



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPadora DE FRUTAS CON UNA
CAPACIDAD DE 20 L/H, PARA LA COMUNIDAD SALESIANA SAN FRANCISCO
JAVIER, DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de: **INGENIERO MECÁNICO**

AUTORES: SAMUEL ADRIAN GONZÁLEZ ARCE

BRYAN LEONEL BECERRA VERDEZOTO

TUTOR: MILTON SALOMÓN JAMI LEMA

Quito – Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Samuel Adrian González Arce con documento de identificación N.º 1752759850 y Bryan Leonel Becerra Verdezoto, y N.º 2100652730; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 01 de marzo del 2023

Atentamente,



Samuel Adrian González Arce

1752759850



Bryan Leonel Becerra Verdezoto

2100652730

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Samuel Adrian González Arce con documento de identificación N.º 1752759850 y Bryan Leonel Becerra Verdezoto, y N.º 2100652730, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Construcción de una máquina despulpadora de frutas con una capacidad de 20 l/h, para la comunidad salesiana san Francisco Javier, del cantón Guaranda provincia de Bolívar”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia con lo manifestado, suscribe este documento en el momento que se hace la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 01 de marzo del 2023

Atentamente,



Samuel Adrian González Arce

1752759850



Bryan Leonel Becerra Verdezoto

2100652730

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Milton Salomón Jami Lema con documento de identificación N.º 1707254171, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi autoría fue desarrollado el trabajo de titulación: CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS CON UNA CAPACIDAD DE 20 L/H, PARA LA COMUNIDAD SALESIANA SAN FRANCISCO JAVIER, DEL CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR, realizado por Samuel Adrian González Arce con documento de identificación N.º 1752759850 y Bryan Leonel Becerra Verdezoto, y N.º 2100652730, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 01 de marzo del 2023

Atentamente,



Ing. Milton Salomón Jami Lema, M. Sc.

1707254171

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Samuel

Agradezco a Dios porque me ha permitido terminar exitosamente esta investigación. A nuestro director de tesis el Ing. Milton Jami, por brindar su ayuda y apoyo para la elaboración de este proyecto de investigación.

A la comunidad Francisco Javier por su apertura y colaboración en el desarrollo de la investigación.

A mi compañero de tesis por su dedicación y entusiasmo en la elaboración de nuestro proyecto.

Finalmente, mi agradecimiento imperecedero a mi madre por su apoyo incondicional.

Bryan

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a esta institución de educación superior, la Universidad Politécnica Salesiana por ser nuestra casa de formación integral en la Ingeniería y a aquellos docentes que fueron de guía y apoyo a lo largo de la carrera, las experiencias aquí ganadas son invaluable.

Samuel y Bryan

Lista de contenidos

Introducción	1
Antecedentes.....	1
Problema del estudio	1
Justificación	2
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Metodología.....	3
CAPÍTULO I	4
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Proceso para despulpado	4
1.1.1. Ciclo de Adecuación	4
1.1.2. Ciclo de Separación	5
1.1.3. Ciclo de conservación	6
1.2. Mosto de frutas	7
1.2.1. Proceso para obtención del mosto.....	8
1.2.2. Propiedades del mosto de frutas	8
1.3. Despulpadoras de frutas.....	8
1.3.1. Despulpadoras semi-industriales	9
1.3.2. Despulpadoras industriales	11
1.3.3. Partes fundamentales de una máquina despulpadora de fruta	12
1.4. Acero inoxidable.....	15
1.4.1. Aplicaciones principales	15
1.4.2. Clasificación de aceros inox	16
1.5. Soldadura para acero inoxidable.....	17
1.5.1. Soldadura TIG.....	17
1.5.2. Suelda MIG	18
CAPÍTULO II	19

2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	19
2.1. Alternativas de construcción	19
2.1.1. Despulpadora industrial	19
2.1.2. Despulpadora semi-industrial	20
2.1.3. Despulpadora artesanal	21
2.1.4. Comparación de alternativas	23
2.1.5. Selección de alternativas	24
2.1.6. Selección y calificación de alternativas	25
CAPÍTULO III	26
3. PLANOS DE FABRICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO	26
3.1. Requerimientos de construcción.....	26
3.1.1. Primer Bloque	29
3.1.2. Segundo bloque.....	33
3.1.3. Tercer bloque	36
3.2. Operación y mantenimiento del equipo	37
3.2.1. Manual de operación.....	37
3.2.2. Manual de mantenimiento.....	41
3.3. Medidas y riesgos preventivos	42
3.3.1. Riesgo de atrapamiento y corte.....	42
3.3.2. Riesgos eléctricos.....	42
3.3.3. riesgo ergonómico.....	42
CAPÍTULO IV	44
4. ANÁLISIS DE LOS COSTOS	44
4.1. Costos directos.....	44
4.1.1. Costos de materia prima.....	44
4.1.2. Costos de materiales normalizados	45
4.1.3. Costo total directo	46
4.2. Costos indirectos.....	46
4.2.1. Costos de consumibles	46
4.2.2. Costos de maquinaria y utensilios.....	47
4.2.3. Costos de empleados.....	48

4.2.4. Costo total indirectos	48
4.3. Costo total.....	49
4.4. Beneficio y rentabilidad del equipo.....	49
4.4.1. Depreciación	49
4.4.2. Métodos de depreciación de línea recta	50
4.4.3. Cálculo de ingresos	51
4.4.4. Cálculo de egresos	53
4.4.5. Tasa interna de retorno (TIR)	56
Conclusiones	59
Recomendaciones	60
4.7. Lista de referencias	61
Anexos	63
Anexo 1: Manual de operación y mantenimiento	63
Anexo 2: hojas de procesos.....	68
Anexo 3: planos de referencia y de construcción en carpeta adjunta.....	72

Lista de tablas

Tabla 1. Proceso para el despulpado de fruta.....	4
Tabla 2. Clasificación de despulpadoras	9
Tabla 3. Tipos de aceros inox.....	16
Tabla 4. Características de despulpadora industrial.	20
Tabla 5. Características despulpadora semiindustrial.	21
Tabla 6. Características despulpadora artesanal.....	22
Tabla 7. Comparación de alternativas.	23
Tabla 8. Factor de calificación.	25
Tabla 9. Materia prima	26
Tabla 10. Componentes normalizados	26
Tabla 11. Insumos	26
Tabla 12. Equipos y maquinaria.....	27
Tabla 13. Tolva de ingreso.	29
Tabla 14. Tambor de tamizado.....	30
Tabla 15. Salida de bagazo.....	31
Tabla 16. Salida de pulpa y soportes.....	32
Tabla 17. Eje principal.	33
Tabla 18. Guías de paletas.....	34
Tabla 19. Rascadores.....	35
Tabla 20. Mesa estructural	36
Tabla 21. Especificaciones generales.....	37
Tabla 22. Cronograma de limpieza de máquina.....	40
Tabla 23. Cronograma de inspección mecánica.....	41
Tabla 24. Lubricación de máquina.....	41
Tabla 25. Materia prima	45
Tabla 26. Costos de materiales normalizados	45
Tabla 27. Costes totales directos	46
Tabla 28. Materiales consumibles	46
Tabla 29. Máquinas y utensilios.....	47
Tabla 30. Mano de obra.....	48
Tabla 31. Costos totales indirectos.....	48
Tabla 32. Costos totales.....	49
Tabla 33. Depreciación anual.....	51
Tabla 34. Gastos mensuales	53
Tabla 35. Costos promedios de frutas	53
Tabla 36. Egresos totales.....	56
Tabla 37. Datos de evaluación	56
Tabla 38. Datos VAN.....	57

Lista de figuras

Figura 1. Lavado de frutas por aspersión	5
Figura 2. Pelado mecánico de frutas	5
Figura 3. Despulpado de fruta	6
Figura 4. Pulpas envasadas al vacío	6
Figura 5. Pulpa de fruta congelada	7
Figura 6. Aplastamiento de uvas	7
Figura 7. Despulpadora tornillo sin fin	9
Figura 8. Despulpadora manual	10
Figura 9. Paletas internas de despulpadora	10
Figura 10. Despulpadora vertical	11
Figura 11. Despulpadora horizontal	12
Figura 12. Tamiz industrial	13
Figura 13. Chumaceras con ej	13
Figura 14. Polea de varias líneas	14
Figura 15. Motor weg 1.5 hp	14
Figura 16. Soldadura TIG	17
Figura 17. Soldadura MIG	18
Figura 18. Despulpadora ZPD500	19
Figura 19. Tambor ZPD500	20
Figura 20. Despulpadora semiindustrial	21
Figura 21. Despulpadora artesanal	22
Figura 22. Ensamble general despulpadora	27
Figura 23. Primer bloque	27
Figura 24. Segundo bloque	28
Figura 25. Tercer bloque	28
Figura 26. Corte de tolva en plancha	29
Figura 27. Corte de tapa y tamiz	30
Figura 28. Salida de Bagazo	31
Figura 29. Salida de pulpa y soportes	32
Figura 30. Eje principal	33
Figura 31. Guías de paletas	34
Figura 32. Rascadores	35
Figura 33. Mesa estructural	36
Figura 34. Ruedas con freno	38
Figura 35. Puesta en marcha	39
Figura 36. Limpieza de equipo	39
Figura 37. VAN-TIR	57

Resumen

El presente proyecto de titulación posee como principal objetivo, construir una máquina despulpadora de frutas, que sea apta de extraer y sustraer la cáscara y la semilla de la fruta obteniendo pulpa.

Un estudio realizado en la zona determinó que no disponen de una máquina como esta que ayude a la comunidad para obtener ingresos.

La máquina consta de una tolva, caja y tapa que están diseñadas para soportar el ingreso de la fruta y cortarla; como también la caja entera y sus rascadores.

Mediante el análisis de parámetros se establece las necesidades requeridas para la construcción de una máquina que sea capaz de despulpar.

De acuerdo a los respectivos cálculos para la selección de cada elemento, se construyó un prototipo en acero inoxidable austenítico AISI 304, que a través de pruebas se obtuvo como resultado, que la máquina tiene una capacidad de 20 l/h, esta capacidad depende del diámetro de orificio del tamiz de 4 mm, la velocidad de rotación de los rascadores, disminuyen el trabajo manual, obteniendo una optimización del tiempo y dinero como beneficio para la comunidad.

Palabras claves: pulpa, despulpado, máquina despulpadora.

ABSTRACT

The main objective of this project it's build a fruit pulping machine, which is able to extract and remove the peel and seed from the fruit to obtain pulp; through the study of the area, was determined that there is no machine as such that performs this action.

The machine consists of a hopper, box and lid that are designed to support the entry of the fruit and cut it, as well as the whole box and its scrapers.

Through the analysis of parameters, the needs required for the construction of a machine capable of pulping are established.

According to the respective calculations for the selection of each element, thanks to this, a prototype was built in austenitic stainless steel AISI 304, which through tests is obtained as a result that has a capacity of 20l/h, this capacity depends on the diameter of the sieve hole of 4 mm, its rotation speed and scrapers, helping to reduce manual labor, thus contributing as a benefit, an optimization of time and money.

Keywords: pulp, pulping, pulping machine.

Introducción

Antecedentes

Las frutas ya no se encuentran únicamente en su apariencia natural desde hace algún tiempo, en los supermarket se ofrecen concentrados, jugos, mermeladas y pulpas de frutas, estos últimos además de encontrarse en el mercado de Ecuador, también quieren ser parte de los recursos que se consumen en gran parte del planeta.

Varias marcas que realizan el despulpado y empaque sellado de mermelada que se están ofreciendo en el mercado se producen en el Ecuador. La mayoría son compañías que envían frutas naturales a otros países y dentro de sus variados productos, también se comercializa la pulpa procesada para mermelada u otros compuestos.

La fruta después del proceso de despulpado se puede utilizar de varias maneras, ya sea únicamente la pulpa o colocarla en proceso para mermelada, compotas, jaleas, confituras, etc. Diferenciando de su variedad y su grado de madurez, la fruta debe conservarse en un lugar fresco y oscuro, porque esto influye mucho sobre el resultado final.

Problema del estudio

La gran mayoría de tierras en Ecuador productoras de frutas, se dedican únicamente al cultivo y cosecha de estas, con el fin de ser vendidas en los mercados, el costo de las frutas en el sitio tiende a ser bajo relacionándolas con el precio de los productos con valor agregado tales como mermeladas, pulpas, compotas, entre otras.

El no existir métodos que optimicen las características de producción del despulpe, la calidad y aumento en la capacidad competitiva de todas las comunidades productoras de compota en las pequeñas y medianas industrias; genera un enigma en el país.

Para dar solución al problema de la obtención del mosto de frutas, se diseñara y construirá una máquina despulpadora de frutas con una capacidad que beneficiará a las exigencias de la comunidad salesiana San Francisco Javier de Facundo Vela es importante indicar que la mencionada máquina despulpadora, sea construida en acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio ya que estará en contacto con la fruta a despulpar.

Justificación

La realización del actual trabajo yace de la demanda real por la comunidad Salesiana Francisco Javier ubicados en el cantón Guaranda, provincia de Bolívar, que requiere la construcción de una máquina despulpadora para frutas, que acelerará el proceso de despulpado, reduciendo los manejos de ejecución e incrementando el producto final, reducción de costos, dinero y disminuyendo los escasos de mano de obra por trabajo fuerte, para así beneficiar al pequeño emprendedor de la zona en cuestión.

