



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE FRUTAS PARA LA
ASOCIACIÓN DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS LA DOLOROSA DE
FACUNDO VELA PROVINCIA DE BOLÍVAR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de: Ingeniero Mecánico

AUTORES: CRISTHIAN GABRIEL SIMBAÑA CAIZA

BRYAN SANTIAGO TREJO PALLACHO

TUTOR: LUIS FERNANDO TOAPANTA RAMOS

Quito – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Cristhian Gabriel Simbaña Caiza con documento de identificación N° 1724159361 y Bryan Santiago Trejo Pallacho con documento de identificación N° 1723959407; manifestamos que:

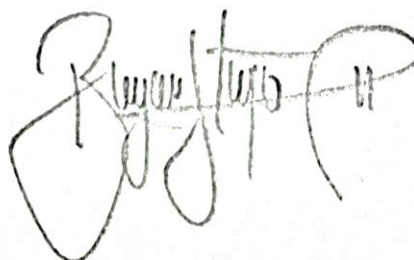
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 20 de marzo del año 2024

Atentamente,



Cristhian Gabriel Simbaña Caiza
1724159361



Bryan Santiago Trejo Pallacho
1723959407

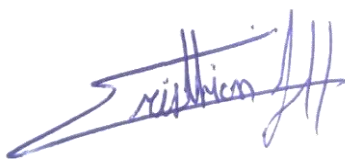
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Cristhian Gabriel Simbaña Caiza con documento de identificación No. 1724159361 y Bryan Santiago Trejo Pallacho con documento de identificación No. 1723959407, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico “Construcción de una máquina picadora de frutas para la asociación de trabajadores autónomos la dolorosa 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 facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

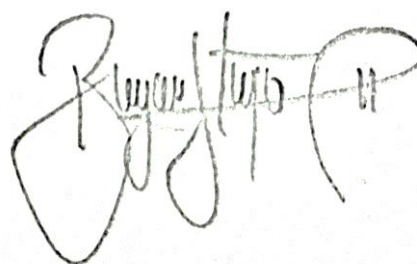
Quito, 20 de marzo del año 2024

Atentamente,



Cristhian Gabriel Simbaña Caiza

1724159361



Bryan Santiago Trejo Pallacho

1723959407

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Fernando Toapanta Ramos con documento de identificación N° 1721113759 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PICADORA DE FRUTAS PARA LA ASOCIACIÓN DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS LA DOLOROSA DE FACUNDO VELA PROVINCIA DE BOLÍVAR, realizado por Cristhian Gabriel Simbaña Caiza con documento de identificación N° 1724159361 y Bryan Santiago Trejo Pallacho con documento de identificación N° 1723959407 , obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Propuesta tecnológica que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de marzo del año 2024

Atentamente,



Ing. Fernando Toapanta Ramos Ph.D.

1721113759

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional por que sin el nada de lo que he hecho sería posible porque en cada camino de mi vida esta él. A mi madre Rosa Caiza, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional ella es parte de este gran logro en mi vida. A mis amigos por tantos consejos que fueron necesarios a lo largo de toda mi formación. oraciones fueron parte de cada triunfo no hubiéramos logrado esta meta.

Cristhian Simbaña

Dedicatoria

A todos aquellos que han son parte importante en mi vida. A mis padres, por su apoyo incondicional y por nunca perder su confianza en mí. Ya que gracias a su sacrificio constante eh llegado a tener éxito en mi vida académica y personal. A mis profesores y tutores, por su dedicación y pasión por la enseñanza. A mis compañeros, por los momentos que vivimos dentro y fuera de la institución. Por las conversaciones, y anécdotas que compartiremos juntos. A mi mejor amiga Evelyn, que a pesar de todo siempre estuvo ahí para mí, que gracias a ella puedo seguir adelante y tratar de mejorar en todo aspecto de mi vida.

Santiago Trejo

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	v
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS.....	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
CAPÍTULO 1	1
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	1
1.1 Manipulación y preparación del producto postcosecha.....	1
1.2 Procesamiento de alimentos	1
1.2.1 Procesos preliminares.....	1
1.2.2 Descripción de los procesos en general.....	2
1.2.3 Máquina Picadora de fruta en bastones.....	2
1.2.4 La máquina se carga manualmente	2
1.2.5 Máquina picadora de frutas en cubos.....	3
1.3 Propiedades de las frutas	3
1.3.1 Manzana	4
1.3.2 Piña.....	5
1.4 Elementos de la máquina cortadora de frutas.....	7
1.4.1 Estructura	7
1.4.2 Motor.....	9
1.4.3 Poleas	9
1.4.4 Bandas	10
1.4.5 Cilindros neumáticos.....	10
1.4.6 Compresor	10
1.5 Tipos de máquinas de corte	10
1.5.1 Corte manual	10
1.5.2 Corte tipo troquel	11
1.5.3 Corte circular con cortadora móvil.....	12
1.5.4 Corte por empuje con cortadora de cubos.....	12
1.5.5 Cortadora con banda de alimentación (corte circular)	13

1.6	Materiales	14
1.6.1	Acero inoxidable	14
1.6.2	Acero AISI 304	14
1.6.3	Acero AISI 316	15
1.6.4	Acero AISI 410	15
CAPÍTULO 2		17
2.1	Alternativa para el diseño de una máquina picadora de frutas	17
2.1.1	Criterios de selección	17
2.2	Alternativa 1: Cortadora troquel	17
2.3	Alternativa 2: Cortadora de cuchilla circular	19
2.4	Alternativa 3: Cortadora con banda de transporte	20
2.5	Análisis de las alternativas de la picadora	21
CAPÍTULO 3		22
3.1	Diseño de una máquina picadora de frutas	22
3.1.1	Diagrama de funcionamiento	22
3.2	Fuerza necesaria para el corte de las frutas	23
3.3	Ecuaciones	24
3.4	Cálculo del espesor de las cuchillas	29
3.5	Selección del material para las cuchillas	29
3.6	Selección de la chumacera.....	29
3.7	Calculo de la resistencia a la fluencia en cortante	29
3.8	Cálculo del esfuerzo máximo cortante	30
3.9	Inercia rotacional	31
3.10	Cálculo de velocidad de giro	31
	32
3.11	Cálculo de poleas	32
3.12	Trasmisión de bandas	34
3.13	Selección de motor	35
3.14	Velocidad tangencial de la banda	35
3.15	Tensión de banda 1	36
3.16	Torque de la banda 1	37
3.17	Cálculos de ejes bajo cargas estáticas.....	38
CAPÍTULO 4		40
4.1	Costos de la máquina picadora de frutas	40

