



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

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

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

JOSE DAVID PILCO LOPEZ

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

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

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: JOSE DAVID PILCO LOPEZ

DIRECTOR: ING. CRISTIAN GERMÁN SANTIANA ESPÍN Mg.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Jose David Pilco Lopez

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, Jose David Pilco Lopez, 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 autor/autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de junio del 2024



Jose David Pilco Lopez

172766510-9

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 HORTALIZAS EN LA FCP – ESPOCH**”, realizado por el señor: **JOSE DAVID PILCO LOPEZ**”, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Maritza Lucia Vaca Cárdenas, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



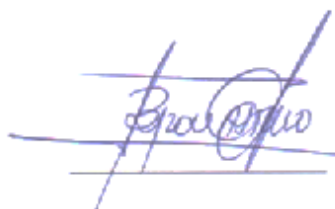
2024-06-18

Ing. Cristian Germán Santiana Espín Mg
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-06-18

Ing. Byron Fernando Castillo Parra Mg
**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-06-18

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor de la perseverancia. A mis hermanos, por su compañerismo, su aliento y por ser mi refugio en los momentos difíciles. Y a mi pequeño hijo, por su sonrisa que ilumina mis días, su amor puro e inocente que me inspira a ser mejor cada día. Esta tesis es el fruto de nuestro amor y nuestro esfuerzo conjunto.

Jose David Pilco Lopez

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y por inculcarme el valor del esfuerzo y la dedicación. A mis hermanos, por su cariño, su aliento constante y por compartir conmigo risas y lágrimas a lo largo de este camino.

A mi hijo, por su amor puro y sincero, por su sonrisa que ilumina mis días y por ser mi mayor motivación para alcanzar mis metas.

Extiendo mi gratitud a mis profesores y mentores, quienes con su sabiduría y guía me han brindado las herramientas necesarias para culminar con éxito este trabajo. A mis amigos y compañeros, por su apoyo, su compañerismo y por compartir conmigo momentos de alegría y aprendizaje.

Finalmente, agradezco a mi compañera de vida Luciana que, de una u otra forma, ha contribuido a la realización de esta tesis. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro.

Jose David Pilco Lopez

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

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Generalidades.....	4
2.2 Hortalizas.....	5
2.2.1 <i>Brócoli</i>	5
2.2.2 <i>Coliflor</i>	6
2.2.3 <i>Zanahoria</i>	6
2.2.4 <i>Apio</i>	7
2.2.5 <i>Cebolla</i>	7
2.2.6 <i>Ajo</i>	7

2.2.7	<i>Perejil</i>	8
2.3	Procesos en la agroindustria	8
2.4	Métodos de conservación	8
2.4.1	<i>Conservas vegetales</i>	8
2.4.2	<i>Deshidratado</i>	9
2.5	Plantas piloto	9
2.5.1	<i>Requerimiento para una planta de procesamiento de hortalizas</i>	9
2.6	Balance de masa	10
2.7	Diagramas de procesos	12
2.7.1	<i>Importancia de los diagramas de procesos</i>	12
2.8	Clasificación de los diagramas de procesos	13
2.8.1	<i>Diagramas de Flujo</i>	13
2.8.2	<i>Diagramas de Bloques</i>	14
2.8.3	<i>Diagramas de Flujo de Proceso (PFD)</i>	15
2.8.4	<i>Diagramas de Tuberías e Instrumentación (P&ID)</i>	16
2.9	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	17
2.9.1	<i>Clasificación</i>	17
2.10	Método de Guerchet	18
2.10.1	<i>Superficie estática</i>	19
2.10.2	<i>Superficie de Gravitación</i>	19
2.10.3	<i>Superficie de Evolución</i>	20
2.11	Método SLP	21
2.11.1	<i>Recopilación de Datos</i>	21
2.11.2	<i>Análisis de Flujo de Trabajo</i>	21
2.11.3	<i>Desarrollo de Diagramas de Flujo</i>	21
2.11.4	<i>Evaluación de alternativas</i>	21
2.11.5	<i>Selección de la Mejor Alternativa</i>	21
2.11.6	<i>Implementación y Seguimiento</i>	22
2.12	Simulación de procesos	22

2.12.1	<i>Maquetación</i>	22
2.12.2	<i>Software flexsim</i>	23

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1	Localización	24
3.2	Materiales	24
3.2.1	<i>Equipos</i>	24
3.2.2	<i>Materiales</i>	24
3.2.3	<i>Software</i>	24
3.3	Flujograma	25
3.4	Productos a elaborar	25
3.4.1	<i>Proceso de Preparación Industrial de Conservas</i>	26
3.4.2	<i>Proceso Industrial para Preparar Mix Deshidratado</i>	33
3.5	Diseño de procesos agroindustriales para hortalizas	37
3.6	Diagramas ingenieriles de procesos	37
3.7	Balance de masa	37
3.8	Dimensionamiento de equipos e instrumentos para el procesamiento de hortalizas 37	
3.9	Identificación de las instalaciones necesarias para los equipos	37
3.10	Distribución de la planta piloto	38
3.11	Modelado y simulación	38

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	39
4.1	Diseño de diagramas de gestión e ingenieriles	39
4.1.1	<i>Diagrama de gestión</i>	39
4.1.2	<i>Diagramas ingenieriles</i>	42
4.2	Balance de masa	47
4.2.1	<i>Balance de masa de proceso de deshidratado</i>	47

4.2.2	<i>Balace de masa y energía de la elaboración de conservas</i>	48
4.3	Maquinaria y equipos para la planta piloto	48
4.4	Método de Guerchet	49
4.4.1	<i>Cálculo de las superficies de la planta piloto</i>	49
4.4.2	<i>Superficie de las áreas</i>	50
4.5	SLP (Systematic Layout Planning) en la distribución de la planta piloto	51
4.5.1	<i>Ruta realizada en los procesos</i>	51
4.5.2	<i>Análisis producto -cantidad (P-Q)</i>	52
4.5.3	<i>Flujo y relaciones de actividades</i>	52
4.5.4	<i>Relación de actividades de mayor a menor</i>	53
4.5.5	<i>Codificación SLP</i>	53
4.5.6	<i>Diagrama de relación de actividades</i>	54
4.5.7	<i>Diagrama de relación de espacios</i>	55
4.5.8	<i>Dimensionamiento de la planta piloto</i>	57
4.5.9	<i>Plano 3D</i>	60
4.6	Modelado y simulación	60
4.6.1	<i>Simulación en FlexSim</i>	60
4.6.2	<i>Panel de Flexsim</i>	62
4.7	Costos de maquinaria e infraestructura a abril del 2024	64
CAPITULO V		65
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1	Conclusiones	65
5.2	Recomendaciones	65
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Valores estándar de K	20
Tabla 4-1 Identificación de equipo del diagrama PFD	44
Tabla 4-2: Identificación de instrumento del diagrama P&ID.....	46
Tabla 4-3: Balance de masa de proceso de deshidratado.....	47
Tabla 4-4: Balance de masa de proceso de conservas	48
Tabla 4-5: Maquinaria seleccionada para la planta piloto	49
Tabla 4-6: Calculo de la superficie de la planta piloto con el método de Guerchet	49
Tabla 4-7: Superficie en m ² de las áreas.....	50
Tabla 4-8: Ruta de los procesos	52
Tabla 4-9: Análisis producto cantidad en los proceso	52
Tabla 4-10: Flujo y relación de actividades entre los procesos	52
Tabla 4-11: Relación de actividades de mayor a menor	53
Tabla 4-12: Designación de códigos por su intervalo en unidades de masa por tiempo (kg/mes)	53
Tabla 4-13: Relación entre los códigos y actividades.....	54
Tabla 4-14: Código, proximidad y espacios asignados	54
Tabla 4-15 Porcentaje de ocupación por operario de la planta piloto.	62
Tabla 4-16 Porcentaje de ocupación por maquina de la planta piloto.....	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Ejemplo de diagrama de proceso de enfriado	13
Ilustración 2-2: Simbología de los diagramas de flujo de datos	13
Ilustración 2-3: Ejemplo de diagrama de bloques.....	15
Ilustración 2-4: Ejemplo de diagrama de bloques de proceso.....	15
Ilustración 2-5: Ejemplo de diagrama de Flujo de una planta de tratamiento	16
Ilustración 2-6: Ejemplo de diagrama P&ID	16
Ilustración 2-7: Ejemplo de simulación en Flexsim	23
Ilustración 3-1 Localización Geográfica	24
Ilustración 3-2: Flujograma de la investigación	25
Ilustración 4-1: Diagrama de flujo del proceso de conserva.....	39
Ilustración 4-2: Diagrama de flujo del proceso de deshidratado.....	41
Ilustración 4-3: Diagrama de bloques de los procesos de conservas y deshidratado	42
Ilustración 4-4: Diagrama PFD del proceso de conservas y deshidratado	43
Ilustración 4-5: Diagrama P&ID del proceso de conservas y deshidratado	45
Ilustración 4-6: Diagrama de espacios.....	51
Ilustración 4-7: Diagrama de relación de actividades	55
Ilustración 4-8: Diagrama de relación de espacios	55
Ilustración 4-9: Dimensionamiento de la planta piloto	57
Ilustración 4-10: Plano de la planta piloto en 3D	60
Ilustración 4-11: Simulación en FlexSim	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FORMULACIÓN PARA ELABORAR DESHIDRATADO

ANEXO B: FORMULACIÓN PARA ELABORAR CONSERVAS

ANEXO C: CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE DESHIDRATADO

ANEXO D: CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE CONSERVAS

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

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

ANEXO G: FICHA TÉCNICA DE LA LAVADORA GENERAL DE ALIMENTOS

RESUMEN

La Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH carece de una planta piloto para el procesamiento de hortalizas, lo que limita la aplicación práctica de los conocimientos teóricos de los estudiantes. Para abordar esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo el proponer una planta piloto para el procesamiento de hortalizas en la Facultad de Ciencias Pecuarias- ESPOCH, el diseño detalla cada etapa del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento, mediante diagramas de ingeniería y gestión. El balance de masa determinó la capacidad instalada, parámetro clave para la selección de maquinaria y equipos. Los métodos de Guerchet y SLP permitieron dimensionar y distribuir el espacio físico de la planta, mientras que el software FlexSim se empleó para simular el diseño y analizar el rendimiento y la ocupación de recursos, concluyendo que, se requieren 9 máquinas para el procesamiento de hortalizas, distribuidas en un área de 142,31 m², el costo estimado de la maquinaria es de 27.440 dólares, y el costo de construcción es de 300 dólares por metro cuadrado para una capacidad instalada de 100kg.

Palabras clave: <PLANTA PILOTO>, <PROCESAMIENTO DE HORTALIZAS>, <MATERIA PRIMA>, <AGROINDUSTRIA>, <CONSERVAS>, <DESHIDRATADO>, <DISEÑO DE PROCESOS>, <BALANCE DE MASA>, <SIMULACIÓN>.

02/07/2024

0900-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

The Faculty of Animal Sciences at ESPOCH lacks a pilot plant for vegetable processing, which limits the practical application of students' theoretical knowledge. After considering this issue, this research aims to propose a pilot plant for vegetable processing at the Faculty of Animal Sciences, ESPOCH. The design outlines each process stage, from raw material reception to storage, using engineering and management diagrams. The mass balance determined the installed capacity, a key parameter for the machinery selection and equipment. The Guerchet and SLP were methods employed to dimension and distribute the plant's physical space. Also, the FlexSim software was useful for simulating the design and analysing resource performance and utilization. The study concludes that nine machines are required for vegetable processing, distributed over an area of 142.31 m². The estimated machinery cost is \$27,440, and the construction cost is \$300 per square meter for an installed capacity of 100 kg.

Keywords: <PILOT PLANT>, <VEGETABLE PROCESSING>, <RAW MATERIAL>, <AGRO-INDUSTRY>, <PRESERVES>, <DEHYDRATION>, <PROCESS DESIGN>, <MASS BALANCE>, <SIMULATION>.



Lic. Mónica Logroño B. Mgs.

060274953-3

INTRODUCCIÓN

La agroindustria representa uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico y social de numerosas regiones, particularmente en países en vías de desarrollo como Ecuador. Dentro de este contexto, una planta piloto se emerge como una herramienta crucial para la innovación y optimización de procesos productivos. Una planta piloto es una instalación a pequeña escala diseñada para simular y evaluar los procesos de producción antes de su implementación a gran escala. Estas instalaciones permiten experimentar y ajustar variables operativas, con el fin de mejorar la eficiencia y calidad de los productos agroindustriales (García, 2008)

La influencia de una planta piloto en el desarrollo agroindustrial es significativa. En primer lugar, facilitar la investigación y el desarrollo (I+D) al proporcionar un entorno controlado donde se pueden probar nuevas tecnologías y métodos de procesamiento sin los riesgos asociados a las operaciones a gran escala. Además, contribuye a la formación de profesionales capacitados, ya que brinda un espacio para la capacitación práctica y la adquisición de experiencia en el manejo de equipos y procesos industriales (Helb, 2017).

Entre las características más relevantes de una planta piloto se encuentran la flexibilidad y la capacidad de adaptación a diferentes tipos de procesos. Estas instalaciones suelen contar con equipos modulares que permiten el procesamiento de diversos tipos de materias primas, como hortalizas, cereales y productos lácteos. Asimismo, la planta piloto debe estar equipada con tecnología avanzada para monitorear y controlar las variables críticas del proceso, asegurando así la calidad y seguridad de los productos finales (National Renewable Energy Laboratory, 2014).

En este sentido, la propuesta de una planta piloto para el procesamiento de hortalizas en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (FCP-ESPOCH) tiene como objetivo principal fomentar la innovación y mejorar la competitividad del sector agroindustrial de la región. . A través de la implementación de esta planta piloto, se espera no solo optimizar los procesos de producción de hortalizas, sino también generar conocimientos aplicables que puedan ser transferidos a productores locales, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En un contexto donde la demanda de productos agroindustriales de alta calidad y sostenibles está en constante aumento, se evidencia la necesidad de optimizar los procesos de transformación de hortalizas. A pesar de la riqueza agrícola de la región, la falta de instalaciones especializadas y tecnología adecuada en el ámbito agroindustrial limita significativamente la capacidad de aprovechar plenamente este recurso.

En este sentido, la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

se posiciona como un actor clave en la formación y desarrollo de profesionales en el ámbito agroindustrial. Sin embargo, la ausencia de una planta piloto especializada para el procesamiento de hortalizas representa una brecha fundamental en la formación práctica de los estudiantes y en la capacidad de la institución para contribuir eficazmente al desarrollo de prácticas agroindustriales innovadoras y sostenibles.

Este vacío plantea interrogantes cruciales en relación con la formación integral de los estudiantes y el potencial impacto que la falta de instalaciones especializadas puede tener en la capacidad de la FCP-ESPOCH para responder a las demandas cambiantes de la industria agroalimentaria. Además, se plantea la interrogante sobre cómo el establecimiento de una planta piloto dedicada al procesamiento de hortalizas podría no solo mejorar la formación académica sino también contribuir significativamente al desarrollo regional y al fomento de prácticas agroindustriales sostenibles.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 *OBJETIVO GENERAL*

- Proponer una planta piloto para el procesamiento de hortalizas en la Facultad de Ciencia Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar diagramas ingenieriles y de gestión para el procesamiento de 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 propuesto de la planta piloto con el software FlexSim.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En un entorno donde la agroindustria desempeña un papel crucial en la economía y la seguridad alimentaria, la carencia de instalaciones especializadas representa una limitación significativa para la formación integral de los estudiantes y para el potencial impacto de la institución en el desarrollo regional y en la promoción de prácticas agroindustriales avanzadas.

La formación práctica y la aplicación de conocimientos en entornos reales son esenciales para preparar a los estudiantes para los desafíos y demandas de la industria agroalimentaria moderna. La creación de una planta piloto específica para el procesamiento de hortalizas en la FCP-ESPOCH se traducirá directamente en una mejora sustancial de la calidad de la formación académica. Los estudiantes tendrán la oportunidad de aplicar y perfeccionar sus habilidades en un entorno práctico, desde la recepción de materias primas hasta la producción de productos finales, enriqueciendo así su experiencia y capacidad para abordar problemas del mundo real.

Además, la planta piloto no solo funcionará como un centro de formación avanzada, sino que también contribuirá activamente al desarrollo regional. Al fomentar prácticas agroindustriales sostenibles y eficientes, la FCP-ESPOCH se posicionará como un actor clave en la promoción de la seguridad alimentaria y la generación de oportunidades económicas en la región. La investigación y los proyectos colaborativos derivados de la operación de la planta piloto podrían tener un impacto significativo en la mejora de las prácticas agrícolas y agroindustriales en comunidades circundantes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

Como lo resalta (Calderón, 2013) La industrialización de hortalizas desempeña un papel de suma importancia en la actualidad, ya que contribuye de manera significativa a la diversificación de la oferta alimentaria, la reducción del desperdicio de alimentos y la creación de productos con valor agregado. Además de aumentar la disponibilidad de alimentos procesados de alta calidad, esta práctica impulsa la generación de empleo y el desarrollo económico en las áreas rurales, fomenta la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y facilita la distribución de alimentos a nivel local e internacional. Asimismo, la industrialización de hortalizas se alinea con las tendencias actuales hacia una alimentación más saludable y sostenible, respondiendo a las demandas de los consumidores y promoviendo una mayor seguridad alimentaria a nivel global.

En el ámbito académico, (Morales, y otros, 2018) afirman que, la creación de una planta piloto dedicada al procesamiento de alimentos representa un recurso invaluable para la formación de estudiantes. Esta instalación proporciona un entorno práctico donde los estudiantes pueden aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula a situaciones reales. Les brinda la oportunidad de experimentar de primera mano los procesos industriales y aprender las complejidades asociadas con la transformación de materias primas en productos alimenticios procesados. Además, la interacción con equipos y maquinaria específicos de la industria agroalimentaria les permite desarrollar habilidades técnicas y adquirir una comprensión más profunda de los desafíos y oportunidades que enfrentan en este campo. Asimismo, la planta piloto puede servir como un espacio para la realización de proyectos de investigación y experimentación, lo que amplía las oportunidades de aprendizaje y descubrimiento para estudiantes y docentes por igual.

Desde una perspectiva de (Tello, 2013), la planta piloto ofrece un terreno fértil para la exploración y el desarrollo de nuevas tecnologías, prácticas y procesos en la industria agroalimentaria. Facilita la investigación aplicada que busca mejorar la eficiencia de la producción, la calidad de los productos y la sostenibilidad ambiental en la cadena de suministro de alimentos. Además, sirve como plataforma para la experimentación con variedades de hortalizas, métodos de procesamiento innovadores y la evaluación de parámetros críticos de calidad. Los resultados de estas investigaciones no solo enriquecen el conocimiento en el campo de la agroindustria, sino que también pueden traducirse en beneficios prácticos para la industria y la sociedad en general,

promoviendo la producción de alimentos más seguros, nutritivos y accesibles. En resumen, una planta piloto es esencial tanto para la formación académica de estudiantes como para la generación de avances y soluciones en el ámbito de la investigación agroalimentaria.

2.2 Hortalizas

Según la investigación realizada por Gabriel, Crespo, & Danial (2013) menciona que las hortalizas son plantas herbáceas utilizadas para la alimentación del ser humano, quien aprovecha su bajo contenido de calorías y sus altos contenidos de proteínas, minerales y vitaminas. La palabra hortaliza deriva de "hortal", término que proviene del latín hortalis = huerto y significa verduras y demás plantas comestibles que se cultivan en huertas.

Las hortalizas pueden agruparse o clasificarse, de acuerdo a su duración, al clima, según la parte comestible, según los métodos de cultivo, por su respuesta al trasplante, por su resistencia a las heladas o por su tolerancia a condiciones edáficas. La producción de hortalizas está muy difundida en todo el mundo y aumenta día a día, pese a las condiciones adversas de mercadeo y producción, además de que son altamente perecederos.

2.2.1 *Brócoli*

Según la investigación de Maldonado & Pacheco-Delahaye (2003) el brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) es un cultivo que presenta una composición nutricional ventajosa en lo que respecta a proteínas, fibra y ceniza. El brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) es una de las crucíferas más comúnmente consumida en la dieta humana debido a que es un vegetal con aspectos nutritivos favorables, como la presencia de vitaminas, particularmente las que actúan como antioxidantes (ácido ascórbico y bcaroteno) y fibra dietaria. Además, es un potente inductor de las enzimas que ejercen un efecto protector frente a los agentes químicos carcinogénicos.

Las inflorescencias y los brotes de brócoli son la principal fuente dietética de glucorafanina, ampliamente estudiada por sus beneficios para diferentes cuadros patológicos. Recientemente, la Agencia Federal del Medicamento en EEUU (US FDA), ha aprobado la seguridad de su uso, por lo que su inclusión en formulaciones de alimentos y nuevos productos funcionales va a ir en aumento en los próximos años. A pesar de sus beneficios, no es una hortaliza muy difundida en el noroeste argentino, aunque su consumo en Argentina y a nivel mundial está en crecimiento (Efecto de la distancia de plantación sobre la calidad de la pella y el rendimiento en dos híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* Plenck) en el Valle de Lerma (Salta), 2019).

2.2.2 Coliflor

Según Galvis (2016) la coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) es una hortaliza proveniente del mediterráneo que se ha vuelto popular en todo el mundo. Pertenece a la familia Cruciferae, siendo el nombre científico de la coliflor el de *Brassica oleracea* var. *Botrytus*. Es una planta herbácea, vivaz, de tallo vigoroso de hasta 50cm de altura, poco ramificada y con hojas grandes, alargadas, lampiñas y de color verde claro. Las flores, agrupadas en inflorescencias, son grandes y amarillas. El cáliz posee cuatro sépalos y la corola cuatro pétalos alternos. El conjunto de estas inflorescencias blancas o de amarillo pálido, o es lo que se denomina pella, la cual se encuentra rodeada y protegida por las hojas.