Varias industrias de hoy en día están aplicadas a operar más competitivamente obligando al resto a adquirir nuevos productos y estrategias que aborden cuestiones relacionadas con la gestión de las marcas, canal de suministros de la mercancía, los certificados de calidad, elevados coste de manufactura, las imperfecciones en los procedimientos e inventario para satisfacer la demanda volátil.

El desarrollo de la fruticultura en el país se debe sustentar en una aportación significativa de novedades tecnológicas, así como en el reconocimiento y supervisión de costos de manufactura procesamiento y mercadeo.

Objetivos

Objetivo general

- Implementar una máquina de despulpado de frutas, para la comunidad Salesiana San Francisco Javier, ubicada en el cantón Guaranda provincia de bolívar-Ecuador.

Objetivos específicos

- Escoger la opción adecuada respecto a los factores pedidos por el patrocinador, para la construcción de la despulpadora de frutas.
- fabricar una máquina despulpadora capaz de rebanar y tamizar distintos tipos de frutas de una manera continua.
- Determinar los atributos y cualidades adecuadas de los componentes para la construcción del equipo.
- Ejecutar evaluaciones para asegurar el adecuado desempeño de la máquina.
- Realizar el análisis de rentabilidad del equipo y el costo beneficio de la máquina.

Metodología

El proyecto de la máquina de despulpado abarcará una suficiencia de 20 l/h, la mayor parte del equipo es construidas en acero inox AISI 304 para evitar la oxidación del material y de la fruta.

Se seleccionó todos los materiales requeridos de acuerdo a un prediseño, de tal forma que el equipo sea ligero, resistente, económica y segura al ser esta una despulpadora artesanal.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Proceso para despulpado

Este proceso consta de separar la pulpa de las frutas de las semillas y cascara, se debe tener en cuenta que para el despulpado se deben contar con frutas maduras, limpias, libres de bacterias, lavadas, esto garantiza una obtención de pulpa de mejores cualidades [2].

Los procedimientos de obtención de pulpa se expresan en la tabla 1 que muestra cómo se dividen en tres ciclos: adecuación, separación y conservación.

Tabla 1. Proceso para el despulpado de frutas [2].

ADECUACIÓN					
Recepción	Selección	Clasificación	Lavado	Desinfección	
SEPARACIÓN					
Pelado	Corte	Extracción	Molido	Despulpado	refinado
CONSERVACIÓN					
Pasteurización		Envasado		Congelamiento	

1.1.1. Ciclo de Adecuación

- **Recepción:** se sabe con precisión la cantidad de frutas que se obtiene desde el proveedor, con esta cantidad se conoce la calidad del tipo de fruta entregada [3].
- **Selección:** separar las frutas de las maduras y verdes, también desechando las que se encuentren descompuestas, es decir con problemas en su cáscara como oxidación y/o en pudrimientos [2].
- **Clasificación:** se separa las frutas seleccionadas, las cuales se encuentran listas para el proceso, a razón de su madurez. Aquí ayuda mucho que los empleados estén atentos, como, diferenciando el aroma, color, dureza o aroma de las frutas y eligiendo las mejores [1].
- **Lavado y desinfección:** disminuye al máximo la contaminación de microorganismos que naturalmente están en la piel de la fruta.

Este proceso se realiza por aspersor como en la figura 1, por cepillado o por sumersión.

Después de lavarla, pasa a un proceso corto de inspección hecha por los empleados quienes garantizan una fruta aceptable [2].



Figura 1. Lavado de frutas por aspersion [4].

1.1.2. Ciclo de Separación

- **Pelado y corte:** permite separar la piel del resto de la fruta, es importante cortar lo menos posible en este proceso en condiciones higiénicas, perfeccionando el sabor de la pulpa, este proceso se puede efectuar de forma manual o métodos químicos, físicos o mecánicos mostrados en la figura 2 [1].



Figura 2. Pelado mecánico de frutas [4].

- **Extracción:** representa el sometimiento de la fruta a un calentamiento. El propósito de este es suavizarla, aumentando el provecho de la pulpa, como también reducir la existencia de microorganismos, inactivando enzimas que pueden producir alteraciones de color, apariencia, sabor y aroma de la pulpa [2].
- **Molido:** este proceso se basa en colocar frutas peladas y duras a un trozado que ayuda a romper la estructura natural y facilita el despulpe [1].

- **Despulpado:** después de haber sido escogida la fruta, ingresa al equipo donde se separa la pulpa de su cáscara y sus semillas, depende del tipo de fruta o proceso utilizado, se puede separar estos a la misma vez, en la Figura 3 se enseña el producto final de la máquina de despulpado [2].



Figura 3. Despulpado de fruta [4].

1.1.3. Ciclo de conservación

Los organismos microscópicos son los que producen más rápido las respuestas de degradación como la fermentación. Las técnicas que se utilizan para la conservación de la pulpa ayudan a retardar o detener por completo los diferentes tipos de deterioros, como antes mencionado [2].

- **Envasado:** se deben mantener las características principales de las pulpas que se obtiene después de todo el proceso, esto se obtiene empacando al vacío en buenos recipientes y compatibles con el producto mostrado como un ejemplo en la figura 4.



Figura 4. Pulpas envasadas al vacío [4]

- **Congelamiento:** Para ser almacenada, la pulpa se debe mantener a una temperatura de congelación de -18°C o -20°C como lo muestra la figura 5, esto hace que se mantenga

las características principales y que sea lo más parecido a la fruta fresca, gracias a esto, la pulpa se puede almacenar hasta cerca de un año completo [2].



Figura 5. Pulpa de fruta congelada [4].

1.2. Mosto de frutas

Para explicar qué es el mosto de frutas se debe ir primero al zumo de la uva que es un producto natural, el mosto es saludable tomándolo en zumos de fruta por su gran cantidad de vitaminas y otras cualidades.

El mosto de la uva es el resultado de estrujarlas, originarias de la vid, como se observa en la figura 6 de prensado un artesanal, es un líquido rojizo, dulce y aromático; aproximado por 90 Kg de uvas se consiguen de 35-50 litros del mosto, variando entre los sistemas de prensa que se utilice [5].



Figura 6. Aplastamiento de uvas [5].

1.2.1. Proceso para obtención del mosto

Este se obtiene prensando las frutas, el líquido final es el mosto, que contiene todas las partes de la fruta como la piel, pulpa, semillas; a este líquido se lo debe dejar fermentar en condiciones adecuadas para obtener el vino de uva, por ejemplo, si se desea que sea un producto más refinado, se lo debe filtrar [5].

1.2.2. Propiedades del mosto de frutas

Son varias propiedades que contiene el mosto de las frutas, algunas de ellas:

- Es un antioxidante, es decir que protegen muchas células de nuestro organismo.
- Contiene demasiada vitamina E que también es un antioxidante.
- El mosto de uva mejora la circulación sanguínea y la presión arterial, es decir, cuida el corazón; contribuyendo vitamina B.
- Es un buen alimento para deportistas y niños.
- Es depurativo, beneficiando a personas con colesterol o reumas.
- Previene el cáncer de mama, próstata, colon e infarto de miocardio [5].

1.3. Despulpadoras de frutas

Máquinas que son utilizadas en la industria alimenticia, las cuales tienen el objetivo de separar las semillas y la cáscara de la pulpa [2].

Proceso básico de despulpado:

Se deposita la fruta en la tolva, anteriormente lavada y desinfectada. Solamente unas frutas, como la fresa, guayaba o mora, admiten este depósito directo. Otras como la guanábana requieren un ajuste previo como el corte y pelado, en cambio, la manzana y el tomate de árbol, requieren de un ablandamiento por escaldado para el proceso.

Después de que ingresa es cortada mediante los rascadores que giran gracias al sistema motriz, estrujando a la fruta hacia el tamiz para así obtener la pulpa. finalmente, por el extremo opuesto se retiran las semillas y cascaras, y por otro extremo el despulpado [3].

Existen dos tipos de máquinas despulpadoras y se las usa dependiendo del producto a despulpar, como se expresa en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de despulpadoras [7].

Despulpadoras de frutas	Semi-industriales	horizontal de tornillo sin fin
	Industriales	horizontal de paletas
		horizontales verticales

1.3.1. Despulpadoras semi-industriales

Son equipos de poca producción, estas son dirigidas a que satisfagan al pequeño y mediano empresario, se dividen comúnmente en paletas y de tornillos sin fin, las cuales son máquinas horizontales.

- **Horizontal de tornillo sin fin**

Este tipo de equipos se distinguen de las demás, contiene un molino con una tolva superior, por donde entra el producto, dentro cuenta con un tornillo que gira en sentido horario como se indica en la figura 7, realiza el movimiento de las frutas hacia el tamiz aplastándolas hasta obtener la pulpa [3].

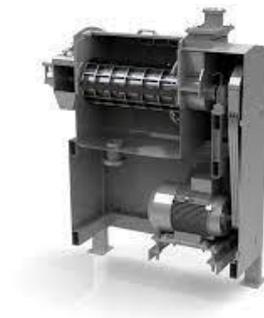


Figura 7. Despulpadora tornillo sin fin

Estas despulpadoras también pueden ser trabajadas manualmente, con un tipo molino-manivela como ejemplo en la figura 8, o accionadas mecánicamente con un motor, dependiendo la capacidad a trabajar.



Figura 8. Despulpadora manual [4].

- **Horizontal de paleta**

Con este tipo de equipos al ser de gama semi industriales llegan a una eficiencia de 50 kg/h, en ella se encuentra una tolva de ingreso en la cual entran los productos y el sistema mecánico realiza el giro de las paletas internas como muestra la figura 9, que, por fuerza centrífuga, mediante el tamiz interno se filtra la pulpa [8].



Figura 9. Paletas internas de despulpadora [7].

1.3.2. Despulpadoras industriales

Equipos de grandes capacidades para producir la pulpa, se dividen en dos tipos de máquinas en general la vertical y horizontal y que se las pueden comprar fácilmente en el mercado internacional.

- **Despulpadoras verticales**

En este tipo de despulpadoras su principal funcionamiento es igual a una de forma horizontal con la disconformidad de que esta trabaja verticalmente como se ve observa en la figura 10, la pulpa se evacúa por la parte de abajo del cuerpo de la despulpadora y cuenta con una bandeja de desechos en donde se almacena las semillas y cascaras [8].



Figura 10. Despulpadora vertical [1].

Este tipo de despulpadora minimiza el uso de energía y disminuye el agua en el despulpado.

Estas máquinas son consideradas de menor capacidad que las de tipo horizontal, aunque tienen una capacidad de producción industrial.

1.3.3. Partes fundamentales de una máquina despulpadora de fruta

Las máquinas despulpadoras están diseñadas y construidas por partes hechas de acero inox, ya que, este tipo de aleaciones son utilizadas para la manipulación de productos alimenticios, según normativa [2].

En la figura 11 muestra los elementos primordiales de la despulpadora horizontal diseñada a cuestión, la cual es la más utilizada para la manipulación de alimentos.

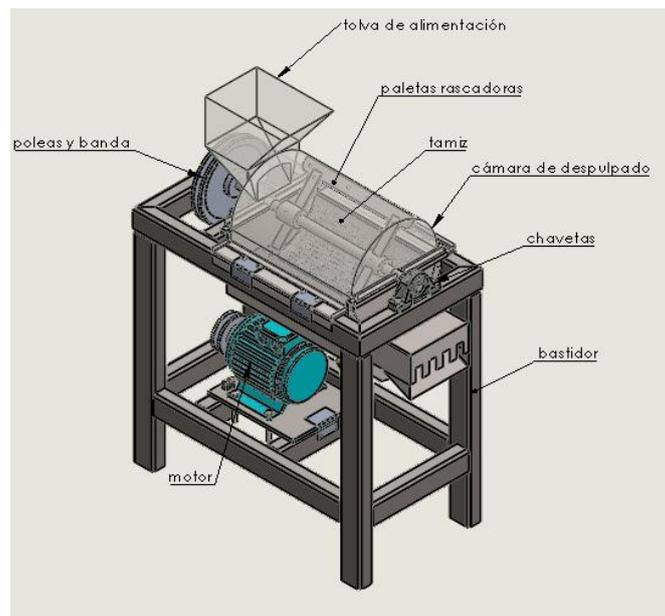


Figura 11. Despulpadora horizontal.

- **Tolva de alimentación o ingreso:** es aquel sitio donde se introduce la fruta anteriormente lavada y cortada según el proceso y tipo de fruta a utilizar, en este paso se aglomera el producto mientras continúa introduciéndose hacia el tambor [9].
- **Tambor para despulpa:** aquí es el cual entra la fruta desde la tolva de ingreso, el tambor está constituido por una cubierta que se puede abrir y cerrar por ayuda de bisagras, protegiendo la pulpa de elementos externos y que también ayuda al mantenimiento interno de la máquina. En el tambor ocurre la separación de la pulpa [3].

- **Tamiz:** son utilizados para la separación de materiales con diferente grosor o tamaño de poro perforados dependiendo del tipo de fruta que sea filtrada mostrada en la figura 12, utiliza láminas de acero inox, esta se encuentra ubicada en la parte interna baja del tambor central donde la pulpa es impulsada hacia el exterior de la malla por la fuerza centrífuga de las paletas y quedando los residuos en la parte interna [9].



Figura 12. Tamiz industrial [5].

