



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PICADORA DE FRUTAS CON CAPACIDAD DE  
50 Kg/h PARA LA COMUNIDAD SALESIANA FRANCISCO JAVIER DE FACUNDO  
VELA PROVINCIA DE BOLIVAR**

Trabajo de Titulación previo a la obtención  
del título de: INGENIEROS MECÁNICOS

**AUTORES: JOSE EDWIN CABASCANGO CABASCANGO**

**CARLOS ROBERTO SÁENZ FIGUEROA**

**TUTOR: MILTON SALOMÓN JAMI LEMA**

Quito, Ecuador

2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, José Edwin Cabascango Cabascango con documento de identificación N°1722732367 y Carlos Roberto Sáenz Figueroa con documento de identificación N°1721309514, manifestamos que: Somos los autores y responsables del presente y 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, 13 de febrero del 2023

Atentamente,

-----  
José Edwin Cabascango Cabascango

1722732367

-----  
Carlos Roberto Sáenz Figueroa

1721309514

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

Nosotros, José Edwin Cabascango Cabascango con documento de identificación N° 1722732367 y Carlos Roberto Sáenz Figueroa con documento de identificación N° 1721309514, 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 “ Diseño y simulación de una picadora de fruta con capacidad de 50 Kg/h para la comunidad Salesiana Francisco Javier de Facundo Vela provincia de Bolívar”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultado para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 13 de febrero del 2023

Atentamente,

-----  
José Edwin Cabascango Cabascango

-----  
Carlos Roberto Sáenz Figueroa

1722732367

1721309514

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Milton Salomón Jami con cedula de identificación N° 1707254171, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PICADORA DE FRUTAS CON CAPACIDAD DE 50 Kg/h PARA LA COMUNIDAD SALESIANA FRANCISCO JAVIER DE FACUNDO VELA PROVINCIA DE BOLIVAR , realizado por José Edwin Cabascango Cabascango con documento de identificación N° 1722732367 y Carlos Roberto Sáenz Figueroa con documento de identificación N° 1721309514, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 13 de febrero del 2023

Atentamente,



Ing. Milton Salomón Jami Lema M.Sc.

1707254171

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme terminar los estudios que empecé hace mucho tiempo, a mis padres que con su esfuerzo y dedicación me apoyaron en todo momento en especial a mi Sra. Madre que con su amor y apoyo me dio las fuerzas para continuar, a mi novia Thalía que con su amor y cariño me dio las fuerzas y aliento en mis peores momentos, a mi mejor amigo Darío que siempre me alentó y en última instancia pero no menos importante a los peores mejores Amigos “ Los Legionarios” que cada uno me enseñó lo importante de seguir los sueños con esfuerzo y dedicación, mil gracias.

**José Cabascango**

Este paso muy importante en mi vida lo dedico primero a Dios por permitirme estar con vida y cumplir uno de mis objetivos más anhelados, a mis padres que con todo el cariño, esfuerzo y trabajo me han apoyado en este trayecto con muchas derrotas y victorias siempre impulsándome a que sea mejor cada día en especial a mi querida Madre que con tanto esfuerzo, sacrificio, perseverancia, alegría y sobre todo con mucha comprensión ha avanzado de mi lado en este camino muy difícil de poder alcanzar un sueño compartido, a mis queridos abuelos Carlos y Ana que con sus consejos y empuje lograron darme la valentía de seguir y no desfallecer, a mi hijo Dante y a mi esposa Sara que son el motor que me empuja siempre a seguir creciendo y darlo todo, a mi querida abuela Cecilia que me enseñó que siempre se puede crecer más si uno le pone dedicación, empeño y ganas con respeto siempre hacia las demás personas.

**Carlos Sáenz**

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	v
Índice de Tablas .....	xi
Índice de Figuras .....	xiii
Resumen .....	xv
Abstract .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
Antecedentes.....	1
Problema que resolver .....	1
Justificación.....	2
Objetivo general .....	2
Objetivos Específicos .....	2
Metodología.....	2
CAPÍTULO I.....	3
Fundamentos Teóricos .....	3
1.1Procesamiento de alimentos. ....	3
1.2. Propiedades y características que disponen las frutas. ....	3
1.3 Propiedades nutricionales de las frutas.....	3
1.3.1 Piña. ....	4
1.3.2 Naranja.....	5
1.3.3 Chamburo.....	7
1.3.4 Manzana.....	7
1.3.5 Fresa o frutilla.....	9
1.4 Elementos que componen la Picadora de Frutas .....	10
1.4.1 Estructura .....	10
1.4.2 Soldadura TIG.....	10

1.4.3 Motor.....	11
1.4.4 Motor Eléctrico .....	11
1.4.5 Motor Monofásico .....	11
1.4.6 Motor Trifásico .....	11
1.4.7 Polea.....	11
1.4.8 Bandas.....	11
1.5 Acero Inoxidable .....	11
1.6 Austeníticos .....	12
1.7 Ferríticos.....	12
1.8 Martensíticos. ....	12
1.9 Definición de soldadura.....	12
1.10 Soldadura Inoxidable.....	13
1.10.1 GMAW .....	13
1.10.2 GTAW.....	13
1.11 Criterios de selección para alternativas .....	13
1.11.1 Costo .....	13
1.11.2 Materiales.....	14
1.11.3 Montaje .....	14
1.11.4 Mantenimiento .....	14
1.11.5 Simulación. ....	14
1.11.6 Seguridad .....	14
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>15</b>
2.1 Selección de Alternativas .....	15
2.1.1 Alternativa 1 - Máquina Picadora Vertical .....	15
2.1.2 Alternativa 2 - Máquina cortadora, rebanadora .....	16
2.1.3 Alternativa 3 - Máquina rebanadora, cubicadora.....	18

2.2 Opciones de hojillas.....	19
2.3 Análisis de Alternativas.....	20
2.3.1 Parámetros.....	20
2.3.2 Costo .....	21
2.3.3 Materiales.....	21
2.3.4 Seguridad .....	21
2.3.5 Construcción .....	22
2.3.6 Mantenimiento .....	22
2.4 Selección de Alternativa .....	23
CAPÍTULO III .....	25
Fórmulas y materiales para el cálculo .....	25
3.1 Tablas y fórmulas para el diseño de los diferentes elementos que integran la picadora de frutas.....	25
3.1.1 Selección de chumaceras: .....	25
3.1.2 Diseño de ejes bajo carga estática.....	26
3.1.3 Resistencia a la fluencia en cortante .....	28
3.1.4 Esfuerzo máximo cortante. ....	28
3.1.5 Cálculo del espesor de cuchillas .....	29
3.1.6 Diseño de polea.....	29
3.1.7 Selección de banda.....	30
3.2 Propiedades de los aceros Inoxidables 304, 316,410 .....	31
3.3 Fuerza para el corte de Frutas.....	32
3.4 Cálculo de espesor de cuchillas .....	34
3.5 Torque generado para realizar el corte .....	34
3.6 Selección del material en cuchillas.....	34
3.7 Cálculo que presenta la resistencia a la fluencia en corte.....	35



3.8 Cálculo de esfuerzo máximo cortante .....	35
3.9 Inercia Rotacional.....	37
3.10 Velocidad de Giro.....	37
3.11 Cálculo de poleas.....	38
3.12 Transmisión de bandas .....	40
3.13 Selección de motor .....	42
3.15 Velocidad tangencial de la banda .....	42
3.14 Tensión de la Banda 1 .....	43
3.16 Torque Banda 1 .....	45
3.17 Tensión de la banda 2 .....	46
3. 18 Torque de la banda 2 .....	47
3.19 Cálculo de en ejes .....	48
3.19.1 Cálculo de eje principal .....	48
3.19.2 Cálculo de eje para transmisión. ....	55
3.20 Selección de chumaceras .....	61
3.20 Simulación eje principal .....	61
3.21 Simulación mesa bastidor.....	65
Esfuerzo de Von Mises.....	67
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>69</b>
4.1Costos Directos.....	69
4.2 Costo de Mano de Obra.....	70
4.3 Costo de elementos consumibles.....	70
4.4 Costos Totales.....	70
4.5 Costos de depreciación .....	71
4.6. Flujo Neto efectivo .....	73
4.7. Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) .....	74

4.8 Tasa Mínima aceptable de rendimiento (VAN) .....	75
4.9 Tasa interna de retorno (TIR) .....	76
4.10 Tiempo de recuperación de la inversión (PRI).....	76
CONCLUSIONES .....	78
RECOMENDACIONES .....	80
LISTA DE REFERENCIAS .....	81
Anexos.....	84
Anexo 1.....	84
Anexo 2.....	87
Anexo 3.....	88
Anexo 4.....	89
Anexo 5.....	90
Anexo 6.....	93
Anexo 7.....	93

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Detalles nutricionales de la piña .....	4
<b>Tabla 2.</b> Componentes Nutricionales de la naranja. ....	6
<b>Tabla 3.</b> Componentes Nutricionales de la Manzana en una proporción de 100 gramos. ....	8
<b>Tabla 4.</b> Componentes Nutricionales que posee la fresa. ....	10
<b>Tabla 5.</b> Ponderación de costos. ....	21
<b>Tabla 6.</b> Ponderación de Materiales. ....	21
<b>Tabla 7.</b> Ponderación de Seguridad. ....	22
<b>Tabla 8.</b> Ponderación de Construcción. ....	22
<b>Tabla 9.</b> Ponderación de mantenimiento. ....	23
<b>Tabla 10.</b> Selección de alternativas. ....	23
<b>Tabla 11.</b> Tabla de chumaceras normalizadas catalogo Ecu asieras. ....	26
<b>Tabla 12.</b> Tabla Propiedades mecánicas del acero AISI 304. ....	31
<b>Tabla 13.</b> Propiedades mecánicas de AISI 316. ....	31
<b>Tabla 14.</b> Propiedades mecánicas de AISI 410. ....	32
<b>Tabla 15.</b> Medidas de corte de la Manzana. ....	33
<b>Tabla 16.</b> Tabla para selección de cuchillas. ....	34
<b>Tabla 17.</b> Momento de inercia del plato porta cuchillas .....	37
<b>Tabla 18.</b> Momento de inercia de la cuchilla .....	37
<b>Tabla 19.</b> Propiedades del eje principal. ....	51
<b>Tabla 20.</b> Fuerzas aplicadas en eje principal .....	51
<b>Tabla 21.</b> Reacciones aplicadas en eje principal .....	51
<b>Tabla 22.</b> Resultados eje principal .....	52
<b>Tabla 23.</b> Propiedades Mecánicas de los Aceros. ....	52
<b>Tabla 24.</b> Factor de seguridad parámetros. ....	53
<b>Tabla 25.</b> Propiedades del eje de transmisión .....	57
<b>Tabla 26.</b> Fuerzas aplicadas en eje transmisión .....	58
<b>Tabla 27.</b> Reacciones aplicadas eje de transmisión. ....	58
<b>Tabla 28.</b> Resultados eje transmisión. ....	59
<b>Tabla 29.</b> Materiales eje principal. ....	61
<b>Tabla 30.</b> Fuerza F8 aplicada .....	62
<b>Tabla 31.</b> Fuerza Fpl aplicada. ....	62

<b>Tabla 32.</b> Resumen de resultados eje principal. ....	62
<b>Tabla 33.</b> Materiales Mesa-Bastidor. ....	65
<b>Tabla 34.</b> Fuerza 1. ....	65
<b>Tabla 35.</b> Momento 1. ....	65
<b>Tabla 36.</b> Fuerza 2. ....	66
<b>Tabla 37.</b> Resumen de resultados mesa-bastidor.....	66
<b>Tabla 38.</b> Costos Directos. ....	69
<b>Tabla 39.</b> Costos mano de obra. ....	70
<b>Tabla 40.</b> Costos elementos consumibles.....	70
<b>Tabla 41.</b> Costos totales.....	71
<b>Tabla 42.</b> Costos de depreciación.....	72
<b>Tabla 43.</b> Promedio de ingresos. ....	73
<b>Tabla 44.</b> Flujo neto efectivo.....	73
<b>Tabla 45.</b> Porcentaje de inflación. ....	74
<b>Tabla 46.</b> Tiempo de recuperación de inversión. ....	77
<b>Tabla 47.</b> Tabla comparativa de aumento de producción.....	78

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Piña ecuatoriana.....	4
<b>Figura 2.</b> Naranja ecuatoriana . .....	6
<b>Figura 3.</b> Chamburo o Papaya de montaña. ....	7
<b>Figura 4.</b> Manzana ecuatoriana. ....	8
<b>Figura 5.</b> Frutilla ecuatoriana. ....	9
<b>Figura 6.</b> a) Junta tipo T b) Junta tipo traslape.....	13
<b>Figura 7.</b> Máquina picadora Vertical. ....	15
<b>Figura 8.</b> Máquina cortadora, rebanadora. ....	17
<b>Figura 9.</b> Máquina rebanadora, cubicadora.....	18
<b>Figura 10.</b> Hojilla de rebanar y cortar . ....	20
<b>Figura 11.</b> Hojilla de rallar. ....	20
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de alternativas de diseño. ....	24
<b>Figura 13.</b> Chumacera de piso KDF catalogo Ecu sierras.....	26
<b>Figura 14.</b> Tipos de bandas . ....	30
<b>Figura 15.</b> Elementos para el corte.....	33
<b>Figura 16.</b> Orden poleas. ....	40
<b>Figura 17.</b> Geometría de bandas-banda plana. ....	41
<b>Figura 18.</b> Tensión en bandas.....	43
<b>Figura 19.</b> Eje Principal.....	49
<b>Figura 20.</b> Diagrama reacciones con Fuerza. ....	50
<b>Figura 21.</b> Diagrama de Momentos Máximo. ....	50
<b>Figura 22.</b> Eje transmisión o secundario. ....	56
<b>Figura 23.</b> Diagrama de Fuerzas y reacciones eje secundario. ....	57
<b>Figura 24.</b> Diagrama de momentos máximo eje secundario. ....	57
<b>Figura 25.</b> Eje principal.....	63
<b>Figura 26.</b> Esfuerzo Von Mises Eje principal . ....	63
<b>Figura 27.</b> Factor de seguridad Eje principal . ....	64
<b>Figura 28.</b> Mesa-bastidor . ....	67
<b>Figura 29.</b> Esfuerzo Von Mises Mesa-bastidor.....	67
<b>Figura 30.</b> Factor de seguridad Mesa-bastidor.....	68
<b>Figura 31.</b> Proforma 1 Seymatel . ....	84

<b>Figura 32.</b> Proforma 2 Seymatel .....	85
<b>Figura 33.</b> Proforma 3 Matelec .....	86
<b>Figura 34.</b> Proforma Import Aceros .....	87
<b>Figura 35.</b> Proforma Castillo Hermanos .....	88
<b>Figura 36.</b> Listado de partes de picadora de fruta .....	89
<b>Figura 37.</b> Plano general maquina picadora de fruta.....	90
<b>Figura 38.</b> Plato porta cuchillas.....	91
<b>Figura 39.</b> Cuchillas. ....	91
<b>Figura 40.</b> Bastidor de motor .....	92
<b>Figura 41.</b> Eje principal.....	92
<b>Figura 42.</b> diseño en SolidWorks. ....	93
<b>Figura 43.</b> Motor WEG. ....	93
<b>Figura 44.</b> Hoja de datos motor.....	94

## Resumen

En la actualidad, el Ecuador ha tenido un crecimiento exponencial de personas emprendedoras que desean sacar sus ideas y sus proyectos con mayor alcance para generar así un mayor ingreso económico y cumplir un sueño o una meta con el emprendimiento, este es el caso de la comunidad Facundo Vela que con una idea y la ayuda de estudiantes y docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, se ha propuesto que la producción en base a las frutas que se cultivan en la zona pueda ser más ágiles y que tengan un mayor alcance en el Ecuador; mediante la modernización de procesos de pelado, despulpado y corte de las frutas para la producción de mermelada.

En los diversos capítulos que contiene este trabajo se aplicó el mejor diseño que se acople a la comunidad, un diseño que sea factible y accesible así como de un fácil manejo para el operario; además que el diseño contará con un análisis estático de mesa-bastidor y eje principal para evitar el menor desgaste, así como la elección del mejor material existente en el Ecuador para su posterior construcción; complementariamente para el análisis estático se contará con el programa especializado de diseño mecánico Inventor; el cual permitirá realizar una simulación con mayor exactitud.

El factor económico es una parte importante del proyecto por lo cual se implementó varios criterios de inversión para tener la viabilidad del proyecto, además de tener una idea clara de cuanto es el porcentaje del beneficio o en su defecto cual podría ser la relación de pérdida y el tiempo en el cual retornara la inversión entre los criterios más conocidos que serán utilizados en el análisis económico serán VAN, TIR y PAYBACK.

Palabras clave: producción, crecimiento, emprendimiento, tiempo

## **Abstract**

Currently, Ecuador has had an exponential growth of entrepreneurs who want to get their ideas and projects with greater scope to generate a higher income and fulfill a dream or a goal with entrepreneurship, this is the case of the Facundo Vela community. that with an-idea and the help of students and teachers from the Salesian Polytechnic University, it has been proposed that production based on the fruits that are grown in the area can be more agile and have a greater reach in Ecuador; through the modernization of processes of peeling, pulping and cutting of fruits for the production of jam.

In the various chapters written below, the best design that is coupled to the community will be applied, a design that is feasible and accessible as well as easy to handle for the operator; In addition, the design will have the static analysis of the table-frame and main axis to avoid the least wear and tear, material in Ecuador for its subsequent construction, in addition to the static analysis, it will have the study of loads in the specialized mechanical design program Inventor for greater accuracy in the calculations that will be obtained in the aforementioned simulation.

The economic factor is an very important for project, for which several investment criteria will be implemented to have the viability of the project, in addition to having a clear idea of how much is the percentage of benefit or loss that the investment will have and the time in which will return the investment among the best known criteria that will be used in the economic analysis will be VAN, TIR and PAYBACK.

Keywords: production, growth, entrepreneurship, time



## **INTRODUCCIÓN**

### **Antecedentes**

Con el presente proyecto se podrá disminuir el tiempo que con lleva picar o trozar la fruta, se mejorará el procedimiento del corte de la fruta teniendo así mejores resultados en el producto final.

Este proyecto busca minimizar el esfuerzo físico que con lleva picar frutas como: piña, naranjas, chamburo, manzanas y fresa. Para este proceso se utilizara una máquina mecánica, minimizando las actividades y la fatiga física que tiene el trabajador con herramientas rudimentarias

Al picar o trozar la fruta con un nuevo proceso en el cual la materia prima no se encuentren en contacto directo con el hombre se mejorará la calidad del producto, incrementando su higiene; ademas, reduce la perdida de pulpa de la fruta utilizando un método tradicional.

### **Problema que resolver**

En la comunidad de Facundo Vela se obtiene una producción mensual de 6,9 toneladas de frutas entre ellas se encuentran piñas, naranjas, chamburo, manzanas y fresa, regularmente toma de tres a cuatro minutos en promedio picar estas frutas con lo cual disminuye la producción y comercialización del producto final que es la jalea.

Además, la manipulación inadecuada de los alimentos puede contraer problemas de salud a las personas que consuman estos productos, teniendo en cuenta que los estudios realizados por la OMS los niños se ven mayormente afectados a causa de esto, en la investigación de la OMS nos dice que los más afectados son los menores de 5 años quienes con un 40% son los más propensos a enfermedades de transmisión alimentaria [1].

## **Justificación**

Con la implementación de la picadora de fruta se busca el aumento de la producción en un 40% para incrementar el ingreso económico y finalmente generar una mayor utilidad con la optimización del tiempo de pelado de las frutas.

## **Objetivo general**

Diseñar y simular una máquina picadora de frutas con potencia de un Hp con capacidad de 50 Kg/h para la comunidad de Facundo Vela.

## **Objetivos Específicos**

- Evaluar la producción semanal de la comunidad, para disminuir el tiempo que con lleva picar la fruta y aumentar la producción de la comunidad.
- Analizar las diferentes alternativas de máquinas picadoras y seleccionar la que mejor se adapte.
- Diseñar los diferentes sistemas mecánicos mediante la utilización de programas como Solidworks.
- Seleccionar dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos necesarios para el diseño de la maquina picadora de frutas.
- Establecer indicadores de desempeño y rentabilidad del proyecto mediante un estudio de cotos de materiales para una mejor viabilidad de la maquina picadora de frutas.

## **Metodología**

En el presente trabajo se aplicó el método de inducción – deducción el cual nos permite analizar muchas partes del proyecto de una forma más lógica y sacar varias conclusiones, para poder obtener una mayor vision,viabilidad y certeza de como diseñar cada una de las piezas necesarias para la máquina picadora de frutas.

También teniendo en cuenta varios análisis de cálculos presentados en el programa de diseño mecánico Inventor.

# CAPÍTULO I

## Fundamentos Teóricos

### **1.1 Procesamiento de alimentos.**

Como referencia el artículo web de la página Canales Sectoriales Inter empresas al procesar tanto las frutas y hortalizas se consideran como elementos vivos, es así como estos se vinculan con el ambiente, por lo cual, para llegar a obtener un resultado con calidad óptima, es imprescindible realizar el estudio de los efectos que se puedan presentar al manipularlos y sus resultados en la calidad del producto final. Las frutas disponen de un sistema propio para su preparación al ser pre-cortados, por lo cual con el estudio de sus propiedades se procesa en un tiempo que no apresure su envejecimiento [2].