4.1.3 Costos de mano de obra directa	44
4.2 Costos indirectos.....	46
4.2.1 Costos adicionales.....	46
4.2.2 Costos de diseño	46
4.2.3 Costo total de la máquina.....	46
CAPITULO 5	47
5.1 Construcción.....	47
5.1.1 Proceso de construcción.....	47
5.2 Resultados de pruebas de funcionamiento.....	53
5.2.1 Análisis de producto	53
5.2.2 Análisis de tiempo de corte.....	53
5.2.3 Análisis manzana	53
5.2.4 Análisis piña.....	54
5.2.5 Análisis papaya	55
5.2.6 Pruebas de corte	56
5.2.7 Control de proceso	58
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
Bibliografía.....	61
Anexos.....	63
Anexo 1	63
Anexo 2.....	64
Anexo 3.....	65
Anexo 4.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 5.....	67
Anexo 6.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de la manzana	4
Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas de la Piña	6
Tabla 3. Cualidades nutricionales (piña 100g)	6
Tabla 4. Propiedades mecánicas de AISI 304.	15
Tabla 5. Propiedades mecánicas de AISI 316	16
Tabla 6. Propiedades mecánicas AISI 410	16
Tabla 7. Datos de la maquina	21
Tabla 8. Datos fruta	23
Tabla 9. Inercia cuchilla	31
Tabla 10. Inercia plato	31
Tabla 11. Costos de materia prima.....	41
Tabla 12. Costos materia prima neumática	42
Tabla 13. Costos normalizados	43
Tabla 14. Costos mano de obra	45
Tabla 15. Costos totales.....	46
Tabla 16. Tiempo de corte de la manzana	53
Tabla 17. Tiempo de corte de la máquina	53
Tabla 18. Tiempo de corte manual de la piña	54
Tabla 19. Tiempo de corte de la máquina	54
Tabla 20. Tiempo de corte manual papaya	55
Tabla 21. Tiempo de corte de la máquina	55
Tabla 22. Tiempos totales	56
Tabla 23. Pruebas con manzana	56
Tabla 24. Pruebas con piña	57
Tabla 25. Pruebas con papaya	57
Tabla 26. Proceso de produccion	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Picadora de frutas en bastones,	3
Figura 2. Picadora de frutas de cubos,	3
Figura 3. Manzana,	4
Figura 4. Piña,	6
Figura 5. Descripción del proceso,	8
Figura 6. Corte manual,	11
Figura 7. Cortadora de troquel,	11
Figura 8. Cortadora móvil,	12
Figura 9. Cortadora de cubos,	13
Figura 10. Cortadora con banda de alimentación,	13
Figura 11. Diagrama cortadora troquel,	18
Figura 12. Diagrama cortadora tipo circular,	19
Figura 13. Cortadora con banda de transporte.	20
Figura 14. Diagrama cortador.	22
Figura 15. Diagrama proceso,	22
Figura 16. Prueba de fuerza,	23
Figura 17. Selección de poleas,	28
Figura 18. Relación de transmisión entre poleas,	33
Figura 19. Tensión de bandas ,	36
Figura 20. Diagrama de funcionamiento ,	38
Figura 21. Estructura inicial,	47
Figura 22. Estructura completa,	48
Figura 23. Estructura cubierta,	48
Figura 24. Ensamble,	49
Figura 25. Cuchilla,	49
Figura 26. Soporte cuchilla,	50
Figura 27. Presionador cuchilla,	50
Figura 28. Bandeja de frutas ,	51
Figura 29. Soporte bandeja ,	51
Figura 30. Ensamble completo,	52
Figura 25. Vista lateral cortadora de frutas ,	52

RESUMEN

En la industria actual, se requiere una serie de acciones para la elaboración de distintos productos, el Ecuador se abre paso en diferentes industrias sobre todo en la alimenticia por, lo tanto, pequeñas industrias han comenzado a emprender de distintas maneras.

La asociación de trabajadores autónomos La Dolorosa de Facundo Vela Provincia de Bolívar con la ayuda de estudiantes y docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, se propuso en mejorar la cantidad de producto de su microempresa la cual es la encargada de la elaboración de productos a base de frutas, mediante la modernización del proceso que hoy en día manejan.

Construir una máquina para picar frutas, tales como, piña, manzana, papaya y otros productos que se encuentren cercanos a la comunidad. Por otro lado, se hizo un análisis estructural de las piezas más importantes que contienen el equipo. Además, se incorporó los planos necesarios para los posibles procesos de mantenimiento y remplazo de piezas.

Palabras claves: Picadora, fruta, máquina, Facundo Vela

ABSTRACT

In the current industry, a series of actions are required to produce different products. Ecuador is making its way into different industries, especially in food, therefore, small industries have begun to undertake in different ways.

The association of self-employed workers La Dolorosa de Facundo Vela Province of Bolívar with the help of students and teachers from the Salesian Polytechnic University, proposed to improve the quantity of product of its micro company which is in charge of the production of products based of fruits, by modernizing the process they currently manage.

A machine was built to chop fruits, such as pineapple, apple, papaya and other products that are close to the community. On the other hand, a structural analysis of the most important parts that contain the equipment was carried out. In addition, the necessary plans are incorporated for possible maintenance processes and replacement of parts.

Keywords: Chopper, fruit, machine, Facundo Vela

INTRODUCCIÓN

La comunidad de Facundo Vela, perteneciente a Guaranda provincia de Bolívar, es un sector centrado al desarrollo y emprendimiento de pequeñas y medianas empresas, la mayoría de estas dirigidas y desarrolladas por sus mismos habitantes. Es por que este proyecto se verá centrado en innovación en la parte de procesamiento como es el picado de fruta.

Previo al procesamiento de este alimento es necesario que el producto este lavado y pelado para proceder con el picado de este. Mediante este proyecto se busca mejorar el proceso de picado de frutas desarrollando un método que ayude a minimizar la mano de obra y aumentar la cantidad de producción.

La calidad de corte de las frutas se verá reflejado en la calidad de material y en el diseño de la máquina por esta razón se tiene muy encuentra cada selección de equipo a adquirir, esto es muy significativo en la fabricación de la máquina porque se puede reducir costos y tiempo de fabricación.

Una vez implementada la máquina picadora de frutas se tendrá como resultado una optimización en lo que se refiere a los tiempos de procesamiento, por ende, dará como resultado un aumento en la producción y también un aumento de ingresos ya que el volumen de producción será mayor.

OBJETIVOS

Objetivo general

Construir una máquina picadora de frutas para la Asociación de Trabajadores Autónomos La Dolorosa de Facundo Vela provincia de Bolívar.

Objetivos específicos

- Conocer las necesidades que existen dentro del campo de procesamiento de alimentos.
- Construir una máquina que cumpla con la función de picadora de frutas considerando tolerancias geométricas y de posición utilizadas en la industria nacional.
- Analizar y seleccionar todos los componentes mecánicos que se necesitan para el ensamble y funcionamiento de esta máquina.
- Evaluar la factibilidad económica del proyecto.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 Manipulación y preparación del producto postcosecha

James G. Brennan [6] menciona que, la preparación y/o manipulación de alimentos en este caso orgánicos, está aferrado a un proceso intrínsecamente estacional tanto en la disponibilidad como en la demanda de la materia prima. También nos aclara que en su mayoría los productos orgánicos tienen tanto un periodo de siembra como de cosecha, por ejemplo, en el Ecuador que es un país con diversos cambios climáticos sabemos que existen productos que son exclusivamente cultivados ya sea en la costa, sierra o el oriente y de igual forma sabemos que algunos de estos productos tienen una alta demanda durante todo el año como pueden ser el arroz, azúcar, plátanos, etc. Estas son razones por las que tanto productores como proveedores establecen contratos en los cuales acuerdan en como satisfacer las demandas que rigen durante el transcurso del año centrándose en aspectos como el transporte, la preparación y el almacenamiento de dichos productos.

1.2 Procesamiento de alimentos

Según Codex Alimentarius [7] se considera alimento a toda aquella sustancia o producto que tiene una estructura física ya sea sólida o líquida, o que por sus características, aplicaciones o componentes se pueda conseguir de forma natural o transformada, también se considera alimento a todo aquello que previamente se pueda tanto preparar como conservar y que por ende aporte a la nutrición humana.

Para procesar alimentos se debe abordar puntos importantes como: su clasificación, composición, conservación, calidad e incluso el proceso de manufactura o transformación que se pueda realizar con ellos.

1.2.1 Procesos preliminares

Ramos F [8]. menciona que, la materia prima una vez seleccionada se tiene que procesar en un tiempo de hasta 48 h después del proceso de cosecha, esto se hace para evitar su deterioro.

Dentro de las operaciones preliminares al producto final se encuentran:

- Lavado
- Selección

- Trozado
- Escaldado

1.2.2 Descripción de los procesos en general

Ramos F. [8] dice que, cuando se habla de preservación de alimentos lo que se busca es evitar el crecimiento de bacterias o cualquier tipo de microorganismo que comprometa la integridad de los alimentos, esto se hace para lograr que el producto tenga una mejor composición y conservación durante su almacenaje, de igual forma se deben controlar cualquier componente que provoque su deterioro. Todo este tipo de procesos se realiza para que el producto al momento de su consumo no presente cambios en su sabor, olor o textura y que por consiguiente no presente un riesgo en la salud del consumidor.