- **Rascadores:** los rascadores se hayan en la parte interna del tambor de despulpado las cuales giran gracias a un eje conectado a un sistema mecánico de giro el cual es accionado por un mecanismo externo, cumplen la función de producir una fuerza de giro centrífuga haciendo que se filtra la pulpa hacia el exterior por medio del tamiz antes descrito [7].
- **Chumaceras:** es un rodamiento acoplado que se utiliza para soportar a un eje u otros elementos de rotación como se muestra en la figura 13. Este tipo de cojinete se coloca en los lados extremos del eje principal dentro de la cámara de despulpado, ayudando a rotar los rascadores.



Figura 13. Chumaceras con eje [10].

- **Polea:** eje fundido a una rueda planeada que sirve para resistir el movimiento y el cambio de dirección de una correa tensada conectada al eje dependiendo de la capacidad del motor, o bien, viceversa.
 - El mecanismo impulsor en un sistema de poleas se divide en polea y cuerdas o correas.
 - Una polea tiene una ranura o varias entre los pasos alrededor de su diámetro para ubicar la correa como se observa en la figura 14 [11].



Figura 14. Polea de varias líneas [11].

- **Motor:** generalmente las despulpadoras cuentan con un motor eléctrico a 110 o 220 V, dependiendo la capacidad que se vaya a utilizar hablando en litraje por hora; en las máquinas semi-industriales y /o artesanales, se utiliza como básico un motor eléctrico de 1.5Hp con una velocidad de giro de 1750 rpm mostrado en la figura 15.



Figura 15. Motor weg 1.5 hp [11].

- **Bastidor o mesa:** comúnmente el diseño para la estructura que soporta toda la máquina despulpadora son de tubos cuadrados estructurales de acero A-36, dependiendo la capacidad o si es una máquina industrial o semi-industrial, se utiliza de diferente tamaño medida en pulgadas.

1.4. Acero inoxidable

Estos se particularizan por su resistividad a la ductilidad, corrosión y que tiene un elevado contenido de cromo. Los aceros inox son aleaciones del acero que contienen un mínimo de 12% de cromo para que la pasivación ocurra, gracias a este porcentaje, en la presencia de oxígeno, crean una película fina de óxido, adherente y dura que protegen el metal de la oxidación y vuelve a acumularse cuando existen rayaduras en la superficie, es por eso por lo que se les llama inoxidables [9].

Las cualidades físicas del acero están ligadas con la materia, algunos valores son los siguientes:

- Densidad $\rho = 7.7 - 8.1$ [kg/dm³]
- Módulo de Elasticidad $E = 190 - 210$ [GPa]
- Relación de Poisson $\nu = 0.27 - 0.30$
- Conductividad Térmica $\alpha = 11.2 - 48.3$ [W/m.K]
- Expansión Térmica $a = 9 - 27$ [10⁻⁶ / K]

1.4.1. Aplicaciones principales

Estos aceros ofrecen una apropiada relación de resistencia mecánica-peso, así como a temple elevadas y criogénicas, aceros reciclables que son ideales para el medio ambiente y duraderos a largo plazo.

Gracias a que es un producto fácil de fabricar y de buenas propiedades antes mencionadas, es un material perfecto para utensilios domésticos [2].

Sirven para la industria química y petroquímica, ya que constan de un bajo costo de mantenimiento y en las empresas de bebidas, farmacias y alimento, obtienen excelentes condiciones de higiene asimismo de anticorrosión y duración de largo plazo [9].

1.4.2. Clasificación de aceros inox

Los aceros inox se separan en cinco tipos conforme a la UNS y AISI como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Tipos de aceros inox [2].

AISI (UNS)	CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES TÍPICAS
303 (S30300)	Productos de máquinas roscadoras (flechas, válvulas, pernos, bujes y tuercas) y accesorios para aeronaves (pernos, tuercas, remaches, tornillos, espárragos).
304 (S30400)	Equipo químico y de proceso de alimentos, recipientes criogénicos, canales, tubería y placas de escurrimiento.
316 (S31600)	Alta resistencia a la corrosión y alta resistencia a la termo fluencia, equipo químico y para manejo de pulpas, equipo fotográfico, cubas para brandy, partes para fertilizadoras, jarras para cocinar salsa de tomate y tinas para levadura
410 (S41000)	Partes para máquinas, flechas para bombas, pernos, bujes, canales para carbón, cuchillería, polipastos, herramientas, partes para motores de aviones, maquinaria para minería, tuberías para armas, tornillos y válvulas.
416 (S41600)	Accesorios para aviones, pernos, tuercas, insertos para extinción de incendios, remaches y tornillos.

El acero inoxidable 304, es el material más apropiado para manufactura de la medicina y de alimentos, las propiedades de este acero ofrecen características únicas a un precio competitivo, haciendo que este sea una buena alternativa lógica para la demanda de aparatos médicos y de manejo de alimentos [11].

1.5. Soldadura para acero inoxidable

La suelda en este tipo de acero cambia en relación de soldadura que deba ponerse en práctica en piezas de acero común. Los aceros inox responden de manera distinta a la temperatura y aplicando demasiado calor, llegan a deformarse o sufren distorsiones a medida que estos se enfrían. Es por ello, que es necesario detallar las cualidades que son propias para obtener consecuencias adecuadas de soldadura [1].

La dureza eléctrica es superior que, a los aceros regulares, es por esto que para la soldadura necesitan menos corriente eléctrica.

Este tipo de aceros para ser soldados, tienen los procesos comerciales de suelda manual como: proceso MIG, TIG y SMAW [11].

1.5.1. Soldadura TIG

El método de suelda TIG (Tungsten Inert Gas) es el mejor proceso para soldadura de acero inoxidable, entre un electrodo no consumible de tungsteno y el metal base se establece el arco eléctrico, este se encuentra en una atmósfera generada que protege por un gas inerte como se especifica en la figura 16 [12].

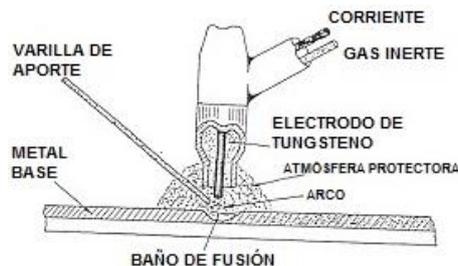


Figura 16. Soldadura TIG [12].

Usualmente este procedimiento se aplica para pocos espesores (hasta 5 mm más o menos), puesto que para espesores de mayor rango como 6-7 mm, el proceso en cuestión no resulta muy económico. De este modo, para mayor espesor de 6 mm, se utiliza el método de soldadura por arco sumergido SAW [9].

1.5.2. Suelda MIG

En el método de soldadura MIG (Metal Inert Gas) utiliza un gas inerte como protección, entre un electrodo consumible se plantea un arco eléctrico, el cual es un alambre desnudo llamado punta guía, y la parte la soldadura como el baño de fusión [3].

El arco tanto como la suelda, mediante un envoltorio gaseoso compuesto de gases inertes ya sea argón y/o helio se protegen del aire de la atmósfera como se indica en la figura 17.

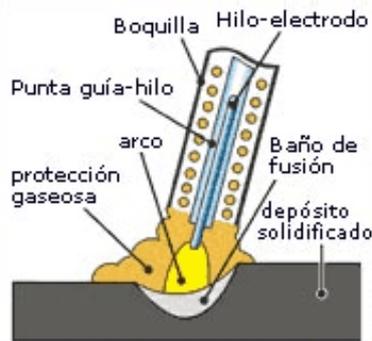


Figura 17. Soldadura MIG [12].

CAPÍTULO II

2. ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1. Alternativas de construcción

En el análisis y estudio de las alternativas muestra cualidades de calidad/resistencia de la máquina para su construcción, se exige seguir un progreso de selección adecuado y ordenado, el cual respeta con los parámetros y diferenciaciones demandadas.

Las alternativas son primordiales al momento de construir un modelo, como lo es una máquina despulpadora de frutas, la cual va a ayudar a la comunidad con la producción de pulpa.

Con este fin se toma como análisis tres presentaciones de alternativas de despulpadoras:

2.1.1. Despulpadora industrial

Este tipo de despulpadoras son las más indispensables donde se necesita una producción desmesurada, una de las máquinas más utilizadas en las empresas de mayor producción de pulpa o cualquier producto hecho de frutas en Ecuador, es el modelo PULPING MACHINE ZPD500 mostrada en las figuras 18 y 19.



Figura 18. Despulpadora ZPD500 [13].



Figura 19. Tambor ZPD500 [13].

Este modelo de despulpadora industrial PULPING MACHINE ZPD500 muestra los atributos expresados en la tabla 4.

Tabla 4. Características de despulpadora industrial.

CARACTERÍSTICAS	
Capacidad	320 kg/h
Potencia	7.5 kw / 10 hp
Motor	Bomba de tornillo excéntrico
Material	Acero inox 304 grado alimenticio
Peso (kg)	420
Tamiz	2 mm
Dimensiones	1158x610x1247 mm

Comercialmente la despulpadora ZPD500 tiene un precio que llega de 3200\$ a 4000\$, dependiendo el lugar a enviar, haciendo que este sea una de las máquinas más buscadas en el mercado para las grandes empresas de producción de frutas.

2.1.2. Despulpadora semi-industrial

Este tipo de máquinas generalmente son las más necesitadas para las medianas empresas donde las condiciones de esta permitan una producción no tan alta como las grandes compañías, estos recurren a empresas que realizan este tipo de máquinas, el modelo más requerido por las medianas empresas es la ECOSERV DP150 mostrada en la figura 20.



Figura 20. Despulpadora semiindustrial

Este modelo de despulpadora semi-industrial ECOSERV DP150 muestra las particularidades en la tabla 5.

Tabla 5. Características despulpadora semiindustrial.

CARACTERÍSTICAS	
Capacidad	70-80 kg/h
Potencia	1.5 kw / 2 hp
Motor	Eléctrico 110 V
Material	Acero inox 304 grado alimenticio
Peso (kg)	185
Tamiz	3 mm
Dimensiones	1100x450x1321 mm

Comercialmente la despulpadora ECOSERV DP150 tiene un precio que llega de 1600\$ a 2000\$, estas ayudan a medianas empresas de ambos lados, tanto para la producción de frutas como a la construcción de estas máquinas.

2.1.3. Despulpadora artesanal

Estas son los tipos de máquinas que el pequeño empresario prefiere construir, sin mucho costo de construcción, de envío o mano de obra, donde sus condiciones permitan una producción baja, pero a la vez capaz de sustentar la manufactura en el sector, el diseño artesanal es la que se presenta en el proyecto, mostrada en la figura 21.

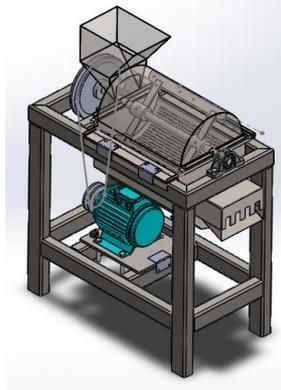


Figura 21. Despulpadora artesanal.

Este modelo de despulpadora artesanal muestra las características mostradas en la tabla 6.

Tabla 6. Características despulpadora artesanal

CARACTERÍSTICAS	
Capacidad	20 kg/h
Potencia	1.12 kw / 1.5 hp
Motor	Eléctrico 110 V
Material predominante	Acero inox 304 grado alimenticio
Peso (kg)	126
Tamiz	4 mm
Dimensiones	665x350x940 mm

La despulpadora artesanal tiene un precio que llega de 600\$ a 1000\$, analizando costos y proveedores a conseguir de los materiales a usar, con estas el pequeño empresario prefiere construir para la capacidad de producto que maneja, el precio es más bajo gracias a su menor tamaño a comparación de las despulpadoras industriales.

2.1.4. Comparación de alternativas

Para analizar fácilmente las alternativas, se lleva a cabo una tabla comparativa (Tabla 7) denotando las características.

Tabla 7. Comparación de alternativas.

DESCRIPCIÓN	DESPULPADORA INDUSTRIAL	DESPULPADORA SEMIINDUSTRIAL	DESPULPADORA ARTESANAL
Motor	Bomba excéntrica	Eléctrico 110 V	Eléctrico 110 V
Potencia	10 HP	2 HP	1.5 HP
Capacidad	320 kg/h	75 kg/h	20 kg/h
Material	Acero inox 304 grado alimenticio	Acero inox 304 grado alimenticio	Acero inox 304 grado alimenticio
Perforación en Tamiz	2 mm	3 mm	4 mm
dimensiones	1158x610x1247 mm	1100x450x1321 mm	665x350x940 mm
Peso	420 kg	185 kg	135 kg
Precio	USD 3 150 a USD 4 100	USD 1 600 a USD 2 000	USD 600 a USD 1 000

2.1.5. Selección de alternativas

Valoración.

Para una acertada selección de las opciones de máquinas se determinan variables enunciadas como: facilidad de construcción, costos, fluidez de montaje, facilidad de transporte, fluidez de operación, seguridad, peso considerado; que permite una apropiada elección de la alternativa.