### **1.2. Propiedades y características que disponen las frutas.**

Cada fruta posee propiedades únicas, podemos citar entre las principales: el pH, es una característica que muestra el nivel de acidez que posee la fruta; la dureza, evidencia el nivel de madurez de la fruta; el color, representa las diferentes características que posee cada fruta. Por ejemplo: el plátano o la papaya llegan a su punto de maduración, cuando la fruta alcanza su color amarillo o naranja que es particular en su punto de madurez, que posterior sucede el ablandamiento excesivo. A razón de esto el color de la fruta es la principal característica externa para determinar el punto en que la fruta está madura y de la vida postcosecha, con lo cual es el principal determinante para la compra [3].

### **1.3 Propiedades nutricionales de las frutas**

La actividad de picado de frutas se realiza usando un proceso manual, la cual se considera una pérdida de tiempo, considerando las grandes cantidades que se requieren para la elaboración del producto final, con la aplicación y diseño de una máquina picadora de frutas, se ahorra un 75% de tiempo en esta actividad.

### **1.3.1 Piña.**

La piña es una fruta muy conocida y es naturalmente una fruta tropical que corresponde a una planta terrestre la cual pertenece a la familia bromeliáceas, además viene con encimas de diferentes plantas y no es tóxico su consumo, la característica de esta fruta es una roseta de hojas rígidas en promedio de 30 a 100 cm de largo. Su procedencia es Latinoamérica y es conocida por su exquisito sabor, la forma es llamativa y apetecida en la gastronomía latino-caribeña.

En el Ecuador, específicamente en sus costas se produce la piña MD2 que se la conoce como “Honey Golden o “Golden Sweet”. Entre sus propiedades organolépticas se puede apreciar que es la más cotizada en la comercialización, a diferencia de otras variedades. Esta, variedad MD2 se caracteriza por poseer un tamaño uniforme de color amarillo – anaranjado sumamente intenso con su forma cilíndrica se observa en la Figura 1.



**Figura 1.** Piña ecuatoriana[5].

Un su interior destaca la pulpa de un color amarillo, fibrosa y compacta, con la cual se tiene menos predisposición a la oxidación. Una parte importante de las plantaciones en el Ecuador es que mantiene correctamente el desarrollo y crecimiento de esta fruta con las mejores propiedades, ya que, el clima de la región favorece mucho al correcto crecimiento de fruta [4].

**1.3.1.1 Nutrición.** La combinación de la piña está constituida a base de hidratos de carbono, además que el cuerpo humano lo absorbe lentamente, también posee un alto grado de proteína vegetal y además que contiene nutrientes, vitaminas como se ilustra en la Tabla 1 [6].

**Tabla 1.** Detalles nutricionales de la piña [6].

Detalle Nutricionales
Vitamina C
Vitamina A
Proteína
Carbohidratos
Grasa Calcio
Azúcar
Colesterol
Fibra Dietética
Sodio

### ***1.3.2 Naranja***

Es una fruta con origen en Asia para ser más exactos de la parte Suroriental de Asia, su principal producción nace del sur de China, aunque en el siglo XIX se descubrió que la fruta ya se encontraba en Brasil, pero con una diferencia del originario de Asia, está variante es mucho más dulce que la producida en el continente de Asia además de jugosa, sin semillas y con un ombligo en la parte posterior al péndulo[7].

En la actualidad, existen varias variedades con detalles particulares como: su tamaño, sabor y sus condiciones de productividad. Estas características permiten poseer una gran variedad para su elección en torno a sus necesidades o bien para diferentes aplicaciones como: el zumo, mermeladas o aceites. Al momento se sabe de la existencia de dos clases de naranjas y estas a su vez tienen muchas variedades que se pueden diferenciar de cada una por su sabor. Las naranjas con su sabor dulce son consumidas más a menudo en el Ecuador, mientras tanto las naranjas que son llamadas amargas tienen su sabor sumamente ácido y amargo por lo que no son consumidas y son guardadas para la elaboración de mermelada o aceites, en la Figura 2 se muestra el cómo es una naranja dulce ecuatoriana[7].



**Figura 2.** Naranja ecuatoriana [8].

**1.3.2.1 Nutrición.** La constitución de la naranja tiene varios elementos que se detalla en la siguiente Tabla 2 el valor nutricional muestra las calorías proteínas entre otros.

**Tabla 2.** Componentes Nutricionales de la naranja[9].

<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
Vitamina B6:	0,2 mg
Proteínas:	1,5 g
Fibra:	10,6 g
Vitamina B5:	0,5 mg
Ácidos grasos omega 3:	11 mg
Vitamina B1:	0,1 mg

### ***1.3.3 Chamburo***

El chamburo o también conocido como papaya de montaña, una de las características importantes de esta fruta es que el árbol crece hasta una altura promedio de 10 metros, esa fruta crece en una temperatura promedio entre los 24 grados centígrados y 30 grados centígrados y el proceso de germinación se realiza entre dos a seis semanas[10]. Esta fruta puede comenzar su producción a partir de los dos años, un árbol tiende a producir de 50 a 60 frutas al año en la Figura 3 se observa como es el chamburo ecuatoriano.[10].



**Figura 3.** Chamburo o Papaya de montaña[11].

**1.3.3.1 Nutrición.** El chamburo es una fruta con propiedades como: carbohidratos complejos que son necesarios para el desarrollo de la energía del cuerpo humano; también contiene proteínas en cantidades bajas, además que contiene calcio, potasio, omega 3, omega 6 y fibra alimentaria[10].

### ***1.3.4 Manzana***

El origen de esta fruta se dio en el continente Europeo y Asiático, por lo que hace aproximadamente son 6000 años de su cultivo y cosecha [12]. La manzana tiene propiedades beneficiosas para el que la consuma, además de excelentes características alimenticias. En el Ecuador se encuentra una gran variedad de manzanas como son Golden Delicious o también conocida como Delicia, verde o Granny Smith entre otras, en la Figura 4 muestra la forma y el color de una de estas variedades de manzana ecuatoriana [12].



**Figura 4.** Manzana ecuatoriana[13].

**1.3.4.1 Nutrición.** La manzana contiene un pH que varía entre 2,81 y 3,31 además que contiene el 11.5% de azúcares, y la calidad que son cultivadas pueden variar por diferentes factores [14]. Mencionan en el European Journal of Clinical Nutrition, uno de los fitoquímicos que contiene la manzana principalmente como propiedad característica es la quercetina, esta propiedad permite prevenir las enfermedades cardiovasculares, además de dificultades de salud como la artritis, o también en casos esporádicos el asma [14].

La manzana también posee propiedades como el tartárico que es un ácido y el málico las cuales permiten que el cuerpo humano digiera de mejor manera las grasas que se consumen, por lo cual aconsejan consumir esta fruta, tiene la característica de saciar el apetito y evita que se consuma alimento en exceso, la Tabla 3 muestra el valor nutricional por cada 100g de manzanas [14].

**Tabla 3.** Componentes Nutricionales de la Manzana en una proporción de 100 gramos[14].

Descripción	Peso
Sodio:	1 mg
Calorías:	52g



Hidratos de Carbono: 14 g

Colesterol: 0 mg

Potasio: 107 mg

Calorías: 52 g

Grasas Totales: 0,2g

---

### ***1.3.5 Fresa o frutilla***

La fresa es considerada entre las frutas más conocidas en todas partes del mundo, no se necesita de una preparación compleja; además, que se puede utilizar en una infinidad de jugos, postres y ensaladas. Esta fruta ayuda a combatir el Diabetes; entre las frutillas más conocidas cultivadas en el Ecuador se tiene el diamante, que es bajo en calorías y rica en fibra, además variedad oso grande que tiene un gran tamaño y un buen desarrollo de sus hojas, en la Figura 5 se muestra la frutilla ecuatoriana[15].



**Figura 5.** Frutilla ecuatoriana[16].

**1.3.5.1 Nutrición.** La fresa es especial por sus calorías bajas, y son sugeridas en las dietas cuyo fin es bajar o regular el peso de las personas, además que una de las propiedades que tiene esta fruta es que es anticancerígena, en un estudio que se realizó por la Universidad de Ohio se demostró que en un 50% se disminuyó la aparición de tumores. [15]

En la Tabla 4 se presento las principales propiedades de nutrición de la fresa o frutilla como se la conoce.

**Tabla 4.** *Componentes Nutricionales que posee la fresa.* [15]

---

<b>DETALLE NUTRICIONALES QUE POSEE LA FRESA</b>
Posee antioxidantes y minerales como magnesio además del manganeso y por último y no menos importante el potasio.
Posee vitamina c, además de la vitamina b2, y la vitamina b3 que tienen propiedades importantes y ácido fólico
Excelente fibra
Además, que posee un mínimo de azúcar.

---

## **1.4 Elementos que componen la Picadora de Frutas**

### ***1.4.1 Estructura***

La estructura de esta picadora está construida de acero inoxidable austenítico con las series recomendables AISI 316 y AISI 430, ya que, las frutas son alimentos de consumo humano, además sus propiedades y características mecánicas son muy utilizadas en la industria alimenticia ecuatoriana; los aceros inoxidables pueden resistir ambientes hostiles y al emplear el diseño estructural es más propenso a resistir ambientes húmedos, además de disminuir la corrosión que pueda generar. Para la construcción de esta máquina se procederá con la utilización del proceso de soldadura manual con electrodo revestido (Smaw)

### ***1.4.2 Soldadura TIG***

Uno de los tipos de procesos de la soldadura tenemos a la TIG que sus siglas en inglés son (Tungsten Inert Gas), también se lo identifica como GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), en

el cual el electrodo de tungsteno y el arco eléctrico junto la pieza o material que se va a fusionar o en su defecto a soldar y la fusión o combinación del gas inerte no permite el que exista contacto el medio en el que se encuentra. [12]

#### ***1.4.3 Motor***

El motor es una máquina, tiene como función transformar la energía química o eléctrica en energía mecánica.

#### ***1.4.4 Motor Eléctrico***

El motor eléctrico es uno de los motores más conocidos en todo el mundo por su potencia y fácil manejo, es un motor que usa energías limpias y no dañan el medio ambiente, tiene como función transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

#### ***1.4.5 Motor Monofásico***

La característica principal del motor monofásico es que utiliza la corriente alterna, además dispone de un par de arranques moderados, que están conectados a una red monofásica.[12]

#### ***1.4.6 Motor Trifásico***

Es de los más utilizados en la industria, por su fácil mantenimiento y su bajo costo en relación con los demás, generalmente son empleados para el accionamiento de máquinas como ventiladores, bombas y demás máquinas que existen. [12]

#### ***1.4.7 Polea***

La polea es un mecanismo simple que permite la transmisión de fuerza, la cual está conformada por un disco macizo, el cual en su borde o extremo presenta un canal que gira en su propio eje [17].

#### ***1.4.8 Bandas.***

También conocidas como correas permiten la transmitir el movimiento entre sus ejes paralelos, principalmente los ejes son fabricados a partir de caucho los cuales son flexibles, se debe considerar que al momento de transmitir el movimiento no es exacto puesto que presenta un deslizamiento en la polea que causa pérdida de fuerza [17]

### **1.5 Acero Inoxidable**

Tiene como característica principal la alta resistencia a la corrosión, ya que posee un porcentaje mínimo de cromo de 9.5%, por lo regular poseen desde el 12% hasta un máximo que puede llegar al 18% de cromo [18].

## **1.6 Austeníticos**

Estos aceros son los que corresponden a las series 200 y 300 AISI, los cuales son de uso general además que poseen una moderada resistencia. En especial en este tipo de aceros no permite tratarlos térmicamente por sus propiedades únicas, además que la característica final es sujeta a la cantidad de trabajo [18]

## **1.7 Ferríticos**

Estos aceros pertenecen a la serie AISI 400. Una de las características principales es que desempeñan un buen trabajo en temperaturas sumamente altas desde los 700 grados Celsius y hasta un máximo de 1035 grados Celsius, en base a su aleación de la que se encuentra compuesta, no permiten recibir un tratamiento térmico, pero trabajan muy bien con condiciones de temperatura baja, un ejemplo de la aplicación de este acero es en la industria petrolera en la refinación del petróleo [18].

## **1.8 Martensíticos.**

Pertenece a la serie AISI 400, la propiedad principal de este acero es que son magnéticos y pueden ser tratados térmicamente, además que posee una excelente resistencia que sobre pasa a la serie 200 y 300 obteniendo una muy buena tenacidad [18].

La aplicación se da en motores de turbinas, bombas e instrumentos quirúrgicos usados en tratamientos térmicos, que son consideradas como mínimas temperaturas en un rango de 480 grados Celsius hasta un máximo de 620 grados Celsius, se puede llegar a tener elevadas resistencias en estos materiales [18].

## **1.9 Definición de soldadura.**

Es el proceso en el cual se unen dos o más elementos por medio de electro y un arco eléctrico, el cual es el más utilizado en la manufactura; además, genera ahorro en el tiempo de construcción y ensamblaje de elementos. En la siguiente Figura 6 se visualiza los diferentes tipos de soldadura que se efectúan en los filetes. [19]

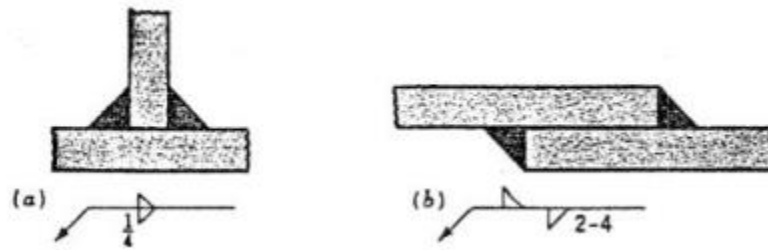


Figura 6. a) Junta tipo T b) Junta tipo traslape [19].

## 1.10 Soldadura Inoxidable

Por lo general se puede aplicar la soldadura de electrodo revestido o de palillo que también en el campo de la industria es conocido como SMAW en los diferentes tipos de aceros inoxidable como también los otros procesos de soldadura TIG y MIG. Además, existen otras variantes de soldadura que tiene algunas ventajas con respecto a las anteriormente se indicaron ya sea en volumen de fabricación o producción especial [19].

### 1.10.1 GMAW

Este proceso se lo realiza por medio de un arco eléctrico junto con un alambre que suministra de forma constante un gas inerte sea este argón o helio con el cual se genera una protección, a este tipo de soldadura se lo conoce mayormente como MIG, pero se los distingue en manuales de soldadura como GMAW. [12]

### 1.10.2 GTAW

En esta soldadura el gas inerte que se utiliza es el tungsteno y el proceso es similar al anterior, el electrodo se encuentra sujeto a una torcha con la que transfiere la energía eléctrica y se alimenta el gas como protección de la unión de los elementos. [12]

## 1.11 Criterios de selección para alternativas

### 1.11.1 Costo

El costo es un criterio que sirve como indicador financiero y tiene un rango limite de valor. Es utilizado en muchos presupuestos o por lo general cuando se va a trabajar en proyectos pequeños, medianos o grandes.

### ***1.11.2 Materiales***

Los materiales utilizados en la máquina picadora de fruta deben de cumplir con las normas alimenticias que rigen en el Ecuador, conforme se especifica en el “Reglamento de alimentos” el cual fue registrado en el decreto ejecutivo 4114 con fecha 22-07-1988 con registro oficial 984 art. 72 en el que especifica el tipo de materiales y utensilios que intervienen en la fabricación de alimentos [20].

### ***1.11.3 Montaje***

Al realizar el montaje de los elementos que constituyen esta máquina se considera todos los aspectos técnicos y de seguridad industrial que serán necesarios para el arranque de la máquina en la comunidad; además, del montaje de las partes principales y secundarias que son: el motor, las bandas, los ejes, las chumaceras, la estructura en acero inoxidable así como las partes de control.

### ***1.11.4 Mantenimiento***

El plan de mantenimiento es muy didáctico y comprensible para las personas que van a utilizar la máquina, se recomienda un mantenimiento preventivo trimestral para verificación de conexiones eléctricas, verificación de filo de cuchillas, lubricación de chumaceras para de esta manera prolongar la vida útil de la máquina.

### ***1.11.5 Simulación.***

En la simulación se considera esencial para todos los proyectos tanto de máquinas como de estructuras, se puede notar parámetros como el material o el sobredimensionamiento de esta además de la resistencia de los materiales y el desgaste que sufre el material, con lo cual se optimiza el tiempo de construcción y de materiales.

### ***1.11.6 Seguridad***

La seguridad en la máquina es parámetro sumamente importante puesto que se garantiza la salud del operario, así como el óptimo desempeño de cada componente que conforman la máquina.

## CAPÍTULO II

### 2.1 Selección de Alternativas

#### 2.1.1 Alternativa 1 - Máquina Picadora Vertical

La primera alternativa es una peladora de papas vertical, se puede adaptar para un picado y trozado de naranjas, piñas y manzanas por medio de unos rodillos como muestra la Figura 7. Las dimensiones del corte de las frutas se puede regular de manera muy sencilla, se puede utilizar para trabajos de medio y alto rendimiento.



Figura 7. Máquina picadora Vertical[21].

##### 2.1.1.1 Características del equipo:

Para una mejor comprensión de la máquina Peladora Vertical a continuación se detalla las características generales que posee este mecanismo:

- Medidas de la máquina (cm): 43 cm que corresponde al largo, 38 cm que pertenece al ancho y 67 cm que posee de alto.
- Peso aproximado: 55 kg.
- Dimensiones para el corte: de 1 a 70 mm.
- Capacidad de trabajo de la máquina: 235 / 310 kg por hora.
- Tipo de conexión de corriente: 220VAC / 120VAC.

- Potencia del motor medidos en Hp: 1 HP + ½ HP.
- Dimensiones de la banda en uso: 50 cm de largo 12 cm de ancho.
- Altura o distancia entre las dos bandas: Hasta 9 cm.

#### **2.1.1.2 Ventajas**

- Instalación rápida
- Mantenimiento mecánico fácil
- Materiales para su construcción fáciles de conseguir

#### **1.12.1.3 Desventajas**

- Posición vertical
- Manejo incomodo
- Materiales altos en costo

#### **2.1.2 Alternativa 2 - Máquina cortadora, rebanadora**

Su característica principal es realizar diferentes actividades, como: rebanar, rallar y cortar diferentes tipos de frutas piña, naranja, manzana, pera, etc. Las dimensiones del corte de la fruta se pueden regular conforme a las necesidades que requiera el cliente. Es recomendada para trabajar en una industria que necesite cantidades grandes de alimetos. Se puede regular la velocidad decorte y de la cinta transportadora de acuerdo con las necesidades.En la Figura 8 el corte es horizontal y se puede utilizar de dos maneras detalladas a continuación: [22]

- La utilización de velocidad baja de la correa transportadora con velocidad de corte rápido tiene como fin en el producto final tamaños pequeños.
- La utilización de velocidad baja de la correa transportadora con velocidad de corte lenta tiene como fin en el producto final tamaños más grandes.





**Figura 8.** Máquina cortadora, rebanadora. [22]

### **2.1.2 .1 Características del equipo:**

En el siguiente detalle se puede identificar las características que posee la máquina cortadora, rebanadora para una mejor apreciación:

- Medidas de la máquina (cm): 80 cm que corresponde al largo, 65 cm que pertenece al ancho y 110 cm que posee de alto.
- Peso aproximado: 105 kg.
- Dimensiones para el corte: de 1 a 65 mm.
- Capacidad de trabajo: 450 / 830 kg por hora.
- Tipo de conexión de corriente: 220VAC / 120VAC.
- Potencia del motor medidos en Hp: 1 HP + 1/2 HP.
- Dimensiones de la banda en uso: 63 cm de largo 15 cm de ancho.
- Altura o distancia entre las dos bandas: Hasta 17 cm.

### **2.1.2.2 Ventajas**

- Se puede manipular de manera manual o automática.
- Manejo sencillo.

- Materiales económicos.

### 2.1.2.3 Desventajas

- Las cuchillas necesitan cambiarse cada tres meses.
- Se debe efectuar una limpieza diaria.
- Lubricación de grasa semanal.

### 2.1.3 Alternativa 3 - Máquina rebanadora, cubicadora

Como alternativa final está la máquina rebanadora, cubicadora, la versatilidad de esta máquina puede realizar diferentes cortes como rallar, picar, rebanar diferentes frutas o verduras como, por ejemplo: piña, manzanas, mango, peras, además que el mantenimiento en comparación de las demás máquinas es mucho más fácil. Las partes que tienen contacto directo con el alimento están fabricadas con acero inoxidable con lo cual cumple las normas de higiene como de alimentos, mantenimiento un standard de calidad alto. En la Figura 9 se presenta un diseño compacto de fácil manipulación y mantenimiento, ideales para trabajos de alta demanda o de uso moderado. [22]



Figura 9. Máquina rebanadora, cubicadora [22]

### **2.1.3.1 Características del equipo:**

A continuación, tenemos las características que posee esta máquina para poder apreciarlo con todos sus detalles

- Medidas de la máquina (cm): 65 cm que corresponde al largo, 57 cm que pertenece al ancho y 95 cm que posee de alto
- Dimensiones en cm: 65 cm \* 57 cm \* 95 cm.
- Peso aproximado: 75 kg.
- Dimensiones para el corte: de 1 a 65 mm (ajustable).
- Capacidad que posee la máquina para el trabajo: 220 / 450 kg por hora.
- Potencia del motor medidos en Hp :1 HP.