Aquí se aborda procesos industriales de alimentos como son:

- Proceso de conservación
- Proceso de concentración
- Proceso de fermentación
- Proceso de deshidratación

1.2.3 Máquina Picadora de fruta en bastones

Esta es una máquina económica que corta fruta y vegetales en gajos, segmentos, bastones y también en otros cortes especiales. Mediante un empuje cadencioso, empujadores de alta calidad, juegos de corte y una carga variable el modo de trabajo es productivo.

1.2.4 La máquina se carga manualmente

El producto va fijado por un dedo centrado y va transportado por los cuchillos. Los productos cortados caen directamente en un recipiente o en una cinta como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Picadora de frutas en bastones, [1].

1.2.5 Máquina picadora de frutas en cubos

Esta máquina es usada para cortar una amplia gama de verduras y frutas. El sistema de corte tridimensional incorpora una cuchilla de disco, una cuchilla circular y un rodillo con cuchillas picadoras como se muestra en la figura 2. Los productos se cortan mediante la rotación de las cuchillas, ofreciendo un corte perfecto – aún para los productos más delicados – con una mínima pérdida de jugo.



Figura 2. Picadora de frutas de cubos, [1].

1.3 Propiedades de las frutas

Para las frutas existen parámetros que determinan su calidad los cuales son el peso seco, sólidos solubles, acidez titulable, pH, color y dureza. Comúnmente, frutas como el mango, papaya, maracuyá, plátano, se los ingiere cuando están en su mejor calidad, es decir cuando tienen un color amarillo o naranja [2].

La relación del color y el estado de madurez está relacionada con las propiedades fisicoquímicas de cada fruta.

1.3.1 Manzana

La manzana es el fruto del manzano (*Pyrus malus* L.), árbol de la familia de las rosáceas, a la que también pertenecen otras frutas como el melocotón, el albaricoque, la ciruela y la cereza, por citar algunos ejemplos. Aunque se desconoce el origen exacto de la manzana, se cree que procede del cruce de varias especies de manzanos silvestres europeos y asiáticos [3].

Lo que sí se puede asegurar es que el hombre, desde la antigüedad, aprendió a cultivar el manzano y, actualmente, es uno de los árboles frutales más extendidos a nivel mundial [3].

La manzana es una fruta crujiente, de carne blanca y piel roja, amarilla o verde como se muestra en la figura 3. Tienen un sabor dulce moderado, sabor refrescante y cierta acidez que puede ser más o menos intensa de acuerdo con el tipo de manzana [4].



Figura 3. Manzana, [3].

Tabla 1. Propiedades de la manzana [4].

Macronutrientes	Vapor por 138 g ms	Micronutrientes	Vapor por 138 gms
Agua	118.07 g	Vitaminas	6.3 mg
Energía	72 kcal	Vitaminas C	0.023 mg
Proteína	0.36 g	Tiamina	0.036 mg
Total, Grasas	0.23 g	Riboflavina	0.126 mg
Carbohidratos	19.06 g	Niacina	0.084 mg
Fibra dietética	3.3 g	Acido Pantoténico	0.057 mg
Azúcar	14.34 g	Vitamina B-6	4 mg
Grasa saturada	0.039 g	Folato	0 mcg
Grasa	0.010 g	Folato, DFE	0 mcg
Mono saturada			
Grasa Polisaturada	0.070 g	Vitamina B12	75 mcg
Colesterol	0 g	Vitamina A	0.25 IU

Minerales		Vitamina E	3.0 mg
Calcio	8 mg	Vitamina K	mcg
Hierro	0.17 mg	Fitonutrientes	17 mcg
Magnesio	7 mg	Fitoesteroles	17 mcg
Fosforo	15 mg	Betacaroteno	37 mcg
Potasio	148 mg	Betacriptoxantina	15 mcg
Sodio	1 mg	Licopeno	0 mcg
Zinc	0.06 mg	Luteína y Zeaxantina	40 mcg

138: Este dato se refiere a una manzana mediana de 138 g

Las frutas y los vegetales pueden perder propiedades alimenticias cuando se almacenan durante mucho tiempo o cuando se cocinan por un tiempo largo.

1.3.2 Piña

La piña tropical o piña americana (Ananas comosus) es la fruta obtenida de la planta que recibe el mismo nombre. Su forma es ovalada y gruesa, con aproximadamente 30 cm de largo y 15 cm de diámetro [5].

La pulpa comestible se halla rodeada de brácteas verdes que pasan a anaranjadas al madurar, formando la piel del fruto. En el extremo superior las brácteas se transforman en una corona de hojas. La pulpa, amarilla o blanca es carnosa, aromática, jugosa y dulce [5].

La piña produce pocas semillas, por lo que su reproducción, sobre todo en plantaciones de tipo industrial, se efectúa a partir de los retoños producidos por la planta tras la fructificación. Sin embargo, este proceso es progresivamente suplantado pero el empleo de vitroplantas que permite que el agricultor no esté limitado en material vegetal y favorece la homogeneidad de los cultivos [6].

Las diferentes especies de piña son nativas de América del Sur, más concretamente, de un vasto cuadrilátero que abarca el Brasil, el norte de la Argentina y el Paraguay (cuencas fluviales del Paraná y el Paraguay). Esta zona no excluye una propagación más amplia de especies salvajes de piña, que podría llegar hasta Venezuela. El intercambio entre tribus de las frutas más interesantes para el consumo podría haber favorecido su progresiva difusión hacia la América peninsular y el Caribe [6].

La industria de la piña se ha desarrollado de gran manera alrededor del mundo en los últimos años motivada por la demanda de frutas tropicales las cuales han adquirido una gran importancia en países como Brasil, Costa Rica, México.

Las propiedades más importantes de la piña en un buen estado en estas se toman en cuenta la talla, masa, firmeza, PH, y el contenido de sólidos.



Figura 4. Piña, [5].

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas de la piña [6]

Propiedades de la Fruta Entera y Cortada (cubos)					
Fruta	Masa (g)	Talla (cm)	Firmeza (kif/cm ²)	pH	SSC (°Brix)
Entera	927	16	6,26	4,04	14
Cubos	7.67	2x5x1+-0,02	2,17	4,04	14

Tabla 3. Cualidades nutricionales (piña 100g) [5]

Minerales			
Sodio (mg/100 g)	< 5,67	1.1	< 2
Magnesio (mg/100 g)	19,8	13.8	11,3
Fósforo (mg/100 g)	11	7.8	5
Potasio (mg/100 g)	170	133	105
Calcio (mg/100 g)	20.3	12.4	< 23,5
Manganeso (mg/100 g)	2.02	1.2	0,92
Hierro (mg/100 g)	0.225	0.225	0,22
Cobre (mg/100 g)	0.076	0.04	0,0332

Zinc (mg/100 g)	0.667	0.08	0,0646
Selenio (µg/100 g)	0.28	1.1	< 0,005
Iodo (µg/100 g)	1.22	1	
Betacaroteno (µg/100 g)	38.5		40

1.4 Elementos de la máquina cortadora de frutas

1.4.1 Estructura

El acero inoxidable austenítico es esencial para la construcción de una estructura en la cual se va a trabajar con alimentos para el consumo humano, en este caso es un acero inoxidable 304 que puede tener las siguientes series (AISI 200 y 300).

El mismo debe tener propiedades de acuerdo con el producto que se va a trabajar, propiedades anticorrosivas, resistencia a la humedad ya que se va a trabajar jornadas muy extensas.

Para la construcción se utilizará diferentes procesos de unión de materiales la cual será la soldadura (SMAW) soldadura de arco con electrodo revestido, (TIG) soldadura de gas inerte de tungsteno.

La picadora de fruta debe cumplir varios criterios de diseño, los cuales se considerarán de acuerdo al lugar de trabajo, y a la persona que operará la máquina y así tenga una movilidad adecuada.

1.4.1.1 Proceso de construcción

Soldadura (SMAW)

El sistema de soldadura SMAW (Shielded Metal Arc Welding – Soldadura de Arco con electrodo revestido), se define como el proceso en que se unen dos metales mediante una fusión localizada, producida por un arco eléctrico entre un electrodo metálico y el metal base que se desea unir [7]. Ver figura 5.