- **Facilidad de fabricación:** este tipo de equipos no necesita piezas o partes que no se pueden fabricar en una fábrica, tan solo utiliza elementos simples que se pueden ensamblar rápidamente. El ensamble no necesita utensilios especiales ni hombres calificados en el tema, es por lo que se reducen varios costos. Factor de consideración 7/10.
- **Costos:** los costos que se incluyen son de construcción y mantenimiento, factor de aplicación que hace que esta máquina sea competitiva frente a otras máquinas de similares características en el mercado. Factor de consideración 8/10.
- **Facilidad de montaje:** cada máquina a seleccionar debe tener un fácil montaje y ensamble de cada componente. Factor de consideración 7/10.
- **Facilidad de transportación:** la sencillez de transporte es un tema importante para considerar ya que el equipo se trasladará a diversos lugares del país. Factor de consideración 8/10.
- **Facilidad de mantenimiento:** la evaluación permite a los operarios hacer el mantenimiento del equipo sin necesidad de técnicos que sepan del tema. Factor de consideración 8/10.
- **Facilidad de operación:** el equipo no tiene que presentar ningún inconveniente en su funcionamiento para que pueda ser operada por cualquier persona con algunas instrucciones. Factor de consideración 9/10.
- **Seguridad:** el equipo debe tener un operador junto, es por eso que esta debe proporcionar una apropiada seguridad, por tal motivo debe presentar un factor de seguridad de 10/10.
- **Peso moderado:** la máquina a fabricarse debe tener un peso máximo de dos toneladas, para facilidad de traslado de una comunidad a otra cuando se necesite.

- **Calificación:** la opción a seleccionar más adecuada debe seguir como un criterio de equiparación donde se valoran las opciones suscitadas anteriormente. Factor de consideración 8/10.

2.1.6. Selección y calificación de alternativas

Para elegir la opción más apropiada de equipo, es necesario acatar los criterios de semejanza y consideración, en los cuales se evalúan las opciones antes mencionadas y calificando cada una de ellas, luego se selecciona la opción a diseñar, la tabla 8 a continuación muestra los factores.

Tabla 8. Factor de calificación.

CRITERIOS DE CONTRASTE	Factores de Calificación /Alternativas				
	IDEAL	PONDERADO	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Facilidad de construcción	10	7	7	6	7
Costos	10	8	7	7	8
Facilidad de montaje	10	7	5	6	6
Facilidad de transportación	10	8	6	7	7
Facilidad de mantenimiento	10	8	8	7	7
Facilidad de operación	10	9	9	8	8
Seguridad	10	10	9	6	8
Peso moderado	10	8	6	7	8
TOTAL	80	65	57	54	59
ALTERNATIVA SELECCIONADA					ALTERNATIVA 3

Consecuencia de esta evaluación de tres alternativas ofrecidas, la opción 3 (máquina de despulpado artesanal) alcanzó una calificación mayor, se puede deducir que es la máquina que nos proporciona la mejor resolución para su fabricación.

CAPÍTULO III

3. PLANOS DE FABRICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO

3.1. Requerimientos de construcción

Una vez obtenido el diseño de los elementos y componentes de la despulpadora, comienza la construcción de esta, para esto, se requieren los suministros, insumos, equipos, EPP y herramientas correctos, lo que se expresa en los siguientes cuadros:

Tabla 9. Materia prima

MATERIA PRIMA
Plancha de acero inox A304 espesor 1.5 mm
Plancha de acero inox A304 perforado Ø: 4 mm espesor 1.5 mm
Placa de polímero grilón espesor: 6 mm
Eje de acero inox A304 Ø: 22 mm
Eje de acero inox A304 Ø: 42 mm

Tabla 10. Componentes normalizados

COMPONENTES NORMALIZADOS
Chumaceras y rodamientos
Perno, tuercas y tornillos
Arandelas y arandelas de presión
Motor
Bandas y poleas
Bisagras

Tabla 11. Insumos

INSUMOS
Disco de pulir acero inoxidable
Disco de corte de acero inoxidable
Disco abrasivo de lijas
Brocas, fresas y cuchillas de tungsteno
Cepillo y rodillo de pulir

Tabla 12. Equipos y maquinaria

EQUIPOS Y MÁQUINARIA
Cizalladora
Dobladora de láminas universal
Máquina soldadora TIG
Torno y fresadora
Baroladora o dobladora
Taladro de pedestal

La Figura 22 muestra el ensamble general de la máquina de despulpado.

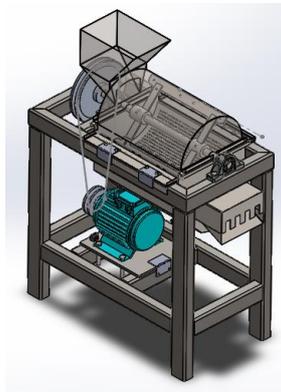


Figura 22. Ensamble general despulpadora.

Para la construcción, se lleva un proceso dividido en los siguientes bloques:

- Primer Bloque: tolva de ingreso, tambor de tamizado (tapa y tamiz), soportes de tamiz, salida de bagazo y salida de pulpa; ver figura 23.

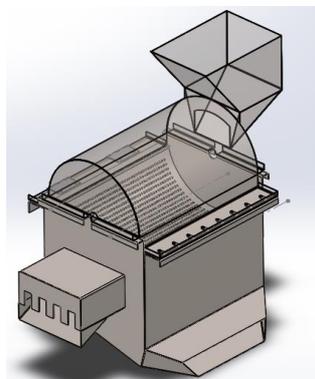


Figura 23. Primer bloque.

- Segundo bloque: sistema mecánico-motriz, eje principal, guías de paletas, rascadores; ver figura 24.

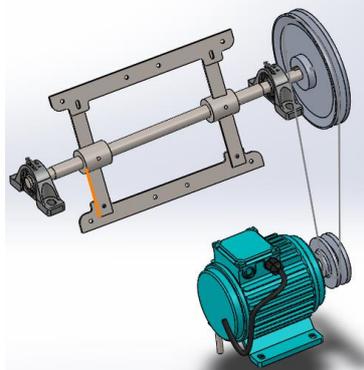


Figura 24. Segundo bloque.

- Tercer bloque: mesa estructural y soporte de motor; ver figura 25.

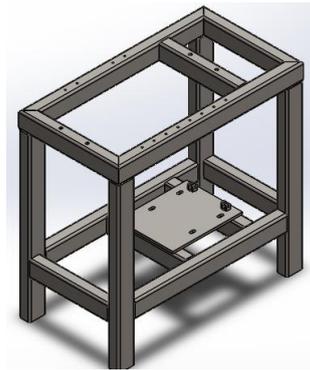


Figura 25. Tercer bloque.

3.1.1. Primer Bloque

3.1.1.1. Tolva de ingreso

Para la construcción de la tolva, los materiales a utilizar, dimensiones y operaciones se expresan en la siguiente tabla 13 y la hoja de procesos en los anexos 2.

Tabla 13. Tolva de ingreso.

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
Tolva de ingreso	Acero inoxidable A304	534x353 mm	trazado	1.2
			Corte	2
			Doblado	1.5
			Soldadura	2
			pulido	1

En la figura 26, muestra el trazado de la tolva en la plancha de acero, los dobles a 90° y la soldadura que se debe aplicar una vez doblada.

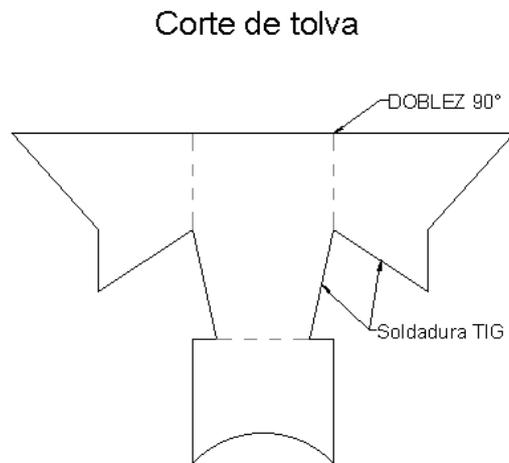


Figura 26. Corte de tolva en plancha

3.1.1.2. Tambor para tamizado

Para obtener el tambor, este se lo divide en partes, dos: la tapa y el tamiz, los materiales a utilizar, dimensiones y operaciones con su tiempo se expresan en la tabla 14 y la hoja de procesos en los anexos 2.

Tabla 14. Tambor de tamizado.

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
Tapa	Acero inoxidable A304	492x344 mm	trazado	1.2
			Corte	1
			Barolado R=125 mm	1.5
			Doblado	2
			Perforado	0.9
			pulido	1
Tamiz	Acero inoxidable A304	403x350 mm	trazado	1.3
			Corte	2
			Barolado R=125 mm	1.5
			Doblado	2
			Perforado	3
			pulido	1

El trazado de la tapa y el tamiz en la plancha de acero, se expresa en la figura 27, así como tambien los puntos de perforado, con doblez y rolado.

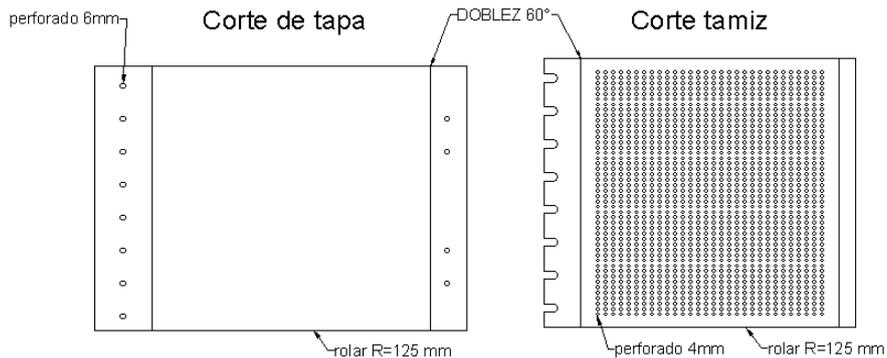


Figura 27. Corte de tapa y tamiz

3.1.1.3. Salida de Bagazo

Para la salida del restante de la fruta, los materiales y operaciones con su tiempo se expresan en la tabla 15 y los anexos 2.

Tabla 15. Salida de bagazo.

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
Salida de bagazo	Acero inoxidable A304	377x340 mm	trazado	1
			Corte	1.8
			Doblado	1.5
			Soldadura	1.2
			pulido	1

El corte de la salida del bagazo, doblado y soldadura, se ve en la figura 28.

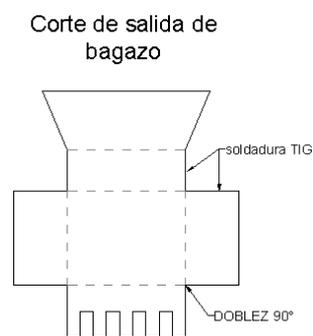


Figura 28. Salida de Bagazo

3.1.1.4. Salida de pulpa y soportes

Para la salida de la pulpa y los soportes del tamiz, se utiliza un cuerpo completo que es el corte más grande de toda la máquina mostrado en la figura 29, y los materiales y operaciones con su tiempo, se expresan en la tabla 16 y en los anexos 2.

Tabla 16. Salida de pulpa y soportes.

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
Salida de pulpa	Acero inoxidable A304	983x815 mm	trazado	1.2
			Corte	1
			Doblado	2
			Soldadura	2
			pulido	1
Soportes	Acero inoxidable A304	223x20 mm	trazado	1.3
			Corte	2
			pulido	1

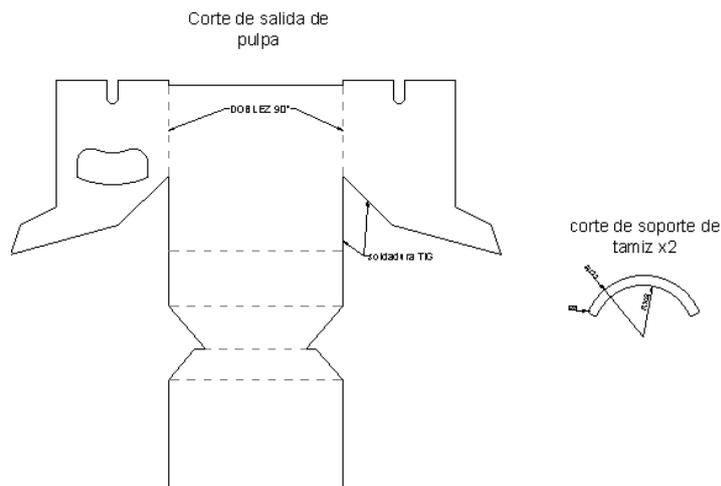


Figura 29. Salida de pulpa y soportes

3.1.2. Segundo bloque

3.1.2.1. Eje principal

Para la construcción del eje principal que sostenga a los rascadores, en la tabla 17 y anexos 2 se expresa su material y tiempo de ejecución.

Tabla 17. Eje principal.

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
eje principal	acero inoxidable A304	567x22Ø mm	cilindrado 22mm	2
			cilindrado 20mm	1
			cilindrado 18mm	0.6
			acabado	2
			taladrado	0.5
			rosca interna M6	1
			tronzado	0.5
			refrentado	0.5
			Fresado 45x4 mm	1
			perforado lateral 6Ø mm	0.6

La figura 30 muestra el plano general del eje principal.