### **2.1.3.2 Ventajas**

- Capacidad de ajustable
- Manejo sencillo
- Regulación de cuchillas rápida

### **2.1.3.3 Desventajas**

- Difícil transportación
- Importación de materiales
- Montaje difícil de los rodillos

## **2.2 Opciones de hojillas**

En la Figura 10 se observa un diseño de cuchillas que tiene como base un plato y dos cuchillas que rebanan la fruta en pequeñas tiras horizontales.



**Figura 10.** Hojilla de rebanar y cortar [22].

En la Figura 11 muestra un diseño de varias cuchillas entrelazadas con una base circular que permite tener varias rodajas de fruta en forma de palillo.



**Figura 11.** Hojilla de rallar[22].

## **2.3 Análisis de Alternativas**

### **2.3.1 Parámetros**

En los parámetros que se debe tener en cuenta para la selección de alternativas se tomó en cuenta varios factores entre los cuales se eligieron los siguientes criterios.

- Costo
- Materiales
- Seguridad
- Construcción
- Mantenimiento

### 2.3.2 Costo

El costo es un parámetro muy importante para la construcción de la picadora de fruta, se debe de realizar un análisis del costo de materiales para las etapas de construcción como se puede apreciar en la Tabla 5 se realiza una ponderación mediante varios criterios teniendo como base un rango de 1 a 5 siendo 1 bajo y 5 alto.

**Tabla 5.** Ponderación de costos.

<b>Criterio Costo</b>	<b>Ponderación</b>
Alto	1
Medio alto	2
Medio	3
Medio bajo	4
Bajo	5

### 2.3.3 Materiales

En los materiales se debe tomar en consideración la disponibilidad para la adquisición en el mercado local y en base a esto se obtiene un criterio de análisis como se puede identificar en la Tabla 6 se tiene un criterio de ponderación de 1 a 5 donde 1 es mercado no nacional y 5 totalmente asequible.

**Tabla 6.** Ponderación de Materiales.

<b>Criterio Materiales</b>	<b>Ponderación</b>
Mercado no Nacional	1
Escaso de acceder	2
Medianamente asequible	3
Asequible	4
Totalmente asequible	5

### 2.3.4 Seguridad

Es un parámetro importante dentro del diseño, el desconocimiento o la mala manipulación de la máquina puede causar daños en la salud del operario, además de que el producto no puede ser

procesado con la mejor calidad por lo cual en la **Tabla 7** se muestra una ponderación de 1 a 5 donde 1 es no confiable y 5 totalmente confiable.

**Tabla 7.** Ponderación de Seguridad.

<b>Criterio de Seguridad</b>	<b>Ponderación</b>
No confiable	1
Confiabilidad media	2
Confiable	3
Muy confiable	4
Totalmente confiable	5

### **2.3.5 Construcción**

Este parámetro indica las complicaciones que se puede presentar al momento de su construcción dependiendo del grado de dificultad del diseño como se ilustra en la **Tabla 8** se observa la ponderación de 1 a 5 donde 1 es sumamente difícil y 5 fácil, así se tendrá más claro que diseño se puede adaptar a la comunidad con un menor tiempo de construcción.

**Tabla 8.** Ponderación de Construcción.

<b>Criterio de Construcción</b>	<b>Ponderación</b>
Sumamente difícil	1
Difícil	2
Medianamente difícil	3
Sencillo	4
Fácil	5

### **2.3.6 Mantenimiento**

Este parámetro debe ser un punto importante, todas las máquinas tiene un tiempo de vida útil, con los mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos y mantenimiento predictivos se obtiene un criterio de mantenimiento y en base a esto en la **Tabla 9** se fija una ponderación de 1 a 5 donde 1 es sumamente difícil y 5 fácil operación.

**Tabla 9.** Ponderación de mantenimiento.

<b>Criterio de Mantenimiento</b>	<b>Ponderación</b>
Sumamente difícil	1
Difícil	2
Medianamente Difícil	3
Regularmente	4
Fácil Operación	5

## 2.4 Selección de Alternativa

En la Tabla 10 se realiza un análisis de alternativas mediante un criterio de (1 no aceptable al 5 aceptable) para mediante una ponderación de los resultados de las alternativas 1,2 y 3 obtener la alternativa más viable para la comunidad de Facundo Vela.

**Tabla 10.** Selección de alternativas.

Criterio para la selección	Alternativas		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo	2	2	3
Material	4	3	5
Seguridad	3	4	4
Construcción	4	3	5
Mantenimiento	4	4	5
Total	17	16	22

En la Figura 12 se muestra los porcentajes de las 3 opciones propuesta y en base a este grafico se concluye que la alternativa número 3 con un porcentaje del 40 % es la más viable para el diseño.



**Figura 12.** Porcentaje de alternativas de diseño.



## CAPÍTULO III

### Fórmulas y materiales para el cálculo

#### 3.1 Tablas y fórmulas para el diseño de los diferentes elementos que integran la picadora de frutas.

Para cumplir con el diseño de la máquina picadora de fruta se utilizan varias fórmulas y ecuaciones de diseños de ejes, poleas, chumaceras y bastidor de la máquina, de igual manera se utilizarán catálogos de piezas normalizadas además de un análisis estático en varias piezas para un mejor funcionamiento, rendimiento y confiabilidad que se detallarán a continuación.

##### 3.1.1 Selección de chumaceras:

Para proceder con la selección en los catálogos de chumaceras normalizadas se calcula mediante la ecuación:

$$L = L_R \left( \frac{C}{F_R} \right)^{3.33} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

L: vida útil aparente [ $10^6$  ciclos].

$L_R$ : Vida conveniente para la competencia representa por número de ciclos [ $10^6$  ciclos].

$F_R$ : Carga radial referente a la aplicada [ $Kgf$ ].

C: Capacidad o aptitud aparente [ $Kgf$ ].

De acuerdo con la fórmula de la Ec. (1) se observa un catálogo de chumaceras normalizadas en marca KDF de la empresa Ecuasieras ubicadas en Quito, en la cual se puede apreciar aspectos muy importantes como son la referencia, medida y tipo de chumacera como se observa con más detalles en la Figura 13 y Tabla 11.



**Figura 13.** Chumacera de piso KDF catalogo Ecu sierras. [23]

En la Tabla 11 se visualiza diferentes medidas proporcionadas por el catálogo de chumaceras de Ecu sierras las cuales serán utilizadas después del diseño de los ejes para la selección de la chumacera que más se acople al eje.

**Tabla 11.** Tabla de chumaceras normalizadas catalogo Ecu asierras. [23]

Referencia	Medida	Unidad
UCP 206	30	mm
UCP 207	31.75	mm
UCP 207	34.925	mm
UCP 207	35	mm

### 3.1.2 Diseño de ejes bajo carga estática

Esfuerzo de torsión en elementos que presentan formas circulares. [24]

$$|\tau = \frac{16T}{\pi d^3} [MPa]$$

Ec. (2)

Esfuerzo a flexión en elementos que presentan formas circulares.

$$\sigma = \frac{32M_{max}}{\pi d^3} [MPa]$$

Ec. (3)

Esfuerzo mediante VON MISES. [24]

$$[\sigma]_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] [MPa] \quad \text{Ec. (4)}$$

$$[\sigma] = \frac{S_y}{F_s} [MPa] \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

T: Torque máximo [N.m]

F<sub>s</sub>: Factor que indica la seguridad.

σ: Esfuerzo denominado normal [MPa].

M: Momento con el valor máximo [N.m].

τ: Esfuerzo cortante [MPa].

S<sub>y</sub>: Esfuerzo de fluencia.

Diseño para el cálculo de fatiga. [24]

$$[\sigma] = \frac{S_e}{F_s} [MPa] \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

S<sub>e</sub>: Se mide el límite de resistencia del material a la fatiga [24]

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f s'_e [MPa] \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde:

K<sub>a</sub>: Factor de cambio de la superficie.

$K_b$ : Factor de cambio respecto al tamaño.

$K_c$ : Factor de cambio con respecto a la carga.

$K_d$ : Factor de cambio con respecto a la temperatura.

$K_e$ : Factor de cambio con respecto a la confiabilidad.

$K_f$ : Factor de cambio de efectos varios.

$s'_e$ : Límite de resistencia a la fatiga del material en viga giratoria.

$S_e$ : Límite o frontera de resistencia a la fatiga respecto a una ubicación crítica en la geometría y naturaleza de trabajo.

### **3.1.3 Resistencia a la fluencia en cortante**

En la siguiente ecuación se presenta parámetros para la resistencia ala fluencia en corte [24].

$$S_{sy} \text{ o } S'_n \geq 0.5 (S_y) = 0.5 (0.7(S_{ut})) [MPa] \quad \text{Ec. (8)}$$

$S_{sy}$  o  $S'_n$ : Resistencia a la fluencia que presenta cortante.

$S_y$ : Resistencia sobre el punto de fluencia.

$S_{ut}$ : Resistencia sobre la última a la ruptura.

$$S'_n = 0.5 (S_y) [MPa] \quad \text{Ec. (9)}$$

### **3.1.4 Esfuerzo máximo cortante.**

En la siguiente ecuación se muestra el esfuerzo máximo cortante [24].

$$\tau_{max} = \frac{S'_n}{F_S} [MPa] \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

$F_s$ : Factor de seguridad.

$S_{sy}$  o  $S'_n$ : Resistencia que presenta en la fluencia a corte [MPa].

### 3.1.5 Cálculo del espesor de cuchillas

En la siguiente ecuación se muestra el área con la que se calcula el espesor de las cuchillas [25].

$$A = b \times h \quad \text{Ec. (11)}$$

$$A = (b \times h) \times h \quad \text{Ec. (12)}$$

$$\tau_{max} = \frac{F}{A} \text{ [Pa]} \quad \text{Ec. (13)}$$

$$e = \frac{F}{\tau_{max} \times h} \text{ [mm]} \quad \text{Ec. (14)}$$

Donde:

$F$ : Fuerza imprescindible [N].

$h$ : Altura que posee la cuchilla [N].

$\tau_{max}$ : Esfuerzo máximo cortante [MPa].

$e$ : Espesor que posee cuchilla [mm].

### 3.1.6 Diseño de polea

Relación de transmisión [24].

$$RT = \frac{Nm}{Ns} \quad \text{Ec. (15)}$$

Donde:

$N_m$ : Numero de rotaciones que presenta la polea menor. [rpm].

$N_s$ : Numero de rotaciones que presenta la polea mayor[rpm].

$$N_m \times D1 = N_s \times D2 \quad \text{Ec. (16)}$$

### 3.1.7 Selección de banda

Existen 4 posibilidades de bandas, tomando como referencia la informacion del libro de Ingeniería de Shigley, como se ilustra en Figura 14, en cada línea existen diferentes parámetros importantes para la selección de una banda, como pueden ser el ruido que generan, transmitir potencia, velocidad, etc. Se calcula la banda de acuerdo con la ecuación 17




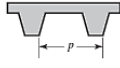
Tipo de banda	Figura	Unión	Intervalo de tamaños	Distancia entre centros
Plana		Sí	$t = \begin{cases} 0.03 \text{ a } 0.20 \text{ pulg} \\ 0.75 \text{ a } 5 \text{ mm} \end{cases}$	No hay límite superior
Redonda		Sí	$d = \frac{1}{8} \text{ a } \frac{3}{4} \text{ pulg}$	No hay límite superior
Tipo V		Ninguna	$b = \begin{cases} 0.31 \text{ a } 0.91 \text{ pulg} \\ 8 \text{ a } 19 \text{ mm} \end{cases}$	Limitada
De sincronización		Ninguna	$p = 2 \text{ mm y mayor}$	Limitada

Figura 14. Tipos de bandas[24]

$$\phi_d = \pi - 2 \sin^{-1} \frac{D-d}{2c} \quad [rad] \quad \text{Ec. (17)}$$

$$\phi_D = \pi - 2 \sin^{-1} \frac{D-d}{2c} \quad [rad] \quad \text{Ec. (18)}$$

$$L = \sqrt{4C^2 - (D - d)^2} + \frac{1}{2} (D\phi_D + d\phi_d) [m] \quad \text{Ec. (19)}$$

Donde:

$D$ : Diámetro que posee la polea mayor [mm].

$d$ : Diámetro que posee la polea menor [mm].

$C$ : Distancia entre los centros entre polea [mm].

$\emptyset$ : Angulo donde se realiza el contacto [rad].

$L$ : Longitud de la banda [rad].

### 3.2 Propiedades de los aceros Inoxidables 304, 316,410

En la Tabla 12 se encuentra las propiedades mecánicas y físicas que corresponden al acero AISI 304 que será una de las opciones para el diseño de la máquina.

**Tabla 12.** Tabla Propiedades mecánicas del acero AISI 304. [26]

<b>DETALLE DE PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	
Resistencia a la tensión ( $S_u$ )	586 Mpa
Resistencia a la fluencia ( $S_y$ )	241 Mpa
Porcentaje de elongación	60% en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	200 Gpa
Dureza Max. Brinell (HB)	201
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	
Densidad	8.03 g/cm <sup>3</sup>

En la Tabla 13 se encuentra las propiedades mecánicas y físicas del acero AISI 316 que será una de las opciones para el diseño de la máquina.

**Tabla 13.** Propiedades mecánicas de AISI 316. [26]

PROPIEDADES MECÁNICAS	
Resistencia a la tensión (Su)	80 ksi - 552 Mpa
Resistencia a la fluencia (Sy)	30 ksi - 207 Mpa
Porcentaje de elongación	60% en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	190-210 Gpa - 27600 - 30500 ksi
Dureza Max. Brinell (HB)	160 - 190
PROPIEDADES FÍSICAS	
Densidad	8.03 g/cm <sup>3</sup> (0.28 lb / plg 3)

En la Tabla 14 se encuentra las propiedades mecánicas y físicas del acero AISI 410 que será una de las opciones para el diseño de la máquina.

**Tabla 14.** Propiedades mecánicas de AISI 410[26].

PROPIEDADES MECÁNICAS	
Resistencia a la tensión (Su)	80 ksi - 552 Mpa
Resistencia a la fluencia (Sy)	30 ksi - 207 Mpa
Porcentaje de elongación	60% en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	190-210 Gpa - 27600 - 30500 ksi
Dureza Rockwell	HBR 96
PROPIEDADES FÍSICAS	
Densidad	8.03 g/cm <sup>3</sup> (0.28 lb / plg 3)

### 3.3 Fuerza para el corte de Frutas.

La fuerza que se necesita cortar las frutas se obtuvo por medio del siguiente experimento, tal como muestra la Figura 15 en donde se registraron las medidas y pesos de las diferentes frutas la cuales se van a picar, se utilizó un cuchillo domestico por medio de un corte vertical con lo que se obtuvo la fuerza en (Kg) de corte necesaria, con la fuerza obtenida se procederá a realizar el cálculo del corte para el diseño y de las cuchillas como nos muestra Olarte A. [26]





**Figura 15.** Elementos para el corte. [25]

Los datos de la fuerza aplicada en los cortes de la manzana que se muestran en la Tabla 15 serán tomados en cuenta para el cálculo que se necesita en la fuerza de corte para las cuchillas puesto que presenta una corteza más fuerte en comparación de las otras frutas, a continuación, se detalla la medida del diámetro de la fruta y la fuerza aplicada de cada corte.

**Tabla 15.** Medidas de corte de la Manzana. [26].

	<b>Fruta: Manzana</b>	<b>Peso: 0,1 kg</b>
	Medida (mm)	Fuerza aplicada ( <i>kgf</i> )
1	Ø D1 56	4.32
	Ø D2 67	5.1
	Ø D3 50	3.85
2	Ø D1 52	4.15
	Ø D2 60	4.8
	Ø D3 64	4.2
<b>Ponderación de fuerzas</b>		4.4

Una vez obtenidos los datos de los estudios que realizaron la tesis de grado de Olarte A.[25] se encuentran varios cortes con diferentes valores de fuerzas aplicadas por lo cual se procede a realizar una ponderación de valor 4.4 *kgf* para encontrar la fuerza de corte que es necesaria para el cálculo de las chuchillas.

### 3.4 Cálculo de espesor de cuchillas

La fuerza aplicada de valor  $F = 4.4 [Kgf]$  se procede a realizar la transformación de unidades de *kilogramos fuerza = kgf* a *Neuton = N* para el cálculo del espesor de las cuchillas y el diseño de ejes [25].

$$F = 4.4 [Kgf] \left( \frac{9.81[N]}{1[Kgf]} \right) \quad \text{Ec. (2)}$$

$$F = 43.2 [N]$$

La fuerza final que se necesaria para realizar el corte de las frutas es de  $F = 43.2 [N]$

### 3.5 Torque generado para realizar el corte

Para realizar este cálculo se toma la distancia radial de la cuchilla la cual se obtiene del diseño en SolidWorks que equivale a  $d = 0.19859 [m]$

$$T = F(d) \quad \text{Ec. (3)}$$

$$T = 43.2 [N](0.19859) [m] = 8.57 [N.m] = 8.57 [J]$$

### 3.6 Selección del material en cuchillas

Para el criterio de selección del material de las cuchillas se toma en consideración que las cuchillas cortarían varias frutas es por esta razón que se selecciona un acero con una característica de resistencia alto, que se puede encontrar en la región de Ecuador y que se encuentra en la Tabla 16 Se seleccionó un acero inoxidable martensítico M303 para el diseño.

**Tabla 16.** Tabla para selección de cuchillas. [24]

---

Resistencia (a la tensión)

---

Número	Material	Fluencia Sy Mpa	Ultima Sut Mpa	A la fractura $\sigma_{fr}$ Mpa	Coficiente $\sigma_{qs}$ Mpa	Resistencia del material a la deformación, exponente m	Resistencia de la fractura  $\epsilon_f$
303	Acero Inoxidable	241	601	1520	1410	0.51	1.67
304	Acero Inoxidable	276	568	1600	1270	0.45	0.10

### 3.7 Cálculo que presenta la resistencia a la fluencia en corte

Se selecciona el material M303 para proceder con el diseño de la cuchilla que presenta una resistencia a la fluencia  $s_y = 241 [MPa]$  se toma de la tabla de la Tabla 16.

$$S'_n = 0.5(S_y) \quad \text{Ec. (4)}$$

$$S'_n = 0.5(241 [MPa] )$$

$$S'_n = 120.5 [MPa]$$

### 3.8 Cálculo de esfuerzo máximo cortante

Para realizar el diseño y construcción de la cuchilla se seleccionó un factor de seguridad ( $F_s = 2.5$ )

$$\tau_{max} = \frac{S'_n}{F_s} \quad \text{Ec. (5)}$$

$$\tau_{max} = \frac{120.5 [MPa]}{2.5}$$

$$\tau_{max} = 48.2 [MPa]$$

Se utiliza la altura de la cuchilla  $h=50$  mm y a partir de esto se reemplaza en la Ec 24 teniendo en cuenta que la base es igual al espesor de la cuchilla  $b = e$ .

$$A = b * h \quad \text{Ec. (6)}$$

$$A = b * 0.05[m]$$

$$A = (b \approx e) * 0.05[m]$$

$$\tau_{max} = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. (7)}$$

A continuación, en la Ec. 24 se reemplaza el área y se despeja el espesor equivalente a la letra “e” para obtener el mínimo espesor con el que el material pueda ser trabajado al momento de afilar la cuchilla.

$$e = \frac{43.2[N]}{48.2[MPa]*0.05[m]}$$

$$e = 17.92 \times 10^{-6} [m]$$

$$e = 0.017 [mm]$$

Como la cuchilla requiere un espesor mínimo para poder hacer el corte requerido mediante el cálculo se llegó al espesor de la cuchilla con  $e = 0.017[mm]$  después de obtener este cálculo con el tamaño real del material que es 2 mm de espesor se afila hasta llegar al espesor calculado.

### 3.9 Inercia Rotacional

En las Tabla 17 y Tabla 18 se muestran los resultados obtenidos de los momentos de inercia del plato porta cuchillas y de las cuchillas mediante el software CAD SolidWorks.

**Tabla 17.** Momento de inercia del plato porta cuchillas

Momentos de inercia del plato (g*mm <sup>2</sup> )		
I <sub>xx</sub> = 25955143.82	I <sub>xy</sub> = 0.00	I <sub>xz</sub> = 0.00
I <sub>yx</sub> = 0.00	I <sub>yy</sub> = 25957621.09	I <sub>yz</sub> = 99.79
I <sub>zx</sub> = 0.00	I <sub>zy</sub> = 99.79	I <sub>zz</sub> = 51517128.9

**Tabla 18.** Momento de inercia de la cuchilla

Momentos de inercia de la cuchilla (g*mm <sup>2</sup> )		
I <sub>xx</sub> = 72341.81	I <sub>xy</sub> = 0.00	I <sub>xz</sub> = 0.00
I <sub>yx</sub> = 0.00	I <sub>yy</sub> = 234816.18	I <sub>yz</sub> = 2343.51
I <sub>zx</sub> = 0.00	I <sub>zy</sub> = 2343.51	I <sub>zz</sub> = 296428.31

Los valores obtenidos en las tablas de momentos de inercia se utilizarán para el cálculo de la velocidad de giro del plato y posteriormente para el cálculo de las poleas que se encuentran a continuación en los ítems 3.10 y 3.11 respectivamente.