Esta hortaliza encontró por fin su camino hacia la mesa y desde hace mucho se utiliza para acompañar muchas comidas, pues es una apetitosa opción para preparar caldos, guisados, ensaladas y hasta postres. Además, tiene vitamina C y vitamina B6, sin considerar otros minerales necesarios para la salud, como el potasio, el calcio y el fósforo. La coliflor es una planta de ciclo anual. Tiene raíces muy ramificadas y profundas, que a veces se hunden más de un metro en la tierra. El tallo, por el contrario, es pequeño, sin ramas, con una altura de cinco a diez centímetros. La parte de la planta que se come se forma donde termina el tallo y está constituida por un conjunto de flores abortivas con un pedúnculo corto y carnoso. Esta inflorescencia por lo general es de color blanco o crema (Propagación y técnicas de cultivo de la Coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), 2012).

2.2.3 Zanahoria

Según Otálora-Orrego & Martín (2021) la zanahoria (*Daucus carota* L.) es conocida por su alto contenido de carotenoides especialmente α - y β -caroteno, precursores de la vitamina A, cumpliendo varias funciones relevantes en el cuerpo humano. Esta es conocida debido a ser un alimento funcional muy importante.

La zanahoria destaca en su composición nutricional de entre las demás hortalizas por el alto contenido en carbohidratos complejos (como los almidones), vitaminas y minerales. El característico color naranja de la zanahoria se debe a la presencia, entre otros, de los β - carotenos: precursores de la vitamina A (Sobre la aceptación de un aderezo con propiedades funcionales confeccionado a base de zanahoria, 2020).

2.2.4 Apio

El apio (*Apium graveolens*) es una planta oriunda del Mediterráneo, pero también existen en otros centros como el Caúcaso y la zona del Himalaya. Además, anteriormente se lo conocía en el antiguo Egipto, pero su uso como hortaliza el cual se desarrolló en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte. Al mismo tiempo se la utilizó como planta medicinal desde la antigüedad por sus diversas propiedades tanto diuréticas, carminativas y depuradoras de la sangre (Reina, y otros, 1996).

2.2.5 Cebolla

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las plantas cultivadas de más amplia difusión en el mundo, siendo la segunda hortaliza en importancia económica después de la papa, con un valor social inestimable, consumida por casi todos los pueblos del planeta independiente del origen étnico y cultural; constituyéndose en un importante elemento de ocupación de mano de obra familiar (Crecimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) var. "Roja Arequipeña" en función de la fertilización NxK, 2012).

No se sabe con exactitud cuáles fueron los orígenes de la cebolla, pero investigaciones realizadas mencionan que se originó en Asia central, y se conoce desde el año 4.000 A.C. esta hortaliza está adaptado a climas cálidos, semicálidos, semisecos y templados. Es una de las hortalizas de consumo más antigua e importante del mundo, con el pasar de los años esta hortaliza ha sido extendida y lleva cultivándose tanto tiempo por todo el mundo (Ballagán , y otros, 2021).

2.2.6 Ajo

El ajo (*Allium savitum*), es una planta comúnmente utilizada como agente saborizante y condimento en los alimentos, pertenece a la familia de las liláceas y es probablemente el alimento con potencial antimicrobiano más consumido. Las propiedades medicinales del ajo han sido estudiadas desde hace siglos, sin embargo, es hasta los años cuarenta, que aparece evidencia científica de sus propiedades antimicrobianas.

En los tejidos de ajo fresco o, se encuentra la Alina (S- alil-L- cisterna-S-óxido), la cual por medio de hidrólisis se convierte en alicina, piruvato y amonio. El mecanismo de la actividad antimicrobiana del ajo se basa en la inhibición de la actividad de enzimas como: fosfatasa alcalina, invertasa, ureasa y papaína, así como de enzimas sulfhidricas. La alicina inhibe la actividad de

enzimas sulfhidricas debido a la presencia de los grupos químicos S-O-S (Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas, 2011).

2.2.7 *Perejil*

El perejil (*Petroselinum sativum*), planta originaria de la zona mediterránea, es una umbelífera bianual que se cultiva por sus hojas. Las semillas germinan con dificultad. Los tallos son, generalmente, erguidos. Las hojas, largamente pecioladas en la mayor parte de las variedades, son lisas o rizadas, muy divididas y aromáticas. El número medio de semillas por gramo es de 670. Su poder germinativo suele durar 2 años. Tiene raíces profundas. Su cultivo es una alternativa económica dentro de una producción diversificada, tanto en invernadero como a campo.

Aunque el perejil prefiere los climas cálidos, resiste bien el frío; en consecuencia, se puede cultivar, prácticamente en todo tipo de climas. Si bien los suelos húmidos son los más indicados, se adapta a cualquier tipo de terreno. Prefiere los profundos, sueltos, frescos, provistos de materia orgánica muy descompuesta y limpios de malas hierbas. En tierras ligeramente ricas en materia orgánica, que se rieguen regularmente, puede producir buenos rendimientos (Iglesias, 2006).

2.3 Procesos en la agroindustria

La innovación tecnológica y la aplicación de la ciencia agraria permiten que en el campo se generen condiciones para su modernización; en este contexto, la agroindustria es el resultado de un mayor nivel de inversión en tecnología y de las ventajas comparativas del territorio en el cual se asienta (condiciones climáticas, bajos salarios y legislaciones anti trabajadores). La FAO define a la agroindustria como las actividades de manufacturación mediante las cuales se elaboran materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola. La agroindustria significa así la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca” (FAO, 2023).

2.4 Métodos de conservación

2.4.1 *Conservas vegetales*

Una conserva es un producto alimenticio que ha sido tratado de manera que se preserve su calidad y se extienda su vida útil. Generalmente, se logra mediante métodos como el enlatado, envasado al vacío, uso de aditivos o pasteurización. Las conservas suelen ser alimentos enlatados como

salsas, frutas, verduras, pescados o carnes, que se mantienen seguros para el consumo durante un periodo prolongado (1988).

2.4.2 Deshidratado

Un deshidratado es un proceso que consiste en eliminar el agua presente en un alimento. La deshidratación se puede realizar mediante distintos métodos, como aire caliente, deshidratación al vacío, liofilización o deshidratadores especiales. Al eliminar el agua, se reduce la actividad de microorganismos y enzimas que pueden causar la descomposición del alimento, permitiendo así su conservación por más tiempo. Los alimentos deshidratados suelen ser frutas, verduras, carnes, hierbas y especias, entre otros. Al momento de consumirlos, es necesario rehidratarlos para volver a obtener su consistencia y sabor original (LA REHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS, 2006).

2.5 Plantas piloto

Una Planta Piloto se define como un conjunto de partes específicas ensambladas que funcionan de manera coordinada con el fin de replicar, a escala, procesos productivos (Anaya, 2008). Su propósito es facilitar la posterior implementación y operación a nivel industrial o en un área de trabajo particular. También se utiliza para poner a prueba la teoría (modelos) a través de la experimentación en distintas áreas del conocimiento. Sus objetivos son los siguientes:

Prever el rendimiento de una planta a nivel industrial al operar la planta piloto bajo condiciones similares a las esperadas. Los datos recopilados en este caso servirán como base para el diseño de la planta industrial.

Analizar el comportamiento de plantas industriales ya construidas, donde la planta piloto actúa como una réplica y se somete a las condiciones de operación previstas para la planta industrial. En este contexto, a la planta piloto se le denomina modelo y su función principal es mostrar los efectos de los cambios en las condiciones de operación de manera más eficiente y económica que si se realizara en la planta original (Tejero, 2008).

2.5.1 Requerimiento para una planta de procesamiento de hortalizas

Las pautas relativas a las instalaciones de una planta de procesamiento de hortalizas constituyen una serie de requisitos esenciales cuya observancia resulta fundamental para asegurar tanto la

seguridad alimentaria como la calidad de los productos generados. Estas directrices son establecidas con el propósito de resguardar la salud pública y garantizar que las hortalizas sometidas a procesamiento sean aptas y seguras para el consumo (Marroquín, 2017).

Las normativas concernientes a las instalaciones de una planta de procesamiento de hortalizas abarcan diversos aspectos, entre ellos:

Ubicación: La planta debe situarse en un área que disponga de un adecuado sistema de drenaje y que se encuentre distante de posibles fuentes de contaminación.

Edificación: El edificio debe ser construido empleando materiales de fácil limpieza y desinfección. Además, debe contar con sistemas de ventilación y aire acondicionado adecuados para mantener controladas las condiciones de temperatura y humedad.

Equipamiento: Los equipos utilizados en el proceso deben estar fabricados con acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión, que facilite su limpieza y desinfección.

Procesamiento: La ejecución de las operaciones de procesamiento debe cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), las cuales constituyen un conjunto de directrices orientadas a garantizar la seguridad alimentaria.

Limpieza y desinfección: La planta debe implementar un programa periódico de limpieza y desinfección. Este programa tiene como objetivo asegurar que todas las superficies y equipos sean debidamente limpiados y desinfectados para eliminar cualquier potencial fuente de contaminación (ARCSA, 2016).

2.6 Balance de masa

El balance de masa en la agroindustria es un concepto fundamental que se refiere al principio de conservación de la masa aplicado a los procesos y sistemas agroindustriales. Este principio establece que la cantidad total de masa en un sistema cerrado no cambia con el tiempo, es decir, la masa no puede ser creada ni destruida, solo puede cambiar de forma o moverse entre las distintas partes del sistema (Chase, 2006).

En el contexto de la agroindustria, el balance de masa es esencial para comprender y controlar los flujos de materiales (como cultivos, productos agrícolas, subproductos, agua, fertilizantes, etc.) a

lo largo de los diferentes procesos agroindustriales. Esto incluye operaciones como la siembra, cosecha, almacenamiento, procesamiento y distribución de productos agrícolas. (Krajewski, 2015)

A través de un adecuado balance de masa, se busca lograr eficiencia en la producción, minimizar pérdidas y desperdicios, así como optimizar el uso de recursos naturales y inputs agrícolas.

Los puntos clave sobre el balance de masa en la agroindustria son:

Entradas y Salidas: En un sistema agroindustrial, las entradas incluyen los insumos como semillas, agua, fertilizantes, energía, entre otros. Las salidas son los productos finales, subproductos y residuos generados durante el proceso.

Conservación de Masa: El principio de conservación de la masa establece que la masa total de las entradas debe ser igual a la masa total de las salidas, más cualquier cambio en la acumulación de masa dentro del sistema. Esto se expresa a través de la ecuación de balance de masa:

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \text{Acumulación}$$

Pérdidas y Desperdicios: El balance de masa ayuda a identificar y cuantificar pérdidas y desperdicios en los procesos agroindustriales. Esto es crucial para implementar prácticas que reduzcan estas pérdidas y aumenten la eficiencia.

Optimización de Procesos: Al analizar y comprender los flujos de masa, se pueden identificar oportunidades para optimizar los procesos, por ejemplo, al mejorar la eficiencia en la producción o al reducir la utilización de recursos.

Sostenibilidad y Gestión Ambiental: El balance de masa es una herramienta importante en la gestión ambiental de la agroindustria, ya que permite evaluar y mejorar el impacto ambiental de los procesos, incluyendo la gestión de residuos y la conservación de recursos naturales.

Cumplimiento Normativo: En muchos países, existen regulaciones y estándares ambientales que requieren que las empresas agroindustriales lleven a cabo un control y seguimiento de sus flujos de materiales, lo que hace que el balance de masa sea una herramienta esencial para cumplir con estas normativas.

El balance de masa en la agroindustria es una herramienta crítica para el diseño, operación y mejora de los procesos agroindustriales. Permite una gestión más eficiente y sostenible de los

recursos, contribuyendo a la viabilidad económica y ambiental de la industria agroalimentaria (Felder, 2004).

2.7 Diagramas de procesos

Los diagramas de procesos son herramientas visuales fundamentales en la ingeniería y gestión de operaciones. Estos gráficos representan de manera sistemática y comprensible los pasos, flujos y relaciones de un proceso, permitiendo una comprensión más clara y detallada de cómo se lleva a cabo una actividad. En este ensayo, se explorará la importancia de los diagramas de procesos y se analizará su clasificación en diferentes tipos, cada uno con aplicaciones específicas y ventajas particulares (Carrera, 2003).

2.7.1 Importancia de los diagramas de procesos

2.7.1.1 Claridad y Comunicación

Uno de los mayores beneficios de los diagramas de procesos es su capacidad para comunicar de manera efectiva. Al utilizar símbolos y flujos, se pueden transmitir conceptos complejos de manera más simple y fácilmente comprensible. Esto es esencial en entornos industriales donde la coordinación y comprensión son cruciales para el éxito de las operaciones (MidePlan, 2012).

2.7.1.2 Identificación de Ineficiencias

Al visualizar un proceso en su totalidad, se vuelven más evidentes las ineficiencias y cuellos de botella. Esto permite a los equipos de trabajo identificar áreas de mejora y optimización, lo que puede llevar a una mayor productividad y eficiencia en la operación (Alvarez, 2022).

2.7.1.3 Documentación y Estándares

Los diagramas de procesos sirven como documentos fundamentales para la estandarización y documentación de procedimientos. Esto es esencial para garantizar la consistencia en la ejecución de tareas, especialmente en entornos donde la calidad y precisión son críticas, como la industria farmacéutica o la manufactur (VLEX, 2012).

2.8 Clasificación de los diagramas de procesos

2.8.1 Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo son quizás los más comunes y versátiles dentro de la ingeniería. Representan el flujo de información, materiales o energía a través de un sistema. Se dividen en:

2.8.1.1 Diagramas de Proceso

Describen la secuencia de pasos y actividades necesarios para completar una tarea o proceso. Son esenciales en la planificación y optimización de operaciones industriales (Baena, 2014).

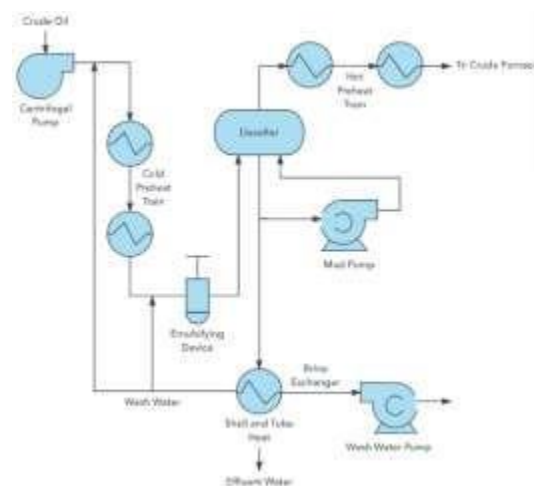


Ilustración 2-1: Ejemplo de diagrama de proceso de enfriado

Fuente: (Svrcek, 2014)

1.1.1.1. **Diagramas de Flujo de Datos (DFD):** Representan el flujo de información en un sistema de información. Son cruciales en el diseño y análisis de sistemas de información (Lucidchart, 2019).



Ilustración 2-2: Simbología de los diagramas de flujo de datos

Fuente: (TIC.PORTAL, 2021)

2.8.2 Diagramas de Bloques

Estos diagramas utilizan bloques para representar componentes o etapas de un sistema. Son especialmente útiles para mostrar la estructura y la interconexión entre elementos.

2.8.2.1 Diagramas de Bloques Funcionales

Representan las funciones y relaciones entre los distintos componentes de un sistema (Sepulveda, 2015)

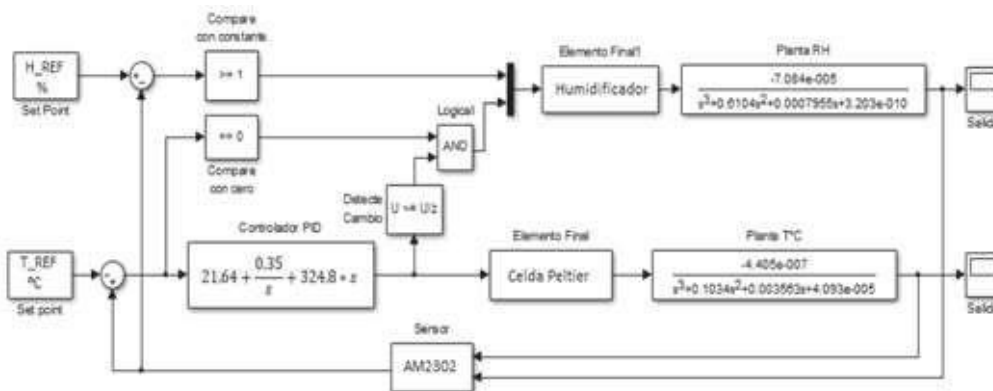


Ilustración 2-3: Ejemplo de diagrama de bloques

Fuente: (Sepulveda, 2015)

2.8.2.2 Diagramas de Bloques de Proceso

Muestran las etapas y conexiones de un proceso específico (AVPQ, 2009).

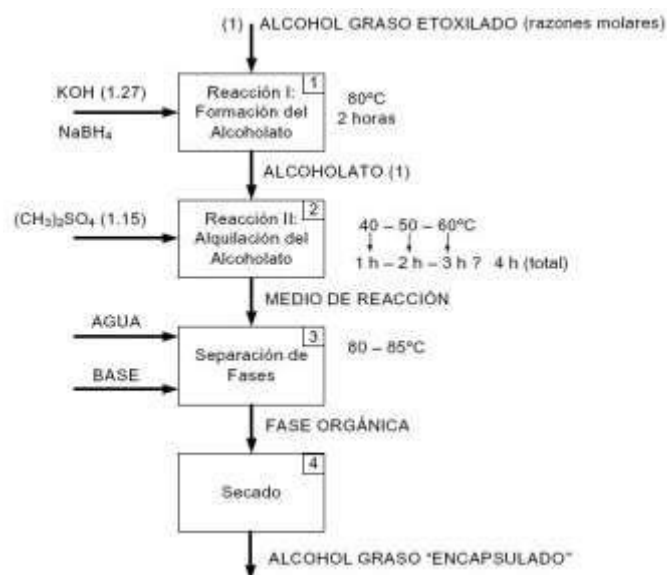


Ilustración 2-4: Ejemplo de diagrama de bloques de proceso

Fuente: (AVPQ, 2009)

2.8.3 Diagramas de Flujo de Proceso (PFD)

Estos diagramas se centran en la representación de los flujos de proceso, incluyendo equipos y tuberías. Son cruciales en la industria química y de procesos (RAFEY, 2012).

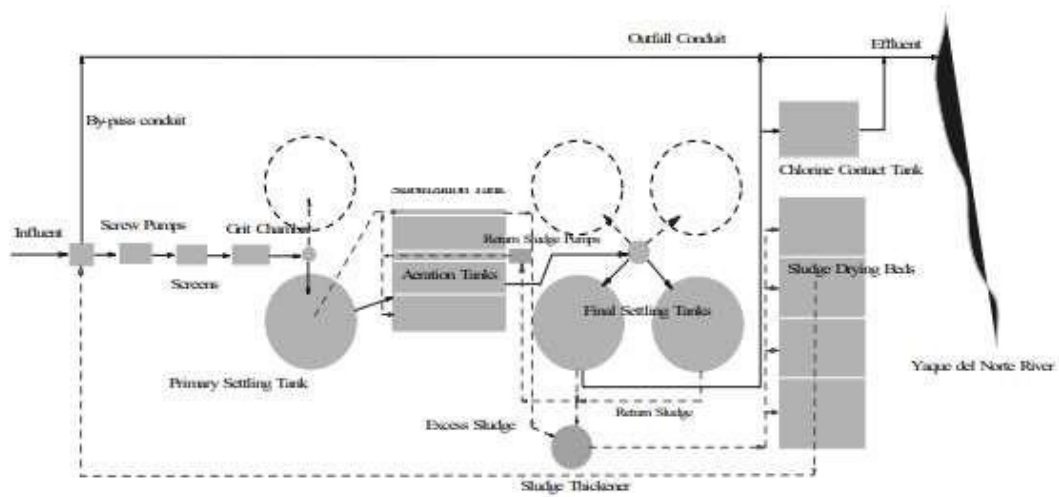


Ilustración 2-5: Ejemplo de diagrama de Flujo de una planta de tratamiento

Fuente: (RAFEY, 2012)

2.8.4 Diagramas de Tuberías e Instrumentación (P&ID)

Estos diagramas detallan la interconexión de equipos, tuberías y dispositivos de control en una instalación industrial. Son esenciales para la construcción y operación de plantas industriales (ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2020).

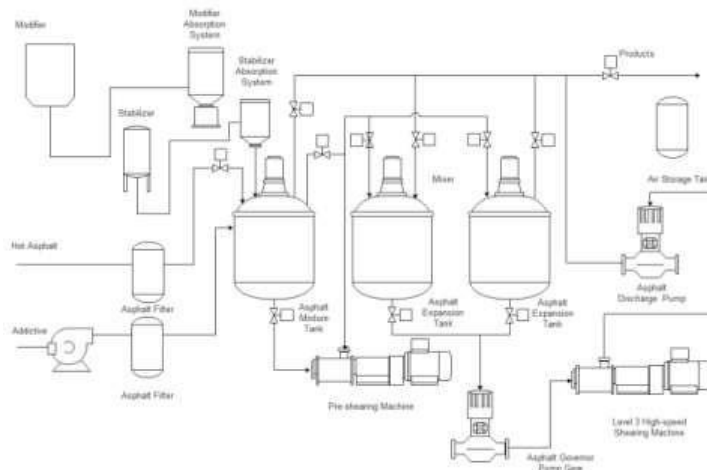


Ilustración 2-6: Ejemplo de diagrama P&ID

Fuente: (ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2020)

2.9 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Una distribución de planta, en el ámbito de la ingeniería industrial y gestión de operaciones, se refiere a la disposición física de los elementos que componen una instalación o espacio de trabajo. Su objetivo es optimizar la utilización de recursos, como espacio, maquinaria, equipos y personal, para mejorar la eficiencia y la productividad de las operaciones (Niebel, 2003).

(Bock, 2008), explica que existen varias clasificaciones de distribuciones de plantas, las cuales se eligen dependiendo de la naturaleza de la operación y los objetivos específicos de la organización.

2.9.1 Clasificación

2.9.1.1 Distribución por Producto o en Línea (Layout de Producto):

En esta configuración, las actividades y los recursos están dispuestos en una secuencia lineal y lógica, siguiendo el flujo del producto a través de las distintas etapas de producción. Es común en líneas de ensamblaje o procesos de producción en masa. Por ejemplo, en la fabricación de automóviles, las diferentes etapas como el ensamblaje de chasis, instalación de motor, pintura, etc., se organizan en una línea de montaje.