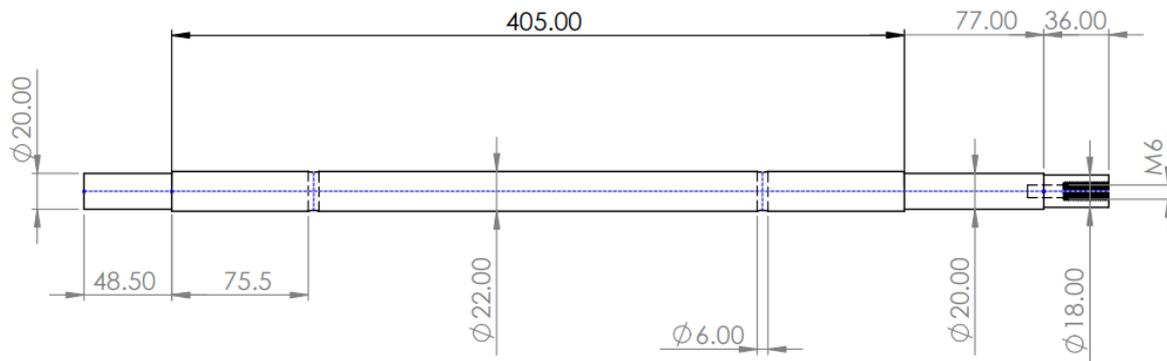


Figura 30. Eje principal

3.1.2.2. Guías de paletas

Para las guías que sostiene a los rascadores, se aplica para dos unidades, las cuales se introducen en el eje principal, los procesos a seguir se expresan en la tabla 18.

Tabla 18. Guías de paletas

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
Bocín x2	acero inoxidable A304	50x42ØEx22ØIn mm	cilindrado 42mm	1.5
			Acabado	0.5
			tronzado 50 mm	0.5
			refrentado	1
			taladrado pasante 22mm	0.5
			perforado lateral 6Ø mm	0.5
Paletas x4	acero inoxidable A304	85x25x4 mm	trazado	0.5
			corte	1
			perforado 6 mm	0.2
			soldadura a bocín	0.3

En la figura 31 se puede ver el bocín soldado con sus paletas con un ángulo de inclinación, este aplica para dos unidades, explicado anteriormente.

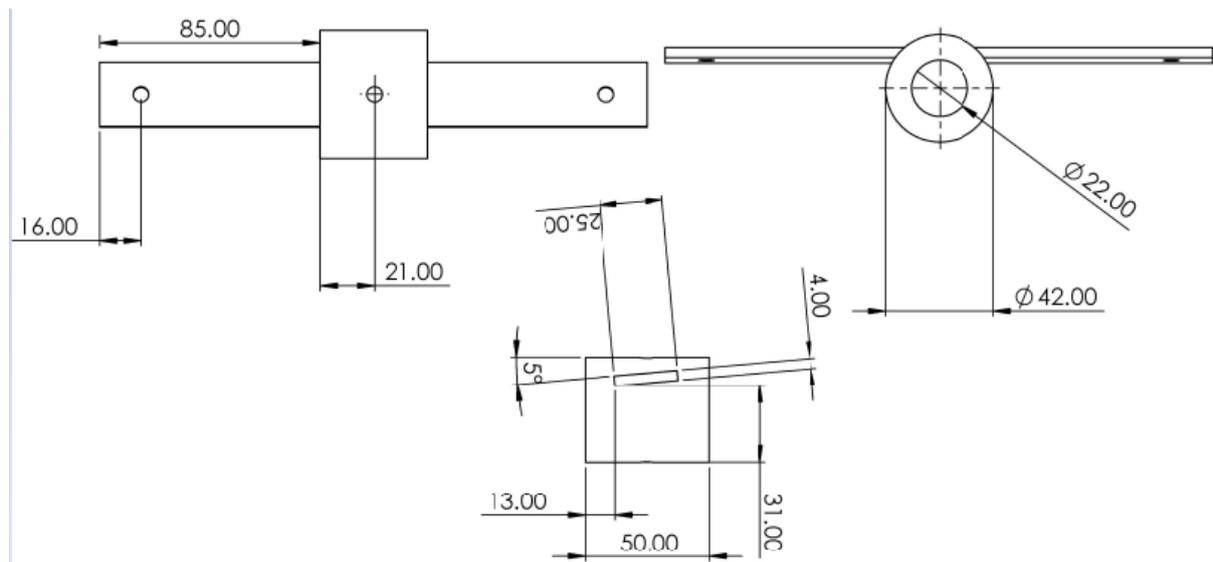


Figura 31. Guías de paletas

3.1.2.3. Rascadores

Estas son las piezas que empujan la fruta hacia el tamiz, se conforman de dos piezas similares, pero de diferente material, así como se presenta en la tabla 19.

Tabla 19. Rascadores.

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
Rascadores x2	acero inoxidable A304	340x45 mm	trazado	0.5
			corte	1
			perforado 6 mm	0.5
			pulido	0.6
asentamiento de rascadores x2	Polímero-grilón	340x45 mm	trazado	0.5
			corte	1
			perforado 6 mm ojo chino	0.5

Para los rascadores se necesitan cuatro piezas, pero de diferente material, expresado anteriormente, la figura 32 se indica el plano de estos.

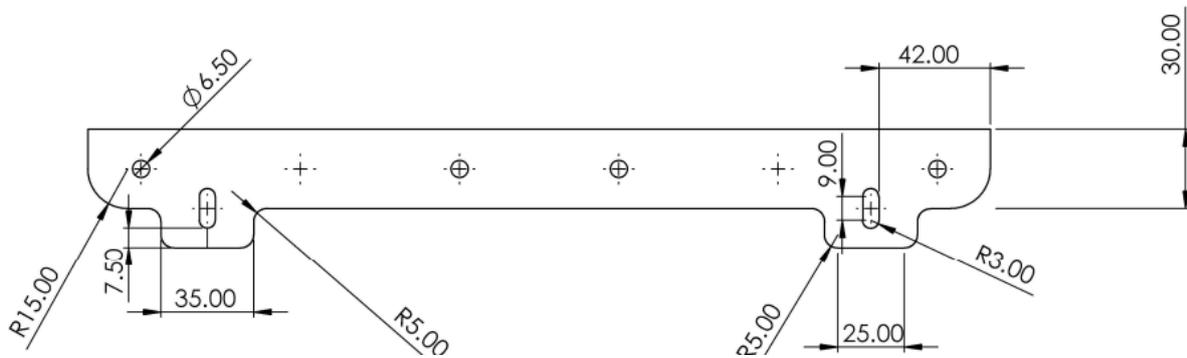


Figura 32. Rascadores

3.1.3. Tercer bloque

3.1.3.1. Mesa estructural

La mesa de soporte de toda l máquina despulpadora, al no tener contacto con el producto, se utiliza de diferente material para reducir costos, las operaciones se expresan en la tabla 20.

Tabla 20. Mesa estructural

Elemento	material	dimensiones	Operaciones	Tiempo (h)
Mesa estructural	tubo		Medición en tubo	1
	estructural	665x650x340	corte	1
	acero	mm	armado	0.4
	AISI-A36		soldadura GTAW	2

Para una mejor vista de la mesa, referirse a figura 25 y 33.

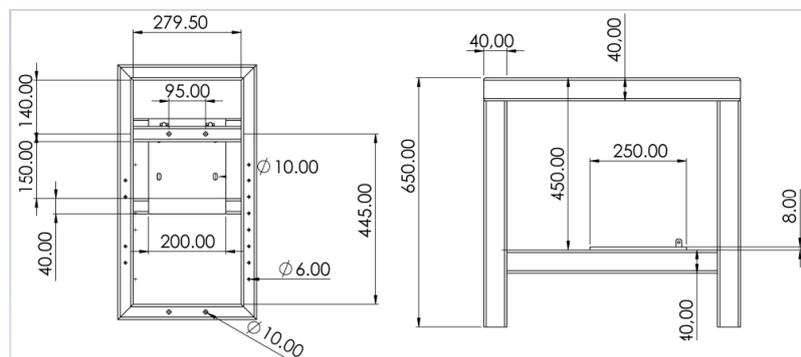


Figura 33. Mesa estructural

3.2. Operación y mantenimiento del equipo

3.2.1. Manual de operación

Este manual detalla singularidades, peligros, puesta en marcha, operaciones, ajustes, los cuales son necesarios para los empleados.

3.2.1.1. Características de la máquina

La tabla 21, representa las características importantes del equipo.

Tabla 21. Especificaciones generales.

Criterio	Especificaciones	Unidad
Potencia del motor	1.5	HP
Voltaje requerido	110	V
Capacidad de producción	20	kg/h
Peso total	126	kg
Longitud total de la máquina	665	mm
Altura total de la máquina	940	mm
Ancho total de la máquina	350	mm
Material de construcción predominante	Acero inoxidable	AISI 304

3.2.1.2. Montaje del equipo

Para el rendimiento apropiado del equipo, es primordial el montaje en la zona de trabajo, con esto se propone:

- El equipo se lo debe colocar en una superficie plana, para que no tenga desniveles en sus cuatro soportes, es necesario utilizar ruedas con frenos, como los que se indica en la figura 34.



Figura 34. Ruedas con freno

- Mantener un buen suministro de conexión eléctrica de 110v monofásica para el funcionamiento del motor eléctrico, dando el trabajo a la parte mecánica de la máquina.
- Verificar todas las juntas empernadas para que el equipo no llegue a vibrar.

3.2.1.3. Instrucciones de operación

Para su buena ejecución, se especifica en las siguientes tablas:

- Puesta en marcha: para que inicie el proceso del despulpado, la figura 35 explica el proceso a seguir.

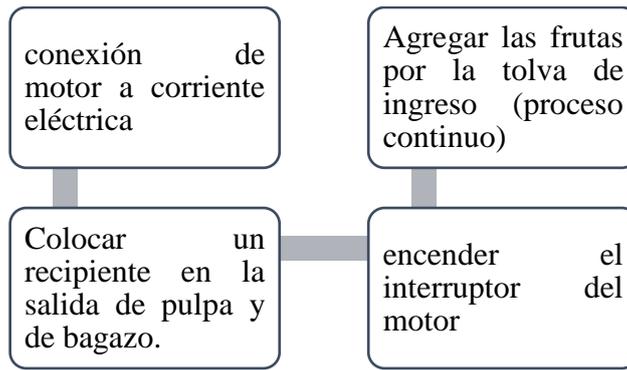


Figura 35. Puesta en marcha

La fruta que ingresa debe tener una adecuada selección para que el producto final tenga buena calidad, es decir, libre de residuos y limpia para que ensucie el proceso ni destruya los rascadores.

- Limpieza del equipo: después de obtener la pulpa, es indispensable hacer la limpieza de la máquina, se recomienda los pasos del siguiente procedimiento en figura 36.

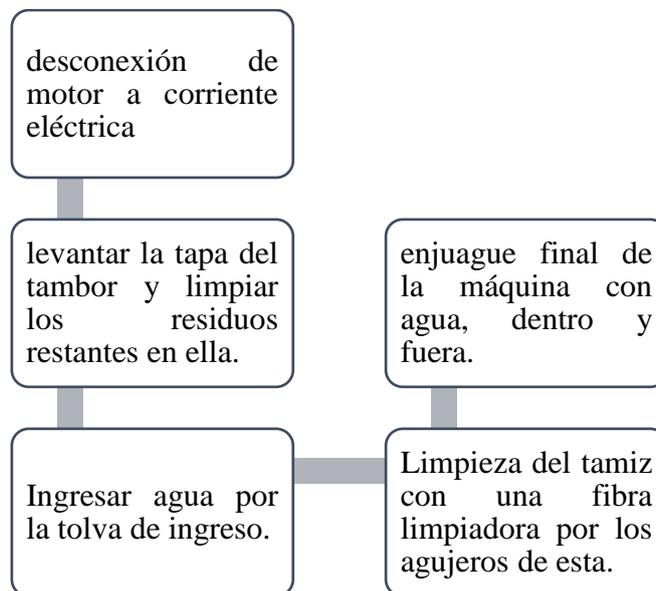


Figura 36. Limpieza de equipo

Durante la limpieza, procurar no mojar el sistema eléctrico, más recomendable, tapar estos con plásticos.

En la tabla 22, se muestra un cronograma de limpieza para la máquina de despulpado.

Tabla 22. Cronograma de limpieza de máquina.

CRONOGRAMA DE LIMPIEZA DE MÁQUINA				
Limpieza	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral
Tamiz	x			
cámara de despulpado	x			
tolvas	x			
completa del cuerpo			x	
motor				x
correas			x	

3.2.1.4. Seguridad industrial

El uso de la despulpadora exige ciertas inquietudes para evitar infortunios durante el proceso.

- La conexión de electricidad que tiene debería estar debidamente esporádicas y con su conexión a la tierra con el fin de prevenir descargas eléctricas.
- Al realizar el mantenimiento de la máquina, asegurarse que la fuente de alimentación eléctrica esté sin conexión.
- Evitar que los elementos mecánicos en movimiento queden desprotegidos.
- Los operadores deben utilizar el equipo de seguridad recomendado, orejeras, mascarilla, delantales y guanteletes de látex para impedir un factible contagio durante el proceso.
- Tener en cuenta que los usuarios no deben poner sus manos en el equipo en movimiento por ningún motivo para no tener ciertos accidentes.

3.2.1.5. Verificar fruta y máquina

- Comprobar que los productos la cual ingresa al procedimiento sea de buenas propiedades y se encuentre en un excelente estado.
- Corroborar que el equipo esté libre de partículas extrañas como el polvo para evitar conmociones o daño en la fruta.
- Adecuar todas las estructuras que se mantengan en buenas condiciones y su posición para empezar la operación.

3.2.2. Manual de mantenimiento

Con el tiempo, los materiales y estructuras que componen el equipo se desgastan y degradan por su uso constante. Sin un adecuado mantenimiento y reparación de daños, la máquina irá perdiendo eficiencia gradualmente hasta que el equipo se detenga por completo.

Esta guía proporciona normas y métodos fundamentales para que el equipo se encuentre en las mejores condiciones y funcionando correctamente.