### 3.10 Velocidad de Giro

$$E_c = \frac{1}{2} IW^2 \quad \text{Ec. (8)}$$

Se considera como energía cinética al torque que se ejecuta a la acción de cortar una fruta, por lo tanto:

$$E_c = T = 8.57 J \quad \text{Ec. (9)}$$

A razón de esto se suman las inercias de la cuchilla y el disco en una revolución realizan 3 cortes que son igual:

$$\text{Ec. (10)}$$

$$\Sigma I = \frac{\text{Inercia Plato}}{3} + \text{Inercia de la cuchilla}$$

$$\Sigma I = \frac{51517128.91}{3} + 296428.31$$

$$\Sigma I = 17172376.3 + 296428.31$$

$$\Sigma I = 17468804.61 [g \text{ mm}^2] = 0.017468804 [kg \text{ m}^2]$$

$$\begin{aligned} W1 &= \sqrt{\frac{2E_c}{I}} = \sqrt{\frac{2(8.57)}{0.017468804 [kg \text{ m}^2]}} = \\ &= 31.32 \left[ \frac{rad}{s} \right] = 299.08 \left[ \frac{rev}{min} \right] \approx 300 \left[ \frac{rev}{min} \right] \end{aligned}$$

### 3.11 Cálculo de poleas

Para encontrar el diámetro de la polea se necesita 300 rpm.

$$N_m = 1730 [rpm]$$

$$N_s = 300 [rpm] = w_1$$

Relación de transmisión RT:

$$RT = \frac{N_m}{N_s} \quad \text{Ec. (29)}$$

$$RT = \frac{N_m}{N_s} = \frac{1730}{300}$$

$$RT = 5.8$$

$$RT = \frac{58}{10}$$

Polea N1:

$$4[plg] * 2 = 8 [plg]$$

Polea N2:

$$1.5[plg] * 2 = 3 [plg]$$

$$Rt1 = \frac{8}{3}$$

Polea N3:

$$3[plg] * 2 = 6 [plg]$$

Polea N4:

$$1.5[plg] * 2 = 3 [plg]$$

$$Rt2 = \frac{6}{3}$$

Relación de transmisión total:

$$Rt1 * Rt2 = RT = \frac{8}{3} * \frac{6}{3} = \frac{48}{9} = \frac{16}{3}$$

Una vez realizado el cálculo de la relación de transmisión se verifica que los diámetros obtenidos de las poleas son las correctas.

$$N_1 W_1 = N_2 W_2 \quad \text{Ec. (30)}$$

Diámetro de poleas:

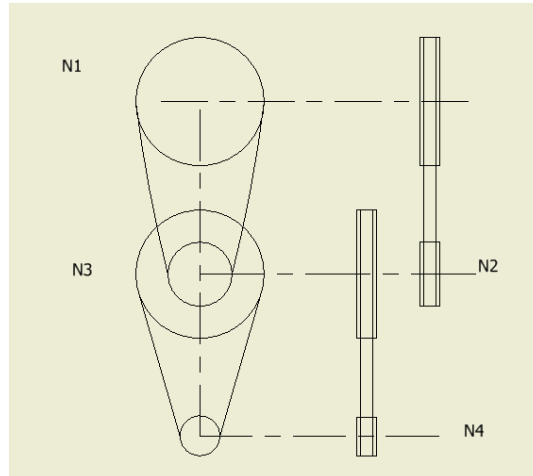
N1: 8 [plg].

N2: 3 [plg].

N3: 6 [plg].

N4: 3 [plg].

Velocidad angular necesaria: N1= 300 [rev/min]



**Figura 16.** Orden poleas. [25]

$$(3)1730 [rpm] = 6w_3$$

$$w_3 = 865[rpm]$$

$$N_2W_2 = N_1W_1 \quad \text{Ec. (11)}$$

$$(3)(865) [rpm] = 8w_1$$

$$w_1 = 324.4[rpm]$$

Con la verificación de los cálculos obtenidos la relación de transmisión es la correcta.

$$RT = \frac{16}{3}$$

### 3.12 Transmisión de bandas

En la figura siguiente muestra un juego de poleas y sus fórmulas para aplicarlas en el diseño.



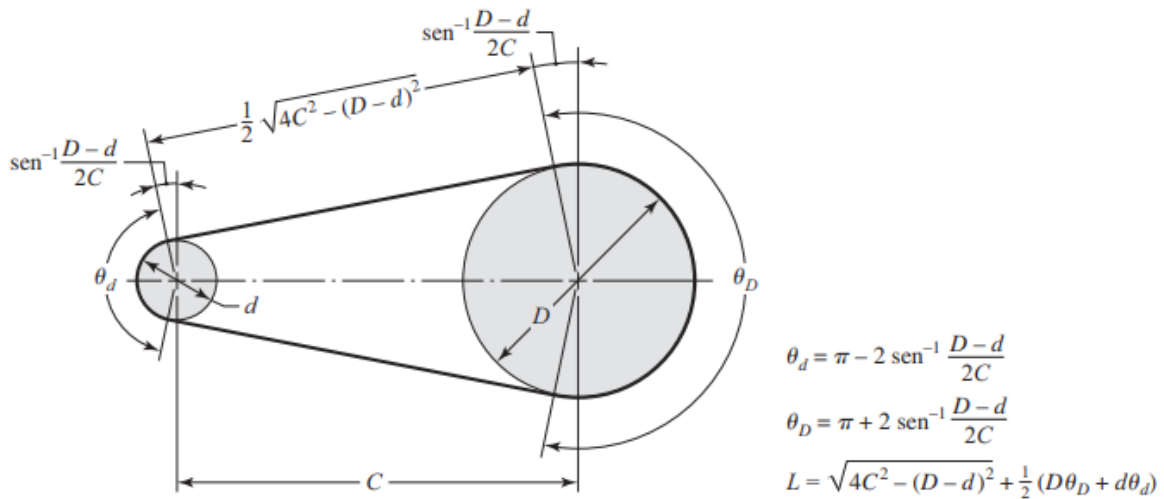


Figura 17. Geometría de bandas-banda plana. [24]

Datos:

$$D = 203.2 \text{ mm}$$

$$d = 76.2 \text{ mm}$$

$$C = 248 \text{ mm}$$

Cálculo de ángulos de contacto:

$$\phi_d = \pi - 2 \sin^{-1} \frac{(203.2-76.2)[\text{mm}]}{2(248)[\text{mm}]}$$

Ec. (32)

$$\phi_d = 150.32^\circ$$

$$\phi_d = 2.62 \text{ [rad]}$$

$$\phi_D = \pi + 2 \sin^{-1} \frac{(203.2-76.2)[\text{mm}]}{2(248)[\text{mm}]}$$

Ec. (33)

$$\phi_D = 209.67^\circ$$

$$\phi_D = 3.66 \text{ [rad]}$$

$$L = \sqrt{4(248)^2 - (203.2 - 76.2)^2} + \frac{1}{2}(203.2 \times 2.62\text{rad} + 76.2 \times 3.66\text{rad})$$

Ec. (34)

$$L = 882 [mm]$$

### 3.13 Selección de motor

Se selecciona un motor que posee una potencia específica realizando el cálculo mediante la siguiente ecuación [24].

Se selecciona un motor con una potencia específica mediante la siguiente ecuación. [24]

$$P = T \times W [Watts] \quad \text{Ec. (12)}$$

Donde:

$W$ : Velocidad de giro de la porta cuchillas.

$T$ : Torque [ $Nm$ ].

$P$ : Potencia [ $w$ ].

$$P = (8.57) [Nm] \times (300) [rpm]$$

$$P = (8.57) [Nm] \times 31.42 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$

$$P = 294.97 [W] = 0.395 [HP] \approx 0.4 [HP] \quad \text{Potencia teórica}$$

Motor necesario con el que puede trabajar la picadora de fruta es de  $\frac{1}{2}$  HP de potencia.

### 3.15 Velocidad tangencial de la banda

$$V_T = \frac{D \times \pi \times N}{6000} \left[ \frac{m}{s} \right] \quad \text{Ec. (36)}$$

Donde:

$P$ : Diámetro de la polea.  $[mm]$ .

$N$ : Velocidad en rpm de cada juego de poleas.

$$V_T = \frac{0.1524 \times \pi \times 865}{6000} \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$V_{T1} = 0.069 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

La velocidad tangencia  $V_{T1}$  entre las poleas  $N_4$  y  $N_3$  es de  $0.069 \left[ \frac{m}{s} \right]$ .

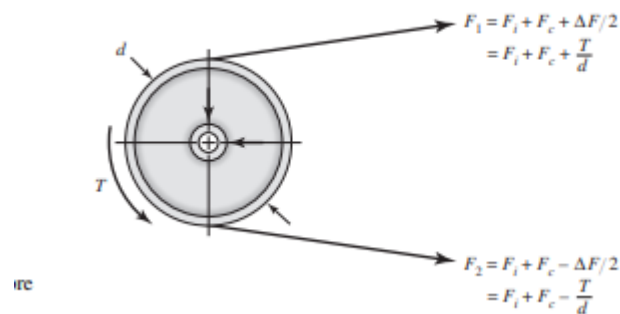
$$V_T = \frac{0.2032 \times \pi \times 300}{6000} \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$V_{T2} = 0.031 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

La velocidad tangencia  $V_{T1}$  entre las poleas  $N_2$  y  $N_1$  es de  $0.031 \left[ \frac{m}{s} \right]$ .

### 3.14 Tensión de la Banda 1

Para realizar el cálculo de tensión de la banda 1 se toma como referencia la Figura 18 con la siguiente formula.[24]



**Figura 18.** Tensión en bandas [24]

$$\frac{F1}{F2} = e^{fx\theta} \quad \text{Ec. (13)}$$

Donde

$F1$ : Fuerza del lado tenso [N]

$F2$ : Fuerza del lado flojo [N]

$\theta$ : Ángulo de contacto [rad]

$f$ : Coeficiente de fricción (adimensional)

$$\frac{F1}{F2} = e^{fx\theta} \quad \text{Ec. (14)}$$

$$\frac{F3}{F4} = e^{0.6x\pi}$$

$$\frac{F3}{F4} = 4.3752$$

Formula de la potencia obtenida [24].

$$P = F * V [Hp] \quad \text{Ec. (15)}$$

$$P = \frac{(F3 - F4) * V}{746[wats]} \quad \text{Ec. (16)}$$

Donde

P: Potencia [Hp]

V: Velocidad Tangencial [m/s]

$$F3 - F4 = \frac{0.5 * 746[\text{watts}]}{0.069 \left[ \frac{m}{s} \right]}$$

$$F3 - F4 = 5405.79 [N]$$

$$4.3752F3 - F3 = 5405.79 [N]$$

$$F3 = \frac{5405.79}{3.3752} [N]$$

$$F3 = 1601.62 [N]$$

Se reemplaza F3 en Ec (44) y se despeja F4

$$F4 = 5405.79 + 1601.62$$

$$F4 = 7007.41 [N]$$

### 3.16 Torque Banda 1

Formula del Torque [24].

$$T_1 = F * R [Nm] \tag{Ec. (17)}$$

$$T_1 = (F4 - F3) * 0.1016 [m]$$

$$T_1 = (7007.41 - 1601.62)[N] * 0.1016 [m]$$

$$T_1 = 549.22 [Nm]$$

### 3.17 Tensión de la banda 2

$$\frac{F1}{F2} = e^{f \cdot x \cdot \theta} \quad \text{Ec. (18)}$$

$$\frac{F1}{F2} = e^{0.6 \cdot x \cdot \pi}$$

$$\frac{F1}{F2} = 4.3752$$

Fórmula para la potencia obtenida

$$P = F * V [Hp] \quad \text{Ec. (19)}$$

$$P = \frac{(F1 - F2) * V}{746[wats]} \quad \text{Ec. (20)}$$

Donde

P: Potencia [Hp]

V: Velocidad Tangencial [m/s]

$$P = \frac{(F1 - F2) * V}{746[wats]} \quad \text{Ec. (21)}$$

$$F1 - F2 = \frac{0.5 * 746[\text{watts}]}{0.031 \left[ \frac{m}{s} \right]}$$

$$F1 - F2 = 12032.25 [N]$$

$$4.3752F2 - F2 = 12032.25 [N]$$

$$F2 = \frac{12032.25}{3.3752} [N]$$

$$F2 = 3564.9 [N]$$

Se reemplaza F3 en Ec (46)

$$F1 = (12032.25 + 3564.9)[N]$$

$$F1 = 15597.15 [N]$$

### 3. 18 Torque de la banda 2

Formula del Torque [24].

$$T_2 = F * R [Nm] \quad \text{Ec. (22)}$$

$$T_2 = (F1 - F2) * 0.0762 [m]$$

$$T_2 = (15597.15 - 3564.9)[N] * 0.0762 [m]$$

$$T_2 = 916.85 [Nm]$$

### 3.19 Cálculo de en ejes

Para poder realizar el análisis en los ejes se obtiene las fuerzas que trabajan en los extremos del eje mediante la siguiente ecuación se obtiene los valores que posteriormente se utilizaran para el cálculo en el programa de diseño inventor, se reemplaza los valores del torque obtenidos en los ítems 3.16 y 3.18 y el radio de las respectivas poleas y disco porta cuchillas.

$$F_c = \frac{T}{r} \quad \text{Ec. (23)}$$

#### 3.19.1 Cálculo de eje principal

A continuación, se calcula la fuerza de la polea de diámetro  $8[plg] \approx 0.203[m]$  para el cálculo en programa de diseño mecánico Inventor.

$$F_{p8} = \frac{549.22 [Nm]}{0.1016 [m]}$$

$$F_{p8} = 5405.70 [N]$$

A continuación, se calcula la fuerza del plato porta cuchillas de diámetro  $0.25[m]$  para el cálculo en el programa de diseño mecánico Inventor.

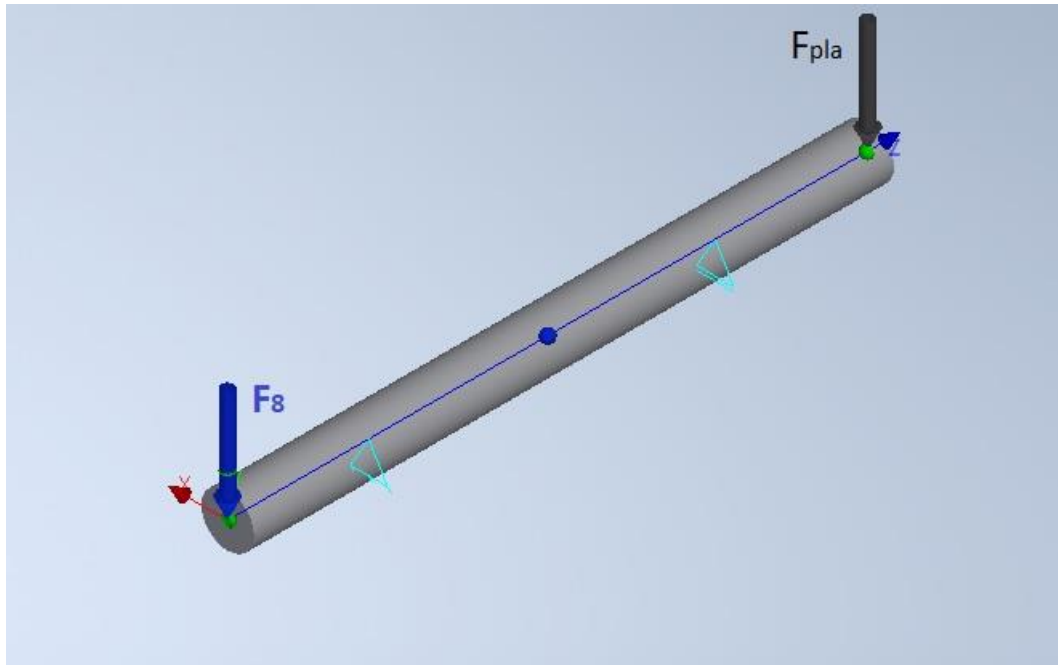
$$F_{pla} = \frac{549.22 [Nm]}{0.125 [m]}$$

$$F_{pla} = 4393.76 [N]$$

Después de calcular las fuerzas que existen en el eje se procede mediante el programa de diseño mecánico Inventor a analizar los diagramas de momento flector y fuerza cortante, como se

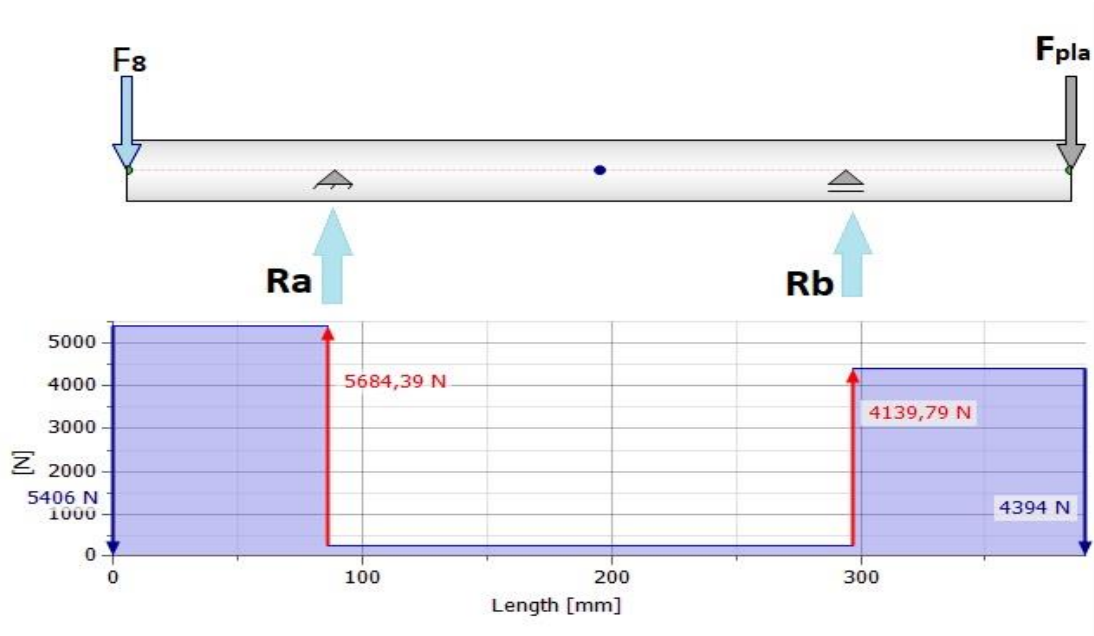


puede verificar en la Figura 19 se muestra dónde están ubicados los apoyos y cómo actúan la fuerza para el posterior cálculo de momentos

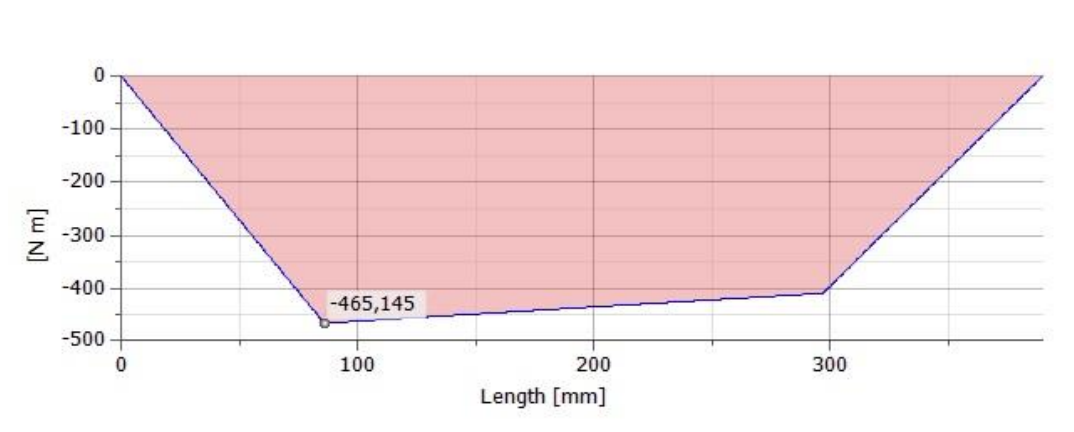


**Figura 19.** Eje Principal.

En la Figura 20 y Figura 21 se aprecia el diagrama de fuerzas que actúan en el eje principal, así como el diagrama de momento máximo que ejerce en el eje.



**Figura 20.** Diagrama reacciones con Fuerza.



**Figura 21.** Diagrama de Momentos Máximo.

En la Tabla 19 se muestra el material utilizado para el eje principal en la aplicación de cargas en el programa de diseño mecánico Inventor.

**Tabla 19.**Propiedades del eje principal.

Material		Acero
Módulo de elasticidad	E	206000 Mpa
Módulo de rigidez	G	80000 Mpa
Densidad	$\rho$	7860 kg/m <sup>3</sup>

En la Tabla 20 se muestra las fuerzas aplicadas en el eje principal y la distancia que deben tener al momento de calcular las tablas de reacciones y de momentos.

**Tabla 20.** Fuerzas aplicadas en eje principal

Índice	Ubicación	Fuerza Radial	
		Y	X
$F_8$	0 mm	5406.000 N	0.00
$F_{pla}$	390 mm	4394.000 N	0.00

En la Tabla 21 muestra las reacciones obtenidas mediante el programa de diseño mecánico Inventor con longitudes y fuerzas.

**Tabla 21.** Reacciones aplicadas en eje principal

Índice	Tipo	Ubicación	Fuerza Radial	
			Y	X
Ra	Fijo	86 mm	5684.389 N	0.00
Rb	Gratis	297 mm	4139.788 N	0.00

En la Tabla 22 muestra los resultados generales obtenidos en el programa de diseño mecánico Inventor.