Electrodo E7018

Excelente para empalmar paredes laterales sin socavaciones, especialmente apropiado para aplicaciones críticas fuera de posición, soldadura de aceros estructurales y puentes, aceros suaves, algunos aceros de alta resistencia y aceros de baja aleación; aceros de difícil

soldabilidad tales como aceros con alto contenido de azufre y silicio, soldadura de tuberías, conexiones y empalmes en las industrias petroquímicas y generadoras de energía, soldaduras donde se requieren propiedades de tenacidad [8].

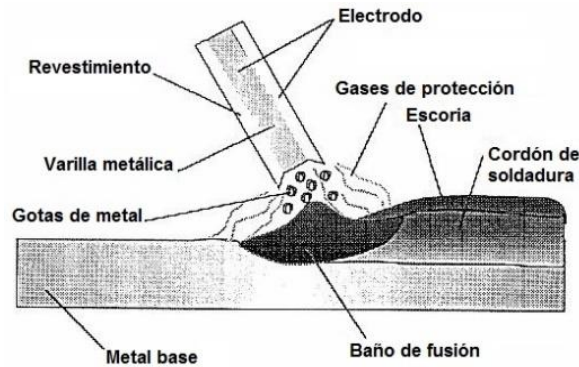


Figura 5. Descripción del proceso, [7].

Soldadura TIG

La soldadura por arco bajo gas protector con electrodo de tungsteno como un proceso de soldadura de arco que utiliza el arco eléctrico que salta entre un electrodo de tungsteno (no consumible) y la pieza a soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión sin la aplicación de presión. El arco produce el calor necesario para fundir el material. El gas protector mantiene el oxígeno del aire apartado del baño de fusión y el tungsteno caliente [9].

A la soldadura (GTAW) se la considera uno de los más versátiles de todos los procesos de soldadura. Se puede utilizar para hacer soldadura de alta calidad en casi cualquier metal, cualquier posición y en casi cualquier espesor de chapa, placa o tubo [9].

Electrodo E308L-16

Tiene un revestimiento rutílico, lo que permite soldar con CA o CCEP, electrodo positivo. Arco estable de transferencia spray, depósito de excelente forma y apariencia. La escoria se desprende fácilmente, muy buena reanudación de arco. El depósito es de acero inoxidable austenítico [10].

Aceros inoxidables austenítico con un contenido extra bajo de carbono. El contenido de 0.04 % de carbono, evita la formación y la precipitación de carburos. Excelente protección contra la corrosión intergranular. Se recomienda especialmente para aplicaciones resistentes a la

corrosión, producida por los ácidos y soluciones de celulosa. Se recomienda su uso en soldaduras intermitentes [10].

1.4.2 Motor

El motor es la parte de una máquina que da movimiento a un sistema convirtiendo la energía eléctrica o química en movimiento mecánico.

1.4.2.1 Motor eléctrico

El motor eléctrico es un dispositivo encargado de transformar la energía eléctrica en movimiento mecánico.

1.4.2.2 Motor trifásico

Dentro de los diversos tipos funcionales, los que se tratarán a continuación son los del tipo trifásico de inducción o asíncrono (motor eléctrico trifásico). En cuanto a la faz constructiva, se puede decir que hay una importante variedad de tipos, algunos de ellos para aplicaciones particulares: compresores, bombas, elevadoras de agua, para el sistema cloacal, para agua con tanque presurizado, para piscinas, de desagote portátiles, de desagote fijas, de pozo profundo, ascensores hidráulicos o eléctricos, escaleras mecánicas [11].

1.4.2.3 Motor monofásico

En su forma básica un motor monofásico de inducción consiste en una máquina asíncrona de jaula de ardilla cuyo devanado del estator es monofásico [12].

El teorema de Leblanc señala que un devanado monofásico recorrido por una corriente alterna monofásica crea un campo magnético pulsante, el cual equivale a dos campos magnéticos giratorios iguales que rotan en sentidos opuestos. Cada uno de estos campos giratorios origina un par similar al de una máquina asíncrona polifásica [12].

1.4.3 Poleas

Una polea es una rueda acanalada en todo su perímetro. Mediante un sistema formado por poleas y correas de transmisión se transmite movimiento entre diferentes ejes [13].

1.4.4 Bandas

Las correas son elementos flexibles que se emplean para transmitir potencia entre ejes situados a distancias relativamente largas. Los cables y cadenas, cuyo estudio no se aborda en este libro, son elementos similares a las correas [14].

Las correas se las utiliza cuando los ejes son demasiado lejanos uno del otro, estas se las utiliza para no colocar ruedas dentadas muy grandes, y las mismas ayudan a que el sistema de transmisión sea más silencioso.

1.4.5 Cilindros neumáticos

El accionamiento de estos cilindros se realiza mediante el aire comprimido y el retorno se puede hacer mediante aire comprimido o bien un muelle o cualquier otra causa externa. Según el procedimiento que se emplea para un retorno, los cilindros podemos dividirlos en dos grandes grupos: cilindros de simple efecto o doble efecto [15].

1.4.6 Compresor

Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. En esta última característica precisamente, se distinguen de las soplantes y ventiladores que manejan grandes cantidades de fluidos compresibles (aire, por ejemplo) sin modificar sensiblemente su presión, con funciones similares a las bombas de fluidos incompresibles [16].

1.5 Tipos de máquinas de corte

1.5.1 Corte manual

Se realiza con diferente clase de cuchillas o navajas mediante un movimiento continuo para procesar correctamente el producto o fruta que se desea cortar, con este procedimiento es complicado tener una precisión al momento de realizar el trabajo ya que depende mucho del filo de la cuchilla y de la fuerza ejercida. Ver figura 6.



Figura 6. Corte manual,

1.5.2 Corte tipo troquel

La máquina troqueladora se desempeña muy bien para este tipo de corte, en especial cuando se necesita cortes finos de frutas. Ver figura 7.



Figura 7. Cortadora de troquel,

Partes: la cortadora está compuestos por:

- Rejilla de cuchillas
- Punzón

- Soporte móvil
- Placa para el punzón

1.5.3 Corte circular con cortadora móvil

Es una cortadora con banda transportadora que no solo corta, sino también ralla, desmecha y corta en cubos, con esta máquina multifunción, se puede cortar prácticamente cualquier tipo de alimentos: lechuga, hortalizas, de este modo, resulta ideal para las más diversas opciones de aplicación y los más diversos ámbitos. Según el producto y el tipo de corte [17]. Ver figura 8.

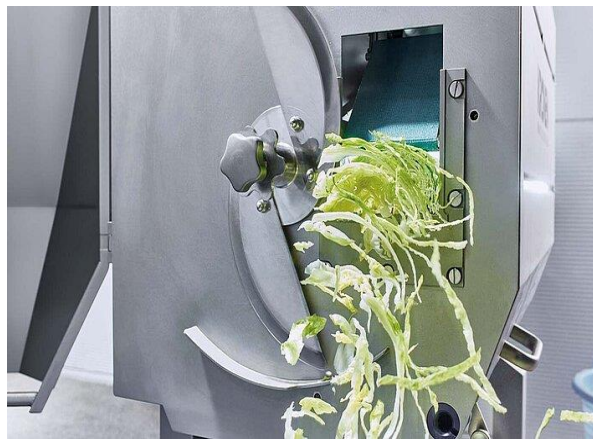


Figura 8. Cortadora móvil, [17].

1.5.4 Corte por empuje con cortadora de cubos

Ideales para el corte de cubos y tiras de productos cárnicos, avícolas y vegetales. Ergonómica y de fácil uso, gracias a su arranque automático al cierre de la tapa corredera. Dispone de accesorios varios para rallar y cortar dados de queso. Su sistema a de precompresión longitudinal ajustable y precompresión en 4 caras para productos cárnicos, aseguran un corte limpio y preciso [1]. Ver figura 9.