3.2.2.1. Mantenimiento mecánico

Para los requerimientos mecánicos para el mantenimiento, se los expresa en la tabla 23.

Tabla 23. Cronograma de inspección mecánica.

CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN MECÁNICA					
Inspección	mensual	trimestral	semestral	anual	2 años
correas	x				
rodamientos	x				
paletas		x			
rascadores		x			
motor	x				
poleas		x			
pernos	x				
cambio de rodamiento					x
cambio de correas				x	

3.2.2.2. Lubricación de máquina

La lubricación se la debe realizar solamente a las chumaceras del eje principal, el cronograma se lo expresa en la siguiente tabla 24.

Tabla 24. Lubricación de máquina.

CRONOGRAMA DE LUBRICACIÓN DE MÁQUINA				
operación	Diario	semanal	mensual	trimestral
Lubricación de chumaceras			x	

Para un mejor manual de operación y mantenimiento revisar el anexo 1.

3.3. Medidas y riesgos preventivos

Para estos riesgos es necesario la importancia de identificar los peligros para garantizar la seguridad del operador de la máquina despulpadora.

Si se descubre un riesgo existente y no se puede resolver, se harán sugerencias a continuación para así disminuir el riesgo.

3.3.1. Riesgo de atrapamiento y corte

Es posible que la máquina cause atascos, por ese motivo tiene una puerta lateral en la cámara de despulpado y el motor se encuentra en la parte baja de la mesa, por lo tanto, se recomienda:

- Cierre la puerta lateral del compartimento de pulpa durante el proceso.
- No arranque la máquina si el sistema de poleas no se encuentre en su lugar.
- No encienda la máquina si hay un problema con la tolva de ingreso conectada al compartimento de corte.
- No dar arranque al proceso si la puerta lateral se encuentra abierta, ajustar los tornillos de cierre.

3.3.2. Riesgos eléctricos

Este es el potencial de lesiones graves al operador debido al contacto directo e indirecto con las instalaciones eléctricas.

Para las despulpadoras, el riesgo detectado es al operar el motor y su botón de encendido, por lo que se recomienda: Considerando el riesgo, la operación interna de la conexión debe ser realizada por un operador técnico.

3.3.3. riesgo ergonómico

Se refiere principalmente a la fuerza excesiva, es decir el producto de una pose forzada. Para las despulpadoras de frutas, este riesgo se muestra cuando la fruta se eleva a la tolva para la obtención de la pulpa.

- Utilice constantes y lentos movimientos para prevenir accidentes

- Manténgase frente al cuerpo mientras coloca la fruta en la tolva
- La carga debe mantenerse y estar cerca del cuerpo
- Coloque los materiales o las materias primas lo más juntos posible para minimizar el desplazamiento.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE LOS COSTOS

El objetivo del análisis de los costos es determinar la cantidad total de elementos económicos necesarios para la fabricación de la máquina, los costos directos e indirectos se tienen en cuenta al realizar este tipo de análisis, con la suma de estos, se obtiene el costo total del equipo.

El costo total directo se determina tomando en cuenta:

- Materia prima
- Materiales normalizados

Y para costos indirectos son:

- Consumibles
- Máquinas y herramientas
- Mano de obra

4.1. Costos directos

Son aquellos gastos que se obtienen durante la producción de lo que se quiere conseguir.

4.1.1. Costos de materia prima

Son los componentes que necesariamente se utilizaron en la fabricación de la máquina, con alteraciones en sus medidas iniciales, la tabla 25 muestra los gastos de cada uno.

Tabla 25. Materia prima

Material	Cant	Valor Unit (Usd)	Valor Tot (Usd)
Plancha de acero inox AISI 304 1220x2440x1.5 mm	1	203.25	203.25
Eje macizo acero inox AISI 304 Ø 1" L=567 mm	1	34.55	34.55
Eje macizo acero inox AISI 304 Ø 2" L=50 mm (bocines)	2	12.45	24.90
Perfil cuadrado ASTM A36 25x25x6000x2 mm	1	25.45	25.45
polímero-grilón 350x50x10 mm	2	10	20.00
SUBTOTAL			USD 308.15

4.1.2. Costos de materiales normalizados

Materiales de libre comercialización que se encuentran fácilmente bajo demanda y que no necesitan ser modificados para su uso final, en la tabla 26 obtenemos los gastos en cada material.

Tabla 26. Costos de materiales normalizados

Material	cantidad	Valor unit (Usd)	Valor Tot (Usd)
motor monofásico 1.5 hp 1750 rpm (weg)	1	225.00	225.00
Chumacera de piso SKF 204	2	35.00	70.00
Pernos acero inox AISI 316 M6x25	20	1.08	21.60
Pernos acero inox AISI 316 M10x25	5	1.40	7.00
Banda clase A (13*8) /OM	1	8.93	8.93
poleas Ø 75 mm	1	17.00	17.00
poleas Ø 180 mm	1	24.87	24.87
patas niveladoras	4	1.81	7.24
subtotal			USD 381.64

4.1.3. Costo total directo

para el coste total se suma todos los subtotales anteriores, detallado en la siguiente tabla 27.

Tabla 27. Costes totales directos

COSTOS DIRECTOS	TOTAL
Materia prima	308.15
Materiales normalizados	381.64
TOTAL	USD 689.79

4.2. Costos indirectos

Estos costos surgen durante la fabricación y ayudan con el resultado final del producto.

4.2.1. Costos de consumibles

Los elementos que se utilizan para la fabricación de la máquina, la tabla 28 se especifican sus gastos.

Tabla 28. Materiales consumibles

Material	Cant	Valor unit (Usd)	valor tot (Usd)
Electrodos	1 kg	-	40.00
Discos para pulir tipo Flap	3	7.50	22.50
lija N° 3	5	0.25	1.25
SUBTOTAL			63.75

4.2.2. Costos de maquinaria y utensilios

la tabla 29 expresa los gastos de cada herramienta y máquina utilizada para la construcción de la máquina.

Tabla 29. Máquinas y utensilios

Material	Costo/hora	Horas de equipo	Subtotal
Cortar a plasma	4.50	4.00	18.00
Soldadura de alta frecuencia TIG	4.24	25.00	106.25
prensa	1.33	4.00	5.40
fresadora	2.25	5.00	11.25
Baroladora	1.75	4.00	7.00
Plegadora hidráulica	1.80	4.50	8.10
Prensa de banco	0.85	3.00	2.55
Cierra de cinta	1.15	1.25	1.44
Taladro de pedestal	1.75	6.00	10.50
Flexómetro	0.50	2.00	1.00
Pie de rey	0.40	2.00	0.80
Escuadra	0.40	2.00	0.80
Taladro manual	1.31	3.50	4.59
Pulidora	1.20	2.20	2.64
amoladora	1.20	2.40	2.88
Esmeril	1.06	2.30	2.44
Machuelos	0.70	1.00	0.70
Herramientas menores	1.00	6.00	6.00
SUBTOTAL			192.33

4.2.3. Costos de empleados

Una vez vistos los gastos de las máquinas, en la tabla 30 se indica los gastos que se obtienen en la mano de obra de cada máquina.

Tabla 30. Mano de obra

Material	Salario real/hora	Horas-hombre	Subtotal
Operador de torno	3.50	4.00	14.00
Soldador calificado	3.50	25.00	87.50
Ayudante en general	3.50	50.00	175.00
operador de plasma	3.50	5.00	17.50
Técnico electricista	3.50	4.50	15.75
SUBTOTAL			309.75

4.2.4. Costo total indirectos

Para este costo total se suma los subtotales anteriores, se detalla en la tabla 31.

Tabla 31. Costos totales indirectos

COSTOS INDIRECTOS	TOTAL
Consumibles	63.75
Maquinaria y herramientas	192.33
Mano de obra	309.75
TOTAL	USD 565.83

4.3. Costo total

Para el costo final del equipo, se suman los gastos indirectos y directos, antes calculados, como se enseña en la tabla 32, además se añade los gastos imprevistos que se toman en cuenta a eventualidades dentro del proyecto, lo tomamos como un 5% del precio global de la construcción.

Tabla 32. Costos totales

COSTOS TOTALES	TOTAL
Costos Directos	689.79
Costos indirectos	565.83
SUB TOTAL	1255.62
Imprevistos 5%	62.78
TOTAL	USD 1318.4

Este tipo de máquinas se comercializan a nivel nacional e internacional, varias marcas de gran producción existen actualmente en el mercado, teniendo precios elevado que fluctúan entre los 2500 a los 5500 dólares americanos, por tal razón la máquina despulpadora de frutas artesanal en cuestión por su precio y fácil fabricación, es la mejor opción para el pequeño y mediano emprendedor.

4.4. Beneficio y rentabilidad del equipo

4.4.1. Depreciación

Método utilizado para contabilizar en términos financieros y contables, el desgaste y la pérdida de valor que experimenta un bien activo como resultado de su uso a largo tiempo.

Las causas de la depreciación incluyen:

- Extenuación
- Erosión
- Vejez

4.4.1.1. Valor de salvamento

Cantidad estimada que tiene un activo al final de su vida práctica, usada para calcular el gasto de depreciación anual del mismo.

Aproximadamente la existencia rentable para equipos de este estilo es de diez años, de acuerdo con el diseño del equipo de despulpado, utilizaremos una vida útil de 8 años, la ecuación 1 es donde se denota el valor de salvamento.

$$V_{\text{salvamento}} = V_{\text{inicial}} - \frac{V_{\text{inicial}} * n_u}{N} \quad (1)$$

$V_{\text{salvamento}}$ = Valor de salvamento en USD

V_{inicial} = valor de costo inicial en USD

n_u = tiempo de vida de 8 años

N = tiempo de depreciación de 10 años

Reemplazo en la ecuación 1 se tiene:

$$V_{\text{salvamento}} = 1318,40 - \frac{1318,40 * 8}{10}$$
$$V_{\text{salvamento}} = 263,68 \text{ USD}$$

4.4.2. Métodos de depreciación de línea recta

Uno de los métodos más utilizados, prácticamente por su facilidad de ejecución y desarrollo, la ecuación 2 expresa el cálculo de este.

$$D_{\text{anual}} = \frac{V_{\text{inicial}} - V_{\text{salvamento}}}{N} \quad (2)$$

D_{anual} = Depreciación al año en USD

$V_{inicial}$ = valor de costo inicial en USD

$V_{salvamento}$ = Valor de salvamento en USD

N = tiempo de depreciación de 10 años

Reemplazo en la ecuación 2 se obtiene:

$$D_{anual} = \frac{1318.40 - 263,68}{10}$$
$$D_{anual} = 105.47 \text{ USD}$$

La máquina llega a depreciarse en 10 años y sus datos se expresan en la tabla 33:

Tabla 33. Depreciación anual

Año	depreciación anual USD	depreciación acumulada USD	Valor anual USD
0	0.00	0.00	1318.40
1	105.47	105.47	1212.93
2	105.47	210.94	1107.46
3	105.47	316.41	1001.99
4	105.47	421.88	896.52
5	105.47	527.35	791.05
6	105.47	632.82	685.58
7	105.47	738.29	580.11
8	105.47	843.76	474.64
9	105.47	949.23	369.17
10	105.47	1054.70	263.70

4.4.3. Cálculo de ingresos

Se trata de la producción mínima que obtiene la máquina mensualmente, en la ecuación 3 se expresa lo siguiente:

$$P_m = P_t * P_h * P_t \quad (3)$$

$P_m =$ Producción mensual

$P_h = 20 \text{ kg} / h$ Producción

$P_m = 21 \text{ días}$ Días trabajados del mes

Reemplazando la ecuación 3 obtenemos la producción mensual:

$$P_m = 8 \frac{h}{\text{dia}} * 20 \frac{\text{kg}}{h} * 21 \text{ días}$$
$$P_m = 3360 \text{ kg}$$

Para obtener el valor neto mensual de pulpa se debe restar un 9% por las pérdidas de semillas y cáscaras, entonces obtenemos un valor de 3057.6 kg mensuales de producción.

Por lo tanto, la producción neta anual es de:

$$P_n = 36691.2 \text{ kg}$$

Las pulpas en los mercados se encuentran en buenas condiciones y muy bien procesadas, gracias a esto el siguiente es el valor en promedio:

$$C_{\text{pulpa}} = 2.5 \$ / \text{kg}$$

Para nuestro caso se debe considerar una disminución de costos, ya que la pulpa solo se va a refrigerar, y obtenemos un costo de pulpa real:

$$C_{\text{pulpa}} = 1.35 \$ / \text{kg}$$

Gracias a esto obtenemos el valor de ingreso anual de pulpa:

$$I_{pulpa} = 1.35 \frac{USD}{kg} * 36691.2 kg$$

$$I_{pulpa} = 49533.12 Usd$$

4.4.4. Cálculo de egresos

Gastos que se realizan en el tiempo definido del análisis para la máquina.

4.4.4.1. Costos de mantenimiento y operación

En la tabla 34 se indica las actividades y materiales con sus gastos.

Tabla 34. Gastos mensuales

Detalle	Cantidad	Costo unitario USD	Total USD
Materiales de limpieza	1.00	8.60	8.60
agua para limpieza	25 m ³	0.03	0.75
operador	1.00	450.00	450.00
Transporte de la fruta	1.00	60.00	60.00
grasa	1.00	5.00	5.00
Total de gastos mensuales			524.35

Una vez tenemos los gastos mensuales, podemos obtener los gastos anuales que son de 6292.2 Usd.