2.9.1.2 Distribución por Proceso (Layout por Proceso):

En este tipo de distribución, las máquinas, equipos y estaciones de trabajo se agrupan según el tipo de proceso que realizan. Este enfoque es más flexible y se utiliza cuando se producen varios tipos de productos o cuando los procesos son variados. Por ejemplo, en una fábrica de muebles, podría haber una sección de corte de madera, otra de ensamblaje y otra de acabado.

2.9.1.3 Distribución Celular:

Se basa en la creación de "células" o pequeñas unidades de trabajo que agrupan máquinas y equipos necesarios para completar una tarea o conjunto de tareas similares. Es una combinación

de la distribución por proceso y por producto, y se utiliza para mejorar la flexibilidad y la eficiencia en la producción de lotes pequeños o personalizados.

2.9.1.4 Distribución Funcional:

En este enfoque, las áreas están organizadas por funciones o departamentos. Por ejemplo, un departamento de marketing, otro de producción, otro de ventas, etc. Este tipo de distribución es común en empresas de servicios o en organizaciones donde las tareas requieren distintos conjuntos de habilidades.

2.9.1.5 Distribución Fija:

Este tipo de distribución se aplica cuando los recursos y equipos están fijos y no pueden moverse. Por lo tanto, la producción debe adaptarse a la disposición existente. Es común en industrias como la construcción naval o la producción de grandes maquinarias.

2.9.1.6 Distribución Híbrida:

Esta es una combinación de dos o más de los tipos mencionados anteriormente y se utiliza para aprovechar las ventajas de diferentes enfoques de distribución.

La elección de la distribución de planta adecuada dependerá de factores como el tipo de industria, el tipo de productos o servicios, los volúmenes de producción y los objetivos estratégicos de la organización. Es importante considerar cuidadosamente estos factores para diseñar una distribución que optimice la eficiencia y la productividad.

2.10 Método de Guerchet

Según lo indicado por (Dieter, 2018), por este método se calcularán los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta.

Por lo tanto, se hace necesario identificar el número total de maquinaria y equipo llamados elementos estáticos o fijos (EF) y también el número de operarios y el equipo de acarreo, llamados elementos móviles (EM).

Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

S_T = Superficie total

S_s = Superficie estática

S_g = Superficie de Gravitación

S_e = Superficie de evolución

2.10.1 Superficie estática

Corresponde al área de terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos.

Esta área debe ser evaluada en la posición de uso de máquina o equipo, esto quiere decir que debe incluir las bandejas de depósito, palancas, tableros, pedales, etc. necesarios para su funcionamiento.

$$S_s = \text{Largo} * \text{Ancho} = L * A$$

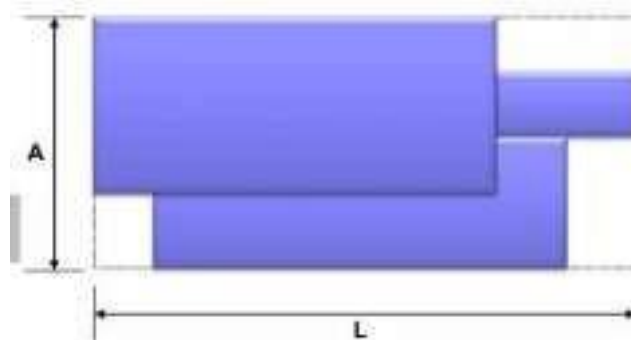


Ilustración 8 Gráfica de segmentos a medir (McCabe, 2005)

2.10.2 Superficie de Gravitación

Es la superficie utilizada por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo.

Esta superficie se obtiene para cada elemento, multiplicando la superficie estática (S_s) por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s * N$$

Donde:

S_s = Superficie estática

N = Número de lados

2.10.3 Superficie de Evolución

Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado.

Para su cálculo se utiliza un factor "K" denominado coeficiente de evolución, que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos.

$$S_e = (S_s + S_g)K$$

Siendo:

$$K = 2 \frac{h_{EM}}{h_{EF}} = 0,5 * \frac{h_{EM}}{h_{EF}}$$

Se han estimado algunos valores de K para diferentes tipos de industria, los cuales se citan en la siguiente tabla:

Tabla 2-1: Valores estándar de K

Gran industria, alimentación	0.05 – 0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0.10 – 0.25
Textil-hilado	0.05 – 0.25
Textil-tejido	0.50 – 1.00
Relojería, joyería	0.75 – 1.00
Pequeña mecánica	1.50 – 2.00
Industria mecánica	2.00 – 3.00

Fuente: (Himmelblau, 2012)

2.11 Método SLP

(Madre, 1998) indica que, "Sistema de Planeación de Diseño" (también conocido como SPL, por sus siglas en inglés, Systematic Layout Planning) es una metodología utilizada en ingeniería industrial y gestión de operaciones para optimizar el diseño y la disposición física de una instalación o un espacio de trabajo. Fue desarrollado por Richard Muther en la década de 1960.

Esta metodología se enfoca en organizar de manera eficiente los recursos y las áreas de trabajo dentro de una instalación para maximizar la eficiencia operativa, minimizar los costos y mejorar el flujo de trabajo. Se aplica principalmente en entornos de fabricación, como fábricas y plantas de producción, pero también puede utilizarse en otros contextos, como almacenes, hospitales y oficinas. Como lo enlista (Singh, 2018) se explica algunos de los pasos y conceptos clave en el proceso de Sistema de Planeación de Diseño:

2.11.1 Recopilación de Datos

Se recopila información detallada sobre los procesos de producción, flujos de trabajo, requisitos espaciales y otros factores relevantes.

2.11.2 Análisis de Flujo de Trabajo

Se analiza cómo se mueven los materiales, productos y personas a través del espacio de trabajo.

2.11.3 Desarrollo de Diagramas de Flujo

Se crean diagramas que representan visualmente los flujos de trabajo y las relaciones entre las diferentes áreas.

2.11.4 Evaluación de alternativas

Se generan diversas propuestas de diseño y se evalúan en función de criterios como eficiencia, seguridad y costos.

2.11.5 Selección de la Mejor Alternativa:

Se elige la propuesta de diseño que mejor cumpla con los objetivos y requisitos establecidos.

2.11.6 Implementación y Seguimiento

Se lleva a cabo la implementación del diseño seleccionado y se realiza un seguimiento para asegurarse de que funcione de manera efectiva.

El SPL es una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia y la productividad en entornos de producción y operaciones. Ayuda a minimizar tiempos de espera, reducir la distancia de transporte de materiales y facilitar la comunicación entre los trabajadores, entre otros beneficios.

Es importante tener en cuenta que la aplicación exitosa del SPL requiere un conocimiento detallado de los procesos y las operaciones específicas de la instalación o el espacio de trabajo en cuestión.

2.12 Simulación de procesos

2.12.1 Maquetación

La creación de modelos tridimensionales, también conocida como maquetación, constituye un proceso mediante el cual se logra la representación en un espacio virtual de un objeto o conjunto de objetos. Esta descripción se enmarca en el ámbito más amplio del diseño tridimensional. La existencia real o virtual del objeto en cuestión no plantea un obstáculo, ya que las matemáticas y la programación desempeñan un papel esencial en este procedimiento, garantizando la precisa generación del modelo 3D (Grupo Kefren, 2021).

La creación de modelos tridimensionales se viabiliza mediante el uso de programas específicos de diseño 3D, generalmente instalados en computadoras. Estos programas posibilitan la representación virtual detallada de cada cara y superficie del objeto a modelar. La disponibilidad de herramientas varía según el programa, permitiendo desde la generación de un bosquejo inicial del objeto hasta la creación de una representación precisa, lo cual resulta útil para análisis ingenieriles o la producción de representaciones fotorrealistas en fases posteriores (Grupo Kefren, 2021).

2.12.2 Software flexsim



Ilustración 2-7: Ejemplo de simulación en Flexsim

Fuente: (FlexSim Problem Solved, 2023)

Como lo afirma (FlexSim Problem Solved, 2023) en su página oficial, FlexSim es un software de simulación en 3D que se utiliza para modelar, simular, predecir y visualizar sistemas comerciales en diversas industrias, como fabricación, manejo de materiales, atención médica, almacenamiento, minería, logística y más. Este software se destaca por ser tan poderoso como fácil de utilizar.

Este programa proporciona herramientas que permiten a las empresas tomar decisiones más informadas. Con FlexSim, es posible visualizar de manera segura los resultados de posibles cambios en áreas como la optimización del flujo de productos, programación de personal, utilización de recursos, diseño de la disposición de la planta y prácticamente cualquier otro aspecto del sistema. Además, FlexSim permite realizar optimizaciones antes de implementar cambios en la realidad, lo que puede resultar en ahorros significativos de tiempo y dinero. También es útil para explorar diferentes ideas de inversión y estrategias de reducción de costos.

Muchas empresas han experimentado éxito al utilizar FlexSim para mejorar la eficiencia de asignación de recursos, reducir tiempos de espera y colas, minimizar el impacto de las averías, determinar tamaños de lote óptimos y secuencias de piezas, analizar los efectos de los tiempos de preparación y cambios en las herramientas, y optimizar la lógica de priorización y despacho de bienes y servicios.

FlexSim puede servir como una herramienta de comunicación efectiva al demostrar los cambios propuestos a las partes interesadas en el sistema empresarial. También es útil para capacitar a los empleados sobre el comportamiento general del sistema y su desempeño en relación con las tareas laborales.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, ubicado en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, Panamericana sur Km 1 ½.

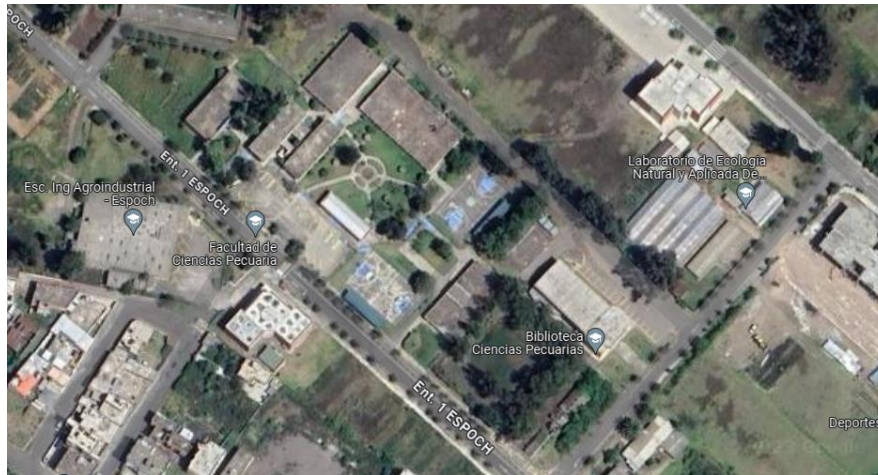


Ilustración 3-1 Localización Geográfica

Fuente: (Google maps, 2023)

3.2 Materiales

3.2.1 Equipos

- Computadora
- Impresora

3.2.2 Materiales

- Catálogos de equipos y maquinarias para el procesamiento de hortalizas

3.2.3 Software

- Paquete office

- Draw.io
- Flexim
- Autocad
- Archicad
- Cedreo

3.3 Flujograma

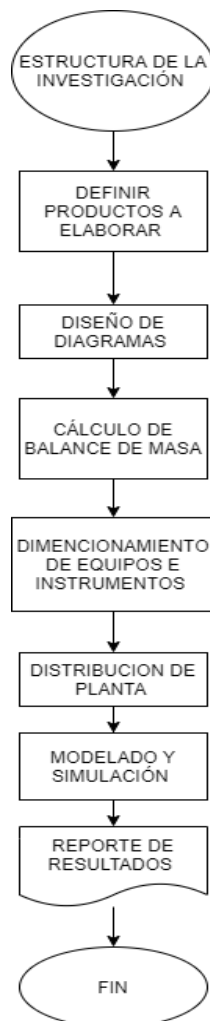


Ilustración 3-2: Flujograma de la investigación

Realizado por: Pilco, J., 2024.

3.4 Productos a elaborar

El diseño de la planta piloto tiene como objetivo el poder elaborar conservas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck), coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) y zanahoria (*Daucus carota commutatus*) en presentaciones de 250 g enlatados en envases de aluminio de grado alimenticio y

un mix deshidratado de apio (*Apium graveolens*), cebolla (*Allium cepa* var. *cepa* L), ajo (*Allium sativum*) y perejil (*Petroselinum crispum*).

Se toma en cuenta el tipo de hortaliza para conservas, la cual conlleva una serie de pasos que se describen a continuación:

3.4.1 Proceso de Preparación Industrial de Conservas

3.4.1.1 Recepción y Selección de Materias Primas

Recibe Brócoli (*brassica oleracea* var. *Itálica*); Coliflor (*brassica oleracea* var. *Botrytis*) y Zanahoria (*daucus carota*) de proveedores confiables.

Realiza una inspección visual para descartar productos dañados o de baja calidad.

Clasifica y separa las hortalizas según su tamaño y calidad.

Según (Manton, 2015) menciona que en cuanto a la recepción y selección de brócoli, coliflor y zanahoria el producto deberá llegar al establecimiento o al lugar de elaboración utilizando la orden de compra, como también la recepción deberá ser de acuerdo con la ficha técnica en la que están especificadas las características organolépticas de los mismos. En cambio, de acuerdo con la inspección visual si la materia prima no cumple con las características organolépticas adecuadas, estas serán rechazadas y devueltas en ese mismo momento al proveedor, conforme a ello se realiza el pesaje mediante una báscula industrial u otros tipos de balanzas para poder saber la calidad y cantidad de la materia prima (brócoli, coliflor y zanahoria) que se recibe desde el punto de vista de (Aviles, 2019). Teniendo en cuenta a (Illapa, 2019) dice que si estas tres hortalizas una vez clasificada y separada cumple su tamaño y calidad pasa el control de calidad, el proceso de recepción de materia prima llega a su fin.

3.4.1.2 Lavado y Desinfección

Lava las hortalizas con agua potable para eliminar tierra y residuos.

Somete las hortalizas a un proceso de desinfección para reducir la carga microbiana. Esto puede incluir la inmersión en soluciones desinfectantes aprobadas.

El lavado y desinfección de las zanahorias, brócoli y coliflor con agua potable es un proceso esencial para eliminar la tierra, residuos y posibles bacterias que pueden estar presentes en la superficie de la verdura. Este proceso ayuda a garantizar la seguridad alimentaria y a prolongar la vida útil de las hortalizas la misma que menciona (López, 2010). Sin embargo, además del lavado con agua potable

es crucial la desinfección una práctica higiénica más fundamental que reduce el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Es importante realizar este proceso de manera adecuada, utilizando agua fría y frotando las zanahorias con un cepillo suave para eliminar cualquier impureza la cual afirma (López, 2010). Por ello (García, 2017) señala que el agua potable debe contar con cuyas características físicas, químicas, microbiológicas que han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para el consumo humano, en las mismas que estas tres hortalizas se deberá realizar de la siguiente manera:

- **Utilizar agua fría:** El agua caliente puede ablandar y hacer que sea más difícil eliminar la tierra y los residuos.
- **Frotar con un cepillo suave:** Esto ayudará a eliminar cualquier impureza que pueda estar adherida a la superficie de la verdura.
- **Enjuagar con agua limpia:** Es importante enjuagar las con agua limpia después de frotarlas para eliminar cualquier residuo de jabón o suciedad.
- **Secar con una toalla limpia:** Esto ayudará a prevenir el crecimiento de bacterias.

3.4.1.3 Corte y Preparación

Corta el brócoli y la coliflor en floretes uniformes.

Pela y corta las zanahorias en rodajas o trozos según la preferencia del producto final.

Controla el tamaño de las piezas para garantizar una cocción uniforme y una presentación estética. De acuerdo con (García, 2021) menciona que, para cortar el brócoli y la coliflor en floretes uniformes, es importante utilizar un cuchillo afilado. Para el brócoli comenzar cortando el tallo principal en trozos de 2-3 cm. Luego, separar los floretes del tallo principal con cuidado sin dañarlos, en cuanto para la coliflor cortar el tallo principal y luego separar los floretes cortando alrededor de la base de cada uno. (Callejas, 2011) considera que en cuanto al pelado existen diferentes métodos para pelar las zanahorias con es el pelado manual la misma que es un método tradicional, ideal para cantidades pequeñas. Pelado eléctrico que es más rápido y eficiente para cantidades mayores y finalmente con cuchillo es la que ofrece mayor control para cortes más precisos. El control del tamaño y corte para garantizar una cocción uniforme y una presentación estética depende del producto final deseado para ello se puede realizar de las siguientes formas como es en Rodajas: Para sopas, guisos, ensaladas o como guarnición. Bastones: Para salteados, frituras o como snack. Juliana: Para ensaladas, salteados o decoración de platos. Dados: Para guisos, ensaladas o sopas. Rallado: Para ensaladas, pasteles o postres ya que todo lo mencionado deduce (Cuji, 2022).

3.4.1.4 Escaldado

Somete las hortalizas a un proceso de escaldado breve. Este paso ayuda a preservar la textura y el color.

Ajusta la temperatura y el tiempo de escaldado según las características de cada hortaliza.

Básicamente el escaldado es una técnica sencilla y efectiva para preservar la textura, el color y el sabor de las hortalizas en la cual consiste en sumergir las hortalizas en agua hirviendo durante un breve periodo de tiempo, generalmente entre 1 y 3 minutos. Este proceso inactiva las enzimas responsables del deterioro de la textura y el color, prolongando así la vida útil de las hortalizas, todo lo citado conforme a (Perez, 2020). Para realizar un escaldado efectivo, se recomienda seguir los siguientes pasos preparar las hortalizas, lavar y cortar las hortalizas en piezas de tamaño similar para asegurar una cocción uniforme, llevar una olla con abundante agua a ebullición, sumergir las hortalizas en el agua hirviendo y cocinar durante el tiempo recomendado para cada tipo de hortaliza, retirar las hortalizas del agua hirviendo y sumergirlas inmediatamente en agua fría para detener la cocción, escurrir las hortalizas y secarlas con papel absorbente de acuerdo con (Rodríguez, 2018). Sin embargo (Tapia, 2018) menciona que el escaldado ofrece diversos beneficios, entre ellos preservación de la textura, inactiva las enzimas que ablandan las hortalizas, conservando su textura firme y crujiente, fija el color verde natural de las hortalizas, evitando que se tornen marrones, intensifica el sabor natural de las hortalizas, reducción del tiempo de cocción las hortalizas escaldadas se cocinan más rápido que las crudas.

3.4.1.5 Enfriado Rápido

Transfiere las hortalizas escaldadas a un sistema de enfriamiento rápido para detener el proceso de cocción.

Garantiza que las hortalizas alcancen una temperatura segura antes de pasar al siguiente paso.

Una vez escaldadas las hortalizas, es crucial detener la cocción de manera rápida y eficiente para preservar las propiedades deseadas. El método más efectivo para lograrlo es transferirlas a un sistema de enfriamiento rápido, al realizar un buen enfriado rápido asegurara que las hortalizas escaldadas conserven su textura, color, sabor y valor nutritivo todo esto en consonancia con (Gomez, 2015). Existen diversos sistemas de enfriamiento rápido para hortalizas escaldadas como en Agua fría: Sumergir las hortalizas en agua fría con hielo durante unos minutos. Aire frío: Exponer las hortalizas a una corriente de aire frío en un refrigerador industrial. Túnel de enfriamiento: Utilizar un túnel de enfriamiento industrial que combina agua y aire fríos para un enfriamiento rápido y uniforme como señala (Diaz, 2020). La elección del sistema de enfriamiento adecuado dependerá

de diversos factores, como: Algunas hortalizas son más sensibles al calor que otras y requieren un enfriamiento más rápido, los sistemas de enfriamiento industrial son más eficientes para grandes cantidades de hortalizas, los sistemas de enfriamiento industrial pueden ser costosos, por lo que es importante considerar la disponibilidad de recursos señala (Alvarez, 2021). Ya que en general, se recomienda enfriar las hortalizas a una temperatura de 4°C o menos en un plazo máximo de 2 minutos después del escaldado.

3.4.1.6 Preparación del Jarabe o Salmuera

Prepara una solución de jarabe o salmuera con agua, sal y otros condimentos según la receta específica.

Asegúrate de que la solución esté bien mezclada y tenga la concentración adecuada para realzar el sabor y actuar como agente conservante.

Una sugerencia de formulación para un pH de 3.2, es:

- Agua: 1000 ml
- Sal: 100 g
- Vinagre blanco: 50 ml
- Azúcar: 50 g

Pasos:

1. **Disolver la sal:** En una olla, calentar 500 ml de agua a fuego medio. Cuando el agua esté caliente, agregar la sal y remover hasta que se disuelva completamente.
2. **Agregar el vinagre y el azúcar:** Añadir el vinagre blanco y el azúcar a la olla con la solución de agua y sal. Mezclar bien hasta que el azúcar se disuelva.
3. **Completar el volumen:** Agregar los 500 ml de agua restantes a la olla. Llevar la mezcla a ebullición y luego reducir el fuego a bajo.
4. **Ajustar el pH:** Si la receta lo indica, utilizar un medidor de pH para verificar el pH de la solución. Si el pH es superior a 3.2, añadir un poco más de vinagre blanco hasta alcanzar el pH deseado
5. **Enfriar y almacenar:** Dejar que la solución se enfríe completamente a temperatura ambiente. Luego, verter la solución en un recipiente hermético y refrigerar, todos estos pasos citados por (Veliz, 2017).

Teniendo en cuenta a (Aguirre, 2016), esta solución como es para conservar frutas y verdura la misma que es útil para prolongar la vida útil de frutas y verduras encurtidas, es muy importante

tomar en cuenta los siguientes detalles como es el utilizar ingredientes de alta calidad para obtener un mejor sabor y resultado y probar la solución antes de usarla para ajustar el sabor si es necesario.

3.4.1.7 Llenado de Frascos

Llena los frascos esterilizados con las hortalizas escaldadas.

Vierte la solución de jarabe o salmuera caliente sobre las hortalizas, asegurándote de cubrirlas completamente.