Figura 9. Cortadora de cubos, [1]

1.5.5 Cortadora con banda de alimentación (corte circular)

La KUJ-V corta en cubos, bastoncitos, rallados y rebanadas más delgadas de forma limpia y precisa en grandes cantidades para la industria. En una sola operación, la máquina procesa verduras (por ejemplo, zanahorias, patatas, cebollas, pimientos), frutas (por ejemplo, manzanas, kiwis, melones) o carne, jamón, embutido y pescado. [18]. Ver figura 10.



Figura 10. Cortadora con banda de alimentación. [18]

1.6 Materiales

Actualmente el Instituto Americano del Hierro (AISI) cuenta aproximadamente 60 tipos convencionales. Recientemente los aceros inoxidable para endurecimiento por precipitación (PH) han surgido como la cuarta clase. Últimamente los aceros inoxidable dúplex, contienen aproximadamente 50 % de Ferrita y 50 % de Austenita, siendo estos recomendados para ambientes agresivos en donde la resistencia a la corrosión por tensiones es de gran importancia [19].

1.6.1 Acero inoxidable

Los aceros inoxidable son aleaciones a base de hierro, con bajo contenido de carbono y un mínimo de 11 % de cromo. La mayoría de los grados comerciales contiene al menos 11 % de cromo y hasta 0.8 % de carbono. Algunos grados contienen níquel como segundo elemento de aleación. Cuando el contenido total de la aleación excede aproximadamente el 50 %, la designación “resistente al calor” es más aplicable que inoxidable [20].

Para aumentar la resistencia a la corrosión o para requerimientos de fabricación específicos, el cromo puede aumentarse y pueden añadirse otros elementos tales como níquel o molibdeno. Con aproximadamente 11 % de cromo, se formará una película protectora suficiente para soportar un ambiente poco agresivo como puede ser el interior de una vivienda, sin embargo, con el tiempo, si este acero presta servicio a la intemperie, acabará corroyéndose [20].

1.6.2 Acero AISI 304

Debido a su buena resistencia a la corrosión, conformado en frío y soldabilidad, este acero es usado extensivamente para la fabricación de utensilios domésticos, lavavajillas, cuchillería, bienes de consumo, arquitectura e industria automotriz. Además, es utilizado en la construcción de estructuras y/o contenedores para las industrias procesadoras de leche, cerveza, vino, alimentos, etc. así como en la industria química de producción del nitrógeno [21]. Ver tabla 4.

Acero inoxidable austenítico, aleado con Cr y Ni y bajo contenido de C que presenta una buena resistencia a la corrosión. En la condición de suministro resiste a la corrosión intergranular en el rango de hasta 300° y 350° para la calidad 504L. No se requiere un tratamiento posterior al proceso de soldadura; tiene propiedades para embutido profundo [21].

1.6.3 Acero AISI 316

Acero resistente a la corrosión intercrystalina hasta 300 C bajo condiciones de operación continua. Con la adición de molibdeno se le confiere una alta resistencia a ácidos no oxidantes y corrosión por picado. El acero ASIS 316 es utilizado en piezas y elementos de la industria de celulosa, textiles, seda artificial, y equipos para el desarrollo de fotografía ejes de hélices, acoples. Usualmente usados en la industria química y farmacéutica [22]. Ver tabla 5.

1.6.4 Acero AISI 410

Dentro de los aceros inoxidable martensíticos es de los más dúctiles y maleables en el estado de recocido y es apropiado para la transformación en frío. Es resistente a la oxidación hasta 650 °C y su mejor resistencia a la corrosión la presenta cuando ha sido templado y pulido. Resiste bien a los ácidos orgánicos diluidos en frío y a los productos alimenticios en general, pero no al agua de mar o a los ambientes salinos [23]. Ver tabla 4.

Tabla 4.Propiedades mecánicas de AISI 304 [21].

	Resistencia ala tracción (MPa)	0.2% límite de elasticidad, ≥ (MPa)	Elongación en 50 mm, (%) ≥	Reducción de área (%)	Dureza (HBW) ≤
ASTM	580	290	50		79
A240/A240M	550	240	60	70	212
	620	415	45	65	275

Tabla 5. Propiedades mecánicas de AISI 316 [22].

Propiedades Mecánicas	
Resistencia a la tensión (S_u)	80 ksi—552Mpa
Resistencia a la fluencia (S_y)	30 ksi--- 207Mpa
Porcentaje de elongación	60 % en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	190-210 Gpa---- 27600- 30500ksi
Dureza Rockwell	HBR 96
Propiedades Físicas	
Densidad	8.03 g/cm ³ (0.28 lb/plg ³)

Tabla 6. Propiedades mecánicas AISI 410[23]

Propiedades Mecánicas	
Resistencia a la tensión (S_u)	85 ksi—586Mpa
Resistencia a la fluencia (S_y)	35 ksi--- 241Mpa
Porcentaje de elongación	60 % en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	200 Gpa----29000ksi
Dureza Max. Brinell (HB)	201
Propiedades Físicas	
Densidad	8.03 g/cm ³ (0.28 lb/plg ³)

CAPÍTULO 2

ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA LA PICADORA DE FRUTA

2.1 Alternativa para el diseño de una maquina picadora de frutas

2.1.1 Criterios de selección

En este capítulo se verán las alternativas para el diseño y construcción de la máquina picadora de piñas y se determinara la mejor opción aplicando todos los criterios vistos.

- Tipo de corte
- Mantenimiento
- Seguridad
- Capacidad

En este caso la máquina debe proporcionar un corte de forma cubico de 1 cm de acuerdo con las necesidades de la empresa el corte se lo realizará en dos partes principales la primera con la cuchilla cuadrada para el corte en tiras y el segundo para su corte, una de las alternativas necesarias es la facilidad del mantenimiento del equipo el cual se verá por el tiempo y el costo tanto correctivo como preventivo.

Para la seguridad se va a evitar de una mejor manera el contacto directo del operario con las partes cortantes, eléctricas, y neumáticas de la máquina, se agregará protecciones de acero inoxidable en cada una de las partes móviles como cuchillas y pistón, esto será importante para que la máquina funcione a su mayor capacidad tomando en cuenta que la capacidad de producción promedio diario es de 30 kg.

2.2 Alternativa 1: Cortadora troquel

La máquina requerida tiene una capacidad de trabajo 600 kg/h. con un peso de 65 kg con repuestos está especializada en el corte de frutas con un diámetro menor a una piña de 47 cm.

Diagrama de funcionamiento:

En la picadora se coloca el producto o piña en la bandeja se empuja a través de un pistón o motor para su corte de forma cuadrada a través de las mallas En la figura 10 se visualiza su operación. Ver figura 10.

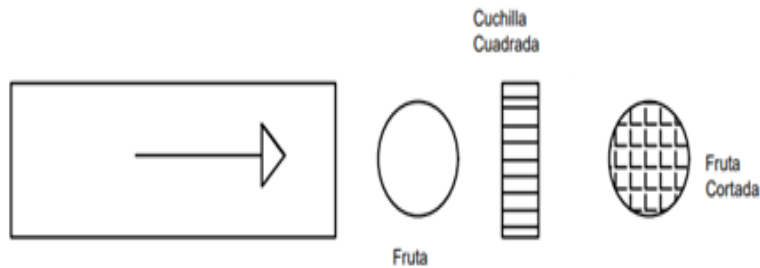


Figura 11. Diagrama cortadora troquel

Partes de una máquina picadora de frutas

- Cuchillas de corte Cuadra (Rejilla).
- Armazón: es la parte que cubre la cuchilla cuadrada y la cuchilla recta.
- Cuchilla recta: corta la piña de una forma recta, en forma cuadrada de 1 cm
- Cilindro neumático: ejerce la fuerza sobre el punzón hacia la cuchilla cuadrada.