4.4.4.2. Costos de materia prima

Costos de las frutas para el despulpado, el precio de estas puede variar, pero en la tabla 35 se expresa los valores en promedio de las frutas en alto requerimiento.

Tabla 35. Costos promedios de frutas

Frutas	Costo/kg Usd
Guayaba	1.16
Maracuya	1.15
Tomate de árbol	1.2
Mora	0.8
Naranjilla	0.95

Según la tabla anterior, escogemos la fruta guayaba que es la de mayor demanda.

Gracias a que tenemos la producción de pulpa mensual, podemos obtener el costo de fruta mensual:

$$C_{fruta} = P_m * 1.16$$

$$C_{fruta} = 3057.6 \text{ kg} * 1.16$$

$$C_{fruta} = 3546.82 \text{ Usd}$$

El costo de fruta anual es de: $C_{pulpa} = 42561.79 \$$

4.4.4.3. Costos de electricidad

La despulpadora de frutas funciona gracias a que tiene un motor monofásico de 1.5 HP, la cual es una potencia de 1.12 kW.

El consumo cotidiano se evalúa con la ecuación 4:

$$C_{diario} = C_{mecanismo} * P_t \quad (4)$$

$$C_{diario} = \text{Consumo diario (kW-h)}$$

$$C_{mecanismo} = 1,5 \text{ kW Consumo del mecanismo}$$

$$P_t = 8h / \text{día} \text{ Periodo de trabajo}$$

Reemplazando la ecuación 4 obtenemos:

$$C_{diario} = 1.12 \text{ kW} * 8h$$

$$C_{diario} = 8.96 \text{ kW} - h$$

En Ecuador el consumo de kilovatio-hora es 0.092 Usd para el gasto eléctrico cotidiano se resume en la ecuación 5:

$$C_{dia} = C_{diario} * C_{costo kW-h} \quad (5)$$

$$C_{dia} = \text{Costo diario Usd}$$

$$C_{diario} = \text{consumo diario en kW-h}$$

$$C_{costo kW-h} = \text{Valor en dólares del kW-h}$$

Reemplazar en la ecuación 5:

$$C_{dia} = 8.96 kW * 0.092 kW - h$$

$$C_{dia} = 0.83 \$$$

El uso mensual de la máquina es de 21 días laborables, por lo que el costo mensual y anual es de:

$$C_{mensual} = 0.83 \$ * 21 \text{ días}$$

$$C_{mensual} = 17.31 \$$$

$$C_{anual} = 17.31 \$ * 12$$

$$C_{anual} = 207.72 \$$$

La tabla 36 muestra los egresos anuales de la fabricación de la despulpadora.

Tabla 36. Egresos totales

Costos de mantenimiento	6292.20
costos de materia prima	42561.79
costos de electricidad	207.72
egreso total anual	49061.71

4.4.5. Tasa interna de retorno (TIR)

Es la cual se determinar si es rentable o no la inversión inicial y su rendimiento total, en pocas palabras, la ganancia o la pérdida de esta.

Para nuestro diagrama necesitamos los siguientes datos que encontramos en la tabla 37:

Tiempo de evaluación del proyecto $n=5$

Tabla 37. Datos de evaluación

Datos	valor Usd
Ia=Ingreso anual	49533.12
Sa= Salvamento (n=5)	791.05
P= inversión inicial	1318.40
Da= Depreciación anual	105.47
Ea= Egreso anual	49061.71

Necesitamos el valor actual neto (VAN) en la ecuación 6, necesario para el cálculo del TIR.

$$VAN = VAI - VAE \quad (6)$$

VAI= Valor anual de ingresos

VAE= Valor anual de egresos

$$VAN = Ia \frac{P}{A}, i\%, n + Sa \frac{P}{F}, i\%, n - P - Da \frac{P}{A}, i\%, n - Ea \frac{P}{A}, i\%, n$$

$$VAN = Ia - Da - Ea \frac{P}{A}, i\%, n + Sa \frac{P}{F}, i\%, n - P$$

$$VAN = 49533.12 - 105.47 - 49061.71 \frac{P}{A}, i\%, 5 + 791.05 \frac{P}{F}, i\%, 5 - 1318.40$$

$$\frac{P}{F}, i\%, n = \frac{1}{1+i^n} \quad (7)$$

$$\frac{P}{A}, i\%, n = \frac{1+i^n - 1}{i(1+i^n)} \quad (8)$$

Con las ecuaciones (7) & (8) podemos obtener los factores de cantidad única y de serie similar respectivamente para así conseguir el VAN, en la tabla 38 se muestran estos datos en función del interés.

Tabla 38. Datos VAN

interés %	VAN Usd
5	6348.15
10	5450.23
20	4319.3
30	3228.86
40	2532.12
50	1845.5
60	1200.45
70	679.1
80	245.67
90	-13.23
95	-230.93

En la figura 37 se grafican los valores de la tabla anterior, obteniendo la curva, la cual el cruce que tiene el eje X, se interpreta como la cualidad del TIR.

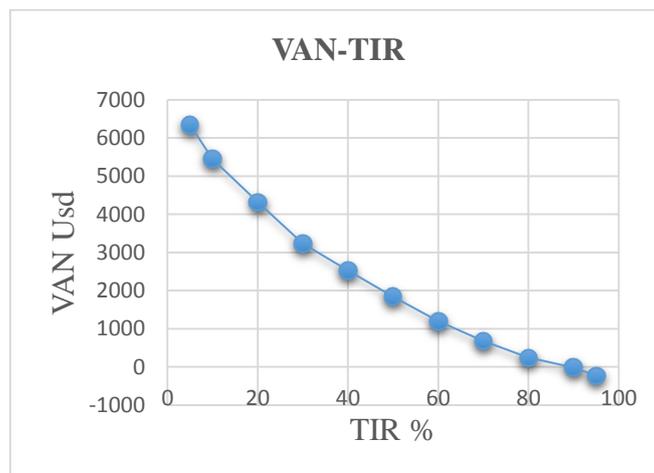


Figura 37. VAN-TIR

El valor exacto del TIR, debemos utilizar la ecuación 9:

$$TIR = i\% + \frac{VAN(+)}{VAN + VAN(-)} * \Delta\% \quad (9)$$

$$TIR = 83\% + \frac{245.67}{245.67 + 13.23} * 10\%$$

$$TIR = 92.48\%$$

Se considera estos aspectos, para un buen criterio de aprobación o desaprobarción del proyecto:

- $TIR < \%i$ El proyecto no es recomendable
- $TIR = \%i$ El proyecto es indistinto.
- $TIR > \%i$ El proyecto es recomendable

La Corporación Financiera Nacional (CFN) entrega una tasa de interés para 5 años de $i=9.45\%$; el valor que se obtiene de TIR en el proyecto es del 92.48% el cual es mayor al anterior mencionado, por lo tanto, el proyecto es aceptable.

Conclusiones

Con el diseño y construcción de la máquina despulpadora de tipo horizontal con capacidad de 20 l/h, con dimensiones finales de 665x350x940 mm, permite satisfacer el requerimiento actual de pulpa y mermelada de frutas a la Comunidad san Francisco Javier.

La máquina de despulpado horizontal artesanal, con una eficiencia de 20 l/h, trabaja a una velocidad de 500 RPM, con un motor de 1.5 hp de 110v., los elementos que estarán en contacto con la fruta están construido con acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio.

La máquina despulpadora está construida de acero inoxidable AISI 304; el tambor, el tamiz, el eje central, rascadores, tolva, mientras que la parte estructural está construida de acero A36, el diámetro de los agujeros del tamiz es de 4 mm y de diámetro del tambor es de 250mm x 350mm de longitud, está diseñado para obtener el mosto de fruta solicitado por los usuarios, materia prima que se utilizan para fabricar mermeladas.

De acuerdo con las pruebas de funcionamiento se estableció que la condición para que la fruta ingrese a la máquina debe estar cortada/picada para que no exista riesgo de atascamiento en la tolva de ingreso y/o rascadores.

La máquina para despulpar frutas tiene un costo total de 1312 dólares, y se recupera su inversión en 7 meses. Se concluye que tiene una buena tasa de retorno que es del 92,48% por lo tanto el proyecto es viable, además, la despulpadora obedece con las reglas de saneamiento establecidas para la manipulación de alimentos, como son las frutas.

Recomendaciones

Luego de cada proceso, se debe ingresar agua caliente a la tolva y al tambor central, con esto ayuda a que la pulpa que se encuentra aún en las paredes del cuerpo permita su limpieza y aproveche un poco el residuo, este proceso se lo debe realizar también cada que se quiera cambiar de fruta.

Verificar que cada que se ingrese frutas, no ingrese partes de metal, rocas, basura u otros materiales hacia dentro, ya que puede destruir la integridad de la máquina.

En la instalación de la máquina en su sitio de trabajo, utilizar un nivel de burbuja y ayudarse con los niveladores integrados.

Si se desea cambiar el tamiz para otro tipo de frutas, realizar el análisis de los agujeros en el tamiz.

Realizar una inspección visual cada que se desea iniciar el proceso de despulpado, ya sea pernos, poleas, banda, motor, tolva, etc.

Verificar que tengamos una buena fuente de alimentación de 110 V.

Se debe utilizar un recipiente de acero inox AISI 304 o AISI 316 que ayude a la recolección de la pulpa, ya que esto ayuda a reducir la oxidación de la fruta.

Apagar de inmediato la máquina y desconectarla de la fuente si se presenta ruidos dentro de esta, y verificar la posible avería.

4.5. Lista de referencias

- [1] S. Merlo López, «DESARROLLO DE UN PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PLANTA PROCESADORA DE PULPA DE FRUTAS,» septiembre 2009. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1669/1/CD-2633.pdf>.
- [2] A. Saquina Bautista, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS CON UNA CAPACIDAD DE 500 kg/h PARA LA EMPRESA PRODUCTOS SUIZA DAJED CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO,» julio 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30010>.
- [3] L. Tirira Suárez y D. Castro Macas, «“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPADORA DE FRUTAS,» marzo 2014. [En línea]. Available: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/3715/1/15T00586.pdf>.
- [4] E. Conesa Roca, «Línea de manipulación: lavado y tratamiento,» febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.bibliotecahorticultura.com/wp-content/uploads/2018/01/CONESA-ROCA-Ernesto.-Febrero-2018.-Línea-de-manipulación-lavado-tratamiento-selección-calibrado-y-ensado-1.Presentación-.pdf>.
- [5] I. Ocaña Albán, «“ESTUDIO DEL VINO DE MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus Benth),» febrero 2012. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3071/1/AL496.pdf>.
- [6] DreamsTime, «Crushinp grapes,» enero 2015. [En línea]. Available: <https://www.dreamstime.com/photos-images/crushing-grapes-foot.html>.
- [7] L. Tomalá Galán y C. Vallejo Cervantes, «Diseño de una máquina despulpadora de frutas exóticas con capacidad de 200 kg/h,» septiembre 2020. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/50370>.
- [8] E. Defaz Pallasco y F. Tuza Cuzco, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA DESPULPADORA DE FRUTAS HORIZONTAL CON UNA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE 250 Kg/h,» enero 2011. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4824>.
- [9] I. Alvarez Santana, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL DESPULPADO DE FRUTAS,» marzo 2017. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/59806346-Universidad-internacional-del-ecuador.html>.
- [10] SKF, «Rodamientos SKF,» enero 2019. [En línea]. Available: https://www.skf.com/binaries/pub201/Images/0901d19680416953-Rolling-bearings---17000_1-ES_tcm_201-121486.pdf.

- [11] D. Arroba Benites y W. Loyola Merchan, «DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PULIDORA DE TUBOS CUADRADOS DE HASTA 2-1/2”,» febrero 2014. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6311/1/UPS-KT00784.pdf>.
- [12] VLD Engineering, «Diferentes tipos de soldaduras,» octubre 2021. [En línea]. Available: <https://www.vld-eng.com/blog/soldadura-mig-mag-tig/>.
- [13] ZUMEX FOOD ENGINEERING, «DESPULPADORAS,» abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.zumexfoodengineering.com/es/producto/despulpadora>.

Anexos

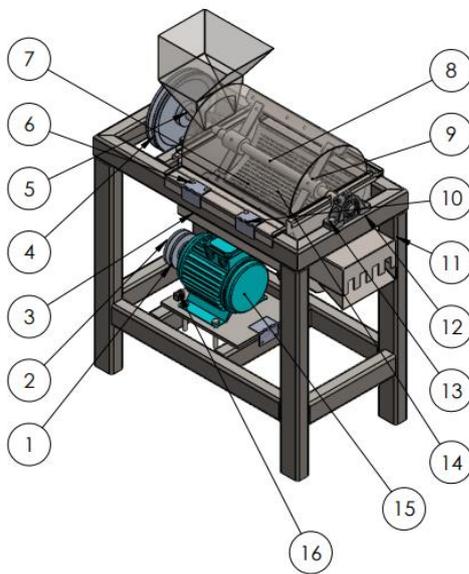
Anexo 1: Manual de operación y mantenimiento

	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FECHA: 27/01/2023
	DESPULPADORA	PAGINA 1 DE 5

Estimado usuario para una adecuada y eficiente uso del equipo lea detalladamente la información a continuación:

- Lea cuidadosamente la información en este manual.
- Este manual es parte importante del producto, conservar en perfecto estado.
- Describe las preocupaciones, especificaciones, puesta en marcha, operación, mantenimiento.
- Necesario para operadores y mecánicos.