Según (Cobián, 2017) dice que a lo que las hortalizas han sido escaldadas y enfriadas, es importante llenar los frascos esterilizados de manera eficiente para garantizar una correcta conservación, la cual se recomienda almacenar los frascos en un lugar fresco, oscuro y seco, refrigerar los frascos después de abrirlos, consumir las hortalizas en conserva dentro de los 6 meses siguientes a su elaboración. Pero (León, 2013) manifiesta que para llenar los frascos esterilizados con hortalizas escaldadas, se recomienda seguir los siguientes pasos: Lavar los frascos con agua caliente y jabón, esterilizar los frascos en una olla con agua hirviendo durante 10 minutos, dejar que los frascos se sequen completamente al aire libre, escurrir las hortalizas escaldadas y secarlas con papel absorbente, cortar las hortalizas en trozos más pequeños si es necesario, llenar los frascos con las hortalizas escaldadas, dejando un espacio de 1 cm libre en la parte superior, verter la solución de jarabe o salmuera caliente sobre las hortalizas hasta cubrirlas completamente, cerrar los frascos herméticamente con tapas nuevas y selladas. Incluso en cuanto a verter solución de jarabe o salmuera caliente sobre las hortalizas, asegurándote de cubrirlas completamente es importante utilizar un embudo para facilitar el llenado de los frascos. Evitar llenar los frascos en exceso para evitar que se rompan durante el proceso de esterilización. Utilizar una pinza para colocar las hortalizas en los frascos así, se podrá llenar los frascos esterilizados con hortalizas escaldadas de manera segura y eficiente, alude (León, 2013).

3.4.1.8 Eliminación de Burbujas y Ajuste del Nivel de Líquido

Elimina las burbujas de aire que puedan quedar en el frasco golpeándolo suavemente o utilizando utensilios adecuados.

Ajusta el nivel de líquido para dejar espacio de cabeza según las recomendaciones de seguridad alimentaria.

Elimina las burbujas de aire que puedan quedar en el frasco golpeándolo suavemente o utilizando utensilios adecuados.

Ajusta el nivel de líquido para dejar espacio de cabeza según las recomendaciones de seguridad alimentaria.

La presencia de burbujas de aire en las conservas de zanahoria, brócoli y coliflor puede afectar negativamente la calidad del producto final, ya que pueden contribuir al crecimiento de bacterias y levaduras.

(González, 2020) refiere que es importante eliminar las burbujas de aire antes de sellar los frascos para garantizar una correcta conservación. Para eliminar las burbujas de aire atrapadas en los frascos, se recomienda seguir los siguientes métodos:

Golpear suavemente el frasco:

- Golpear suavemente el fondo del frasco contra una superficie firme como una tabla o una toalla doblada.
- Repetir este proceso varias veces hasta que no se observen más burbujas de aire ascendiendo en la solución.

Utilizar utensilios adecuados:

- Utilizar un cuchillo de cocina sin filo o una espátula de silicona para deslizar suavemente a lo largo de las paredes del frasco.
- Este movimiento ayudará a liberar las burbujas de aire atrapadas en la solución.
- También se puede utilizar una pajita para aspirar las burbujas de aire de la superficie de la solución.

De acuerdo con (Medina, 2018), es importante inclinar el frasco ligeramente mientras se golpea o se utilizan los utensilios para facilitar la liberación de las burbujas de aire. Realizar este proceso con cuidado para evitar que el frasco se rompa. Utilizar un paño limpio para secar las gotas de solución que puedan derramarse durante el proceso. AL seguir estos pasos se podrán eliminar las burbujas de aire de la conserva de zanahoria, brócoli y coliflor de manera efectiva.

3.4.1.9 Proceso de Sellado y Estabilización Térmica

Sella herméticamente los frascos.

Somete los frascos sellados a un proceso de estabilización térmica mediante el calor, utilizando métodos como el baño María o autoclave para asegurar la eliminación de microorganismos.

Desde el punto de vista de (Carbajo, 2022) dice que una vez que las hortalizas han sido escaldadas, envasadas y eliminadas las burbujas de aire, es crucial sellar los frascos herméticamente y someterlos a un proceso de estabilización térmica para asegurar la eliminación de microorganismos y la calidad del producto final como también es crucial el sellado hermético la misma que consiste

en cerrar los frascos con tapas nuevas y selladas. Asegurando de que el cierre sea hermético para evitar la entrada de aire y microorganismos. Luego de ello verificar que el sellado sea hermético, se puede dar la vuelta al frasco si no hay fugas, el contenido no debe derramarse, por otro lado, presionar la tapa la tapa, no debe ceder al presionarla. Sin embargo (Andrimba, 2022) menciona que los frascos sellados a un proceso de estabilización térmica mediante el calor consisten en la preparación del baño María colocar una olla grande con agua a fuego medio. El agua debe cubrir al menos 2/3 de la altura de los frascos. Introducir los frascos en el baño María con cuidado de que no se golpeen entre sí. El tiempo de procesamiento dependerá del tipo de alimento, el tamaño de los frascos y la temperatura del agua. En general, se recomienda procesar los frascos durante 10 a 20 minutos a partir del momento en que el agua comience a hervir. Retirar los frascos del baño María y dejar enfriar a temperatura ambiente durante 24 horas.

En cambio, si es en autoclave llenar la autoclave con agua y coloca los frascos en su interior. El tiempo de procesamiento dependerá del tipo de alimento, el tamaño de los frascos y la temperatura de la autoclave. En general, se recomienda procesar los frascos durante 15 a 30 minutos a una temperatura de 121°C (250°F). Dejar que la autoclave se enfríe lentamente hasta que la presión interna haya bajado a la normal. Retirar los frascos de la autoclave y dejar enfriar a temperatura ambiente durante 24 horas, como afirma (Yepez, 2019).

3.4.1.10 Enfriado y Etiquetado

Enfría los frascos sellados para detener cualquier actividad microbiana residual.

Etiqueta los frascos con información detallada, incluyendo fecha de envasado, ingredientes y cualquier otra información requerida por normativas locales.

Cuando ha finalizado el proceso de estabilización térmica, es fundamental enfriar los frascos sellados para detener cualquier actividad microbiana residual y garantizar la seguridad del producto final. Con un enfriamiento adecuado y un etiquetado completo, se podrá garantizar la seguridad y la trazabilidad de las conservas de hortalizas, como expresa (Magalae, 2015).

Pero sin embargo (Colcha, 2011) señala que además del enfriamiento, es importante etiquetar los frascos con información detallada para su correcta identificación y trazabilidad como es la fecha de envasado, ingredientes, contenido neto, nombre del productor, información nutricional, instrucciones de almacenamiento, cualquier otra información requerida por las normativas locales. Por otro lado (Callao, 2020) manifiesta que también es importante tener en cuenta la utilización de etiquetas adhesivas resistentes al agua y a la humedad, escribir la información de forma legible y

clara, utilizar un código QR para acceder a información adicional en línea y finalmente con la revisión de los frascos periódicamente para detectar signos de deterioro, como abultamiento de las tapas, fugas o cambios de color, de acuerdo con todo lo mencionado se podrá disfrutar de las conservas de hortalizas de forma segura y durante un período de tiempo prolongado.

3.4.1.11 Almacenamiento

Almacena las conservas en condiciones frescas y secas, realiza controles de calidad regularmente. Prepara los productos para la distribución, asegurando que se cumplan todos los requisitos normativos y de calidad.

A juicio de (Rio, 2014), una vez que las conservas de hortalizas se han enfriado y etiquetado correctamente, es importante almacenarlas en condiciones adecuadas para mantener su calidad y seguridad durante el mayor tiempo posible. Además de un almacenamiento adecuado, es fundamental realizar controles de calidad regulares para garantizar la seguridad y la calidad de las conservas. Con base a (Vasco, 2016) es fundamental almacenar las conservas de hortalizas en un lugar fresco, oscuro y seco, la temperatura ideal de almacenamiento es entre 10°C y 20°C (50°F y 68°F), evitar la luz solar directa la misma que puede deteriorar el color y el sabor de las conservas, proteger de la humedad excesiva puede provocar la oxidación de las tapas y la formación de moho, utilizar para almacenar las conservas estanterías o armarios para evitar que se golpeen o caigan, incluso es primordial la implementación de un sistema de trazabilidad para poder rastrear el origen de las conservas en caso de que haya algún problema. Con un almacenamiento adecuado, un control de calidad regular y una preparación adecuada para la distribución, se podrá ofrecer a los consumidores un producto seguro, de alta calidad y con un sabor excelente, como dice (Mejía, 2019).

3.4.2 Proceso Industrial para Preparar Mix Deshidratado

3.4.2.1 Selección y preparación de la materia prima

El primer paso es seleccionar las verduras frescas y de calidad. Las verduras deben estar sanas, firmes y sin manchas. Se deben retirar las hojas externas y las partes amarillentas o podridas.

Para todo proceso de industrialización se debe tener en cuenta que la materia prima es lo primordial para un producto final de calidad, es por ello que se debe tener la materia prima bien seleccionada en un buen estado. Como lo menciona (Vega, 2018), quien nos dice que, se debe elegir una buena forma, textura, color y aroma fresco. Si es posible, es mejor comprar productos nuevos y solo comprar productos que usarás dentro de unos días. Para poder seleccionar y preparar la materia prima es necesario, verduras en buen estado así poder evitar el desperdicio del mismo y tener una

rentabilidad buena. De acuerdo con (Greco, 2011), antes de comprar verduras, se comprueba atentamente si están frescas y en buen estado, las verduras frescas deben verse vibrantes, saludables y firmes al tacto. Evite las verduras con manchas oscuras, magulladuras o puntos blandos.

Para preparar el Mix deshidratado de ajo, cebolla, perejil y apio, cada materia prima debe seleccionarse de acuerdo a su estado, en caso del apio, y perejil, se deberá escoger las ramas más frescas en buen estado sin la presencia de hojas amarillentas o con puntos negros y reseca. En cambio, en el caso del ajo y de la cebolla su apariencia y la firmeza debe ser lo primordial, puesto que ambas deberán estar exceptas de cáscaras amarillentas, esto de acuerdo con la (FAO, 2018) que menciona que la firmeza y el color son los principales parámetros para estimar la madurez del fruto, debido a que el grado de madurez del fruto al inicio mejora y suaviza la textura del fruto, y se logra una buena calidad de la materia prima.

3.4.2.2 *Lavado*

Las verduras se lavan con agua fría para eliminar la suciedad y los residuos. Se puede utilizar un cepillo para frotar suavemente las verduras.

Un paso importante en la preparación mix deshidratado de ajo, cebolla, perejil y apio, es lavar las verduras, sin mencionar que son ingredientes culinarios que son utilizados frecuentemente por lo que es necesario un lavado correcto y adecuado este proceso de lo debe realizar con las concentraciones adecuadas de desinfectantes en caso de añadirlos, pues debido a una acción incorrecta, pueden ocurrir enfermedades gastrointestinales en el cuerpo (Pazmiño, 2010).

(Riofrio, 2020) nos da a conocer que, para limpiar el apio, es necesario quitarle la piel y las partes dañadas. Si es posible, utiliza un cuchillo, o si no tienes cuchillo, utiliza un cuchillo muy afilado. Es importante que no queden manchas ni pliegues y que la pulpa esté limpia y pura. Hacer el lavado profundamente y lavarlos cuidadosamente hoja por hoja es muy fundamental, en la desinfección se debe usar la concentración adecuada de hipoclorito de sodio. Para el lavado de los ingredientes es importante utilizar agua potable (Cárdenas, 2019).

3.4.2.3 *Despicado*

Las verduras se pican en trozos pequeños de un tamaño uniforme.

El picado de verduras puede contribuir tanto a la presentación visual como al sabor del Mix Deshidratado de Ajo, Cebolla, Perejil y Apio. (Riofrio, 2020). Por esta razón los (Noriega, 2018) menciona que los ingredientes deben ser picados con métodos culinarios teniendo en cuenta la uniformidad del tamaño de los mismos. Se deben cortar en rodajas pequeñas. Además, (Andrade, 2018), menciona que un picado uniforme garantiza una deshidratación neutral de las verduras y una distribución equitativa de los sabores en el plato final.

3.4.2.4 *Secado*

Las verduras picadas se secan utilizando un proceso de deshidratación. El proceso de deshidratación puede realizarse de varias maneras, como mediante secado por convección, secado por infrarrojos o liofilización.

En el proceso de secado los ingredientes picados se colocan en bandejas de deshidratación y se introducen en hornos o secadores industriales a una temperatura y tiempo específicos para eliminar la humedad y conservar las propiedades nutritivas y aromáticas de los ingredientes. (FAO, 2018). De acuerdo con (Alaya, 2021), este proceso se puede realizar con diferentes métodos ya como es el caso por infrarrojos, donde las verduras se exponen a la radiación infrarroja, que genera calor y evapora el agua de su superficie. Es un proceso más rápido que el secado por convección y se utiliza en sistemas industriales. Cada método de deshidratación tiene sus ventajas y desventajas, y la elección del método dependerá del tipo de verdura, la escala de producción y los recursos disponibles (Riofrio, 2020).

3.4.2.5 *Envasado*

Las verduras deshidratadas se envasan en envases limpios y secos.

En el proceso de envasado del Mix deshidratado de ajo, cebolla, perejil y apio se puede hacer de varias maneras para garantizar su conservación y frescura a largo plazo. A continuación se mencionan las mismas.

1. **Empaquetado en bolsas herméticas:** Este es un método común para envasar mezclas deshidratadas. Las bolsas herméticas ayudan a mantener el producto seco y protegido del aire y la humedad. Es importante eliminar la mayor cantidad de aire posible antes de sellar las bolsas para prolongar la vida útil del producto (Greco, 2011).
2. **Fascos de vidrio:** Otra opción es envasar el mix deshidratado en frascos de vidrio herméticos. Estos frascos proporcionan una barrera efectiva contra la humedad y la luz, lo que ayuda a preservar la frescura de las verduras deshidratadas durante más tiempo (Vega, 2018).

3. **Sellado al vacío:** El sellado al vacío es un método muy eficaz para envasar alimentos deshidratados (Andrade, 2018).

Este proceso se lo puede realizar aplicando cada uno de los métodos ya mencionados, esto dependerá de la facilidad y comodidad del procesador. De acuerdo con (Vega, 2018), el recomendado es envasado en frascos de vidrio, puesto que son más prácticos y estériles ya que disminuyen la contaminación y evitan que la humedad altere el Mix deshidratado de ajo, cebolla, perejil y apio.

3.4.2.6 Almacenamiento

Las verduras deshidratadas se almacenan en un lugar fresco y seco.

El proceso de elaboración de un mix deshidratado de apio, perejil, cebolla y ajo puede variar en función del tipo de producto que se desee obtener. Si se quiere obtener un mix con un sabor más intenso, las verduras se pueden picar con un tamaño más pequeño.

Para el Mix deshidratado de ajo, cebolla, perejil y apio, conservar su frescura y calidad es fundamental por ello se debe almacenar en un lugar fresco y oscuro, lejos de la luz solar directa y fuentes de calor. Puesto que (Gascón, 2017) menciona que, la luz y el calor pueden acelerar el deterioro del producto y afectar su sabor y calidad. Se deberá Asegurar de que el lugar de almacenamiento esté seco, coincidiendo con (Noriega, 2018) que indica que la humedad puede provocar que el Mix deshidratado de ajo, cebolla, perejil y apio, se aglomere o se degrade. Además, se debe realizar revisiones periódicas del mix deshidratado almacenado para verificar su estado. Si se nota signos de humedad, deterioro o pérdida de frescura, es mejor desechar el producto (Greco, 2011).

La formulación para el mix deshidratado de apio, perejil, cebolla y ajo:

- Apio: 40%
- Perejil: 30%
- Cebolla: 20%
- Ajo: 10%

Esta formulación proporciona un mix con un sabor equilibrado.

Es importante seguir las buenas prácticas de higiene durante todo el proceso de elaboración para evitar la contaminación de los alimentos

3.5 Diseño de procesos agroindustriales para hortalizas

Con las condiciones necesarias para la elaboración de productos que cumplan la normativa vigente como las BPM, normas de higiene y seguridad, normas ambientales, normas ISO 9001, se realizó un diseño de cada proceso para hortalizas en el cual se toma en cuenta tipo de hortaliza, características de estas.

3.6 Diagramas ingenieriles de procesos

Se llevó a cabo la elaboración de diagramas de ingeniería y gestión, utilizando la plataforma DRAW.IO, tomando como referencia los procesos propuestos.

- Diagrama de gestión: diagrama de flujo de proceso
- Diagramas ingenieriles: diagrama de bloques, diagrama PFD y diagrama P&ID.

3.7 Balance de masa

En el balance de masa de los distintos productos, se ha estimado en kilogramos, considerando las capacidades mínimas y máximas para cada proceso. Cada balance de masa ha involucrado la identificación de las etapas del proceso, desde la entrada de la materia prima hasta la salida del producto final. Posteriormente, se han llevado a cabo operaciones de suma y resta para cada componente del sistema.

3.8 Dimensionamiento de equipos e instrumentos para el procesamiento de hortalizas

Los equipos se seleccionaron en base a los procesos propuestos (Conservas de hortalizas y Mix deshidratado de hortalizas), se estableció la elección de equipos por la capacidad requerida, lineamientos técnicos, fichas técnicas de maquinarias e instrumentos. Se evaluó la capacidad de producción para cumplir con una demanda mensual de 100 kg y la eficiencia operativa. Se consideró la compatibilidad con la MP, junto con la disponibilidad de espacio y equipos para facilitar el acceso y mantenimiento. Estos criterios garantizan la adecuada dimensión de recursos para el proceso agroindustrial, asegurando su eficiencia y calidad.

3.9 Identificación de las instalaciones necesarias para los equipos

Se revisó los lineamientos técnicos de instalaciones de servicios que deben cumplir las plantas de procesamiento de hortalizas y laboratorios de alimentos. Para así identificar las instalaciones necesarias para los equipos.

3.10 Distribución de la planta piloto

Se estableció el espacio físico necesario para la implementación de los procesos, utilizando el método de Guerchet. Donde se determinó:

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

Se realizó la distribución de la planta mediante el uso del Systematic Layout Planning (SLP), considerando la participación de los operarios y practicantes en el proceso. En base a:

- Estaciones de trabajo
- Criterios de cercanía entre estaciones
- Matrices de relaciones y ponderación

3.11 Modelado y simulación

Se emplearon herramientas de diseño en tres dimensiones como Cedreo, Archicad y Autocad para elaborar el plano de la planta piloto, utilizando las medidas de las áreas calculadas mediante el método de Guerchet.

Se procedió a simular la planta piloto para el procesamiento de hortalizas utilizando el software FLEXSIM. Esto permitió verificar la funcionalidad de cada línea de proceso en base a los resultados expresados en tiempos y movimientos proporcionados por el software.

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 Diseño de diagramas de gestión e ingenieriles

Los diagramas de gestión e ingenieriles se documenta cada paso, desde la recepción de la materia prima hasta el empaque final, considerando el equipo y la instrumentación requeridos en cada etapa de producción de la planta piloto.

4.1.1 Diagrama de gestión

4.1.1.1 Diagrama de flujo del proceso de conserva

El diagrama de flujo para la elaboración de conservas mostrado en la ilustración 4-1 ofrece una representación visual detallada de todo el proceso.

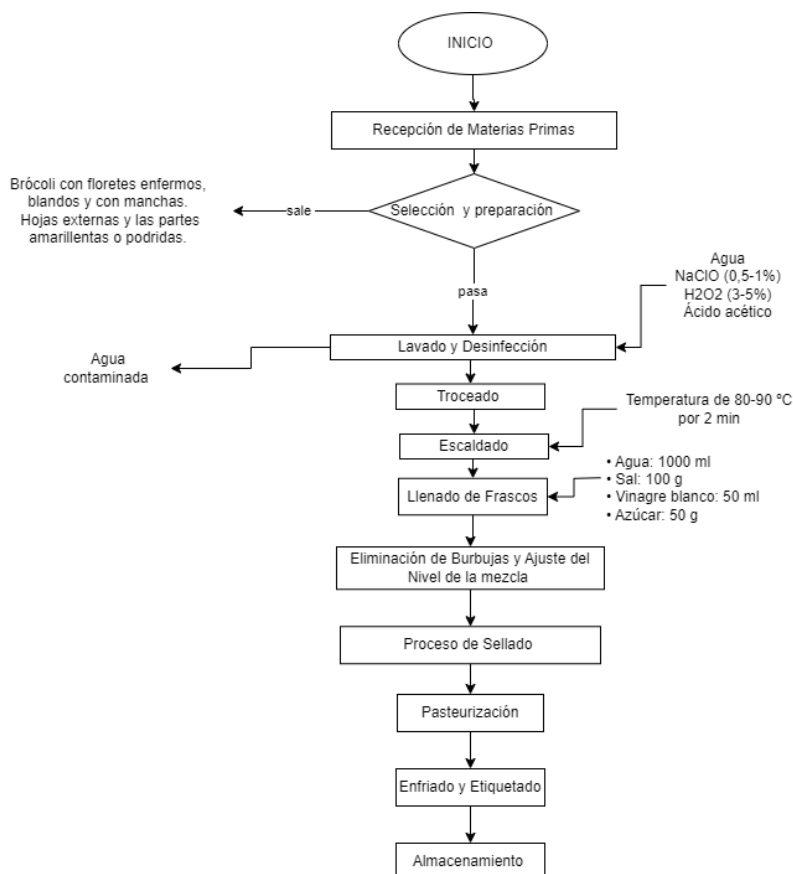


Ilustración 4-1: Diagrama de flujo del proceso de conserva

Realizado por: Pilco, J., 2024.

El proceso se inició con la recepción de la materia prima, que luego se somete a un proceso de selección y clasificación. Las materias primas en buen estado continúan hacia el proceso de lavado y desinfección, que implica el uso de agua, NaClO (0,5-1%), H₂O₂ (2-5%) y ácido acético. Después, se realiza el troceado, seguido de un escaldado a una temperatura de 80-90°C durante 2 minutos. Posteriormente, se procede al llenado de los frascos con una mezcla de 1000 ml de agua, 100 g de sal, 50 ml de vinagre blanco y 50 g de azúcar como recomienda (Aguirre, 2016). A continuación, se elimina cualquier burbuja de aire y se sellan los frascos. Luego, se lleva a cabo el proceso de pasteurización, seguido del enfriado y etiquetado, para finalmente ser almacenado.