**Tabla 22.** Resultados eje principal

Resultados		
Largura	L	390.000 mm
Masa	Masa	2.465 kg
Tensión máxima de deflexión	$\sigma_B$	144.590 Mpa
Tensión de cizallamiento máximo	TS	6.728 Mpa
Estrés torsional máximo	T	0.000 Mpa
Tensión máxima de estrés	$\sigma_T$	0.000 Mpa
Deflexión máxima del estrés	$\sigma_{rojo}$	145.059 Mpa
Deflexión máxima	$f_{m\acute{a}x}$	513.767 micrómetros
Ángulo de torsión	$\Phi$	0,00 grados
Momento máximo	$M_{max}$	465.145 Nm

Para la construcción de la picadora de frutas se seleccionó el material AISI 4340, por sus propiedades físicas y mecánicas que cubren perfectamente las necesidades del trabajo en la que se empleara como se puede observar a detalle la Tabla 23 se tomarán valores de resistencia la fluencia para los cálculos siguiente.

**Tabla 23.** Propiedades Mecánicas de los Aceros. [24]

AISI número	Tratamiento	Resistencia a la tensión Mpa	Resistencia a la fluencia Mpa	Elongación %	Reducción del área, %	Dureza Brinell
4340	T y R	1720	1590	10	40	486
	T y R	1470	1360	10	44	430
	T y R	1170	1080	13	51	360
	T y R	965	855	19	60	280

Para la selección de un factor de seguridad, en la Tabla 24 se muestra una tabla de diversos parámetros los cuales se utilizará para encontrar un diámetro para los ejes principal y de transmisión que se utilizaran para el diseño de la maquina picadora de fruta.

**Tabla 24.** Factor de seguridad parámetros. [27]

Factor de Seguridad	Factor referente a la carga
1,25 a 2	Se utiliza en el cálculo, diseño de estructuras que están aplicadas cargas estáticas y existen un elevado grado de seguridad en todos los datos calculados.
2 a 2,5	Se utiliza en el diseño de estructuras que están aplicadas cargas dinámicas y existen un grado de seguridad promedio en los datos obtenidos mediante el cálculo.
2,5 a 4	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades o características de los materiales, análisis de esfuerzos o ambientes.

Por tanto, el factor de seguridad que se elige mediante el cálculo es el de 2.5 a 4 que es utilizado en el diseño de estructuras que están aplicadas cargas estáticas y cargas dinámicas con duda en las propiedades o características de los materiales, análisis de esfuerzos o ambientes. Así se calcula el diámetro del eje principal para posterior selección del eje. Además de utilizar el momento máximo  $M_{max} = 465.145 [Nm]$  que se obtuvo del programa de diseño mecánico Inventor para el cálculo del eje principal [27].

En la Ec. (48) se calcula el esfuerzo a flexión para encontrar el esfuerzo equivalente y calcular el diámetro el eje.

$$\sigma_x = \frac{32M_{max}}{\pi d^3} [MPa] \quad \text{Ec. (24)}$$

$$\sigma_x = \frac{32(465.145)}{\pi d^3} [MPa]$$

$$\sigma_x = \frac{4737.92}{d^3} [MPa]$$

En la Ec. (49) se calcula el esfuerzo de torsión necesario para calcular el esfuerzo equivalente.

$$\tau_{xy} = \frac{16T_1}{\pi d^3} [MPa] \quad \text{Ec. (25)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16(549.22)}{\pi d^3} [MPa]$$

$$\tau_{xy} = \frac{2797.15}{d^3} [MPa]$$

En la Ec. (50) se calcula el esfuerzo equivalente para poder obtener el diámetro del eje [27].

$$[\sigma] = \sqrt{(\sigma_x)^2 + 3(\tau_{xy})^2} \quad \text{Ec. (26)}$$

$$[\sigma] = \sqrt{\left(\frac{4737.92}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{2797.15}{d^3}\right)^2}$$

$$[\sigma] = \frac{6776.47}{d^3}$$

En la Ec. (51) se calcula el diámetro correspondiente al eje principal con el factor de seguridad 2.5 para el diseño del eje con esfuerzo ala fluencia  $S_y = 855 [MPa]$  que se obtiene de Tabla 24

$$[\sigma] = \frac{S_y}{F_s} [MPa] \quad \text{Ec. (27)}$$

$$S_y = 855 \text{ [MPa]}$$

$$F_s = \frac{S_y}{[\sigma]} \text{ [MPa]} \quad \text{Ec. (28)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{(2.5)(6776.47)}{855 \text{ [MPa]}}}$$

$$d = 0.027 \text{ [m]} \approx 27 \text{ [mm]}$$

Obtenido el diámetro ideal del eje se procede a elegir un diámetro para el diseño del eje como en los cálculos teóricamente es 27 mm se decidió escoger un diámetro mayor, siendo más alto tiene una mayor confiabilidad y es más común en la región ecuatoriana encontrar y realizar la compra de los accesorios como las chumaceras y poleas, por lo tanto, el eje a escoger es de 32[mm]

### ***3.19.2 Cálculo de eje para transmisión.***

Para el cálculo de la fuerza en la polea de diámetro 6 [plg]  $\approx 0.1524 \text{ [m]}$  se utiliza la Ec. (47)

$$F_{p6} = \frac{916.85 \text{ [Nm]}}{0.0762 \text{ [m]}}$$

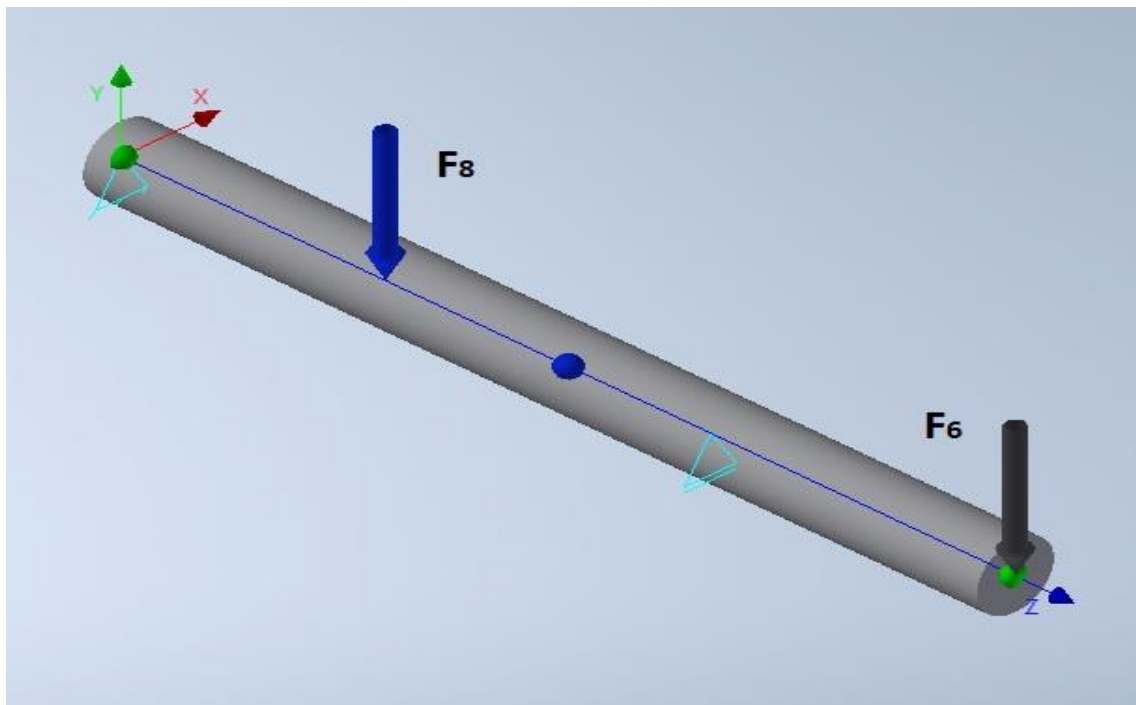
$$F_{p6} = 12032.15 \text{ [N]}$$

Se utiliza la misma Ec. (47) para el cálculo de la fuerza en la polea de diámetro 3[plg]  $\approx 0.0762 \text{ [m]}$

$$F_{p3} = \frac{916.85 \text{ [Nm]}}{0.0381 \text{ [m]}}$$

$$F_{p3} = 24064.30 \text{ [N]}$$

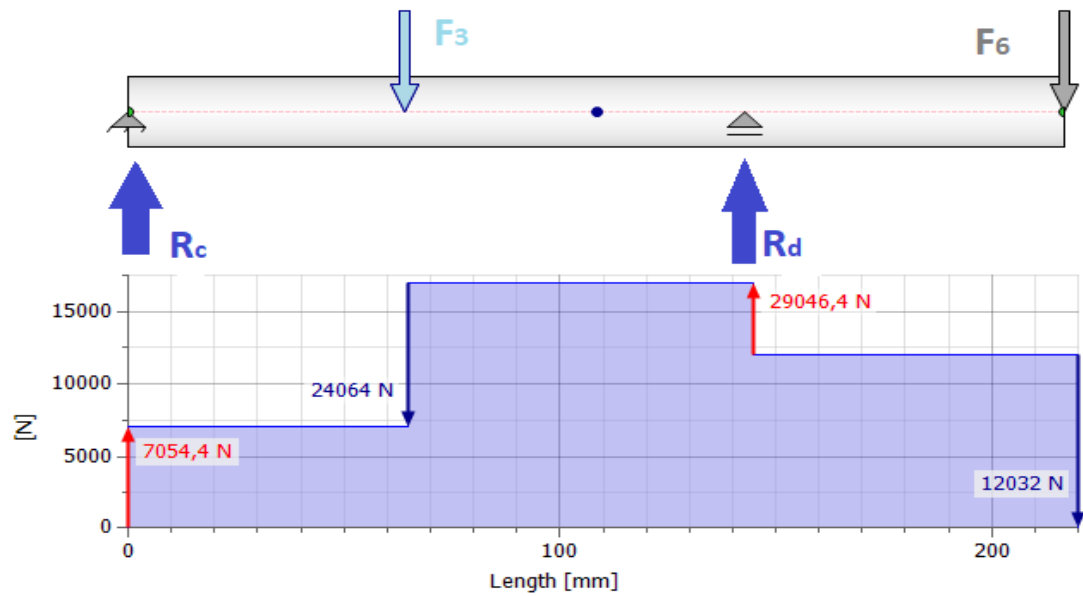
Después de calcular las fuerzas que existen en el eje de transmisión se procede mediante el programa de diseño mecánico Inventor a analizar los diagramas correspondientes al momento flector y de igual manera con el diagrama de fuerza cortante, en la Figura 22 se muestra dónde están ubicados los apoyos y cómo actúan las fuerza para el posterior cálculo de momentos.



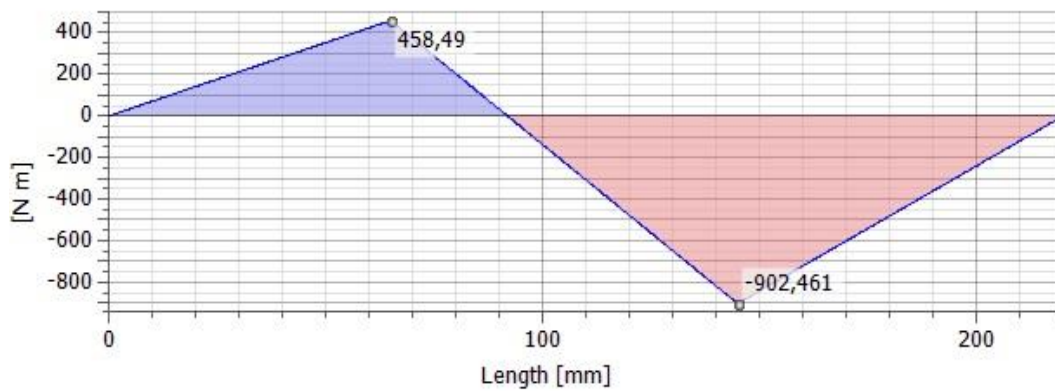
**Figura 22.** Eje transmisión o secundario.

En la Figura 23 y Figura 24 se puede apreciar a detalle el diagrama de fuerzas que actúan en el eje de transmisión, así como el diagrama de momento máximo que ejerce en el eje.





**Figura 23.** Diagrama de Fuerzas y reacciones eje secundario.



**Figura 24.** Diagrama de momentos máximo eje secundario.

En la Tabla 25 se muestra el material que se empleó para el eje de transmisión en la aplicación de cargas en el programa de diseño mecánico Inventor.

**Tabla 25.** Propiedades del eje de transmisión

Material		Acero
Módulo de elasticidad	E	206000 Mpa
Módulo de rigidez	G	80000 Mpa
Densidad	$\rho$	7860 kg/m <sup>3</sup>

En la siguiente Tabla 26 se muestra las fuerzas aplicadas en el eje de transmisión y la distancia que deben tener al momento de calcular las tablas de reacciones y de momentos.

**Tabla 26.** Fuerzas aplicadas en eje transmisión

Índice	Ubicación	Fuerza Radial	
		Y	X
$F_3$	65 mm	24064.000 N	0
$F_6$	220 mm	12032.000 N	0

En la siguiente Tabla 27 se muestra las reacciones obtenidas mediante el programa de diseño mecánico Inventor con longitudes y fuerzas.

**Tabla 27.** Reacciones aplicadas eje de transmisión

Índice	Tipo	Ubicación	Fuerza Radial	
			Y	X
Rc	Fijo	0 mm	7054.402 N	0
Rd	Libre	145 mm	29046.406 N	0

En la Tabla 28 se puede apreciar los resultados generales obtenidos en el programa de diseño mecánico Inventor.

**Tabla 28.** Resultados eje transmisión.

Resultados		
Largura	L	220.000 mm
Masa	Masa	0.490 kg
Tensión máxima de deflexión	$\Sigma b$	1340.195 Mpa
Tensión de cizallamiento máximo	TS	60.004 Mpa
Estrés torsional máximo	T	0.000 Mpa
Tensión máxima de estrés	$\sigma T$	0.000 Mpa
Deflexión máxima del estrés	orojo	1344.219 Mpa
Deflexión máxima	$f_{m\acute{a}x}$	2119.028 micrómetros
Ángulo de torsión	$\Phi$	0 grados
Momento máximo	$M_{max}$	902.461 Nm

En el diseño del eje secundario de transmisión el factor de seguridad que se selecciona es el de 2.5 por motivo que en la descripción de factor de carga nos menciona. así se calcula el diámetro del eje de transmisión para la posterior selección del eje. Además de utilizar el momento máximo  $M_{max} = 902.461 [Nm]$  que se obtuvo del programa de diseño mecánico Inventor para el cálculo del diámetro del eje principal.

En la Ec. (53) se calcula el esfuerzo a flexión para encontrar el esfuerzo equivalente y calcular el diámetro el eje.

$$\sigma_x = \frac{32M_{max}}{\pi d^3} [MPa] \quad \text{Ec. (29)}$$

$$\sigma_x = \frac{32(902.461)}{\pi d^3} [MPa]$$

$$\sigma_x = \frac{9192.39}{d^3} [MPa]$$

En la Ec. (54) se calcula el esfuerzo de torsión necesario para calcular el esfuerzo equivalente.

$$\tau_{xy} = \frac{16T_1}{\pi d^3} [MPa] \quad \text{Ec. (54)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16(916.85)}{\pi d^3} [MPa]$$

$$\tau_{xy} = \frac{4669.47}{d^3} [MPa]$$

En la Ec. (55) se calcula el esfuerzo equivalente para poder obtener el diámetro del eje.

$$[\sigma] = \sqrt{(\sigma_x)^2 + 3(\tau_{xy})^2} \quad \text{Ec. (55)}$$

$$[\sigma] = \sqrt{\left(\frac{9192.39}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{4669.47}{d^3}\right)^2}$$

$$[\sigma] = \frac{12243.85}{d^3}$$

En la Ec. (56) se realiza el cálculo el diámetro del eje respecto al factor de seguridad 2.5 para el diseño del eje de transmisión con esfuerzo a la fluencia  $S_y = 1590 [MPa]$  que se obtiene de la Tabla 24.

$$[\sigma] = \frac{S_y}{F_s} [MPa] \quad \text{Ec. (56)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{(2.5)(12243.85)}{1590 [MPa]}}$$

$$d = 0.026 [m] \approx 26 [mm]$$

Obtenido el diámetro ideal del eje de transmisión se procede a escoger un diámetro para el diseño del eje como en los cálculos teóricamente es 23 mm se decidió seleccionar un diámetro menor para su rápida fabricación y adquisición como las chumaceras y poleas, por lo tanto, el eje a escoger es de 22 mm o de 19 mm según se encuentre en el mercado ecuatoriano.

### 3.20 Selección de chumaceras

Considerando que el diámetro del eje principal es de 32 mm de diámetro que equivale a 1 ¼ de plg, transfiere el movimiento al plato porta cuchillas y correspondientemente a una polea de 8 plg de diámetro de la tabla del catálogo de chumaceras normalizado que se divide en la Tabla 11 se escoge la chumacera KDF UCP 207-20. Así mismo para el eje de transmisión de diámetro 20 mm en la misma tabla normalizada del catálogo de chumaceras se escoge la chumacera KDF UCP 204

### 3.20 Simulación eje principal

En la Tabla 29 se observa las propiedades que tiene el material en la simulación del eje principal en el programa de diseño mecánico Inventor.

**Tabla 29.** Materiales eje principal.

<b>Materiales</b>		
Nombre	Acero AISI 4340 242 HR	
General	Densidad de masa	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite elástico	634 MPa
	Resistencia a la tracción	826 MPa
Estrés	El módulo de Young	207 GPa
	El coeficiente de Poisson	0.33 ul
	Módulo de corte	77.8195 GPa
Nombre(s) de parte	Eje principal.ipt	

En la Tabla 30 y Tabla 31 se muestra las fuerzas aplicadas en la condición de operación del análisis estático en el eje principal, tomando en cuenta que los apoyos de Ra y Rb tienen una restricción fija en la simulación.

**Tabla 30.** Fuerza F8 aplicada

Fuerza F8	
Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	5406.000 N
Vector X	0.000 N
Vector Y	-5406.000 N
Vector Z	0.000 N

**Tabla 31.** Fuerza Fpla aplicada.

Fuerza Fpla	
Tipo de carga	Force
Magnitud	4394.000 N
Vector X	0.000 N
Vector Y	-4394.000 N
Vector Z	0.000 N

En la Tabla 32 se aprecia a detalle un resumen de los parámetros mínimos y máximos obtenidos de la simulación del eje principal.

**Tabla 32.** Resumen de resultados eje principal.

Resumen de los resultados		
Nombre	Mínimo	máximo
Volumen	292502 mm <sup>3</sup>	
Masa	2.29614 kg	
Estrés de Von Mises	0.00000048433 MPa	163.933 MPa
1er esfuerzo principal	-80.5888 MPa	267.852 MPa
3er esfuerzo principal	-252.94 MPa	96.5489 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.0311274 mm
Factor de seguridad	3.86743 ul	15 ul

En la Figura 25 se observa las fuerzas y apoyos en donde se realiza la simulación en el eje principal para obtener los esfuerzos, reacciones, factor de seguridad y deformaciones mediante el programa de diseño mecánico Inventor.