Ventajas y desventajas de una maquina picadora de frutas

- El corte puede ser manual o automatizado
- Se puede cambiar fácilmente la rejilla de corte por una nueva
- Si el trabajo es automático tiene una gran velocidad de producción
- Se puede regular la velocidad y la fuerza de corte con el pistón
- Las cuchillas son de acero inoxidable 304, estas tienen una gran resistencia a la oxidación.
- El material del que este hecho la máquina puede tener un peso cercano al 60 kg.
- Se necesita muchos elementos para el funcionamiento de la máquina: cilindro neumático, banda de transmisión, cuchillas.
- Depende de un operador para el funcionamiento y seguridad de la máquina.
- El mantenimiento mecánico como eléctrico es sencillo.
- Se corta o procesa una fruta a la vez.
- Tiene ruido excesivo a pesar de los silenciadores del sistema neumático.

2.3 Alternativa 2: Cortadora de cuchilla circular

La cortadora eléctrica tiene un peso de 60 a 70 kg con repuestos, puede cortar todo tipo de frutas con un diámetro de 37 cm. Tiene como capacidad de producción de 800 kg/h el sistema de transmisión que funciona con un motor de 0.5 a 1 hp de potencia.

Diagrama de funcionamiento:

Para la cortadora circular se coloca la piña o producto en bandeja superior la cual se empujará de manera directa hacia la cortadora en la figura 11 se visualiza su operación.

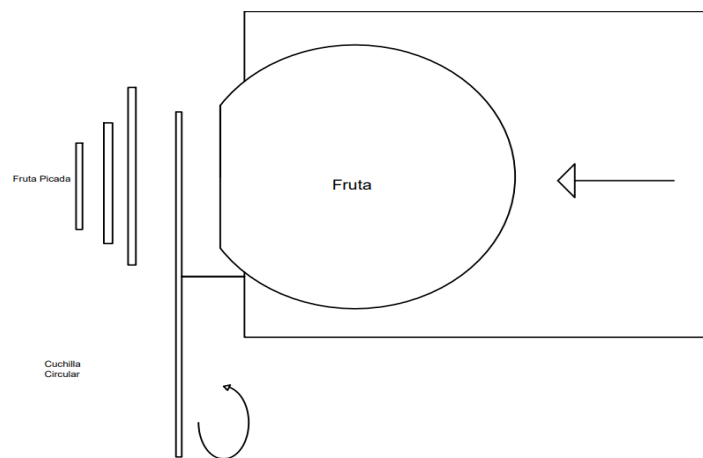


Figura 12. Diagrama cortadora tipo circular

Partes de una máquina picadora de piña

- Cuchilla circular: Se utiliza para cortar la fruta.
- Tolva: Esta parte es donde se coloca la fruta para su corte.
- Soporte de la bandeja: desliza la bandeja y soporta el peso de la fruta.
- Motor de 1 hp de potencia: conectado de las poleas al eje de la cuchilla.
- Poleas: conectados al motor y a la banda de transmisión.

Ventajas y desventajas de una máquina picadora de piñas

- Se puede cambiar a diferentes tipos de repuestos para evitar el desgaste de las cuchillas.
- Su velocidad de corte es muy alta para una mayor producción.
- Las guardas o protecciones son muy fáciles de instalar para la seguridad.

- Fácil mantenimiento y calibración.
- El corte del producto no es muy preciso.
- Fácil para poder manipular la máquina por el operario.
- Se puede cortar todo tipo de frutas de diámetro 35 mm o menos.

2.4 Alternativa 3: Cortadora con banda de transporte

La cortadora con banda de transporte llega a un peso de 500 a 2000 kg a nivel industrial tiene mayor capacidad de producción ya que maneja velocidades de corte altas por su nivel de automatización que es casi en su totalidad, se utiliza en grandes empresas alimenticias para que el trabajo que se realiza se realice de una manera más óptima y rápida.

Diagrama de funcionamiento de una máquina picadora de piñas

En la picadora se coloca la piña en la banda de transporte, la misma moverá el producto hacia las cuchillas que están de forma horizontal y vertical para su corte y producción En la figura 12 se visualiza su operatividad.

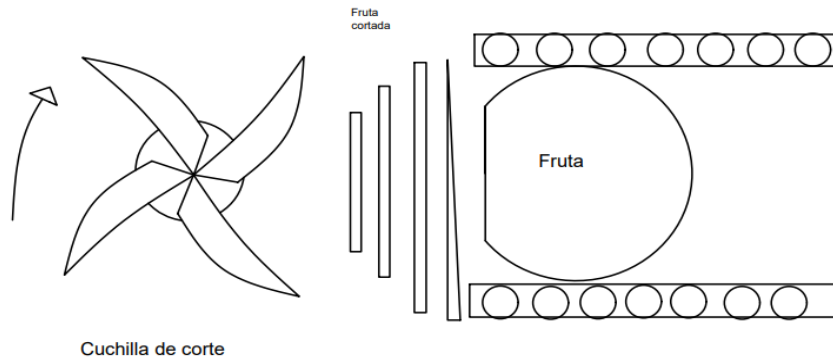


Figura 13. Cortadora con banda de transporte

Partes de una máquina picadora de piñas

- Banda de transporte de ingreso: transporta el producto.
- Banda de transmisión: da movimiento con el motor:
- Cuchilla recta: corta la fruta
- Soporte: soporta todo el peso de la maquinaria.
- Sensor fin de carrera: encargado de parar la banda de transporte

Ventajas y desventajas de una maquina picadora de piñas

- Es completamente automatizado para producción.
- Corta con precisión.
- Sistema de seguridad automatizado (sensores).
- Sus cuchillas tienen una gran resistencia al desgaste.
- Mantenimiento costos elevados.
- Grandes cantidades de producción.

2.5 Análisis de las alternativas de la picadora

Se calificará cada información de los diferentes tipos de cortadores que tenemos utilizando las características de cada uno costos, material, seguridad, construcción, mantenimiento, con este criterio se fija una ponderación de 1 a 5 donde 1 es no viable y 5 es viable.

La alternativa 1 o máquina cortadora troquel es la más indicada para el tipo de trabajo que tenemos que hacer por su nivel de mantenimiento dimensiones y costos, el nivel de producción de la empresa será de 400kg/h tomando en cuenta el trabajo del operador. Ver tabla 7.

Tabla 7. Datos de máquinas

Criterios de selección	Alternativas		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo	3	2	2
Material	5	3	4
Seguridad	4	4	2
Construcción	5	4	4
Mantenimiento	5	4	4
Total	22	17	16

CAPÍTULO 3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PICADORA DE FRUTAS

3.1 Diseño de una máquina picadora de frutas

La máquina procesa una piña completamente en 2.5 s lo que significa que realiza el corte de 1440 piñas en una hora sin tomar en cuenta los descansos o las paras del operador está en relación con una producción con mayor automatización.

Diagrama de la cortadora en vista lateral se visualiza en la figura 14.

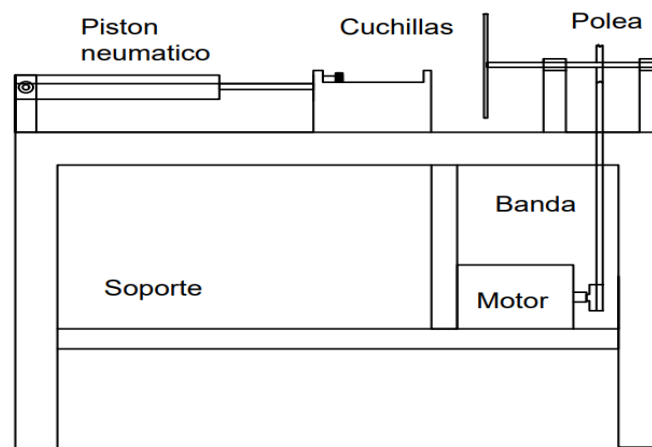


Figura 14. Diagrama cortador

3.1.1 Diagrama de funcionamiento

Se considera el diagrama como parte del proceso, es por eso por lo que se tiene un pistos y dos cuchillas en diferentes niveles cuchilla cuadrada y cuchilla recta para el corte final en cubos. Ver la figura 15.