4.1.1.2 Diagrama de flujo del proceso de Deshidratado

El diagrama de flujo del mix deshidratado de hortalizas indicado en la ilustración 4-2 proporciona una descripción detallada del proceso.

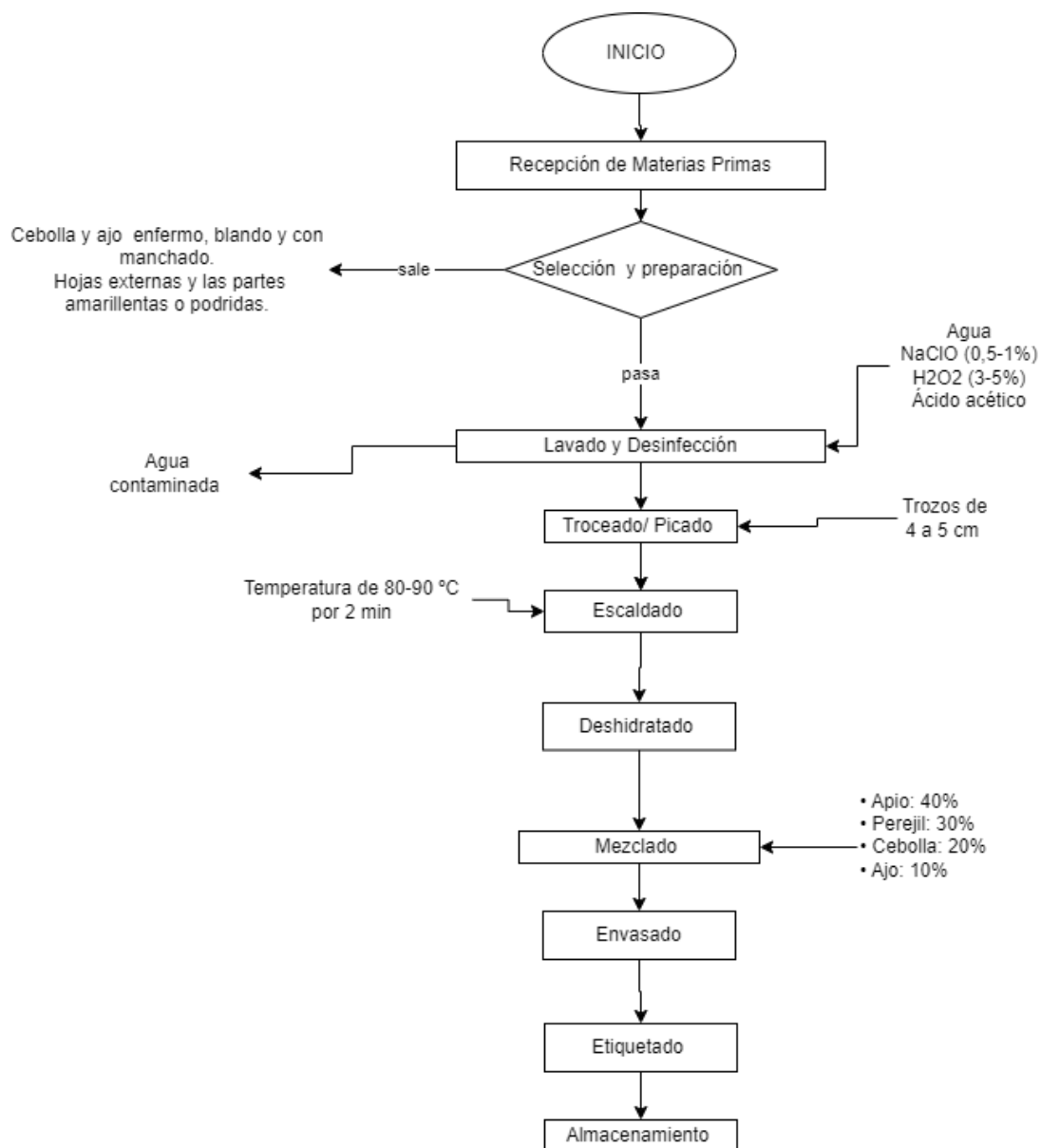


Ilustración 4-2: Diagrama de flujo del proceso de deshidratado

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Se comenzó desde la recepción de las materias primas, seguido de la selección y clasificación donde se descartan la cebolla y el ajo en mal estado. Posteriormente, se procede con el lavado y desinfección, utilizando agua, NaClO (0,5-1%), H₂O₂ (2-5%) y ácido acético. Luego, se lleva a cabo el troceado, seguido del escaldado a una temperatura de 80-90°C durante 2 minutos. Después, se pasa al proceso de deshidratado, molido y mezclado, donde se combina apio (40%), perejil (30%), cebolla (20%) y ajo (10%). Finalmente, se procede con el envasado, etiquetado y almacenamiento del producto.

En lo anteriormente descrito tanto para el proceso de elaboración de mix deshidratado y conservas se cumplen con los parámetros y lineamientos que se plantean en las normas INEN.

4.1.2 Diagramas ingenieriles

4.1.2.1 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques del proceso de conservas y mix deshidratado de hortalizas mostrado en la ilustración 4-3 muestra las etapas de producción de la planta piloto.

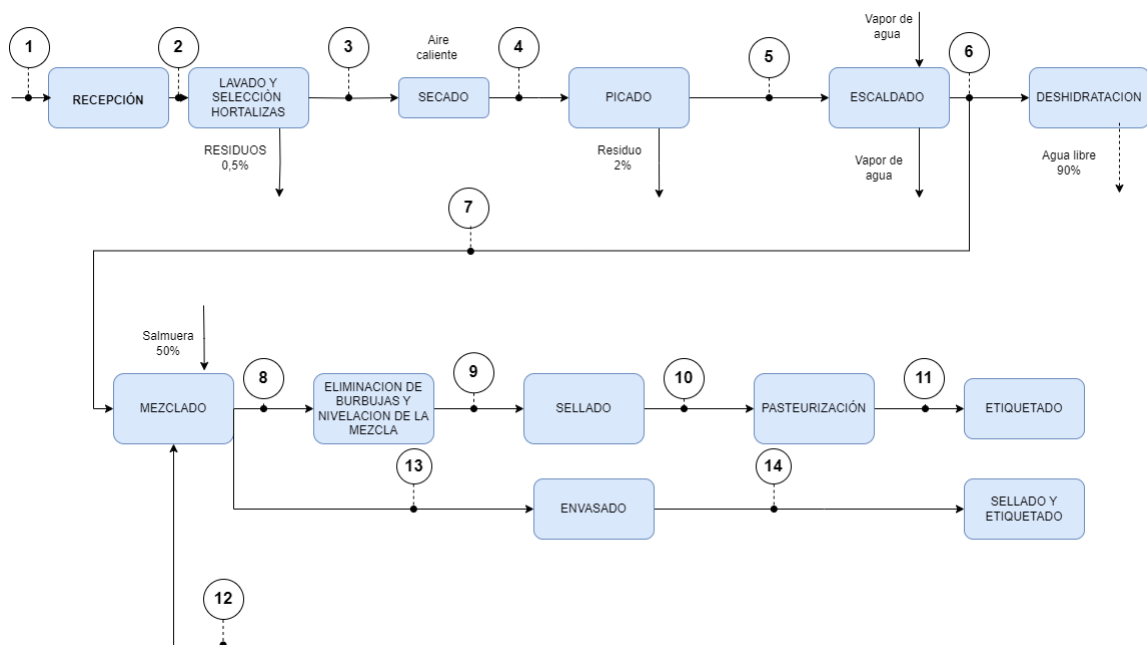


Ilustración 4-3: Diagrama de bloques de los procesos de conservas y deshidratado

Realizado por: Pilco, J., 2024.

En el diagrama se inició con la recepción de 100 kg de hortalizas como materia prima, seguida del lavado y selección, con un descarte del 5% de las hortalizas. Luego, las hortalizas pasan al secado, donde se introduce aire caliente y se elimina un 7% de agua, para luego pasar al proceso de picado, donde se obtiene un 15% de residuo. Posteriormente, se lleva a cabo el escaldado, que produce vapor de agua. En el caso del proceso de conserva, las hortalizas pasan al mezclado, donde se añade un 5% de salmuera, seguido de la eliminación de burbujas y la nivelación de la mezcla, antes de proceder al sellado, pasteurización y etiquetado. En el caso del proceso de mix deshidratado, después del escaldado, las hortalizas se deshidratan, eliminando un 90% de agua libre, luego se mezclan, envasan, sellan y etiquetan.

4.1.2.2 Diagrama PFD

En el diagrama PFD del proceso de conservas y mix deshidratado de hortalizas, presentado en la ilustración 4-4, se ofrece una visión general de la maquinaria y equipos utilizados para el procesamiento de conservas y el mix deshidratado de hortalizas.

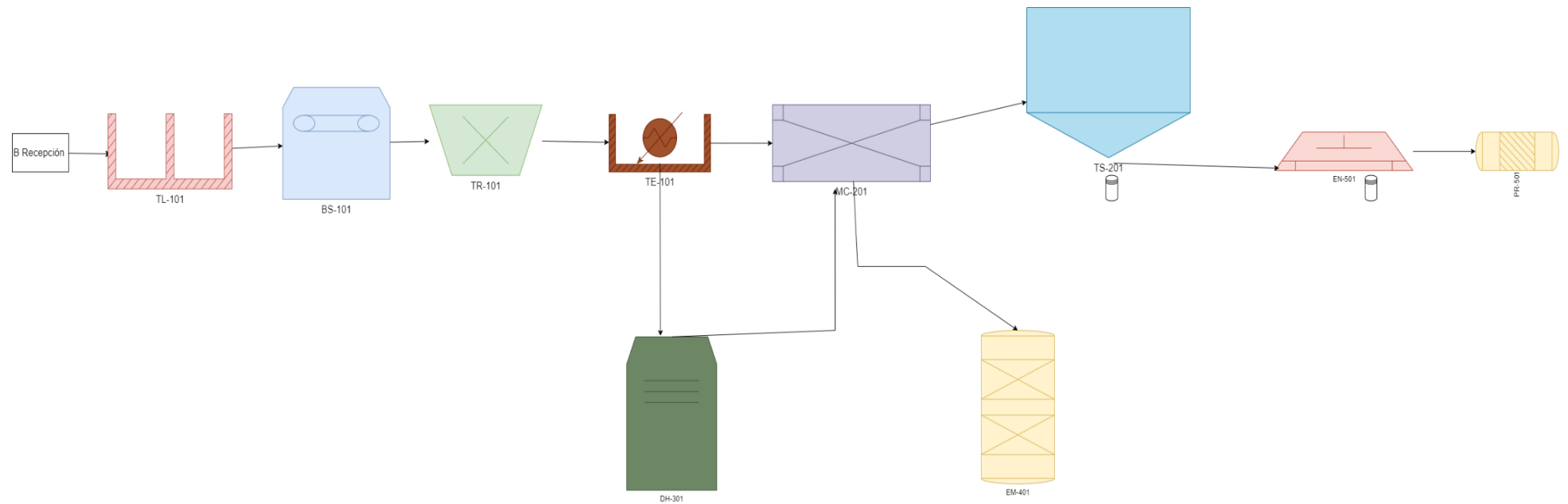


Ilustración 4-4: Diagrama PFD del proceso de conservas y deshidratado

Realizado por: Pilco, J., 2024

Cada máquina está identificada mediante una codificación compuesta por letras y números, que representan tanto el nombre de la máquina como el área donde se encuentra.

Tabla 4-1 Identificación de equipo del diagrama PFD

N.º	Código	Identificación del equipo
1	TL	Tanque de lavado y clasificación
2	BS	Banda de secado
3	TR	Trituradora
4	TE	Tanque de escaldado
5	MC	Mezcladora
6	TM	Tanque de llenado de salmuera
7	EN	Máquina de enlatado
8	DH	Deshidratadora
9	EM	Empaquetadora
10	PR	Pasteurizador

Realizado por: Pilco, J., 2024

El área 1 alberga la tolva de recepción (TL-101), la banda de secado (BA-101), la trituradora (TR-101) y el tanque de escaldado (TE-101). En el área 2, se encuentran la mezcladora (MC-201) y el tanque de mezclado (TM-201). La deshidratadora (DH-301) está ubicada en el área 3, mientras que en el área 4 se sitúa la enlatadora (EN-401). Finalmente, en el área 5 se encuentra la (EN-501) enlatadora y pasteurizador (PR-501).

4.1.2.3 Diagrama P&ID

El diagrama P&ID del proceso de conservas y mix deshidratado muestra la interconexión de equipos, tuberías e instrumentos necesarios para la producción de ambos productos.

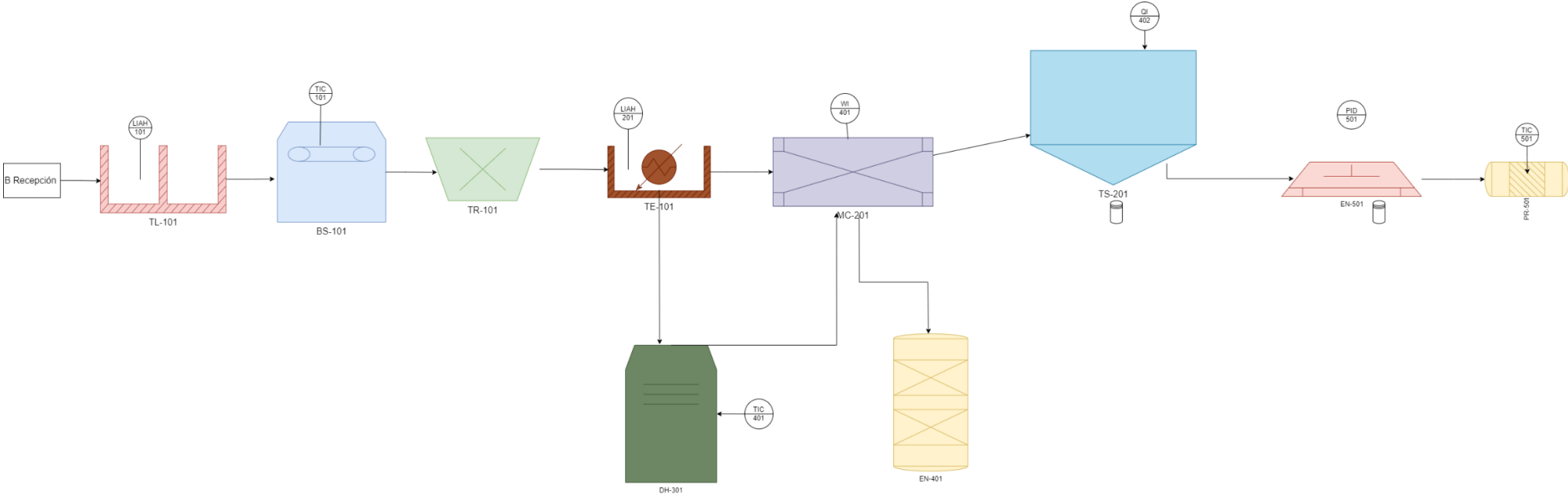


Ilustración 4-5: Diagrama P&ID del proceso de conservas y deshidratado

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Cada codificación de los instrumentos esta descrito en la siguiente tabla:

Tabla 4-2: Identificación de instrumento del diagrama P&ID

N.º	Código	Identificación de instrumento
1	TIC	Controlador indicador de temperatura
2	LIAH	Alarma indicadora de nivel alto
3	PID	Indicador de presión diferencial
4	WI	Indicador de peso
5	QI	Indicador de cantidad

Realizado por: Pilco, J., 2024

En la etapa de recepción (TL-101) y la enlatadora (EN-401), se ha instalado una alarma indicadora de nivel alto. En el tanque de escaldado, se dispone de un control indicador de temperatura y un indicador de nivel. La mezcladora (MC-201) cuenta con un indicador de peso y un indicador de nivel. Por su parte, el tanque de mezclado (TS-201) está equipado con un indicador de cantidad. Además, se ha implementado un control indicador de temperatura en la enlatadora (EN-501), la deshidratadora (DH-301) y la pasteurizadora (PR-501). Indicado en la ilustración 4-5.

4.2 Balance de masa

4.2.1 Balance de masa de proceso de deshidratado

El balance de masa para el proceso de deshidratado de hortalizas, detallado en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Balance de masa de proceso de deshidratado

Balance de masa para proceso de deshidratado			
ENTRADAS	kg	SALIDAS	kg
Materia Prima			
Apio	40,00	Cebolla y ajo enfermo o blando	0,50
Perejil	30,00	Hortalizas maltratadas	1,99
Cebolla	20,00	Agua libre	78,01
Ajo	10,00	Mermas de transporte	0,02
Total de MP	100,0	Producto final	19,98
Aditivos			
Fosfato tricálcico	0,3		
BHA (butilhidroxitolueno) y BHT (butilhidroxiquinolona)	0,2		
Total de Aditivos	0,5		
TOTAL	100,50		100,50

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Comienza con una cantidad inicial de 100 kg de materia prima (MP), distribuida en 40 kg de apio, 30 kg de perejil, 20 kg de cebolla y 10 kg de ajo. Se añade un total de 0.50 kg de aditivos, compuestos por fosfato tricálcico 0.3 kg y BHA y BHT 0.2 kg. La suma de la materia prima y los aditivos resulta en una entrada total de 100.50 kg.

En cuanto a las salidas, se contempla la eliminación de cebolla y ajo en mal estado 0.50 kg, hortalizas deterioradas 1.99 kg, agua liberada durante el proceso de deshidratación 78.01 kg y mermas de transporte 0.02 kg, con un total de producto final de 19.98 kg. La suma de estas salidas coincide con la cantidad de entrada, alcanzando así un balance de masa equilibrado.

4.2.2 Balance de masa y energía de la elaboración de conservas

En la tabla 4-4 se presenta el balance de masa para el proceso de conservas de hortalizas.

Tabla 4-4: Balance de masa de proceso de conservas

Fórmula para conservas			
ENTRADAS	kg	SALIDAS	kg
Materia Prima			
Brócoli	20,00	Hortalizas dañadas	0,50
Coliflor	20,00	Trozos muy grandes o muy pequeños	1,99
Zanahoria	60,00	Salpicaduras	0,05
Total de MP	100,0	Producto final	142,76
Aditivos			
Salmuera	45,0		
Ácido ascórbico	0,3		
Total de Aditivos	45,3		
TOTAL	145,30		145,30

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Inicia con 100 kg de materia prima (MP) distribuidos en 20 kg de brócoli, 20 kg de coliflor y 60 kg de zanahoria, además de aditivos como salmuera 45 kg y ácido ascórbico 0.3 kg, totalizando 43.3 kg. La suma de la materia prima y los aditivos resulta en una entrada total de 145.30 kg.

En cuanto a las salidas, se consideran hortalizas dañadas 50 kg, trozos grandes o muy pequeños de hortalizas 1.99 kg, salpicaduras 0.05 kg y un producto final de 142.76 kg. La suma de estas salidas coincide con la cantidad de entrada, demostrando así un balance equilibrado.

Siendo el resultado de ambos balances realizados según los parámetros que indica (Nanda, 2016) quien indica que, al realizar el balance de masa para cada etapa, se puede identificar donde existe mayor pérdida de masa. Esto indica que se podría optimizar el proceso para reducir el desperdicio. Además, el balance de masa puede mostrar que la cantidad de agua evaporada durante el escaldado y la esterilización de la masa final del producto. Esta información puede ser utilizada para evaluar la eficiencia del proceso de esterilización y el impacto en la calidad del producto final.

4.3 Maquinaria y equipos para la planta piloto

La selección de maquinaria para el proceso de conservas y mix deshidratado de hortalizas se realizó con base en criterios de eficiencia y calidad, teniendo en cuenta que la planta piloto propuesta tiene un enfoque educativo e investigativo, y que la producción puede variar entre 20 y 100 kg. Se

identificó la necesidad de una máquina de escaldado para el proceso de conservas y un deshidratador para el mix deshidratado. Además, se consideraron equipos de lavado, corte y envasado. Durante la selección, se otorgó prioridad a la seguridad alimentaria y a la calidad del producto final.

Tabla 4-5: Maquinaria seleccionada para la planta piloto

Nombre	Características
Lavadora general de alimentos.	Capacidad máxima: 60 kg por carga
Secadora de banda	Capacidad máxima: 80 kg por hora
Cortadora de fruta y vegetales	Capacidad máxima: hasta 100 kg por hora.
Máquina de escaldado tipo cilindro	Capacidad máxima: 100 kg por lote.
Deshidratador de vegetales	Capacidad máxima: 100 kg por lote
Llenadora de latas	Capacidad máxima: 50 latas por minuto
Mezcladora	Capacidad máxima: 60L
Enlatado automático	Capacidad de producción de 35-65 latas/min
Pasteurizador de alta eficiencia	Capacidad de producción 60 kg por ciclo.
Empacadora	Capacidad de producción de 100kg por lote

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.4 Método de Guerchet

Luego de utilizar el método Guerchet, se indica el resultado en la tabla 4-6.

4.4.1 Cálculo de las superficies de la planta piloto

Tabla 4-6: Calculo de la superficie de la planta piloto con el método de Guerchet

EQUIPO	n	N	LARGO(m)	ANCHO(m)	Ss(m²)	Sg(m²)	k	Se(m²)	ST(m²)
Lavadora general de alimentos	1	2	1,05	0,9	0,945	1,89	2,5	7,0875	9,9225
Banda de secado	1	4	1,25	0,6	0,75	3	2,5	9,375	13,125
Trituradora	1	4	1,2	0,7	0,84	3,36	2,5	10,5	14,7
Máquina de escaldado tipo cilindro	1	4	3	0,5	1,5	6	2,5	18,75	26,25
Llenadora de frascos	1	4	1,1	0,8	0,88	3,52	2,5	11	15,4
Mezcladora	1	4	0,81	1,09	0,8829	3,5316	2,5	11,03625	15,45075
Deshidratador de vegetales	1	2	1	1	1	2	2,5	7,5	10,5
Empacadora	1	4	0,55	1,35	0,7425	2,97	2,5	9,28125	12,99375
Enlatado	1	4	0,9	0,8	0,72	2,88	2,5	9	12,6
Pasteurizadora	1	4	0,5	1,3	0,65	2,6	2,5	8,125	11,375
					8,9104	31,752		101,655	142,317

Realizado por: Pilco, J., 2024.