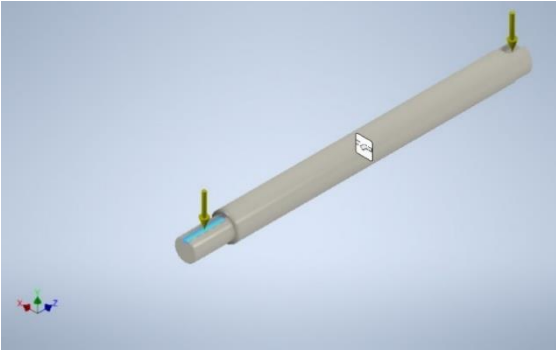


Figura 25. Eje principal

En la Figura 26 se muestra el esfuerzo de Von Mises calculado en el eje principal además del esfuerzo mínimo y el esfuerzo máximo que ejercen las fuerzas aplicadas en el eje. Se observan en la Figura 26 en el extremo izquierdo ligeramente pintado con rojo, esto indica que en ese punto puede tener un esfuerzo máximo equivalente  $[\sigma]_{eq} = 163.9 \text{ [Mpa]}$  que se utiliza para el cálculo de la falla por fluencia

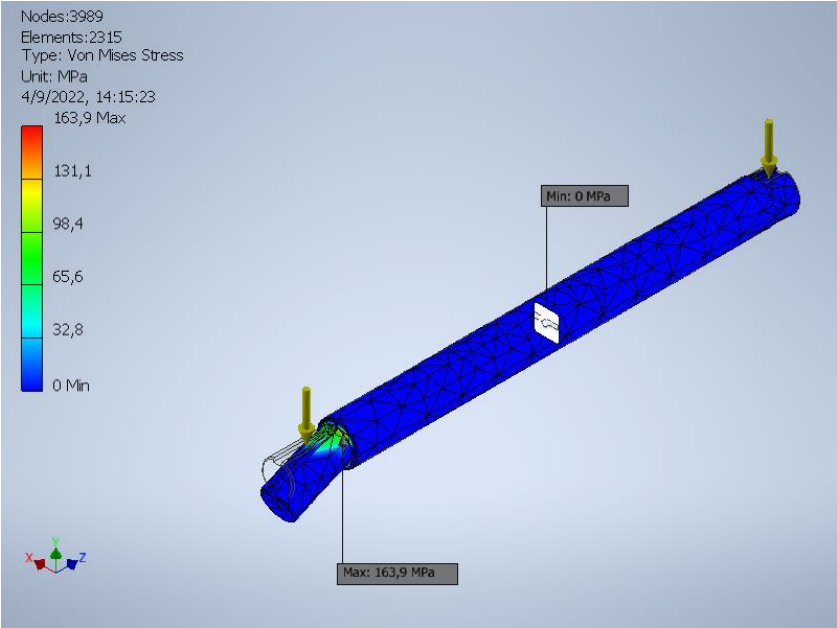
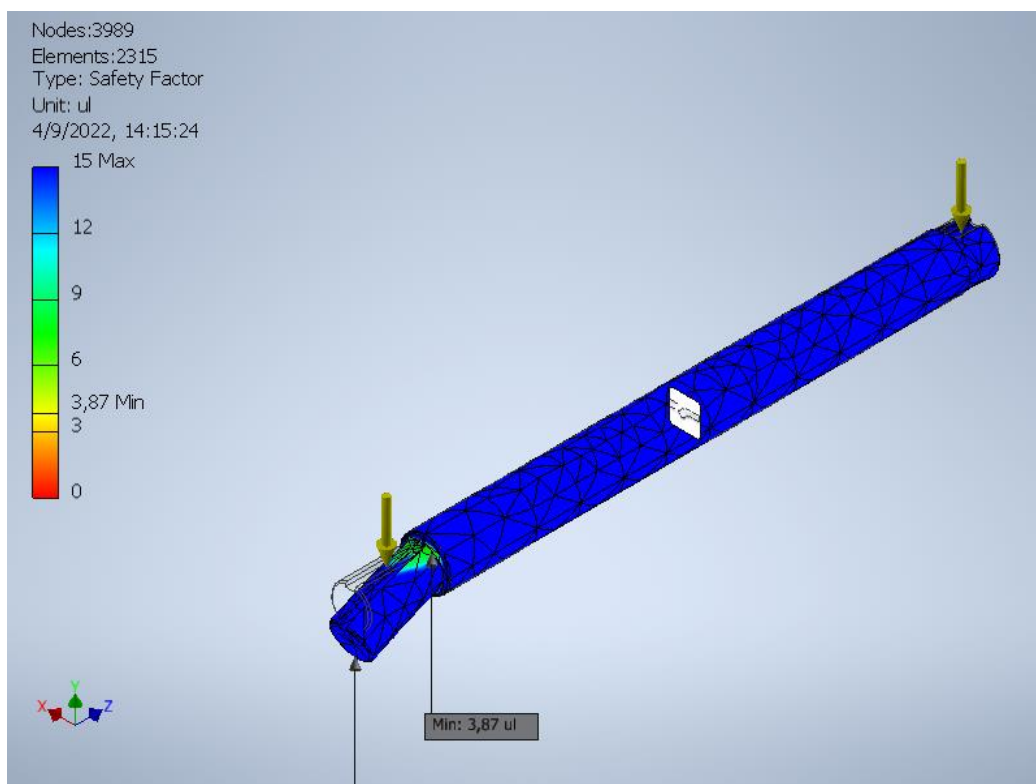


Figura 26. Esfuerzo Von Mises Eje principal

En la Ec. (132) se observa que el esfuerzo equivalente obtenido mediante Von Mises es inferior que el esfuerzo a fluencia del material con lo cual se llega a la conclusión que no existe falla por fluencia.

Mediante el cálculo de la Ec. (66) se llega a la conclusión que el esfuerzo de Von Mises  $[\sigma]_{eq} = 163.9 \text{ [Mpa]}$  es menor que el esfuerzo del material  $[\sigma] = 342 \text{ [Mpa]}$  por tanto no existe falla por fluencia en el material AISI 4340.

En la Figura 27 se muestra la simulación del eje principal, se obtiene con un factor de seguridad  $F_s = 3,87$



**Figura 27.** Factor de seguridad Eje principal



### 3.21 Simulación mesa bastidor

En la Tabla 33 se observa las propiedades que tiene el material en la simulación de la mesa-bastidor en el programa de diseño mecánico Inventor.

**Tabla 33.** Materiales Mesa-Bastidor.

<b>Materiales</b>		
Nombre	solidworks materials ASTM A36 Acero	
General	Densidad de masa	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite elástico	250 MPa
	Resistencia a la tracción	400 MPa
Estrés	El módulo de Young	200 GPa
	El coeficiente de Poisson	0.3 ul
	Módulo de corte	76.9073 GPa
Nombre(s) de parte	Bastidor superior.ipt	

En la Tabla 34, Tabla 35 y Tabla 36 se muestra las fuerzas aplicadas en la condición de operación del análisis estático en la estructura Mesa-Bastidor, tomando en cuenta que los apoyos de las reacciones de las patas tienen una restricción fija en la simulación.

**Tabla 34.** Fuerza 1.

<b>Fuerza: 1</b>	
Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	280.000 N
Vector X	0.000 N
Vector Y	-280.000 N
Vector Z	-0.000 N

**Tabla 35.** Momento 1.

<b>Momento:1</b>	
Tipo de carga	Momento
Magnitud	360.000 N mm
Vector X	-360.000 N mm
Vector Y	0.000 N mm
Vector Z	0.000 N mm

**Tabla 36.** Fuerza 2.

<b>Fuerza: 2</b>	
Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	290.000 N
Vector X	0.000 N
Vector Y	-290.000 N
Vector Z	-0.000 N

En la Tabla 37 se aprecia a detalle un resumen de los parámetros mínimos y máximos obtenidos de la simulación de la estructura mesa-bastidor.

**Tabla 37.** Resumen de resultados mesa-bastidor.

<b>Resumen de los resultados</b>		
<b>Nombre</b>	<b>mínimo</b>	<b>máximo</b>
Volumen	4405230 mm <sup>3</sup>	
Masa	34.581 kg	
Estrés de Von Mises Estrés	0.000178686 MPa	27,7145 MPa
1er esfuerzo principal	-2,98605. MPa	28.5708 MPa
3er esfuerzo principal	-24.2187 MPa	1.84921 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.361833 mm
Factor de seguridad	8,9565 ul	15 ul

En la Figura 28 se observa que para la simulación las dos fuerzas y un momento para el cálculo de Von Mises y del factor de seguridad. Estas fuerzas tienen un valor de  $F1 = -280.000$  [N],  $F2 = -290.000$  [N] y  $M1 = 360.000$  [N mm]

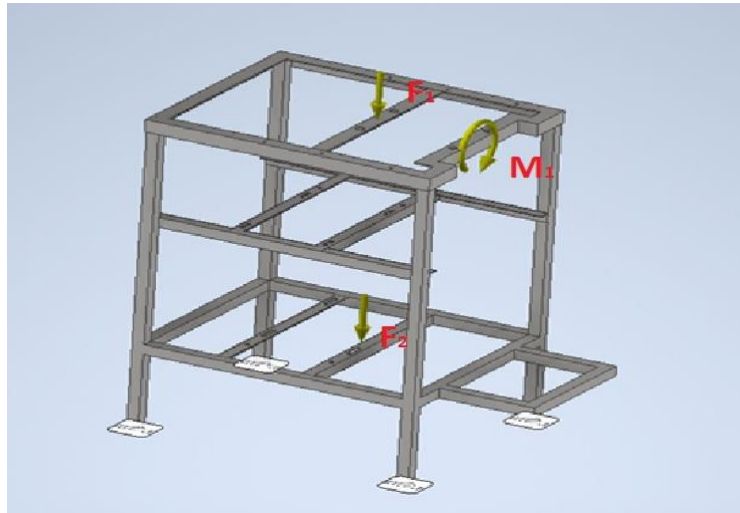


Figura 28. Mesa-bastidor

### Esfuerzo de Von Mises

En la Figura 29 se muestra la simulación y el esfuerzo máximo y mínimo de Von Mises de la estructura con un esfuerzo equivalente de  $[\sigma]_{eq} = 27.71$  [Mpa] y un esfuerzo a fluencia del material de  $[\sigma] = 250$  [Mpa] el cual se utilizará para el cálculo de falla por fluencia.

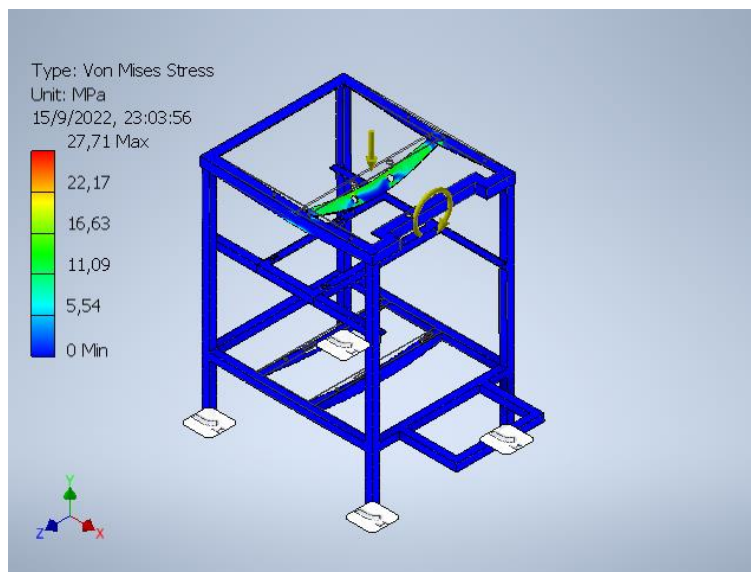
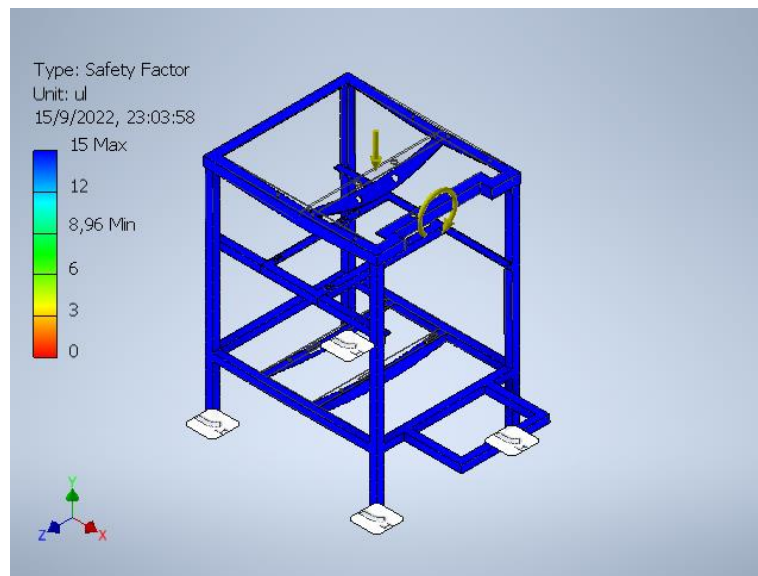


Figura 29. Esfuerzo Von Mises Mesa-bastidor

Se utiliza la Ec. (135) para calcular la falla por fluencia de la estructura mesa-bastidor se ilustra en la Figura 29.

En el análisis de la mesa bastidor se encuentra que el esfuerzo máximo equivalente Von Mises como se muestra en la Figura 29 es  $[\sigma]_{eq} = 27.71$  [Mpa] cómo es menor al esfuerzo a fluencia del material por tal motivo se llega a la conclusión de que no existe falla por fluencia.



**Figura 30.** Factor de seguridad Mesa-bastidor

De acuerdo con la Figura 30 se obtiene de la simulación el factor de seguridad mínimo que es de  $F_s = 8,96$ .

## CAPÍTULO IV

### COSTOS

A continuación, se detalla el costo directo e indirecto, mano de obra entre otros para el análisis económico involucrado en la construcción de la picadora de frutas para Facundo Vela, además de diversos métodos que nos indicaran si el proyecto tiene viabilidad o no.

#### 4.1 Costos Directos

La tabla de costos directos tiene referencia directamente con la producción del producto, en esta tabla se puede apreciar el valor de cada elemento y así poder llevar la contabilidad y el presupuesto, para realizar la Tabla 38 se realizó un estudio de campo solicitando varias proformas en diferentes empresas locales de Quito ver anexo 1

Tabla 38. Costos Directos.

Descripción	Cantidad	C/u	Total \$
Placa de acero inoxidable A304 (120X50) mm	2	352.17	704.34
Tubo Cuadrado 50x2 mm Inox (8.9 kg)	2	30.05	60.1
Plancha de acero Inoxidable (1.22 *2.44) 2mm	1	260.93	260.93
Motor Weg 1/2 1800 RPM Bifasico 220/110 V	1	132	132
Breaker p/riel 2p -50A	1	6.35	6.35
Cable gemelo paralelo 2*16 Andes	1	46	46
Contactador NXC503P220/110 50 AM	1	40.5	40.5
Cable Flexible 12	1	42	42
Cable Flexible 14	1	30	30
Luz electrónica Verde 22 mm 110 / 220v	4	1.35	5.4
Pulsador Hongo c/ retención	1	3.83	3.83
Pulsador csc 22 mm Verde	1	5.65	5.65
<b>TOTAL</b>			<b>1337.1</b>

## 4.2 Costo de Mano de Obra

Para el costo empleado en la mano de obra se tiene como referencia el valor monetario mínimo en el 2022 para el sector industrial del Ecuador, como generalmente se calcula 40 horas a la semana, 8 horas diarias por 5 días a la semana[28]. En la Tabla 39 se obtiene un cálculo de cuanto es el costo de mano de obra del trabajador ecuatoriano para la elaboración de la máquina.

**Tabla 39.** Costos mano de obra.

	<b>Hora</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Total, Costo</b>
Técnico	7	\$2.75	\$19.25
Soldador Mixto	5	\$33.32	\$166.6
	<b>TOTAL</b>		<b>\$185.85</b>

## 4.3 Costo de elementos consumibles

En la Tabla 40 se muestra una lista de materiales entre los principales a emplear en la construcción de la máquina.

**Tabla 40.** Costos elementos consumibles.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C/u</b>	<b>Total \$</b>
Brocas hss	4	\$1.8	\$7.2
Pintura anticorrosiva (gal)	1	\$5.25	\$5.25
Thinner	1	\$3.8	\$3.8
Disco de corte 4 1/2	1	\$2.25	\$2.25
Electrodo 6011- 1/8 kg	4	\$2.1	\$8.4
			\$26.9

## 4.4 Costos Totales

En los costos totales se obtiene el resultado que se emplearon en las tablas anteriores, es decir los costos directos e indirectos como los costos que se presentan referente a la mano de obra, y de los elementos consumibles que se necesitan para poder realizar los respectivos cálculos más adelante.

**Tabla 41.** Costos totales.

<b>Costos</b>	<b>TOTAL \$</b>
Costos Directos	\$1337.1
Costos Mano de Obra	\$185.85
Costos Elementos Consumibles	\$26.9
<b>TOTAL</b>	<b>\$1549.85</b>

#### 4.5 Costos de depreciación

En el costo de la depreciación muestra como el valor de los sistemas mecánicos y sus componentes van disminuyendo con el pasar del tiempo por el efecto del desgaste y el uso de este, para obtener este valor se utilizó la siguiente expresión[29].

$$D = \frac{C - Vr}{N} \quad \text{Ec. (30)[29]}$$

Dónde:

$D$ : Depreciación ( $\frac{\$}{\text{año}}$ )

$C$ : Costo (\$)

$V_R$ : Valor Residual (\$)

Se realiza una depreciación de 10 años tomando referencia artículo 28 literal c y como nos menciona el Reglamento de la Aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno.

Para seleccionar como valor residual se toma el 10% correspondiente al costo total[29].

$$D = \frac{1549.85 - 154.99}{10} \quad \text{Ec. (31)}$$

$$D = 139.49 \left( \frac{\$}{\text{año}} \right) \quad \text{Ec. (32)}$$

En la Tabla 42 los datos anuales de depreciación mediante varios aspectos que se pueden suscitar, como el costo, la vida útil, el valor depreciable, etc.

**Tabla 42.** Costos de depreciación.

<b>Datos</b>		<b>Años</b>	<b>Depreciación anual (\$)</b>	<b>Depreciación acumulada (\$)</b>
Costo (\$)	\$565.85	0	Costo	-
Vida útil (años)	10	1	\$139.49	\$139.49
Valore residual	\$56.59	2	\$139.49	\$278.98
Depreciación anual (\$/año)	\$50.93	3	\$139.49	\$418.47
Valor depreciable	\$1394.9	4	\$139.49	\$557.96
		5	\$139.49	\$697.45
		6	\$139.49	\$836.94
		7	\$139.49	\$976.43
		8	\$139.49	\$1115.92



9	\$139.49	\$1255.41
10	\$139.49	\$1394.9
<hr/>		
Total	\$1394.9	
<hr/>		

Al observar los totales y la información de cada tabla antes mencionada se consulta el resultado que tiene el efecto del tiempo en el dinero, para esto se utiliza los métodos del Tmar, Van y Tir y así saber si es o no rentable el proyecto para la implementación en la comunidad salesiana Francisco Javier de Facundo Vela Provincia de Bolívar.

#### 4.6. Flujo Neto efectivo

Se define como flujo neto a la diferencia que existe entre los egresos e ingresos netos, al utilizar el flujo neto efectivo se debe de considerar el valor del dinero en un determinado tiempo, como se muestra a detalle en la siguiente Tabla 43 [29].

**Tabla 43.** Promedio de ingresos.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C/U</b>	<b>Total</b>
Piña – Unidades	100	\$ 0.5	\$ 50
Naranja – Unidades	200	\$ 0.1	\$ 20
Chamburo – Unidades	100	\$ 0.5	\$ 50
Manzana – Unidades	200	\$ 0.5	\$ 100
Fresa – kg	100	\$ 2.5	\$ 250
Salario Básico	2	\$ 425	\$850
Servicios Básicos	1	\$ 250	\$ 250
	<b>Total</b>		<b>\$1570</b>

**Tabla 44.** Flujo neto efectivo.

Año	Proyección de Ingresos		Proyección de egresos		Depreciación anual S	Flujo neto de efectivo anual S
	Ingreso mensual S	Ingreso anual S	Egreso mensual S	Egreso anual S		
0						1549.85
1	2100	25200	1570	18840	139.49	6220.51
2	2080	24960	1570	18840	139.49	5980.51
3	2050	24600	1570	18840	139.49	5620.51
4	2000	24000	1570	18840	139.49	5020.51
5	2100	25200	1570	18840	139.49	6220.51
6	2050	24600	1570	18840	139.49	5620.51
7	2020	24240	1570	18840	139.49	5260.51
8	2000	24000	1570	18840	139.49	5020.51
9	2100	25200	1570	18840	139.49	6220.51
10	2100	25200	1570	18840	139.49	6220.51

#### 4.7. Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Es el cálculo que permite conocer el valor que se va a invertir en el proyecto, con esta tasa se puede conocer si el proyecto puede o no generar ganancias[29].

$$TMAR = i + f + (i * f) \quad \text{Ec. (33)}$$

Dónde:

i = premio al riesgo

f = inflación.

El Banco Central del Ecuador no ha emitido un pronóstico de índice de inflación hasta el momento para los próximos 5 años por lo que se emplean los índices de cinco años atrás con un 10% como se ilustra a detalle la Tabla 45 [29].

**Tabla 45.** Porcentaje de inflación.

Año	Porcentaje %
2015	5.4
2016	4.1
2017	2.3

2018	3.4
2019	4.5
2020	4.7
	4.07

---

Con los datos obtenidos se procede a realizar el cálculo del TMAR [29].

$$TMAR = 0.407 + 0.10 + (0.407 * 0.10)$$

$$TMAR = 54.77\%$$

#### 4.8 Tasa Mínima aceptable de rendimiento (VAN)

En la diferencia de la suma de flujo con la inversión del inicio se obtiene el valor actual neto o conocido también como valor monetario[29].

$$VAN = \frac{f_1}{(1+i)^{n1}} + \frac{f_2}{(1+i)^{n2}} + \frac{f_1}{(1+i)^{n3}} + \dots + \frac{f_k}{(1+i)^{nk}} - I_0 \quad \text{Ec. (34)}$$

Dónde:

$f_1$ : Flujo efectivo de cada periodo.

$i$ : Interés

$n$ : Número de periodo

$I_0$ : Valor del desembolso inicial de la inversión.

$$VAN = 33812.61$$

Para tener un criterio del valor del VAN se toma de los siguientes criterios:

$VAN > 0$  Se refiere a la inversión es rentable,

$VAN = 0$  Se refiere cuando la inversión es indiferente,

$VAN < 0$  Se refiere cuando la inversión no es beneficioso, es decir produce pérdidas.

#### 4.9 Tasa interna de retorno (TIR)

El TIR se refiere al valor en porcentaje ya sea este en porcentaje o pérdida que indican la inversión del proyecto[29].

$$VAN = \frac{f_1}{(1 + TIR)^{n1}} + \frac{f_2}{(1 + TIR)^{n2}} + \frac{f_1}{(1 + TIR)^{n3}} + \dots + \frac{f_k}{(1 + TIR)^{nk}} - I_0 \quad \text{Ec. (35)}$$

Dónde:

$f_1$ : Flujo efectivo que corresponde a cada periodo.

$n$ : Número de periodo

$I_0$ : Valor del desembolso inicial correspondiente inversión.

$$TIR = 397\%$$

El valor del TIR se toma el criterio por medio de los siguientes criterios [29]:

$VAN > i$  Se refiere a la inversión es rentable,

$VAN = i$  Se refiere cuando la inversión es indiferente,

$VAN < i$  Se refiere cuando la inversión no es rentable, es decir genera pérdidas.