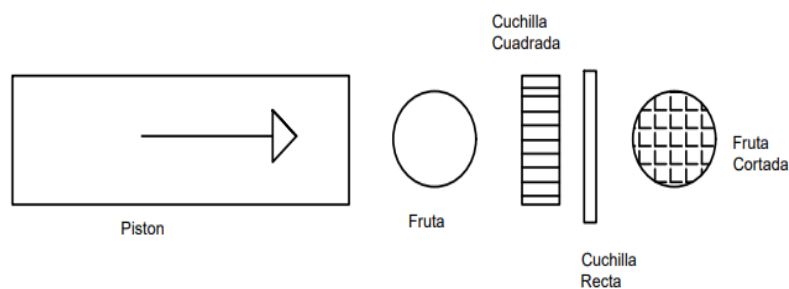


Figura 15. Diagrama proceso


3.2 Fuerza necesaria para el corte de las frutas

Para determinar la fuerza necesaria para cortar una piña se usa una báscula para ver cuántos (kg) se necesita para el corte de la fruta, se determinará el peso las dimensiones del producto y se pelará la fruta para poder colocarla en la cortadora, se verá el peso indicado en la cámara y se calculará la fuerza necesaria para la salida del producto. Ver figura 16.



Figura 16. Prueba de fuerza

Tabla 8. Datos de la fruta

Fruta: Piña (cortada en cuartos) Peso:0.20kg		
Medida(cm)	Fuerza aplicada(kgf)	Descripción gráfica
Diámetro (1) 45	4.5	
Diámetro (2) 47	5.5	
Diámetro (3) 45	4.05	

Fruta: Piña(completa) Peso: 1.37 kg

	Diámetro (1) 70	14.2
2	Diámetro (2) 85	15.15
	Diámetro (3) 60	15.85



3.3 Ecuaciones

Los cálculos se realizarán para poder seleccionar correctamente los componentes que se pueden utilizar en el diseño de la picadora de piña.

Selección de chumaceras:

La selección del tipo de chumacera se calcula por medio de tablas normalizadas con la ecuación.

$$L = LR \left(\frac{C}{FR} \right)^{3.33} \quad (1)$$

Donde:

LR: Vida adecuada para la capacidad aparente en número de ciclos. [5.25×10^8 ciclos]

L: Vida útil aparente. [5.25×10^8 ciclos]

FR: Carga radial de la aplicada. [kgf]

C: Capacidad aparente. [kgf]

Diseño de ejes bajo cargas estáticas:

Esfuerzo de torsión en elementos circulares

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3} [\text{MPa}] \quad (2)$$

Esfuerzo a flexión en elementos circulares

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3} [\text{MPa}] \quad (3)$$

Esfuerzo de Von Mises

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

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

Donde:

T: Torque máximo [N.m].

Fs: Factor de seguridad.

σ : Esfuerzo normal [M Pa].

M: Momento máximo [N.m].

τ : Esfuerzo cortante [M Pa].

Sy: Esfuerzo de fluencia.

Diseño de fatiga

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

Donde:

Se: límite de resistencia la fatiga

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \text{ [MPa]} \quad (7)$$

Dónde:

K_a : Factor de modificación de la condición superficial.

K_b : Factor de modificación de tamaño.

K_c : Factor de modificación de la carga.

K_d : Factor de modificación de la temperatura.

K_e : Factor de modificación de confiabilidad.

K_f : Factor de modificación de efectos varios.

S_e : Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica en la geometría y condición de uso.

S'_e : Límite de resistencia a la fatiga en viga giratoria.

Resistencia a la fluencia en cortante

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

S_{sy} o S'_n : Resistencia a la fluencia en cortante.

S_y : Resistencia al punto de fluencia.

S_{ut} : Resistencia última a la ruptura.

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

Esfuerzo máximo cortante

$$\tau_{max} = \frac{S_n}{F_s} \text{ [MPa]} \quad (10)$$

Dónde:

F_s : Factor de seguridad.

S_{sy} o S'_{sn} : Resistencia a la fluencia en cortante. [MPa]

3.4 Cálculo del espesor de cuchillas

$$A = b \times h$$

$$A = (b \approx e) \times h$$

$$P = \frac{F}{A} [Pa]$$

$$e = \frac{F}{\tau_{max} \times h} [mm]$$

(11)

Donde:

F: Fuerza necesaria. [N]

h: Altura de la cuchilla. [mm]

τ_{max} : Esfuerzo máximo cortante. [MPa]

e: Espesor de la cuchilla. [MPa]

Diseño de poleas

Relación de transmisión

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

(12)

N_s : Número de revoluciones de la polea mayor. [rpm]

N_m : Número de revoluciones de la polea menor. [rpm]

$$Nm \times D1 = Ns \times D2 \quad (13)$$

Selección de banda

Se tiene varias posibilidades para la selección de las bandas, en la figura 17 se encuentra el tipo de banda y la distancia entre centros correspondiente, las mismas que tienen varias ventajas.

$$\phi d = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D-d}{2c} [\text{rad}] \quad (14)$$

$$\phi D = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D-d}{2c} [\text{rad}] \quad (15)$$

$$L = \sqrt{4C^2 - (D - d)^2} + \frac{1}{2}(D\phi_D + d\phi_d) [\text{m}] \quad (16)$$




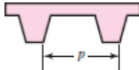
Tipo de banda	Figura	Unión	Intervalo de tamaños	Distancia entre centros
Plana		Sí	$t = \begin{cases} 0.03 \text{ a } 0.20 \text{ pulg} \\ 0.75 \text{ a } 5 \text{ mm} \end{cases}$	No hay límite superior
Redonda		Sí	$d = \frac{1}{8} \text{ a } \frac{3}{4} \text{ pulg}$	No hay límite superior
Tipo V		Ninguna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

Figura 17. Selección de poleas

Donde:

D : Diámetro de polea mayor. [mm]

d : Diámetro de polea menor. [mm]

C : Distancia entre centros. [mm]

ϕ : Ángulo de contacto. [rad]

L: Longitud de la banda. [mm]

3.4 Cálculo del espesor de las cuchillas

Se midió la fuerza que es necesaria para cortar la piña y se determinó que para realizar el cálculo del espesor de la cuchilla es necesario $F = 50 \text{ kg}$

Para obtener los datos es necesario hacer algunas transformaciones.

$$F = 50[\text{Kgf}] \left(\frac{9.81[\text{N}]}{1[\text{Kgf}]} \right)$$

$$F = 490.5[\text{N}]$$

Torque generado por el corte

Distancia radial que se tiene de la cuchilla es de $d = 0.152 \text{ [m]}$.

$$T = F(d) \tag{17}$$

$$T = (490.5[\text{N}]) (0.152[\text{m}]) = 74.55[\text{N.m}] = 74.55[\text{J}]$$

3.5 Selección del material para las cuchillas

Valorando el corte de la piña, se seleccionó unas cuchillas de acero inoxidable AISI 410 grado alimenticio para los dos tipos de cuchillas, estas van a estar en contacto directo con la fruta cortada y es necesario un tipo diferente de acero.

3.6 Selección de la chumacera

Valorando el eje que tiene un diámetro de 25 mm, este transmite el movimiento a las cuchillas y a su vez a la polea de diámetro 8"

3.7 Cálculo de la resistencia a la fluencia en cortante

Se seleccionó el material AISI 410 para la construcción de las cuchillas tienen un S_y de 207 MPa.

$$S'_n = 0.5(S_y)$$

$$S'_n = 0.5(207[\text{MPa}])$$

$$S'_n = 103.5 [\text{MPa}]$$

3.8 Cálculo del esfuerzo máximo cortante

Para el diseño se selecciona un factor de seguridad de ($F_s = 3$)

$$\tau_{max} = \frac{S'_n}{F_s}$$

$$\tau_{max} = \frac{103.5 [\text{MPa}]}{3}$$

$$\tau_{max} = 34.5 [\text{MPa}]$$

Se tiene una altura útil del filo cortante de $h = 7 \text{ mm}$, con un espesor ($b = e$) esta se remplaza en la ecuación.

$$A = b \times h$$

$$A = b \times 0.007[\text{m}]$$

$$A = (b \approx e) \times h$$

$$A = e \times 0.007[\text{m}]$$

$$\tau_{max} = \frac{F}{A}$$

$$e = \frac{490.5[\text{N}]}{34.5[\text{MPa}] \times 0.007[\text{m}]}$$

$$e = 0.19 [\text{mm}]$$

El material seleccionado para la cuchilla de corte necesita un espesor mínimo, por esta razón al espesor real de 2 mm se afilará hasta es el pesor calculado de $E = 0.199 \text{ mm}$.