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

ST: superficie total

Este cálculo se logra al sumar tres áreas parciales: la superficie estática (Ss) de 8.91 m², la superficie de gravitación (Sg) de 31.75 m² y la superficie de evolución (Se) de 101.66 m². En este análisis, se decidió utilizar un coeficiente k de 2.5 para garantizar un espacio adecuado para los movimientos de los estudiantes. Además, se estableció un valor de N de 4 y 2, con el fin de que los estudiantes puedan observar de manera óptima el procedimiento durante sus prácticas de laboratorio.

Sumando todas estas áreas se determina que se necesita un área de 142,317 m² tomando en cuenta que serán áreas utilizadas por una cantidad considerable de estudiantes.

Esta área esta fuera de los parámetros indicados por (Applebaum, 2004), el cual dice que, el área de una planta de procesamiento de alimentos debe estar calculada con un k de 0,75 para la eficiencia de espacios y el flujo de materia prima.

Esto se debe a que la planta piloto no busca la eficiencia de espacios, siendo la finalidad de la misma para estudiantes, docentes e investigadores, los cuales por obvias razones van a necesitar más espacios.

4.4.2 Superficie de las áreas

Se establecieron posiciones específicas para cada equipo y etapa del proceso dentro de la planta piloto, lo que ha implicado la asignación de áreas particulares con el propósito de mejorar la eficiencia y la secuencia de trabajo.

Tabla 4-7: Superficie en m² de las áreas

Área	Descripción	Superficie m ²
A	RECEPCIÓN	63,9975
B	LLENADO	30,85075

C	DESHIDRATADO	10,5
D	EMPACADO DE MIX SELLADO Y	12,99375
E	PASTEURIZADO.	23,975
Total		142,317

El área A es el inicio del proceso, ocupando una superficie de 63.99 m². Por otro lado, el área B, destinada al llenado, abarca una extensión de 30.85 m². La zona C, utilizada para el proceso de deshidratado, tiene una superficie de 10.5 m². El espacio D, destinado al empaqueo de mix, ocupa 12.99 m². Respecto al área E, encargada del sellado y pasteurización, cubre una superficie de 23.98 m², según se detalla en la tabla 4-5.

El total de la superficie de la planta es de 142, 31 m².

4.5 SLP (Systematic Layout Planning) en la distribución de la planta piloto

La planta piloto, diseñada con un enfoque sistemático y eficiente, permite la elaboración de 2 productos distintos a partir de hortalizas. Las 5 áreas interconectadas optimizan el flujo de trabajo y garantizan una producción de alta calidad.

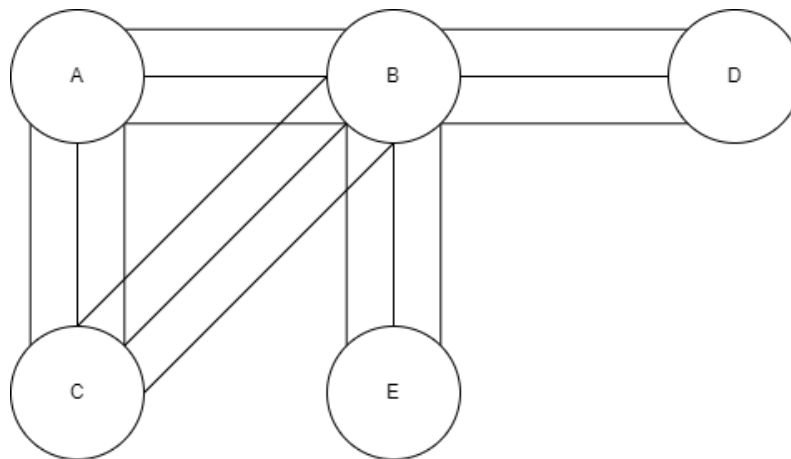


Ilustración 4-6: Diagrama de espacios

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.5.1 Ruta realizada en los procesos

La planta se caracteriza por su enfoque personalizado, adaptando el proceso de producción de cada producto a sus requerimientos específicos. Con el objetivo de alcanzar una producción mensual de 100 kg, cada producto recorre un camino optimizado, garantizando la calidad y la eficiencia.

Tabla 4-8: Ruta de los procesos

N°	Producto	Ruta	Capacidad de diseño kg
1	Conservas	A-B-E	100
2	Mix deshidratado	A-C-B-D	100

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.5.2 Análisis producto -cantidad (P-Q)

Se elige el proceso de producción de conservas, determinando su secuencia y la cantidad estimada a producir mensualmente. Para esto, se considera la primera pareja de estaciones en la secuencia (AB), con una demanda constante de 100 kg. Lo mismo se aplica para el siguiente par de estaciones (BE), y así sucesivamente para todas las etapas del proceso. Este mismo procedimiento se lleva a cabo para los demás productos, como se detalla en la tabla 4-8.

Tabla 4-9: Análisis producto cantidad en los proceso

Conservas		Mix deshidratado	
Estaciones de trabajo	Demanda	Estaciones de trabajo	Demanda
AB	100	AC	100
BE	100	CB	100
		BD	100

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.5.3 Flujo y relaciones de actividades

Con la información previamente recopilada, se crea la tabla de relación de actividades (tabla 4-9), donde se suman los valores correspondientes a cada par de estaciones repetidas en la tabla 4-8. Esta tabla se interpreta de manera vertical y horizontal, por ejemplo, la intersección de la Columna A y la fila B es igual a 100.

Tabla 4-10: Flujo y relación de actividades entre los procesos

	A	B	C	D	E
A	0				
B	100	0	100		
C	100		0		
D		100		0	
E		100			0

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.5.4 Relación de actividades de mayor a menor

Se elabora una tabla utilizando los datos de la tabla 4-9, ordenándolos de forma descendente las cargas de producción, es decir, de mayor a menor.

Tabla 4-11: Relación de actividades de mayor a menor

Estaciones		Cantidad
A	B	100
A	C	100
B	D	100
B	E	100
C	B	100

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.5.5 Codificación SLP

Se emplea la siguiente fórmula para calcular el rango o intervalo para el proceso:

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:

$$\text{Rango o intervalo} = \frac{100 - 0}{5} = 20$$

El rango es de 20 entre cada código:

Tabla 4-12: Designación de códigos por su intervalo en unidades de masa por tiempo (kg/mes)

Código	Proximidad	Intervalos	
		Menor	Mayor
A	Altamente Necesaria	81	100
E	Especialmente necesaria	61	80
I	Importante necesaria	41	60
O	Ordinaria	21	40
U	Ninguna	0	20

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Con base en los datos proporcionados anteriormente en la tabla 4-11, se establece la relación entre las letras del código y las actividades correspondientes. Esta asociación se explica de la siguiente manera: la actividad AB, con una cantidad de 100 kg/mes, se encuentra en el rango de alta necesidad, por lo que se le asigna el código A. De manera similar, las actividades AC, BD, BE y CB también tienen una cantidad de 100, por lo que también se les asigna el código A, según se detalla en la tabla 4-12.

Tabla 4-13: Relación entre los códigos y actividades

Estaciones		Cantidad	Código
A	B	100	A
A	C	100	A
B	D	100	A
B	E	100	A
C	B	100	A

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Es importante mencionar que las relaciones restantes, con un valor de 0, no necesitan estar cerca y se les asigna el código U.

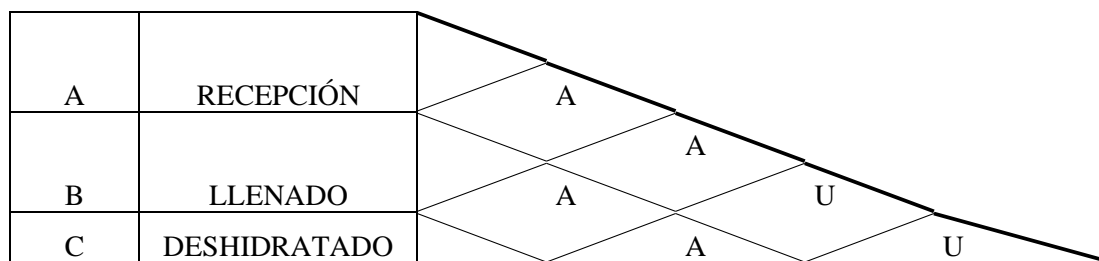
4.5.6 Diagrama de relación de actividades

Tabla 4-14: Código, proximidad y espacios asignados

Código	Proximidad	ESPACIOS
A	Altamente Necesaria	=====
E	Especialmente necesaria	=====
I	Importante necesaria	=====
O	Ordinaria	-----
U	Ninguna	

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Se realiza el diagrama de relación de actividades teniendo en cuenta la columna de códigos de la tabla 4-12, donde la letra "A" indica que las áreas deben ser conectadas de manera altamente necesaria.



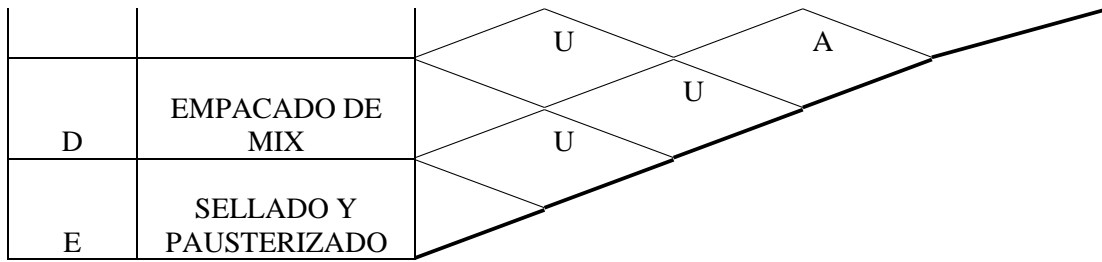


Ilustración 4-7: Diagrama de relación de actividades

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.5.7 Diagrama de relación de espacios

Tomando en cuenta la información de la tabla 4-11 espacios y la columna de “código” de la tabla 4-12, se realiza el diagrama de relación de espacios mostrado en la ilustración 4-8.

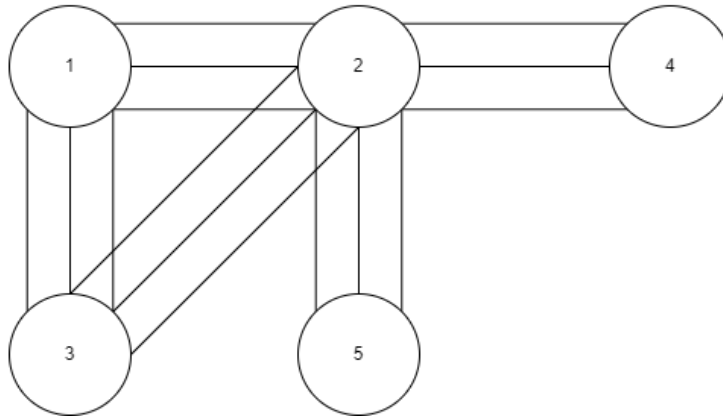


Ilustración 4-8: Diagrama de relación de espacios

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Aquí se indica que al momento de dibujar el diagrama la conexión entre las áreas 1-2, 1-3, 2-3, 2-5, 2-4 tiene 3 líneas porque su código es “A”.

Esto en concordancia con lo indicado por (Jones, 1996) en su libro *Lean Manufacturing: Making Materials Flow and Value Grow* que menciona las ventajas de aplicar este método como son:

Flujo continuo: La disposición lineal permite que los materiales se muevan en una dirección constante, evitando retrocesos y cuellos de botella.

Minimización de distancias: Las áreas están ubicadas cerca unas de otras, reduciendo el tiempo y esfuerzo dedicados al transporte de materiales.

Aprovechamiento del espacio: La superficie de cada área está dimensionada en función de las necesidades de cada proceso, optimizando el uso del espacio total.

Flexibilidad: La distribución lineal permite adaptar el layout a cambios en la producción o la incorporación de nuevas tecnologías.

4.5.8 Dimensionamiento de la planta piloto

4.5.8.1 Planos de la plata baja de la planta piloto

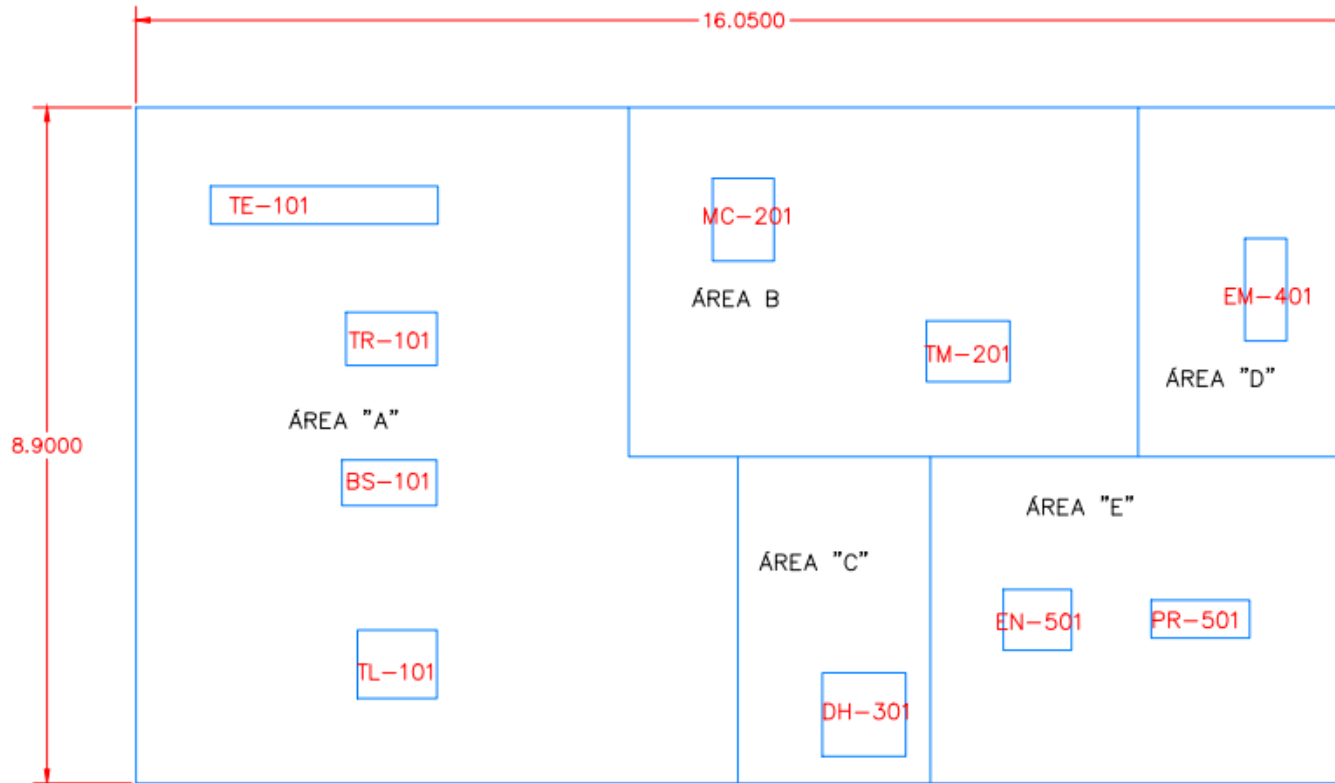


Ilustración 4-9: Dimensionamiento de la planta piloto

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.5.8.2 *Distribución de áreas*

La planta piloto se dimensiona con una orientación de este-sur para una mejor orientación

Área de recepción (1): Con una superficie de 63,9975 metros cuadrados, esta área es donde se reciben las materias primas y se preparan para el proceso de producción.

Área de Llenado (2): Con una superficie de 30,85075 metros cuadrados, esta área se destina al llenado de los contenedores con el producto mezclado.

Área de Deshidratado (3): Con una superficie de 10,5 metros cuadrados, esta área se utiliza para eliminar la humedad del producto mediante un proceso de deshidratación.

Área de Empaquetado de mix (4): Con una superficie de 12,99375 metros cuadrados, esta área se destina al empaquetado del producto mezclado en envases individuales.

Área de Sellado y empaquetado final (5): Con una superficie de 23,975 metros cuadrados, esta área se utiliza para sellar los envases individuales y empaquetarlos para su distribución.

La distribución lineal del plano facilita el flujo de trabajo y la logística de transporte de materiales entre las diferentes áreas.

La superficie de cada área esta dimensionada en función de las necesidades de cada proceso.

4.5.8.3 *Consideraciones adicionales*

Considerando las disposiciones de la RESOLUCIÓN ARCSA DE 2022 016 AKRG NORMATIVA TÉCNICA SANITARIA SUSTITUTIVA ALIMENTOS PROCESADOS, se sugieren los siguientes materiales para la edificación de una planta de procesamiento de alimentos:

Pisos:

- Cerámica: Presenta resistencia, facilidad de limpieza y desinfección, propiedad antideslizante e impermeabilidad.
- Vinilo: Ofrece flexibilidad, resistencia al agua, facilidad de instalación y mantenimiento.
- Epoxi: Destaca por su alta resistencia a productos químicos y desgaste, siendo ideal para áreas de gran tráfico.

Paredes:

- Azulejos de cerámica: Se caracterizan por su resistencia, facilidad de limpieza y desinfección, y variedad de colores y estilos.
- Pintura epoxi: Brinda resistencia a la humedad, moho, productos químicos y fácil limpieza.
- Paneles de PVC: Son ligeros, resistentes al agua y de fácil instalación.

Techos:

- Paneles de metal: Son duraderos, resistentes al fuego y de fácil limpieza.
- Paneles de PVC: Son ligeros, resistentes a la humedad y fáciles de instalar.
- Techo de hormigón armado: Destaca por su alta resistencia y durabilidad.

Puertas:

- Acero inoxidable: Presenta resistencia a la corrosión, facilidad de limpieza y desinfección.
- PVC: Es ligero, resistente al agua y fácil de limpiar.
- Vidrio templado: Favorece la entrada de luz natural y facilita la inspección visual.

Ventanas:

- Aluminio: Son resistentes a la corrosión, fáciles de limpiar y livianas.
- Acero inoxidable: Destacan por su resistencia y durabilidad.
- Vidrio templado: Proporciona entrada de luz natural y es resistente a impactos.

Escaleras y plataformas:

- Acero inoxidable: Son resistentes a la corrosión, fáciles de limpiar y desinfectar.
- Aluminio: Son livianos, resistentes a la corrosión y fáciles de limpiar.
- Revestimiento antideslizante para mayor seguridad.

Equipos:

- Acero inoxidable: Presenta resistencia a la corrosión, facilidad de limpieza y desinfección.
- Plástico de grado alimenticio: Es resistente, duradero y seguro para el contacto con alimentos.
- Vidrio templado: Es resistente a los impactos y fácil de limpiar.

4.5.9 Plano 3D

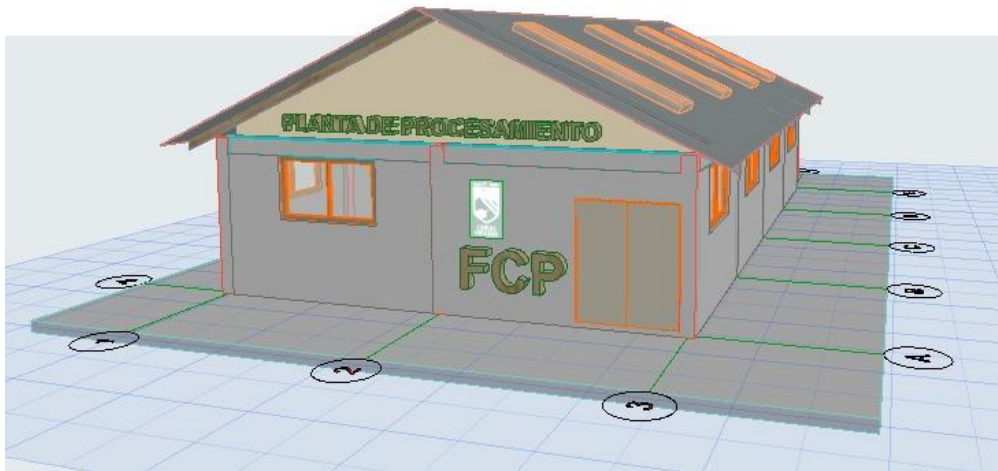


Ilustración 4-10: Plano de la planta piloto en 3D

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.6 Modelado y simulación

4.6.1 Simulación en FlexSim

El proceso de simulación se adjunta como anexo el archivo multimedia adjunto en el CD entregado con la tesis.

Para la simulación en FlexSim se toma las siguientes consideraciones:

1. Distribución espacial:

Se toma como referencia la distribución principal del modelado en AutoCAD, asegurando una representación precisa de la planta.

Se define la posición en el espacio físico de cada elemento, considerando sus dimensiones reales (largo, ancho y altura), para garantizar la movilidad de operarios y en este caso los estudiantes que utilizaràn la planta piloto.

2. Parámetros de las máquinas:

Se extraen de las fichas técnicas de cada máquina la capacidad de procesamiento, expresados en kilogramos por segundo (kg/s) para determinar los tiempos de procesamiento de cada maquina y equipo.

Estos parámetros definen la capacidad y eficiencia de cada máquina en el proceso de producción.

3. Parámetros de los operarios:

Se establece una altura promedio de 1.65 metros para todos los operarios.

Se define una velocidad de movimiento estándar de 1.1 metros por segundo (m/s).

Se considera la distancia entre máquinas como un factor clave en el tiempo de desplazamiento de los operarios.

Ingreso de datos en FlexSim: Todos los parámetros mencionados anteriormente se ingresan en la matriz de FlexSim, creando una representación digital detallada de la planta y sus recursos.

Se establecen las conexiones entre máquinas y operarios siguiendo el diagrama de bloques de la ilustración 4-2, replicando el flujo de trabajo real.

Ejecución de la simulación: Una vez introducidos los datos y configuradas las conexiones, se ejecuta la simulación en FlexSim.