#### 4.10 Tiempo de recuperación de la inversión (PRI)

Al utilizar este método se puede conocer el periodo en el cual se recuperará la inversión ya sea esto a corto, mediano o largo plazo, con la siguiente formula[29].

$$PRI = A + \frac{|B|}{C} \quad \text{Ec. (36)}$$

Dónde:

A: Se refiere al último periodo con flujo que se acumuló fijo

B: Se refiere al último flujo acumulado fijo

C: Valor de flujo de caja correspondiente en el siguiente periodo

En la siguiente Tabla 46 se encuentra visualizado el cálculo de flujo neto y flujo acumulado en 10 años para poder calcular la etapa de recuperación de los valores que se invirtieron.

**Tabla 46.** Tiempo de recuperación de inversión.

Año	Flujo neto \$	Flujo acumulado \$
0	-1549.85	-1549.85
1	6220.51	4670.66
2	5980.51	10651.17
3	5620.51	16271.68
4	5020.51	21292.19
5	6220.51	27512.7
6	5620.51	33133.21
7	5260.51	38393.72
8	5020.51	43414.23
9	6220.51	49634.74
10	6220.51	55855.25

$$PRI = 0 + \frac{|4670.66|}{5980.51}$$

$$PRI = 0,7809 \text{ años}$$

## CONCLUSIONES

- La comunidad Facundo Vela en la actualidad produce y distribuye aproximadamente 1100 kg de manzana, 1500 kg de naranja, 1400 kg de piña, 1600 kg de Fresa, 1300 kg de chamburo mensualmente. Con la implementación del diseño y el análisis que generamos en sus partes con el programa de diseño mecánico Inventor tendrá una disminución en el tiempo y un aumento de la producción del 30%, como se observa a detalle en la Tabla 47.

**Tabla 47.** Tabla comparativa de aumento de producción.

<b>Descripción</b>	<b>Producción Normal</b>	<b>Producción Con implementación de la picadora</b>
Manzana	1100 kg	1430 kg
Naranja	1500 kg	1950 kg
Piña	1400 kg	1820 kg
Fresa	1600 kg	2080 kg
Chamburo	1300 kg	1690 kg
Total, Kg	6900 kg	8970 kg

- En base a las alternativas que se investigó y propuso se seleccionó la alternativa 3 por los valores ponderados resultando el más alto del 40%, en base a los parámetros que fueron costo, materiales, seguridad, construcción, mantenimiento.
- Al momento de realizar el diseño se encontró elementos en los cuales se podía ser más fácil utilizar el espacio en donde será ubicada, además se verificaron varios perfiles cuadrados

para que la estructura sea más liviana pero que no pierda resistencia y confiabilidad es así como se optó por un perfil de 25 x 25 x 2 en acero ASTM A36.

- Se pudo concluir en el análisis estático que el acero AISI 4340 tiene un esfuerzo de Von Mises que cumple con la falla por fluencia de la materia siendo esta  $[\sigma]_{eq} = 163.9 \text{ [Mpa]} \leq 342 \text{ [Mpa]}$ . Para lo cual cumple con el criterio de Von Mises.
- En el análisis estático del bastidor se llega a la conclusión que el material correspondiente al acero ASTM A36 tiene un esfuerzo de Von Mises de  $[\sigma]_{eq} = 27.71 \text{ [Mpa]}$  y que por esta razón la deformación en el material es muy poca.
- En base a las diferentes cotizaciones sobre los elementos eléctricos y electrónicos se seleccionó la proforma que cuente con un criterio de calidad y el precio, en el Anexo1 se observa la cotización de Matelec que tiene un precio de \$ 550 dólares americanos fue la más llamativa para encontrar los costos directos.
- Se estableció indicadores financieros el VAN = 33812.61, TIR = 397% y PRI=0,7809 años  $\approx$  en 14 meses, para conocer la mejor viabilidad del proyecto en base a la rentabilidad.

## RECOMENDACIONES

- Implementar un sistema de mejora constante en base a la producción y comercialización de las frutas.
- Diseñar una cuchilla que se adapte a las frutas antes indicadas, para que con esto se evite pérdida de tiempo y un desgaste mínimo en la cuchilla.
- Evaluar los diferentes sistemas tanto mecánicos como eléctricos para que en un futuro se pueda tener una mejora continua de la máquina y en base a esto poder aumentar la producción.
- Considerar cualquier cambio de la estructura para seguridad del operario y de la gente que trabaja alrededor de la máquina.
- Automatizar mediante un sistema neumático con Plc para optimizar tiempos de producción.



## LISTA DE REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, “Organización Mundial de la Salud,” 2015, Dec. 03, 2015. <https://www.who.int/es/news/item/03-12-2015-who-s-first-ever-global-estimates-of-foodborne-diseases-find-children-under-5-account-for-almost-one-third-of-deaths>
- [2] interempresas.net, “El procesado de frutas y verduras,” *Redacción Interempresas*, 2010, [Online]. Available: <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/38452-El-procesado-de-frutas-y-verduras.html>
- [3] R. Torres, E. J. Montes, O. A. Pérez, and R. D. Andrade, “Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales,” *Informacion Tecnologica*, vol. 24, no. 3, pp. 51–56, 2013, doi: 10.4067/S0718-07642013000300007.
- [4] J. V. Chang, *Jaime Vera Chang Rodríguez Castro Rossy Díaz Ocampo Raúl*.
- [5] Miñán Johnny, “Ecuador: primer país exportador de piña de América del Sur,” *Sucre Noticias*, 2022. <https://radiosucro.com/ecuador-primer-pais-exportador-de-pina-de-america-del-sur/>
- [6] A. Elena Lituma Márquez Director and E. Lucia Pico, “Estudio de Factibilidad de Producción de Piña MD2 y su exportación a Canadá,” *Estudio de Factibilidad de Producción de Piña MD2 y su exportación a Canadá*, 2013, [Online]. Available: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1605/1/T-UIDE-122.pdf>
- [7] Frutas.consumer.es, “Guía Práctica de frutas,” *Eroski consumer*.
- [8] Group Agencia de diseño web y marketing, “NARANJA,” *DISGRALED SUPERMERCADO ONLINE*, 2020. <http://www.disgralec.com/home/97-naranja-8u.html>
- [9] Cuerpamente.com, “Naranja.” <https://www.cuerpamente.com/guia-alimentos/naranja> (accessed Aug. 27, 2022).
- [10] Econatura.com, “econatura.”
- [11] ecoo natura, “Chamburo,” *ecoo natura*, 2022. <https://econatura.com/chamburo/>
- [12] F. López and B. Vintimilla, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE MANZANAS, PLÁTANOS, PIÑA Y PAPAYA CON DIMENSIONES DE 40 cm. x 40 cm. x 150 cm. PARA LA EMPRESA EL SALINERITO,,” 2019. Accessed: Sep. 28, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17104>
- [13] KCHCOMUNICACIÓN, “¿Qué pasa si comes 50 semillas de manzana?,” *KCHCOMUNICACIÓN*, 2021. <https://kchcomunicacion.com/que-pasa-si-comes-50-semillas-de-manzana/>


- [14] Lavanguardia.com, “Una manzana al día, mantiene al médico en la lejanía.” <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20211227/3794/manzana-propiedades-beneficios-tipos.html>
- [15] G. People, “Características y beneficios de las fresas,” *Soluciones para la diabetes*, 2021, [Online]. Available: <https://www.solucionesparaladiabetes.com/magazine-diabetes/caracteristicas-y-beneficios-de-las-fresas/>
- [16] el Productor, “Fresa de CALIDAD del Chimborazo a la espera de COMPRADORES con precio JUSTO,” *El Productor*, 2021. <https://elproductor.com/2021/02/fresa-de-calidad-del-chimborazo-a-la-espera-de-compradores-con-precio-justo/>
- [17] E. Hernández-Dávila, J. Cajamarca-Villa, L. Cacuango-Eugenio, and V. López-Pérez, “Estimación empírica del pretensado de una banda trapezoidal mediante el deslizamiento de las poleas,” *Ingenius*, no. 21, pp. 63–70, 2018, doi: 10.17163/ings.n21.2019.06.
- [18] Robert L. Mott P.E, *Diseño de elementos de máquinas-Mott*, vol. cuarta edición. Mexico, 2006. Accessed: Sep. 28, 2022. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/26552217/Dise%C3%B1o\\_de\\_Elementos\\_de\\_M%C3%A1quinas\\_Robert\\_L\\_Mott](https://www.academia.edu/26552217/Dise%C3%B1o_de_Elementos_de_M%C3%A1quinas_Robert_L_Mott)
- [19] T. Bressmann, “Self-inflicted cosmetic tongue split: A case report,” *J Can Dent Assoc (Tor)*, vol. 70, no. 3, pp. 156–157, 2004.
- [20] CORDERO LEON, “Reglamento de alimentos infantil,” *PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*, QUITO, pp. 1–19, Jul. 22, 1988. Accessed: Aug. 27, 2022. [Online]. Available: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/REGLAMENTO\\_DE\\_ALIMENTOS.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/REGLAMENTO_DE_ALIMENTOS.pdf)
- [21] portal del campo, “Picadora Trituradora Cortadora Cebolla verde Ají Verdura Fruta Inoxidable,” Aug. 26, 2022. <https://portaldelcampo.cl/maquinaria-agricola/5586-picadora-trituradora-cortadora-cebolla-verde-aji-verdura-fruta-inoxidable-8532.html> (accessed Aug. 26, 2022).
- [22] distribuidora imarca C.A, “IMARCA C.A,” 6 Enero, Sep. 23, 2006. <http://www.imarca.com.ve/Cortadora-automatica-de-Vegetales.php>
- [23] ECUASIERRA, “RODAMIENTOS CHUMACERAS,” 2020, [Online]. Available: <https://www.ecuasierras.com/chumacera-rodamiento>
- [24] RICHARD G; Budynas y J; Keith Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica de shigley*, NOVENA EDICION., vol. 1, no. December. MEXICO, 2012.
- [25] A. Olarte, “Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito,” *Tesis*, p. 80, 2019.
- [26] L. H. Diego Andres , Meneses Melo ,Jymmi Alejandro, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE MANZANAS, PLÁTANOS, PIÑA Y PAPAYA CON DIMENSIONES DE 40 cm. x 40 cm. x 150 cm. PARA LA EMPRESA

- EL SALINERITO,,” NIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, 2019.
- [27] J. I. Pilalumbo Tulpa, “Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito,” *Tesis*, p. 80, 2019.
- [28] Ministerio de Trabajo, *Estructuras ocupacionales – sueldos y salarios mínimos sectoriales y tarifas salarios mínimos sectoriales 2022*, no. 1. 2022.
- [29] RAMON RONALD, “GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL PRESUPUESTO DE CAPITAL MEDIANTE EL USO DE LAS TÉCNICAS VAN - TIR - PRI,” UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA, MACHALA, 2020. Accessed: Sep. 28, 2022. [Online]. Available: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15229/1/E-10708\\_CARRION%20RAMIREZ%20CLAUDIA%20MARCELA.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15229/1/E-10708_CARRION%20RAMIREZ%20CLAUDIA%20MARCELA.pdf)
- [30] WEG, “Motor 0.5 HP 4P C56 1F 115/208-230 V 60 Hz IC01 - ODP - Con pies,” WEG, 2022. <https://www.weg.net/catalog/weg/US/es/Motores-Eléctricos/Motor-de-Inducción---NEMA/Tratamiento-de-Aire/Base-Elástica/ODP-NEMA-48-%26-56---Base-elástica/Motor-0-5-HP-4P-C56-1F-115-208-230-V-60-Hz-IC01---ODP---Con-pies/p/10343061> (accessed Jul. 16, 2022).
- [31] “HOJA DE DATOS Motor Monofásico de Inducción-Rotor de Jaula.”

## Anexos

### Anexo 1

#### Proformas eléctricas



**COTIZACION: No. 202207002204**

**Nombre comercial:** CARDENAS RECALDE JAIRO ALFONSO

**Razón Social:** CARDENAS RECALDE JAIRO ALFONSO

**RUC/CI:** 1717571382001

**Dirección:** SAN JUAN / VENEZUELA N11B Y CARCHI

**Correo:** seymatel18@hotmail.com

**Teléfono:** 0958756250

**Cliente:**  
Consumidor Final

**CI/RUC:**  
99999999999999

**Dirección:**  
N/A

**Teléfono:**  
000000

**Fecha Emisión:**  
13/07/2022

#	Item	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
1	CONTACTOR 220V 3P 50 AMP CHINT - CH-78D		1.00 Unid.	\$77.59000	\$77.59
2	ENCHUFE 2P VINIL COOPER - CP-0205	ENCHUFE 2P VINIL COOPER	1.00 Unid.	\$1.65000	\$1.65
3	FLEXIBLE # 12 THHN COBRE CABLEC - ME-00100	FLEXIBLE # 12 THHN COBRE CABLEC	1.00 RLL	\$52.30000	\$52.30
4	FLEXIBLE # 14 THHN COBRE CABLEC - ME-00101	FLEXIBLE # 14 THHN COBRE CABLEC	1.00 RLL	\$35.05000	\$35.05
5	GEMELO 2X16 COBRE CONELSA - GM-0104	GEMELO 2X16 COBRE CONELSA	1.00 Unid.	\$51.37000	\$51.37
6	TERMICO 2X50 AMP SQD - TR-0112	TERMICO 2X50 AMP SQD	1.00 Unid.	\$11.47320	\$11.47

**Información Adicional**

**Descripción:** JOSE CABASCANGO

**Garantía:** Aplica según producto previa presentación de Factura

**Usuario:** Jairo Cárdenas

Descuento:	\$0.00
Subtotal 12 %:	\$229.43
Subtotal 0%:	\$0.00
IVA:	\$27.53
<b>Total:</b>	<b>\$256.96</b>
Saldo:	\$256.96

**Figura 31.** Proforma 1 Seymatel



**Nombre comercial:** CARDENAS RECALDE JAIRO ALFONSO  
**Razón Social:** CARDENAS RECALDE JAIRO ALFONSO  
**RUC/Ci:** 1717571382001  
**Dirección:** SAN JUAN / VENEZUELA N11B Y CARCHI  
**Correo:** seymatel18@hotmail.com  
**Teléfono:** 0958756250

**COTIZACION: No. 202207002204**

**Cliente:**  
 Consumidor Final  
**CI/RUC:**  
 9999999999999  
**Dirección:**  
 N/A  
**Teléfono:**  
 000000  
**Fecha Emisión:**  
 13/07/2022

#	Item	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
1	CONTACTOR 220V 3P 50 AMP CHINT - CH-78D		1.00 Unid.	\$35.92500	\$35.92
2	ENCHUFE 2P VINIL COOPER - CP-0205	ENCHUFE 2P VINIL COOPER	1.00 Unid.	\$1.85000	\$1.85
3	FLEXIBLE # 12 THHN COBRE CABLEC - ME-00100	FLEXIBLE # 12 THHN COBRE CABLEC	1.00 RLL	\$52.30000	\$52.30
4	FLEXIBLE # 14 THHN COBRE CABLEC - ME-00101	FLEXIBLE # 14 THHN COBRE CABLEC	1.00 RLL	\$35.05000	\$35.05
5	GEMELO 2X16 COBRE CONELSA - GM-0104	GEMELO 2X16 COBRE CONELSA	1.00 Unid.	\$51.37000	\$51.37
6	TERMICO 2X50 AMP SQD - TR-0112	TERMICO 2X50 AMP SQD	1.00 Unid.	\$11.47320	\$11.47

#### Información Adicional

**Descripción:** JOSE CABASCANGO  
**Garantía:** Aplica según producto previa presentación de Factura  
**Usuario:** Jairo Cárdenas

Descuento:	\$0.00
Subtotal 12 %:	\$187.76
Subtotal 0%:	\$0.00
IVA:	\$22.53
Total:	\$210.29
Saldo:	\$210.29

Figura 32. Proforma 2 Seymatel

**MATELEC**  
**AV. CUSUBAMBA OE6-39 Y AV. MARISCAL SUCRE**  
**QUITO - Ecuador**  
**Telef. 2962 100**  
**e-mail: facturacion.matelec@gmail.com**  
**R.U.C. 0201449816001**

Pag. 1  
2022-Jul-13

**PROFORMA No. 00001810**

<b>Cliente:</b> JOSE CABASCANGO - 1VARO	<b>Fecha:</b> 2022-07-13
<b>Direccion:</b> CUSUBAMBA OE6-39 Y AV. MARISCAL SUCRE - QUITO	<b>Forma de Pago:</b> EFECTIVO-CONTADO
<b>R.U.C.:</b> 1722732367	<b>Telefono:</b>
<b>Atencion A:</b>	<b>Vendedor:</b> ENRIQUE CHORA

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	%	VALOR TOTAL
7 MOT050HP	MOTOR WEQ 1/2 HP 1800 R.P.M BIFASICO 220/110V	3	132.00	15	396.00
1 CAGP216A	CABLE GEMELO PARALELO 2*16 ANDES	100	0.46	15	46.00
9 EN2PCP	ENCHUFE BLINDADO POLAR.2PATAS COOPER 4862/2862	1	2.45	15	2.45
3 BCS2P50A	BREAKER P/RIEL 2P-50A CHINT (CHID081A)	1	6.35	15	6.35
3 CLC1D50	CONTACTOR NXC503P220/110V 50AMP 20HP.(CHID078D) CHINT	1	40.50	15	40.50
1 CAFA12S	CABLE FLEXIBLE THHN/TW 12 ANDES	100	0.42	15	42.00
1 CAFA14S	CABLE FLEXIBLE THHN/TW 14 ANDES	100	0.30	15	30.00
3 LRIS22MV	LUZ ELECTRONICA VERDE 22MM 110/220V	4	1.35	15	5.40
3 CPHRET2	PULSADOR HONGO C/RETENCION 22MM	1	3.83	15	3.83
3 PLTELV	PULSADOR CSC 22MM VERDE NEW T/TELEMEQ.MET.	2	2.81	15	5.62

<b>SON: QUINIENTOS CINCUENTA 40/100 DOLARES.</b>	
<b>ELABORADO</b>	<b>CLIENTE</b>
Enrique	

DESCTO.	86.72
TARIFA 0%	0.00
TARIFA 12%	491.43
I.V.A. 12%	58.97
FLETE	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>550.40</b>

Figura 33. Proforma 3 Matelec

## Anexo 2

### Proforma de aceros en Import aceros



**IMPORT ACEROS**  
Somos importadores y distribuidores directos

**COTIZACIÓN DE VENTA No.: 81578**



---

**IMPORT ACEROS INDUSTRIA METALMECANICA  
PROCESADORA DE ACERO SCC**  
RUC: 1792628431001  
Dir. Matriz: N77 Antonio Castillo OE1 348 y Av OE1 C Juan de Selas  
**AGENTE DE RETENCIÓN RESOLUCION Nro.1**  
Contribuyente Especial Nro.: 283E  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

PBX: 022 486 287  
Celulares: 099 789 8777 095 893 3013 098 816 6400  
Sitio Web: www.importaceros.com  
Correo Ventas: info@importaceros.com.ec  
Correo Facturas: facturacion@importaceros.com.ec

RUC : 9999  
Teléfono: 099 529 8955  
Condición de Pago: Crédito CL - Contado

---

Razón Social: Jose Edwin Cabascango Cabacango  
Dirección Cliente:  
Email :  
Fecha Emisión : 13/07/2022  
Fecha de Vencimiento: 21/07/2022  
Vendedor: YANEZ J  
Nº de Oportunidad:  
Comentarios:

RUC : 9999  
Teléfono: 099 529 8955  
Condición de Pago: Crédito CL - Contado

---

Cantidad	Código Principal	Descripción	Peso Unit(kg)	Peso Total (kg)	Precio Kilo	Precio de Venta	% Desc	Precio Neto	Precio Total
2,00	1001019009	ACERO INOXIDABLE MATE 316 2B 2.0 (1220*2440 MTR5) (4"8)	40,74	80,48	7,53	352,17	0,00	352,17	704,34
2,00	1001019010	ACERO INOXIDABLE MATE 316 2B 3.0 (1220*2440 MTR5) (4"8)	70,11	140,22	7,53	528,25	0,00	528,25	1.056,50
2,00	1002009021	TUBO CUADRADO INOXIDABLE 304 PULIDO 25"1.5 (1"1.5) 16M	7,08	14,16	4,24	30,05	0,00	30,05	60,10

Forma de Pago	Valor
Otros con utilización del sistema financiero	2.039,45

Peso Total kg: 247,86  
Peso Total QQ: 5,45

SubTotal 12%	1.820,94
IVA 12%	218,51
<b>Valor Total</b>	<b>2.039,45</b>
Descuento USD:	0,00

SON: DOS MIL TREINTA Y NUEVE CON 45 / 100

Para realizar transferencias a la Cuenta Corriente Banco Pichincha 2100113653 - Banco Bolivariano 5005077093.  
Para confirmación de pagos al email: documentos.electronicos@importaceros.com.ec

Figura 34. Proforma Import Aceros

## Anexo 3

### Proforma de pernos Castillo Hermanos

Page 1 of 1

[www.castillohermanos.com](http://www.castillohermanos.com)

RUC:1790155102001



Proforma N° **002-002-2083120**

Fecha: Quito, martes, 12/Jul./2022

Condiciones de Pago: Contado

SUC. AMERICA

Cliente: CABASCANGO JOSE RAFAEL  
QUITO // LUCHA DE LOS POBRES (QUITO)  
1716775174 2674756

CASTILLO HERMANOS S.A.