1. Visión general del equipo



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Polea 1	Material: Aluminio MCL	1
2	Banda	Material: caucho	1
3	Cubierta inferior	Material: Acero AISI 316	1
4	Polea 2	Material: Aluminio MCL	1
5	Chaveta	Material: Acero Inoxidable	1
6	Perno M6 x 60mm	Tornillo M6 paso normal	12
7	Tamiz	Material: Acero AISI 316	1
8	Eje principal	Material: Acero AISI 316	1
9	Guía de paletas	Material: Acero AISI 316	2
10	Bisagras	Material: HPL	2
11	Mesa	Material: Acero estructural 40x40x2mm	1
12	Tuerca M6	Tuerca M6 paso normal	12
13	Perno M10 x 100mm	Tornillo M10 paso normal	10
14	Cubierta superior	Material: Acero AISI 316	1
15	Motor	Motor weg monofasico de 1.5 HP, 4polos, motor abierto	1
16	perno muerto		2

2. Características generales

Criterio	Especificaciones	Unidad
Potencia del motor	1.5	HP
Voltaje requerido	110	V
Capacidad de producción	20	kg/h
Peso total	126	kg
Longitud total de la máquina	660	mm
Altura total de la máquina	940	mm
Ancho total de la máquina	340	mm
Material de construcción predominante	Acero inoxidable	AISI 304

3. Requisitos e instalación

Para utilizar la máquina se requiere:

- Corriente eléctrica de 110 V monofásica.
- Piso de concreto sólido sin inclinación.
- Fijar las patas de la máquina con los frenos de las ruedas para una mejor estabilización.

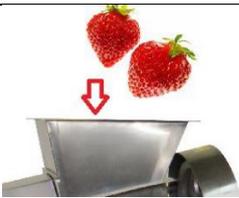


- Conectar el equipo a la corriente eléctrica.

- Encendido de la máquina con el botón de encendido



4. Instrucciones de operación o puesta en marcha.

<p>Inspección visual de la máquina como: banda, poleas, motor, tamiz, rascadores, pernos, chumaceras, etc.</p>	
<p>Conectar el motor a la corriente eléctrica 110 V.</p>	
<p>Colocar un recipiente de acero inoxidable para la salida de pulpa y otro de cualquier material para la salida del bagazo.</p>	
<p>Presionar el botón de encendido y esperar a que llegue a su velocidad máxima de giro.</p>	
<p>Agregar las frutas por la tolva de ingreso</p>	
<p>después de todo el proceso de despulpado, presionar el botón de apagado.</p>	

<p>desconectar el motor de la corriente eléctrica.</p>	
<p>levantar el tamiz para verificar si no queda residuos.</p>	

5. Limpieza de equipo: después del proceso de obtención de la pulpa, es necesario la limpieza de la máquina, con los pasos a continuación:

<p>Tapar el motor con una cubierta de plástico.</p>	
<p>Levantar la tapa desmontable y recoger la pulpa sobrante dentro del tamiz y tapa.</p>	
<p>Ingresar agua por la tolva y por fuera de máquina.</p>	
<p>Limpiar con agua a chorro dentro del tamiz y con una fibra para residuos duros.</p>	
<p>Enjuague final del equipo.</p>	

6. Instrucciones para mantenimiento

Con el tiempo, los elementos y sistemas que componen la máquina se desgastan y degradan por el uso continuo. Sin un adecuado mantenimiento y reparación de daños, la máquina irá perdiendo eficiencia gradualmente hasta que el equipo se detenga por completo.

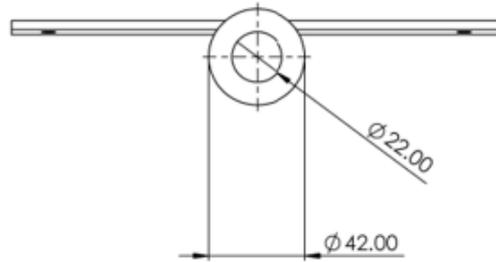
La siguiente tabla se explica los materiales que deben someterse a controles y revisiones periódicas de la máquina.

Periodo de trabajo	elementos principales						Trabajo que realizar
	cuchillas	rascadores	poleas	banda	chumacera	motor	
Diario	X	X					Limpiar
Mensual				X			Tensionar
					X		Aplicar grasa multiuso litio #2 azul
	X	X					revisar el ajuste de pernos
		X					regular rascadores gastados
	X						Afilar las cuchillas
Trimestral					X		Revisar los rodamientos
		X					Cambiar placas de grilón
Anual					X		Cambiar los rodamientos
						X	Calentamiento excesivo
			X				Cambio de poleas

Anexo 2: hojas de procesos

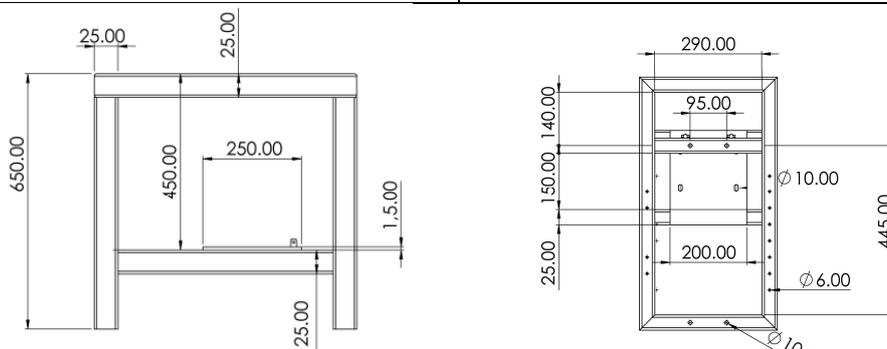
UPS	HOJA DE PROCESO: EJE	ELABORADO POR: González & Becerra			
ESCALA	MATERIAL	FECHA: 27/01/2023			
1:10	AISI 304				
PROCESO	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIAS (MM)	HERRAMIENTAS	VELOCIDAD	TIEMPO (MIN)
1	refrentar caras	± 0,5	HSS	75	20
2	cilindras a 22 mm	± 0,01	HSS	90	30
3	cilindrar hasta 20 mm una distancia de 48.5 mm desde un extremo	± 0,01	HSS	-	20
4	Girar pieza	± 0,01	HSS	-	2
5	cilindrar hasta 20 mm una distancia de 113 mm.	± 0,01	HSS	90	30
6	cilindrar a 18 mm el extremo mayor de 36 mm	± 0,01	HSS	90	30
7	en la cara del extremo mayor hacer una perforación de 5.5 mm para machuelar con M6	± 0,01	BROCA 5.5 MM	90	20
8	fresar el canal a una profundidad de 3.5 mm	± 0,01	FRESA 5.5 MM	75	10
9	perforar el eje donde entran los pasadores	± 0,01	BROCA 6 MM	90	15

UPS	HOJA DE PROCESO: BOCÍN	ELABORADO POR: González & Becerra
ESCALA	MATERIAL	FECHA:27/01/2023
1:10	AISI 304	



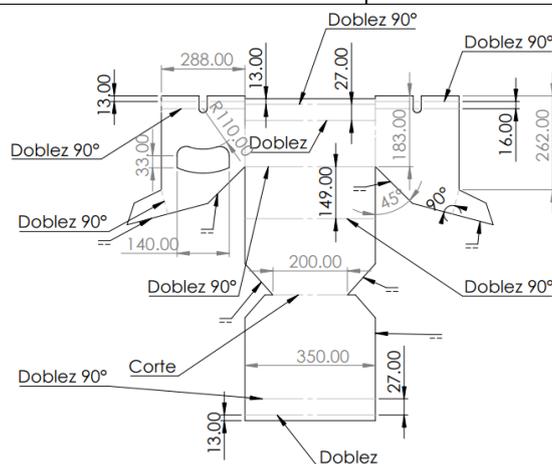
PROCESO	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIAS (MM)	HERRAMIENTAS	VELOCIDAD	TIEMPO (MIN)
1	refrentar caras	$\pm 0,5$	TORNO/HSS	75	20
2	cilindras de 50 a 42 mm	$\pm 0,01$	TORNO/HSS	90	30
3	cilindrar interna hasta 22 mm.	$\pm 0,01$	TORNO/HSS	90	40
4	ranurar a 50 mm	$\pm 0,01$	TORNO/HSS	90	15
5	refrentar caras	$\pm 0,01$	TORNO/HSS	75	10
6	ranurar a 50 mm	$\pm 0,01$	TORNO/HSS	90	15
7	cilindrado interno hasta 22 mm.	$\pm 0,01$	TORNO/HSS	90	40
8	Introducción de platina de 25 x 85 mm	-	-	-	5

UPS	HOJA DE PROCESO: MESA	ELABORADO POR: González & Becerra
ESCALA	MATERIAL	FECHA:27/01/2023
1:10	A36	



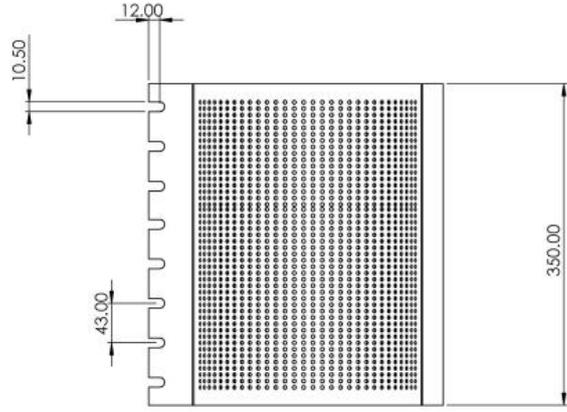
PROCESO	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIAS (MM)	HERRAMIENTAS	TIEMPO (MIN)
1	Corte de tubos según sus medidas	± 0,5	SIERRA	10
2	taladrado	± 0,01	TALADRO	20
3	soldadura	± 3	SUELDA	40
4	pintado	---	SOPLETE	60

UPS	HOJA DE PROCESO: CUBIERTA INFERIOR Y LATERALES	ELABORADO POR: González & Becerra
ESCALA	MATERIAL	FECHA:27/01/2023
1:10	AISI A304	



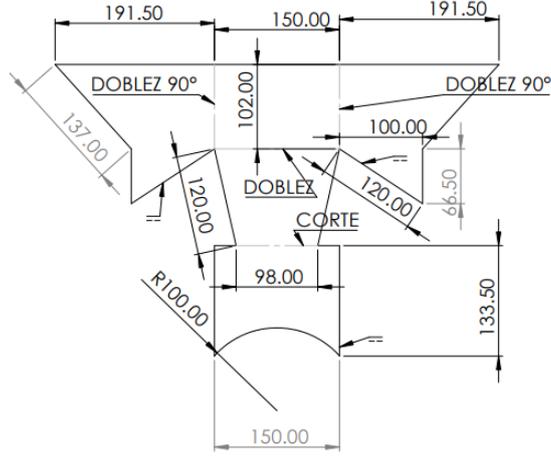
PROCESO	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIAS (MM)	HERRAMIENTAS	TIEMPO (MIN)
1	Corte de planchas	± 0,01	PLASMA CNC	30
2	Doblado de planchas	± 0,25	DOBLADORA	20
3	soldadura de planchas	± 1	SUELDA	60

UPS	HOJA DE PROCESO: TAMIZ	ELABORADO POR: González & Becerra
ESCALA	MATERIAL	FECHA:27/01/2023
1:10	AISI A304	



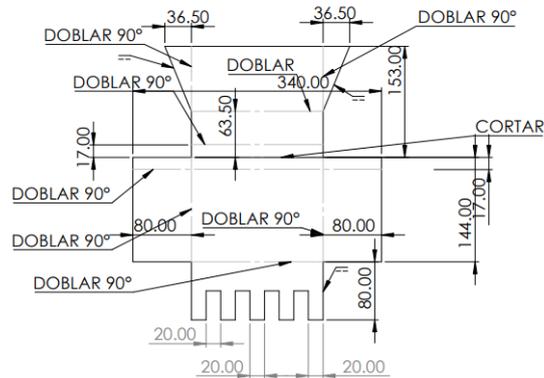
PROCESO	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIAS (MM)	HERRAMIENTAS	TIEMPO (MIN)
1	Corte de planchas	± 0,01	PLASMA CNC	20
2	Perforado	± 0,01	PLASMA CNC	40
3	Barolado	± 0,01	BAROLADORA	30
4	Doblado	± 0,01	DOBLADORA	20

UPS	HOJA DE PROCESO: TOLVA	ELABORADO POR: González & Becerra
ESCALA	MATERIAL	FECHA:27/01/2023
1:10	AISI A304	



PROCESO	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIAS (MM)	HERRAMIENTAS	TIEMPO (MIN)
1	Corte de planchas	± 0,01	PLASMA CNC	20
2	Doblez	± 0,01	DOBLADORA	40
3	soldadura	± 1	SUELDA	60

UPS	HOJA DE PROCESO: SALIDA BAGAZO	ELABORADO POR: González & Becerra
ESCALA	MATERIAL	FECHA:27/01/2023
1:10	AISI A304	



PROCESO	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIAS (MM)	HERRAMIENTAS	TIEMPO (MIN)
1	Corte de planchas	$\pm 0,01$	PLASMA CNC	20
2	Doblez	$\pm 0,01$	DOBLADORA	20
3	soldadura	± 1	SUELDA	45

Anexo 3: planos de referencia y de construcción en carpeta adjunta.