El software simula el comportamiento del sistema, permitiendo analizar el desempeño de la planta en diferentes escenarios.



Ilustración 4-11: Simulación en FlexSim

Realizado por: Pilco, J., 2024.

4.6.2 Panel de Flexsim

4.6.2.1 Ocupación de operarios

Los datos se toman de una simulación de trabajo de 8 horas, obteniendo como resultados los datos de la tabla 4-15

Tabla 4-15 Porcentaje de ocupación por operario de la planta piloto.

Operario	Ocupación (%)					
	Vacío	Cargado	Compensado vacío	Compensado cargado	Utilizado	Inactivo
1	10,52	10,65	0,32			78,46
2	7,48	9,53	2,26	0,42		80,31
3	3,35	2,07	0,3			94,27
4	4,41	5,81	2,83	1,95		85
5	31,94	27,12	1,66		13,24	25,97
6	11,22	11,18	0,27			77,11
7	10,82	11,79	1,32			76
8	8,89	6,98	4,49		59,73	19,91
9	3,83	4,44				92,48

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Los operarios 5, 6, 7 y 1 son los que más tiempo están cargando en la planta, con porcentajes de 27,12%, 11,18%, 11,79% y 10,65% respectivamente, mientras que los operarios 3 y 9 son los que más tiempo inactivo pasan con porcentaje de 94,27% y 92,48% respectivamente.

En cuanto a los operarios 4 y 8 son los que están con porcentajes de utilización, debido a las operaciones sumamente simples y distancias más cortas a recorrer en referencia a los anteriormente mencionados.

Estos resultados comparados con las simulaciones realizadas por (Gualotuña, 2023) reportando valores de utilización de 8,34 % hasta máximos de 39,11% en la línea de producción de sopas deshidratadas a partir del brócoli, estos valores contrastan con una línea de producción, siendo valores similares a los obtenidos en la simulación para conservas y mix deshidratado de hortalizas, esto puede ser debido a que ambas investigaciones se realizan en productos similares.

Existe sobre utilización de operarios, pero para este parámetro se toma en cuenta que la planta esta diseñada y dimensionada para que sea utilizada por estudiantes, docentes e investigadores.

4.6.2.2 Ocupación de maquinaria

Tabla 4-16 Porcentaje de ocupación por maquina de la planta piloto

Equipo	TIEMPO						
	Procesando	Liberado	Inactivo	Obstruido	Vacío	Esperando operador	Esperando transportador
Lavado y selección	53,24	21,1	8,66		17		
Secado	53,21	26,21	2,99		17,59		
Triturado	53,19	35,16	6,42		5,23		
Escaldado	53,16	11,03	22,32		13,49		
Deshidratadora	53,13		0,42		39,68		6,77
Mezcladora	17,69	8,5	6,77		67,04		
Empacadora	17,69				82,31		
Llenadora de frascos	35,39		5,31		41,81	17,49	
Enlatadora	35,39				60,06		4,55
Pasteurizadora	35,36				64,64		

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Las máquinas de lavado y selección, secado, triturado, escaldado y triturado con un promedio de 50% son las que más tiempo están procesando debido a que son los primeros pasos del proceso. La Mezcladora y la empacadora reflejan porcentajes de 17,69% lo que indica que son las que menor tiempo pasan procesando, siendo que estas tienen tiempos menores de procesamiento por kilogramo.

Finalmente, la llenadora de frascos, máquina de enlatado y pasteurizadora tienen el tiempo mas alto en cuanto a que vacío, ya que estos son los que finalizan el proceso y por ende son dependientes de los procesos anteriores (mientras más tiempo se demoren las maquinas iniciales en procesar más tiempo pasaran estas máquinas vacías)

Estos resultados comparados con los reportados por (Gualotuña, 2023) son de promedio de 78 % para las maquinas iniciales y 43,39 % en su línea final de proceso debido a que su proceso esta optimizado para la producción de un producto en específico, estos porcentajes de utilización de equipos toma en cuenta que las maquinas son de menor capacidad que las mencionadas por el autor antes mencionado.

4.7 Costos de maquinaria e infraestructura a abril del 2024

Tabla 4-17: Tabla de costos referenciales para la planta piloto.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Lavadora general de alimentos.	u	1	4200	4200
Secadora de banda	u	1	800	800
Cortadora de fruta y vegetales	u	1	970	970
Máquina de escaldado tipo cilindro	u	1	3200	3200
Deshidratador de vegetales	u	1	699	699
Llenadora de latas	u	1	7200	7200
Mezcladora	u	1	2249,9	2249,9
Enlatado automático	u	1	2100	2100
Pasteurizador de alta eficiencia	u	1	780	780
Empacadora	u	1	1300	1300
Construcción	m ²	142,31	300	42693
			TOTAL	66191,9

Realizado por: Pilco, J., 2024.

Los precios de la maquinaria se estiman en 27440 dólares, las especificaciones técnicas se detallan en el anexo L.

El costo de 300 dólares por m² de construcción incluyen la infraestructura de la nave principal, instalaciones de servicios y todas las adecuaciones necesarias para el funcionamiento de la empresa.

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

El proceso está diseñado para producir conservas y mix deshidratado de hortalizas, desarrollando diagramas de gestión e ingenieriles. Estos diagramas abarcan desde la recepción de la materia prima hasta el envasado final, considerando el equipo necesario en cada etapa para una comprensión clara del proceso.

Para determinar el tamaño del espacio de la planta piloto, se emplearon los métodos Guerchet y SLP, con el primero se calcula en un espacio de 142.31 m², con el método SLP se realizó la distribución del espacio obtenido anteriormente, el flujo de personas, materiales y equipos.

Se creó un modelo tridimensional del diseño de la planta piloto con software CAD para visualizar la disposición final después de aplicar los métodos Guerchet y SLP.

Se utilizó el software de simulación FlexSim para desarrollar un modelo virtual en 8 horas, obteniendo datos de ocupación de máquinas y operarios, destacando la subutilización de estos últimos en la planta piloto de carácter académico.

5.2 Recomendaciones

En el ámbito de la investigación, se sugiere llevar a cabo estudios destinados a establecer un parámetro K adecuado para la determinación de la superficie gravitatoria (S_g), conforme al método de Guerchet. Este ajuste se orienta a optimizar la distribución de la infraestructura en laboratorios dedicados a actividades educativas e investigativas.

Utilizar los sistemas CAD en conjunto con el software Flexim para una mejor evaluación e interpretación de la eficiencia de las instalaciones de procesamiento alimentario

6. BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUIRRE, Juan.** “ENCURTIDOS TÍPICOS CUENCANOS”. *FACULTAD DE CIENCIAS DE LA HOSPITALIDAD CARRERA DE GASTRONOMÍA* . [En línea] 2016. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24669/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>.
2. **ALAYA, Mario.** Energía infrarroja y el secado de alimentos. [En línea] 2021. <https://www.evila.com/2023/03/13/energia-infrarroja-y-el-secado-de-alimentos/#:~:text=El%20secado%20de%20alimentos%20con,aceites%20presentes%20en%20los%20alimentos..>
3. **ALVAREZ, Beltrán.** Efectos de la congelación y ultracongelación en la estructura y textura de frutas y vegetales: Una revisión bibliográfica de datos publicados. [En línea] 2021. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33606/1/AL%20785.pdf>.
4. **ANDRADE, Alejandra.** *Manual deshidratación*. s.l. : Universidad Técnica del Norte, 2018.
5. **ANDRIMBA, Alba.** “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y FUNCIONALES DE LA UVILLA *Physalis peruviana* L. EN ALMÍBAR ENLATADA”. [En línea] 2022. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12300/2/03%20EIA%20546%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.
6. **APPLEBAUM, James M.** *Diseño de Plantas Industriales*. s.l. : Ralph L, 2004.
7. **AVILES, Pedro.** Proceso de recepción y almacenamiento. *Frutas y hortalizas*. [En línea] 2019. <https://prezi.com/h8vltcgycss7/proceso-de-recepcion-y-almacenamiento-de-frutas-y-verduras/#:~:text=2.La%20recepci%C3%B3n%20de%20frutas,ese%20mismo%20momento%20al%20proveedor..>
8. **CALLAO, Luis.** MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CONSERVA DE FRUTAS USANDO EL LENGUAJE SIMIO. *Enfriamiento y etiquetado*. [En línea] 2020.

<https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5140/REYNA%20SEGURA%20-%20FIQ%20-%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

9. CALLEJAS, Alejandro. ratamientos postcosecha innovadores de desinfección y mantenimiento de la calidad en brotes de hortalizas foliáceas mínimamente procesadas y tomate. [En línea] 2011. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=50163>.

10. CARBAJO, Diego. “TRATAMIENTO TÉRMICO EN EL PROCESO DE CONSERVA DE TILAPIA ELABORADO . [En línea] 2022. <http://repositorio.autonmadeica.edu.pe/bitstream/autonmadeica/2214/3/CARBAJO%20PALO MINO%20DIEGO%20ANTONIO.pdf>.

11. CÁRDENAS, Ana. Ministerio de Salud. [En línea] 2019. http://www.digesa.minsa.gob.pe/Orientacion/LAVADO_DESINFECCION_FRUTAS_VERDURAS.pdf.

12. COBIÁN, Julio. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CONSERVA DE MANGO EN ALMÍBAR. *Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial* . [En línea] 2017. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/6621/Vega_P%C3%A9rrigo_Adri%C3%A1n_Jos%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

13. COLCHA, Javier. EVALUACIÓN SOBRE BUENAS PRÁCTICAS DE MANIPULACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS. *LA HIGIENE DE LOS ALIMENTOS* . [En línea] 2011. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9421/1/84T00090.pdf>.

14. CUJI, Esthela. “ADAPTABILIDAD DE TRECE CULTIVARES DE BRÓCOLI (. *Lavado y Desinfección: de hortalizas* . [En línea] 2022. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36985/1/Tesis-339%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Cuji%20Bunsi%20Yomara%20Esthela.pdf>.

15. DIAZ, Juan. “PROCESAMIENTO Y ELABORACION DE LA VERDURAS ENLATADAS. [En línea] 2020.

<https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/035878f4-10a2-4156-8f12-80f4d695bd6e/content>.

16. FAO. Técnicas mejoradas de postcosecha, procesamiento y. [En línea] 2018. <https://www.fao.org/3/ac304s/ac304s.pdf>.

17. GARCÍA, Juan. *Experimentación en plantas piloto*. s.l. : Revista Ingeniería e Investigación, 2008. 117-124.

18. GARCÍA, Juan. VALIDACIÓN DE LA ETAPA DE DESINFECCIÓN EN EL PROCESO DE EMPAQUE. *Ciencias de Alimentos para optar al grado y título de Maestría Académica en Ciencia de alimentos*. [En línea] 2017. https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86143/CITA_Tesis%20maestr%C3%ADa_Validaci%C3%B3n%20de%20la%20etapa%20de%20desinfecci%C3%B3n%20en%20el%20proceso%20de%20empaque%20de%20mel%C3%B3fresco.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

19. GARCÍA, Pedro. EFECTO DEL PELADO Y EL TROCEADO SOBRE LA EFICACIA DEL CLORO COMO DESINFECTANTE EN LECHUGA, PAPA Y ZANAHORIA. *Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica*. [En línea] 2021. <https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/85255/Tesis%20completa%20Gabriela%20Dovovich%20Young.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

20. GASCÓN, Alejandro. Manual y Esquemas de las Elaboraciones Industriales. [En línea] 2017. https://escuela4145.files.wordpress.com/2015/04/deshidratado_de_vegetales_2013.pdf.

21. GOMEZ, Maria. Introducción a la elaboracion de conservas. *Conserva de hortalizas*. [En línea] 2015. <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/GUIA-CONSERVAS.pdf>.

22. GONZÁLEZ, Maria. OPTIMIZACIÓN DEL SECADO POR AIRE CALIENTE DE PERA (Variedad BLANQUILLA). *GENERALIDADES SOBRE LA HORTALIZAS*. [En línea] 2020. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1834/tesisUPV2195.pdf>.

23. GRECO, María. Universidad Nacional de Cuyo. *Facultad de Ciencias Agrarias*. [En línea] 2011. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4202/tesis-florenciagreco.pdf.

- 24. GUALOTUÑA, Cristian.** *DISEÑO DE UN PROCESO AGROINDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE SOPAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE BRÓCOLI.* s.l. : ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2023.
- 25. HELB, Fogler.** *Elements of Chemical Reaction Engineering (4ª ed.).* s.l. : Pearson Education, 2017.
- 26. ILLAPA, Vilma.** ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ENSALADAS DE VEGETALES PRE-COCIDOS EMPACADOS AL VACÍO EN LA PARROQUIA COLUMBE. [En línea] 2019. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5536/1/UNACH-EC-ING.AGRO-IND-2019-0007.pdf>.
- 27. JONES, James P. WOMACK and DANIEL T.** *Lean Manufacturing: Making Materials Flow and Value Grow.* s.l. : Jones, 1996.
- 28. LEÓN, Juan.** PLAN DE NEGOCIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE MERMELADAS Y CONSERVAS EN ALMIBAR DE LA ASOCIACIÓN PENSAMIENTO Y CORAZÓN DE LAS MUJERES SAN CRISTOBAL, TOTONICAPAN. [En línea] 2013. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/MAIES121.pdf>.
- 29. LÓPEZ, Miguel.** Lavado y desinfección de zanahoria, brocoli y coliflor. *Investigador en seguridad alimentaria.* [En línea] 2010. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104719/Tesis+Metodos+de+desinfecci%C3%B3n.pdf?sequence=1>.
- 30. MAGALAES, Maria.** CONSERVAS DE NOPAL EN ALMÍBAR. *A CONSERVAS DE NOPAL EN SALMUERA.* [En línea] 2015. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/554/4/03%20AGI%20TESIS%20250%20CAPITULO%20V-VI%20-%20VII.pdf>.
- 31. MANTON, Marie.** Almacenamiento de frutas y verduras frescas para que conserven su sabor. *UCDAVIS.* [En línea] 2015. <https://ucfoodsafety.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk7366/files/inline-files/200253.pdf>.

- 32. MEDINA, Alan.** “DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS TECNOLOGICOS PARA EL PROCESAMIENTO DE CONSERVAS DE FILETE DE CABALLA (*Scomber japonicus*) EN BOLSAS RETORTABLES DE MEDIA LIBRA”. A *FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS*. [En línea] 2018.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9b121b12-3844-4059-9d0b-52faafdead1b/content>.
- 33. MEJÍA, Danilo.** CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS MEDIANTE TECNOLOGÍAS COMBINADAS. *MANUAL DE CAPACITACIÓN*. [En línea] 2019.
<https://www.fao.org/3/y5771s/y5771s.pdf>.
- 34. NANDA, S.K. Singh, and R.K. Gupta.** Optimization of tomato peeling process using steam blanching and hot water peeling methods. *Journal of Food Engineering*. [En línea] 2016.
<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-food-engineering>.
- 35. NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY.** *Pilot Plant Scale-up and Optimization of Algae Cultivation and Harvesting Technologies*. s.l. : REL Technical Report , 2014. NREL/TP-5100-62121.
- 36. NORIEGA, Carmen.** Industria Alimentaria. [En línea] 2018.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6555/deshidrataci%C3%B3n_frutas_verduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- 37. PAZMIÑO, Celia.** VIDA Y ESTILO. [En línea] 2010.
<https://1library.co/document/rz3d8l8y-elaboracion-masticables-mortino-preescolares-determinando-nutricional-analisis-bromatologico.html>.
- 38. PÉREZ, Carmen.** DESARROLLO DE UNA ALTERNATIVA PARA LA PRESERVACIÓN DEL BRÓCOLI DE EXPORTACIÓN DISMINUYENDO CONSUMO DE ENERGÍA Y COSTOS DE PRODUCCIÓN PROVEFRUT S.A. COTOPAXI. *Nutricionista-Ministerio de Salud Pública de Ecuador*. [En línea] 2016.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1792/1/MSc.18.pdf>.

- 39. PEREZ, Luis.** Ministerio de agricultura y pesca-. *Norma de calidad de las conservas vegetales.* [En línea] 2020.
https://www.mapa.gob.es/images/es/proyector/dnconservasvegetales_tcm30-541218.pdf.
- 40. RIO, Dany.** EFECTO DEL CLORURO DE SODIO Y DOS LÍQUIDOS DE COBERTURA EN LA CONSERVACIÓN QUÍMICA DEL PIMIENTO (*Capsicum annum L.*). *Almacenamiento.* [En línea] 2014.
<https://repositorio.espm.edu.ec/bitstream/42000/436/1/TESIS%20PIMIENTO%20EN%20CONSERVA.pdf>.
- 41. RIOFRIO, Cecilia.** MATERIA PRIMA Y PROCESOS 2.7 Definición del producto. [En línea] 2020. <https://1library.co/article/tratamientos-lavado-materia-prima-procesos-definici%C3%B3n-producto.rz3d818y#:~:text=Escaldado%20Es%20un%20tratamiento%20t%C3%A9rmico%20usado%20con%20el,sabores%20y%20fallas%20del%20color%20natural%20del%20product> o..
- 42. RODRIGUEZ, Rebeca.** Elaboracion de conservas. [En línea] 2018.
<https://es.com/document/389793028/ENCURTIDOS-1>.
- 43. TAPIA, Ruben.** Diseño de una planta de conserva para la conservacion para la elaboracion de conserva a base de coliflor y zanahoria. *UDLA.* [En línea] 2018.
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/725/1/UDLA-EC-TIAG-2012-17.pdf>.
- 44. VASCO, Katehrine.** “ELABORACIÓN DE CONSERVAS DE CHAMPIÑÓN (*agaricus bisporus*) UTILIZANDO CUATRO DIFERENTES LÍQUIDOS DE COBERTURA.”. *Almacenamiento adecuado de conservas.* [En línea] 2016.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9686/1/84T00267.pdf>.
- 45. VEGA, Antonio.** Universidad de La Serena. *Departamento de Ingeniería en Alimentos.* [En línea] 2018.
https://www.researchgate.net/publication/320707171_LA_INDUSTRIA_DE_LOS_ALIMENTOS_DESHIDRATADOS_Y_LA_IMPORTANCIA_DEL_CONTROL_DEL_PROCESO.

46. VELIZ, Nora. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL PROCESAMIENTO DE UNA CONSERVA EN ALMÍBAR A PARTIR DE CHAYOTE (*Sechium edule*). [En línea] 2017.

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4118/Encarnaci%C3%B3n%20Villanueva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

47. YEPEZ, Juan. Elaboracion de conserva de zanahoria. *Proceso de elaboracion*. [En línea] 2019. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/725/1/UDLA-EC-TIAG-2012-17.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: FORMULACIÓN PARA ELABORAR DESHIDRATADO

Formulación para deshidratado			100
Materia prima		unidad	%
Apio	40,00	kg	40
Perejil	30,00	kg	30
Cebolla	20,00	kg	20
Ajo	10,00	kg	10
Aditivos			%
Fosfato tricálcico	0,3	kg	0,3
BHA (butilhidroxitolueno) y BHT (butilhidroxiquinolona)	0,2	kg	0,2

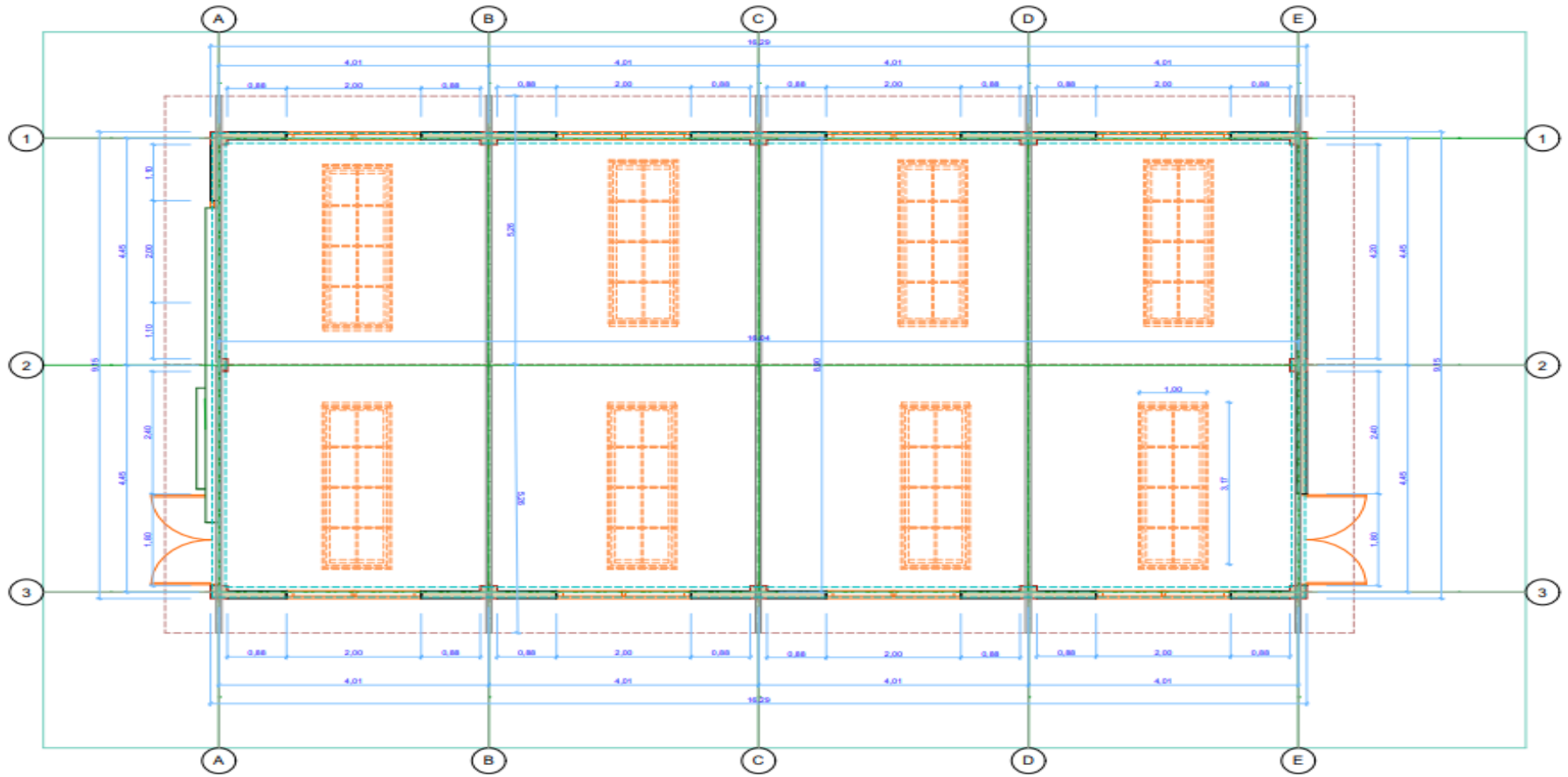
ANEXO B: FORMULACIÓN PARA ELABORAR CONSERVAS

Formulación para Conservas			100
Materia prima		unidad	%
Brócoli	20,00	kg	20
Coliflor	20,00	kg	20
Zanahoria	60,00	kg	60
		kg	0
Aditivos			%
Salmuera	45	kg	45
Ácido ascórbico	0,3	kg	0,3