PRINCIPAL

Panam. Norte Km.5 1/2 #13135

Tel/Fax: 2475-785/6/7 2477-214

Celular: 09 7101-208

SUCURSAL AMERICA

Av. América N22-148 Y Ramírez Dávalos

Tel/Fax: 2227-270 2226-507

SUCURSAL GUAJALO

Av. Simón Bolívar Lote 174 y Av. Maldonado

Tel/Fax: 2684-560/1

SUCURSAL CUMBAYA

Centro Comercial Plaza Cumbayá Local 20

Tel: 204-1450 099-450-2576

SUCURSAL GUAMANI

Panam. Sur Km. 12 1/2 Sector El Beaterio

Tel/Fax: 2695-700 2699-542 2699-706

SUCURSAL SANGOLQUI

Av. Gral. Enriquez e Isla Salango

Tel/Fax: 3880-501 3880-502

ventas@castillohermanos.com

Cantidad	Código	Artículo	Precio Unitario	TOTAL
25.00	1982700	(1) DISCO CORTE AC.INOX. /METAL DEWALT 180x1.6x22.2MM COD.DW84701	2.312	57.81
2.00	693500	(2) TUERCA.AC. GR.5 UNC NEGRA 1/2"	0.134	0.27
2.00	434900	(3) PERNO PRISIONERO MM 8X1.25X20	0.071	0.14
6.00	349100	(4) PERNO HEX AC.INOX. MM DIN933-931 304(A2) 8X1.25X30	0.241	1.45
6.00	604900	(5) TUERCA AC.INOX. MM DIN934 304(A2) 8X1.25	0.080	0.48
6.00	27000	(6) ARANDELA PLANA AC.INOX. 304(A2) 5/16"	0.045	0.27
6.00	1967900	(7) PERNO HEX AC.INOX. MM DIN933-931 304(A2) 6X1.00X12	0.107	0.64
6.00	604800	(8) TUERCA AC.INOX. MM DIN934 304(A2) 6X1.00	0.045	0.27
6.00	27100	(9) ARANDELA PLANA AC.INOX. 304(A2) 3/8"	0.062	0.37
6.00	605000	(10) TUERCA AC.INOX. MM DIN934 304(A2) 10X1.50	0.187	1.12
1.00	27200	(11) ARANDELA PLANA AC.INOX. 304(A2) 1/2"	0.232	0.23
1.00	26300	(12) ARANDELA PLANA SAE GALVAN. USS 1/4"	0.036	0.04
6.00	26900	(13) ARANDELA PLANA AC.INOX. 304(A2) 1/4"	0.036	0.21
Descuento Incluido en el Precio		V. Imponible	I.V.A.	TOTAL US\$
10.7143%		7.60	63.31 12.00% 7.60	70.91

PREPARADO POR	ESTA PROFORMA ES VALIDA POR 15 DIAS	ACEPTADO POR
---------------	-------------------------------------	--------------

Figura 35. Proforma Castillo Hermanos



## Anexo 4

### Listado de partes de maquina picadora de fruta

Peso: 150kg						
N	DENOMINACIÓN	CANT.	Nº PLANO	MATERIAL	DIM.BRUTAS	OBSERVACION
33	Cobertor de mesa lateral	1	F2	AISI 304		
32	Cobertor de mesa frontal	1	J6	AISI 304		
31	Bandeja de recolección	1	H6	AISI 304	300X236X203mm	
30	Bastidor para Transmisión	1	D6	ASTM A36		
29	Polea	1	G6	ALUMINIO		
28	Eje para Transmisión	1	G6	AISI 4340		
27	Perno	8	E7	ASTM A36		
26	Arandela de plato	1	E7	AISI 1018		
25	Chaveta	1	B13	AISI 1045		
24	Cuchila	3	B13	M303	85X50X13mm	TEMPLE
23	Perno Hexagonal	1	C12	ASTM A36		
22	Perno cabeza avellanada	6	E14	INOXIDABLE		
21	Polea	1	E14	ALUMINIO		
20	Perno Hexagonal	4	C10	ASTM A36		
19	Eje principal	1	C10	AISI 4340	Ø32x400 mm	
18	Chumacera de piso	2	C9		Ø25 mm	ISO-9Z 10B1
17	Manija	2	C9	GRILON	180x90x10	
16	Polea	1	G10	ALUMINIO		
15	Polea	1	G9	ALUMINIO		
14	Tuerca Hexagonal	12	K7	ASTM A36		
13	Cobertor posterior de plato	1	K7	AISI304	497X70X484 mm	
12	Cobertor de chumaceras	1	M9	ASTM A36		
11	Cobertor superior de polea	1	M9	ASTM A36		
10	Chumacera de piso	2	M10		Ø20 mm	ISO-35Z 10B1
9	Motor	1	H12		1/2 HP	
8	Porta eje tensor	1	G15	ASTM A36	Ø460x3	
7	Eje tensor	1	G14	AISI 1045		
6	Base de motor	1	G14	ASTM A36	3/4x90mm	G8
5	Perno hexagonal	4	H12	ALUMINIO		
4	Plato porta cuchillas	1	M14	AISI 304	Ø460x3	
3	Cobertor superior de mesa	1	K16	AISI 304		
2	Cobertor frontal de plato	1	K16	AISI 304	Ø40x1300	
1	Mesa - Bastidor	1	H16	ASTM A36	500x805x800	
N	DENOMINACIÓN	CANT.	Nº PLANO	MATERIAL	DIM.BRUTAS	OBSERVACION

Figura 36. Listado de partes de picadora de fruta

## Anexo 5

### Plano general de la maquina picadora de fruta

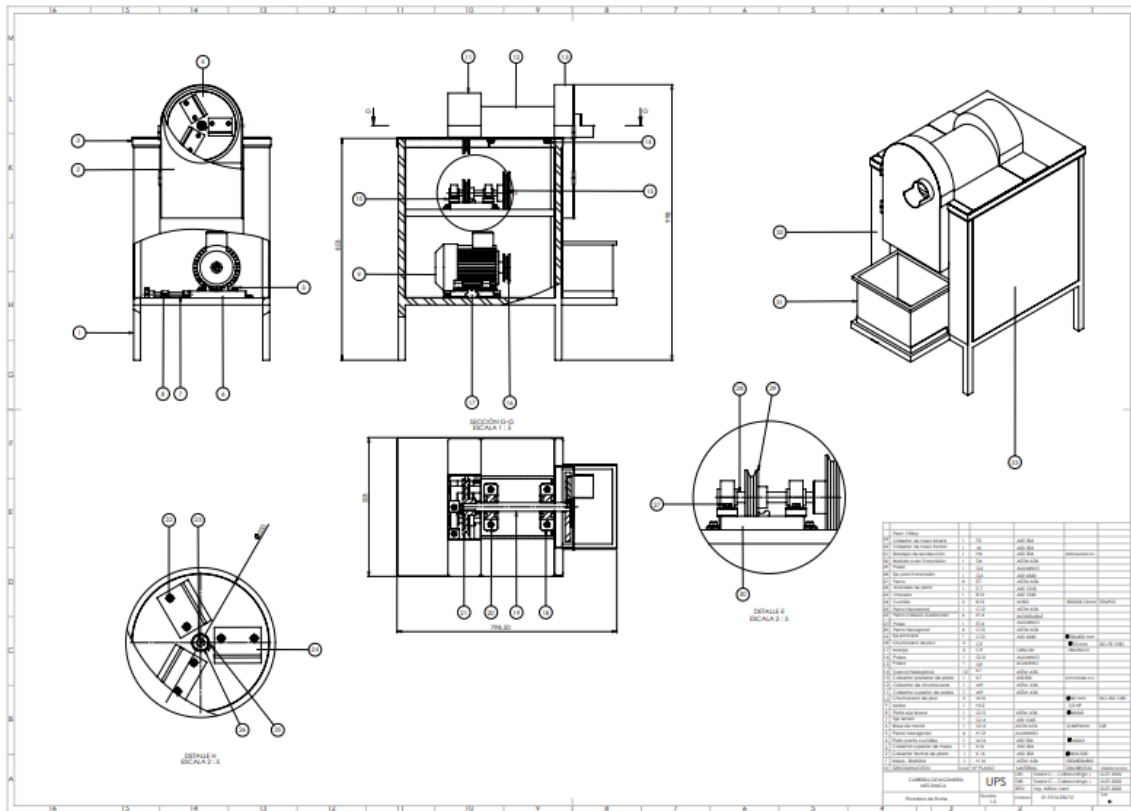


Figura 37. Plano general maquina picadora de fruta.

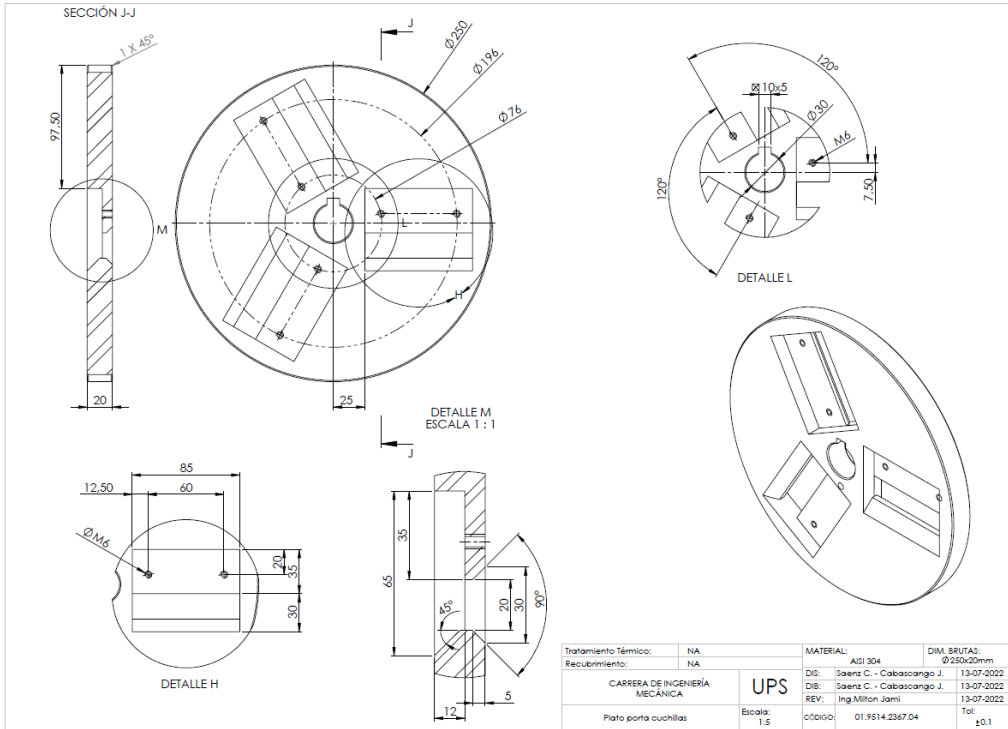


Figura 38. Plato porta cuchillas.

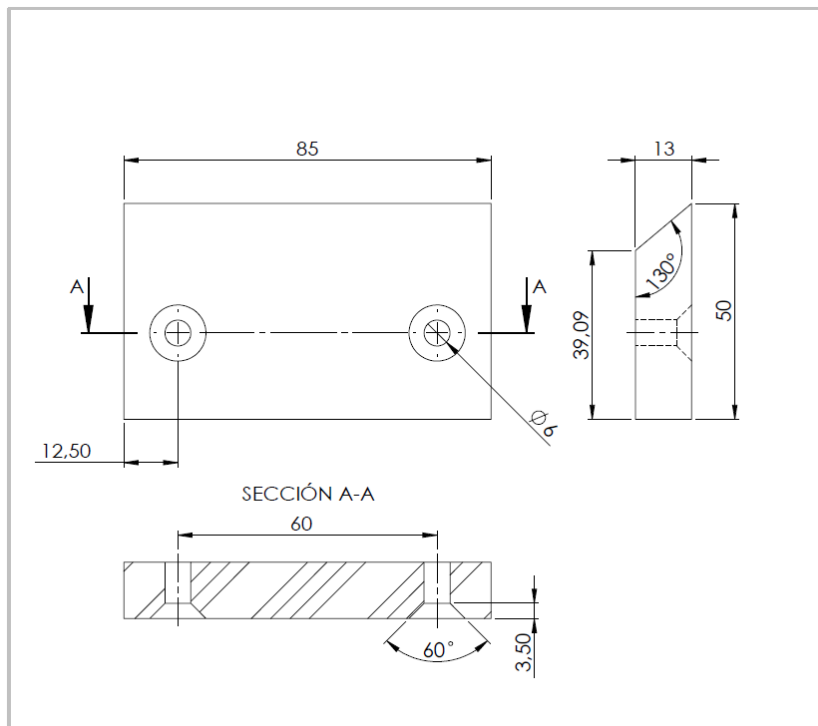


Figura 39. Cuchillas.

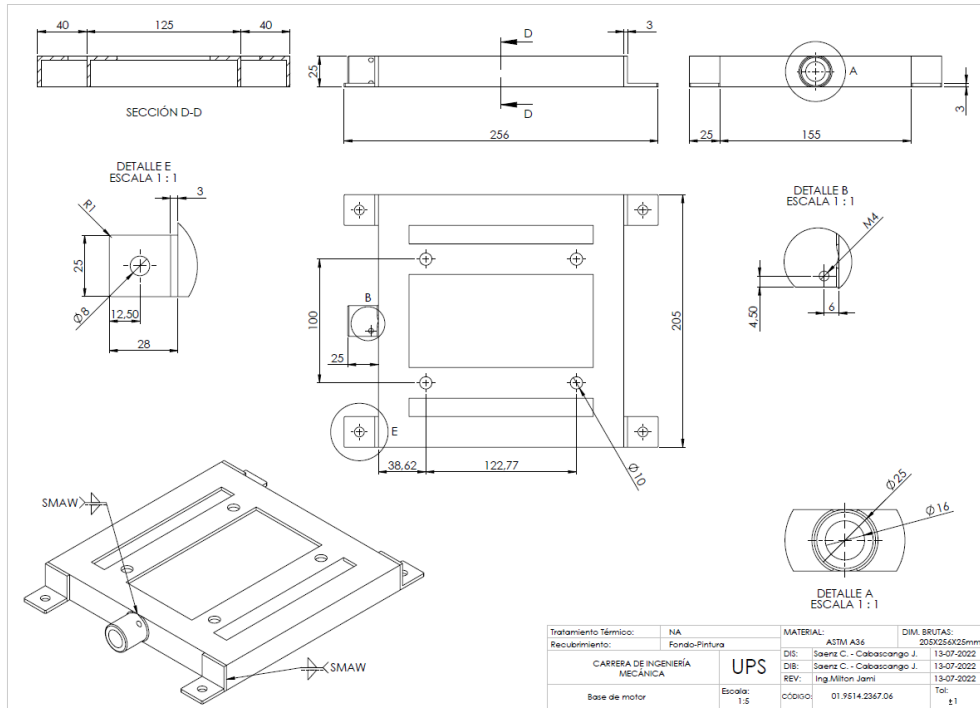


Figura 40. Bastidor de motor

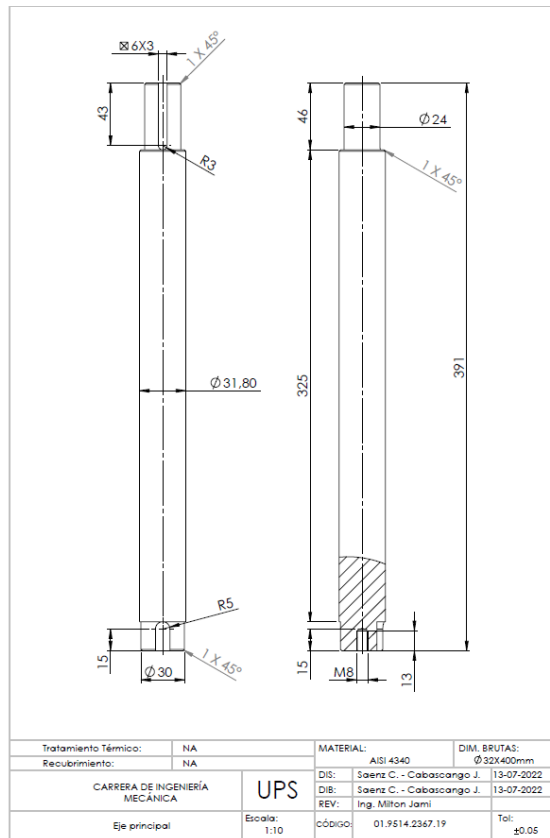


Figura 41. Eje principal

## Anexo 6

Imagen de maquina picadora de fruta en programa SolidWorks

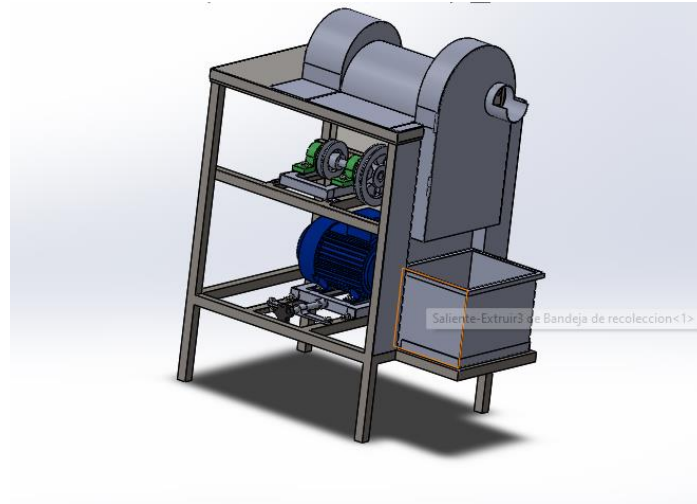


Figura 42.diseño en SolidWorks.

## Anexo 7

En la Figura 43 se observa el motor WEG seleccionado

The screenshot shows the product page for a WEG motor. The header includes the WEG logo and navigation links: SOBRE WEG, PRODUCTOS, SOLUCIONES, INVERSIONISTAS, ÉTICA, and SOPORTE. There are also links for Noticias, Formación, and Tra. A search bar is located in the top right corner. The main heading is "Motor 0.5 HP 4P C56 1F 115/208-230 V 60 Hz IC01 - ODP - Con pies". Below the heading is the product ID "Producto: 10343061" and three tabs: "VISIÓN GENERAL" (selected), "DETALLES DEL PRODUCTO", and "CENTRO DE DESCARGAS". There is a small thumbnail image of the motor and a larger image of the motor. To the right of the motor image is a "Resumen de las características técnicas" table.

Resumen de las características técnicas			
Norma	NEMA MG-1	Potencia	0.5 HP
Frecuencia	60 Hz	Fijación	Con pies
Tensión	115/208-230 V	Brida	Sin
Numero de polos	4	Forma constructiva	F-1
Grado de protección	IP21	Caja de conexión*	Sin caja de conexión
Rotación síncrona	1800 rpm	Refrigeración	IC01 - ODP

Comparar

Figura 43. Motor WEG[30].

En la siguiente Figura 44 muestra los datos del motor seleccionado.


HOJA DE DATOS					
Motor Monofásico de Inducción - Rotor de Jaula					
Cliente	: CARLOS				
Referencia del cliente	: CARLOS				
Línea del producto	: Motor Monofásico		Código del producto :	10343061	
Carcasa	: C56		Tiempo de rotor bloqueado	: 10s (frío) 6s (caliente)	
Potencia	: 0.5 HP (0.37 kW)		Elevación de temperatura	: 80 K	
Polos	: 4		Régimen de servicio	: Cont.(S1)	
Frecuencia	: 60 Hz		Temperatura ambiente	: -20°C hasta +40°C	
Tensión nominal	: 115/208-230 V		Altitud	: 1000 m	
Corriente nominal	: 8.50/4.10-4.25 A		Grado de protección	: IP21	
Corriente de arranque	: 45.9/22.1-23.0 A		Método de refrigeración	: IC01 - ODP	
Ip/In	: 5.4x(Cód. M)		Forma constructiva	: F-1	
Corriente en vacío	: 6.80/2.93-3.40 A		Sentido de giro <sup>1</sup>	: Ambos	
Rotación nominal	: 1730 rpm		Nivel de ruido <sup>2</sup>	: 50.0 dB(A)	
Resbalamiento	: 3.89 %		Método de Arranque	: Partida directa	
Torque nominal	: 1.52 ft.lb		Masa aproximada <sup>3</sup>	: 24.9 lb	
Torque de arranque	: 330 %				
Torque máximo	: 240 %				
Clase de aislamiento	: B				
Factor de servicio	: 1.25				
Momento de inercia (J)	: 0.0482 sq.ft.lb				
Potencia	25%	50%	75%	100%	Fuerzas en la fundación
Rendimiento (%)	50.7	53.0	59.0	61.7	Tracción máxima : 23 lb
Cos Φ	0.24	0.43	0.52	0.61	Compresión máxima : 48 lb
Tipo de cojinete	: Delantero		: Trasero		
Sello	: 6203 ZZ		: 6202 ZZ		
Intervalo de lubricación	: Sin vedación		: Sin vedación		
Cantidad de lubricante	: -		: -		
Tipo de lubricante	: -		: Mobil Polyrex EM		
Notas					
TRABAJO					

Figura 44. Hoja de datos motor[31].