ANEXO C: CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE DESHIDRATADO

ENTRADAS				SALIDAS		
Apio	40,00	Recepción				
Peregil	30,000		100,00			
Cebolla	20,000	Selección		Cebolla y ajo enfermo, blando y con manchado.	0,50	0,5 %
Ajo	10,000		99,5			
		Lavado				
			99,50			
		Picado		Hortalizas maltratadas	1,99	2 %
			97,51			
		Escaldado				
			97,51			
		Deshidratado		Agua libre	78,01	80 %
			19,50			
Fosfato tricálcico	0,300	Mezclado				
BHA (butilhidroxitolueno) y BHT (butilhidroxiquinolona)	0,20000		20,00			
		Envasado		Clasificación	0,02	0,1 %
			19,98			
		Etiquetado				
					19,98	producto final
TOTAL	100,50	TOTAL			100,50	

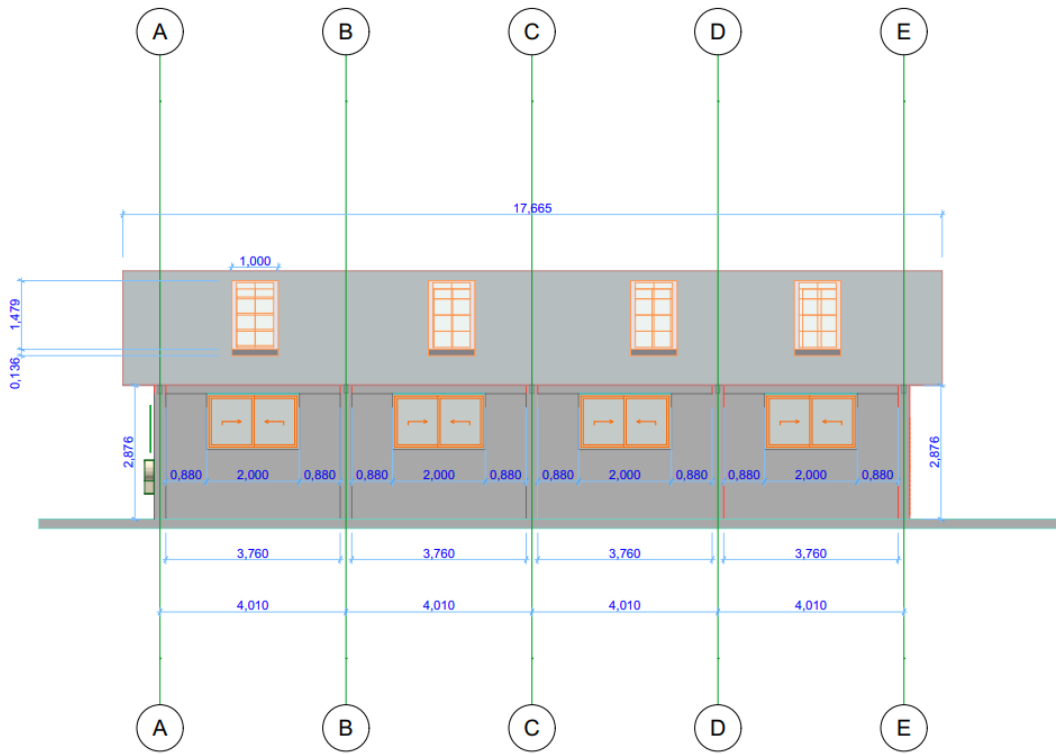
ANEXO E: PLANOS DE LA PLANTA PILOTO



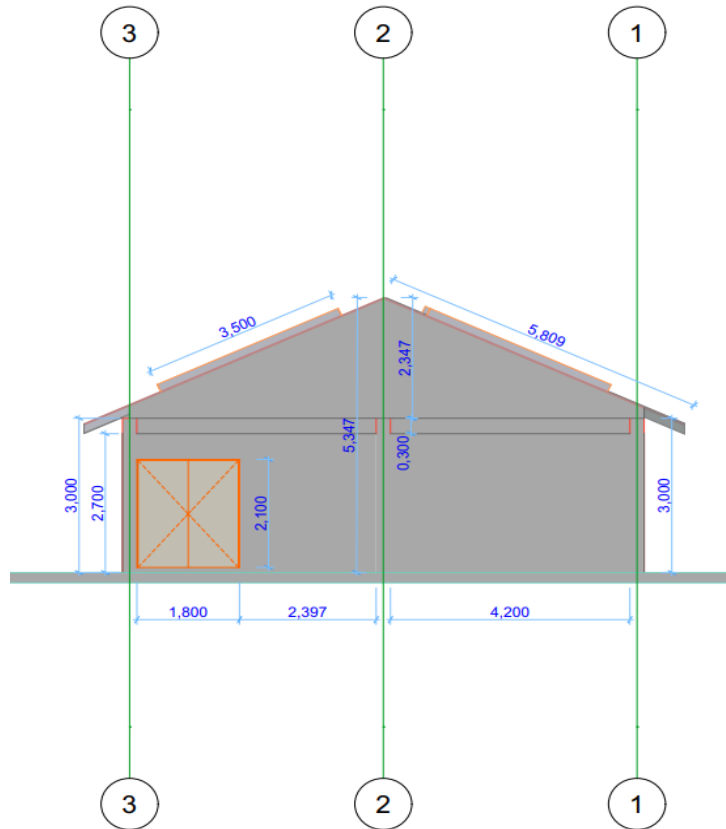
ALZADO OESTE



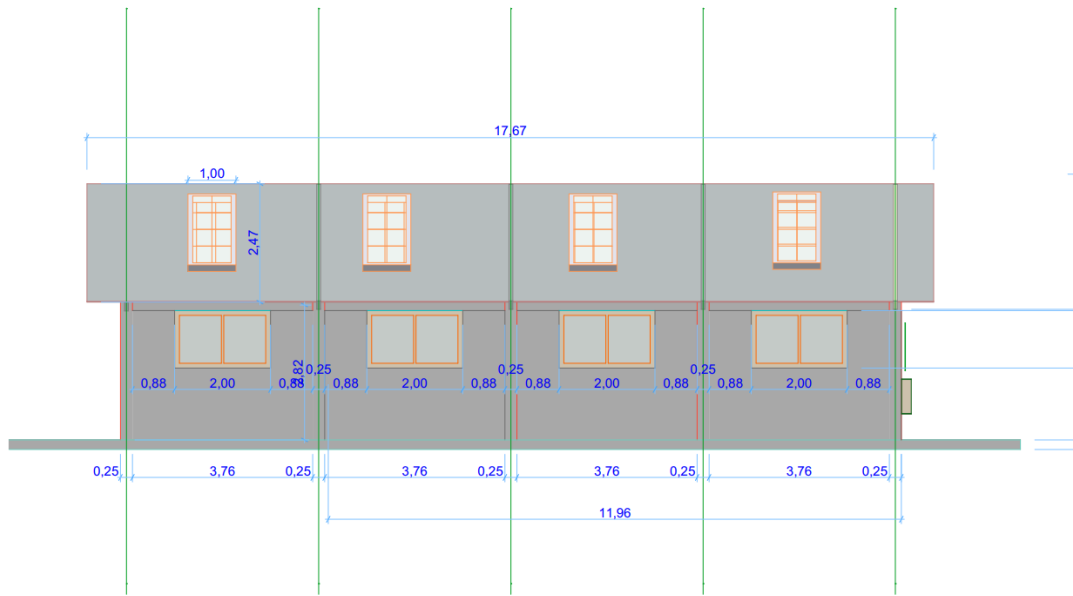
ALZADO SUR



ALZADO ESTE



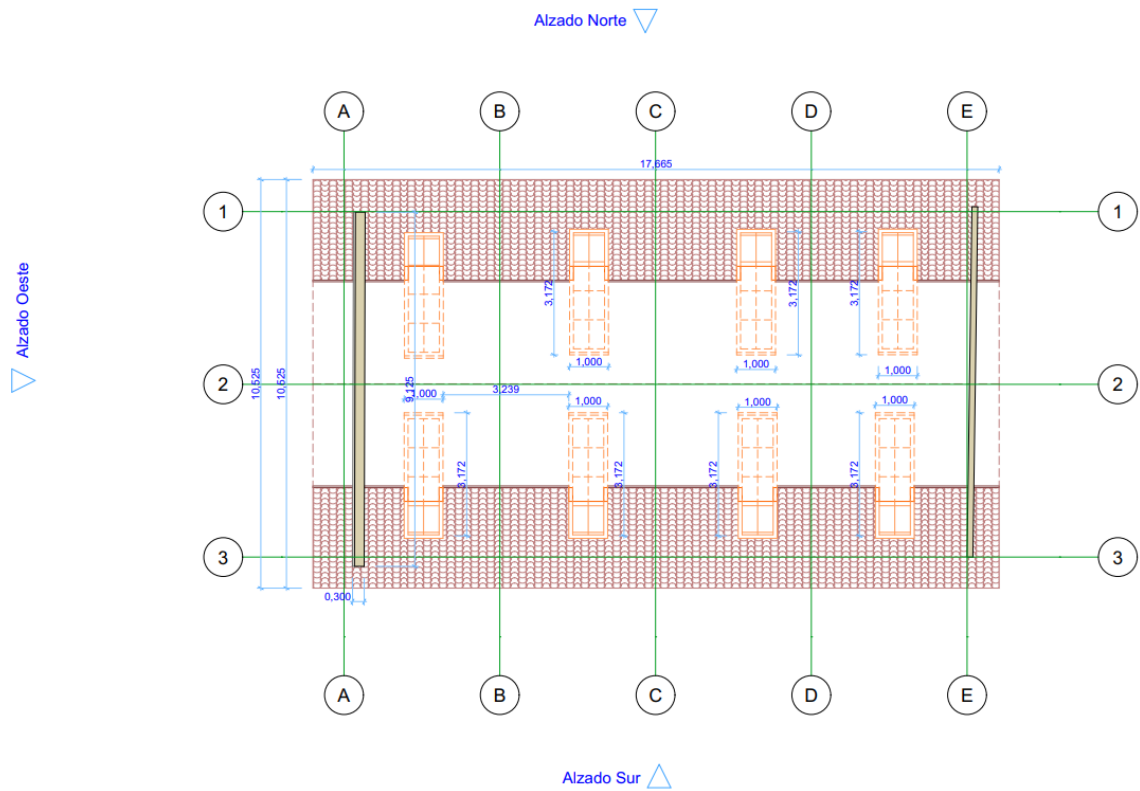
ALZADO NORTE



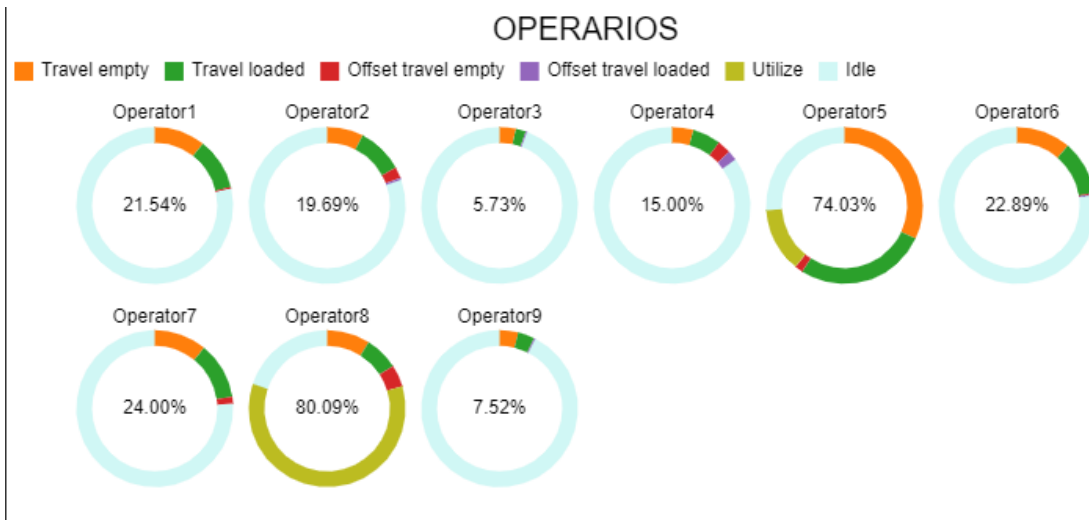
Alzado Norte

1:55.56

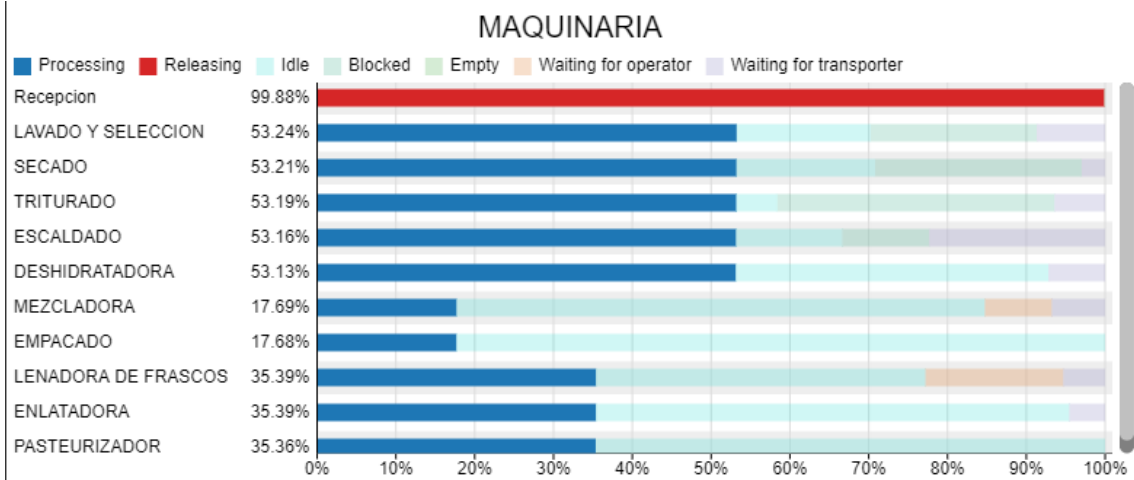
PISO 1



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



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



ANEXO G: FICHA TÉCNICA DE LA LAVADORA GENERAL DE ALIMENTOS

LAVADORA GENERAL DE ALIMENTOS

PRECIO REFERENCIAL:

\$ 4200



MATERIAL:

Acero inoxidable

CARACTERÍSTICAS

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>

**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>

**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://fairuzeuguisecuador.com/producto/cortadora-de-vegetales-electrica/>

ESCALDADOR

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:

Escaldado 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.

La máquina de escaldado en espiral está diseñada con cilindros dobles internos y externos, y el cilindro externo está hecho de placa perforada. Entre los cilindros internos y externos, se utilizan placas en espiral para empujar los materiales. El tanque de agua está equipado con tubos de calentamiento de vapor.

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/tabanli-makina-san-ve-tic-ltd-sti/product-4560632-2535104.html>

**MATERIAL:**

Acero inoxidable

CARACTERISTICAS

Tamaño: 1570 x 1200 x 2150 mm

Tamaño de cámara de deshidratación: 1120 x 1000 x 1700mm

Tamaño del marco: 705 x 950 x 1350mm

Tamaño de Charola: 460*640*45mm

Peso de lote máximo: 60 kg

Rango de temperatura: Ambiente - 200°C

Tipo de calentamiento: Resistencia eléctrica

Potencia calentamiento: 6 - 9 Kw max

Consumo eléctrico a 50 - 60°C: 4 - 5 Kw

Potencia Ventilador: 0.45 Kw

Volumen de aire: 4510 m³/h

Cabinas (a elegir): 1 / 2

Carrito por cabina: 1

Charolas por carrito: 24

Charolas perforadas: A elegir

Voltaje (a elegir): 380v / 220v

APLICACIÓN:

La máquina deshidratadora de alimentos es un horno que emplea la circulación del aire para eliminar o evaporar el agua de los alimentos.

Esos hornos realizan la deshidratación en un proceso más corto que en un horno convencional o el antiguo método de secado al sol.

Se pueden deshidratar muchos alimentos, frutas como mango, manzana, fresa, piña, también semillas, hierbas, verduras y hongos.

FICHA TÉCNICA COMPLETA:

<https://fairuzequiposecuador.com/producto/deshidratadora-de-acero-inoxidable-electrica-de-20-bandejas-110v/>

**MATERIAL:**

Acero inoxidable

CARACTERISTICAS

PESO APROXIMATIVO (KG): 500 kg

POTENCIA CONSUMIDA: 1 kW

ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA: 380V Triphasée 5 fils

FRECUENCIA: ~ 50 Hz 16 A

TEMPERATURA IDEAL DE FUNCIONAMIENTO: entre 10°C y 30°C

MEDIDAS:

1150 mm ancho

2200mm altura

2100 mm de profundidad

DETALLES

Un bastidor con puertas de cristal de cierre lateral.

- Un transportador motorizado de acero inoxidable de 3000 mm de longitud (para el chasis

1500. Para el chasis 1000, transportador de 2500 mm; Para el chasis 2000, transportador de

3500 mm).

- La máquina se ha diseñado para alojar 2, 4 ó 6 boquillas dosificadoras.

- Anchura estándar del transportador 82,6 mm.

- Dispositivos de centrado del cuello para el correcto posicionamiento de la botella bajo la

boca de llenado.

- Colector de goteo.

- La altura de los pitorros dosificadores puede ajustarse para adaptarse a distintos envases.

- Bandeja y pitorros de recogida de líquidos bajo el transportador.

- Una célula de atasco a la salida de la máquina.

- Una pantalla táctil para facilitar el manejo con un contador de productos.

FICHA TÉCNICA COMPLETA:

<https://lc.cx/tOyGz>

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. Utilizado principalmente en el procesamiento de alimentos, mezcla de alimentos agrícolas, industrias químicas y de cocina, alimentación, metalúrgica, alimentos y otras industrias que requieren mezcla de alta precisión

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>

**MATERIAL:**

Acero inoxidable

CARACTERISTICAS

Función: enlatado, cerrado de latas, sellador de estaño, sellado de latas, sellador de latas

Rodillos de sellado: 4 (2 primeros rodillos/2 segundos rodillos)

Velocidad de sellado: 35-65 latas/min

Altura de sellado: 40-200 mm (ajustable)

Diámetro de sellado: 50-100 mm (8 estaciones)

Voltaje: 220V,50/60Hz

Fuerza: 1.7KW

Peso: 300KG

Dimensión: 1800*900*1450mm

APLICACIÓN:

El producto está mejorado técnicamente sobre la base de la máquina de tapado tradicional, adoptando el método de sellado con cuatro cuchillos, que tiene una estructura compacta y un funcionamiento simple. Puede cubrir en varias formas mediante la sustitución de algunas partes, con una velocidad de producción más rápida y una mayor eficiencia. Le proporcionaremos un diseño profesional de acuerdo con sus requisitos de producto y adaptaremos el equipo de embalaje más adecuado para usted.

Productos aplicables: se utiliza ampliamente para sellar todo tipo de latas de lata, latas de aleación de aluminio, latas de papel y otras latas redondas.

Industria aplicable: es un equipo de sellado ideal para la industria de la conservación de alimentos, la industria de bebidas, la industria alimentaria y la industria de productos sanitarios.

FICHA TECNICA COMPLETA:

<https://lc.cx/-f03iz>

PASTEURIZADOR

PRECIO REFERENCIAL:

\$780



MATERIAL:

Acero inoxidable

CARACTERISTICAS

Capacidad de proceso:	25 kg 40 kg por lote	Temperatura de trabajo:	80 a 125 °C
Presión de funcionamiento:	0.15-0.2Mpa		

APLICACIÓN:

Un esterilizador de resorte es un tipo de equipo utilizado en el procesamiento de alimentos principalmente para esterilizar los alimentos enlatados o los productos alimenticios envasados a través de un tratamiento a alta temperatura y alta presión. Prorrogar su vida útil y garantizar su esterilidad. Este equipo es común en la industria alimentaria, en particular para la preparación de alimentos enlatados y productos envasados sellados.

El principio de funcionamiento de un esterilizador de resorte se basa en el tratamiento de alimentos a alta temperatura y presión. Los contenedores de alimentos se colocan dentro de la cámara de procesamiento del esterilizador de resorte, y luego se calienta la cámara inyectando vapor u otro medio de alta temperatura. El alimento se conserva en estas condiciones durante un período determinado para garantizar la eliminación microbiana. Posteriormente, la presión se reduce gradualmente, se abre la cámara de procesamiento y se retiran los recipientes de alimentos, completando el proceso de esterilización y pasteurización.

FICHA TECNICA COMPLETA:

<https://lc.cx/HEvm4s>

**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 de medición 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>



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

INFORMACIÓN DEL AUTOR

Nombres – Apellidos: JOSE DAVID PILCO LOPEZ

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: CIENCIAS PECUARIAS

Carrera: Agroindustria

Título a optar: Ingeniero Agroindustrial

ING. CRISTIAN GERMÁN SANTIANA ESPÍN Mg.
Director del Trabajo de Integración Curricular

ING. BYRON FERNANDO CASTILLO PARRA Mg.
Asesor del Trabajo de Integración Curricular