3.9 Inercia rotacional

Para este cálculo se utilizó el programa Solid Works y se consiguió la inercia de la cuchilla.

Tabla 9. Momentos de inercia cuchilla

Momento de inercia de las cuchillas		
$I_{xx}=21192.92$	$I_{xy}=-11491.39$	$I_{yz}=3.62$
$I_{xy}=-11491.39$	$I_{xx}=152241.54$	$I_{yz}=-13.63$
$I_{zx}=3.62$	$I_{zy}=-13.63$	$I_{zz}=173410.71$

Tabla 10. Momentos de inercia plato

Momento de inercia del plato		
$I_{xx}=10724382.70$	$I_{xy}=0.00$	$I_{yz}=0.00$
$I_{xy}=0.00$	$I_{xx}=13776927.02$	$I_{yz}=0.00$
$I_{zx}=0.00$	$I_{zy}=0.00$	$I_{zz}=24483426.90$

3.10 Cálculo de velocidad de giro

El trabajo de la velocidad de giro se establece con la siguiente ecuación.

$$E_c = \frac{1}{2}IW^2 \quad (18)$$

El torque se va a realizar cuando la fruta sea cortada por la cuchilla es por eso la ecuación.

$$E_c = T = 7.38 J$$

Se suma las inercias de las cuchillas y del disco, en una revolución realizan 2 cortes.

$$\Sigma I = \frac{\text{Inercia plato}}{2} + \text{Inercia de la cuchilla} \quad (19)$$

$$\Sigma I = 12241713.45 + 173410.71$$

$$\Sigma I = 12415124.16 [g \text{ mm}^2] = 0.01241512 [kg \text{ m}^2]$$

$$W1 = \sqrt{\frac{2Ec}{I}} = \sqrt{\frac{2(7.38Nm)}{0.01241512 (kg \text{ m}^2)}}$$

$$= 34.48 \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right] = 329.25 \left[\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right] \approx 330 \left[\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right]$$

3.11 Cálculo de poleas

Se requieren 330 rpm para obtener el diámetro de cada polea

$$Nm = 1700 \text{ (rpm)}$$

$$NS = 300 \text{ (rpm)} = W1$$

Relación de transmisión

$$RT = \frac{1700(\text{rpm})}{300(\text{rpm})}$$

$$RT = 5.66$$

$$RT = \frac{17}{3}$$

Se tiene dos diámetros de las poleas:

- Polea N1 $2[\text{plg}] * 2 = 4(\text{plg})$
- Polea N2 $4[\text{plg}] * 2 = 8(\text{plg})$

$$RT1 = \frac{8}{4}$$

Relación total de transmisión

$$RT1 = RT = \frac{8}{4}$$

La relación se realiza aumentando el doble en la relación de transmisión que tiene las poleas.

$$N1 = W2$$

Diámetro de poleas

N1: 4 (plg).

N2: 8 (plg).

Velocidad angular Necesaria: $N1 = 350(\text{rev}/\text{min})$

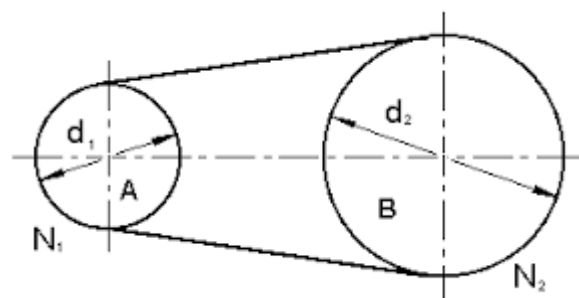


Figura 18. Relación de transmisión entre poleas.

$$(4)1700(\text{rpm}) = 8W3$$

$$W2 = 850(\text{rpm})$$

La relación de transmisión se ve que es adecuada

$$RT = \frac{17}{3}$$

3.12 Trasmisión de bandas

La trasmisión de bandas se verifica con los siguientes datos.

Datos de la polea

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

$$d=101.6 \text{ mm}$$

$$C= 440 \text{ mm}$$

Cálculos de ángulos de contacto

$$\phi_d = \pi - 2\sin^{-1} \frac{(203.2 - 101.6)[\text{mm}]}{2(440)[\text{mm}]}$$

$$\phi_d = 2.91 \text{ [rad]}$$

$$\phi_d = 166.73^\circ$$

$$\phi_D = \pi + 2\sin^{-1} \frac{(203.2 - 101.6)[\text{mm}]}{2(325)[\text{mm}]}$$

$$\phi_D = 3.37 \text{ [rad]}$$

$$\phi_D = 193.08^\circ$$

$$L = \frac{\pi}{2}(203.2 + 101.6 + 2(440) + \left(\frac{203.2 - 101.6}{4(440)}\right)) =$$

$$L = 1861.17 \text{ [mm]}$$

3.13 Selección de motor

La selección del motor se hace mediante la ecuación.

$$P = T \cdot W \text{ [Watts]} \quad (20)$$

Donde:

W: Velocidad de giro de la porta cuchillas,

T: Torque. [Nm]

P: Potencia. [W]

$$P = (7.38)[\text{N.m}] * (300) [\text{rpm}]$$

$$P = (7.38)[\text{N.m}] * 31.41 \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

$$P = 231.80 \text{ [W]} = 0.3 \text{ [HP]} \text{ Potencia teórica}$$

El motor necesario para la máquina cortadora de frutas es de ½ (hp) de potencia.

3.14 Velocidad tangencial de la banda

$$Vt = \frac{D \cdot \pi \cdot N}{6000} \text{ [m/s]} \quad (21)$$

Donde:

D: Diámetro de la polea [mm]

N: Velocidad en rpm de cada juego de poleas.

$$V_{T1} = \frac{8 * \pi * 850[\text{rpm}]}{6000}$$

$$V_{T1} = 3.56 \text{ [m/s]}$$

Velocidad tangencial de la banda de la relación de trasmisión

3.15 Tensión de banda 1

Formula de tensión de banda

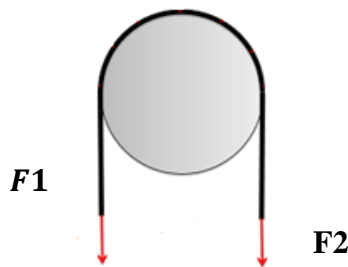


Figura 19. Tensión de bandas.

$$\frac{F1}{F2} = e^{f \times \theta}$$

Donde:

F1: Fuerza de lado tenso. [N]

F2: Fuerza del lado flojo. [N]

θ : Ángulo de contacto. [rad]

f: Coeficiente de fricción (adimensional).

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

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

Formula de la potencia obtenida:

$$P = F \times V \text{ [Hp]}$$

$$P = \frac{(F3 - F4) * V}{746 [Watts]}$$

Donde

P: [Hp].

V: [m/s].

$$F3 - F4 = \frac{0.5 * 746 [Watts]}{3.56 [m/s]}$$

$$F3 - F4 = 104.77$$

$$4.3752 F3 - F3 = 104.77$$

$$F3 = \frac{104.77}{4.3752}$$

$$F3 = 23.94 [N]$$

$$F4 = 104.77 + 23.94$$

$$F4 = 128.71 [N]$$

3.16 Torque de la banda 1

Formula de torque

$$T1 = F * R [Nm]$$

$$T1 = [F4 - F3] * 0.861 [m]$$

$$T1 = [128.17 - 23.94] [N] * 0.861 [m]$$

$$T1 = 89.74 [Nm]$$

3.17 Cálculos de ejes bajo cargas estáticas

Diagrama de funcionamiento

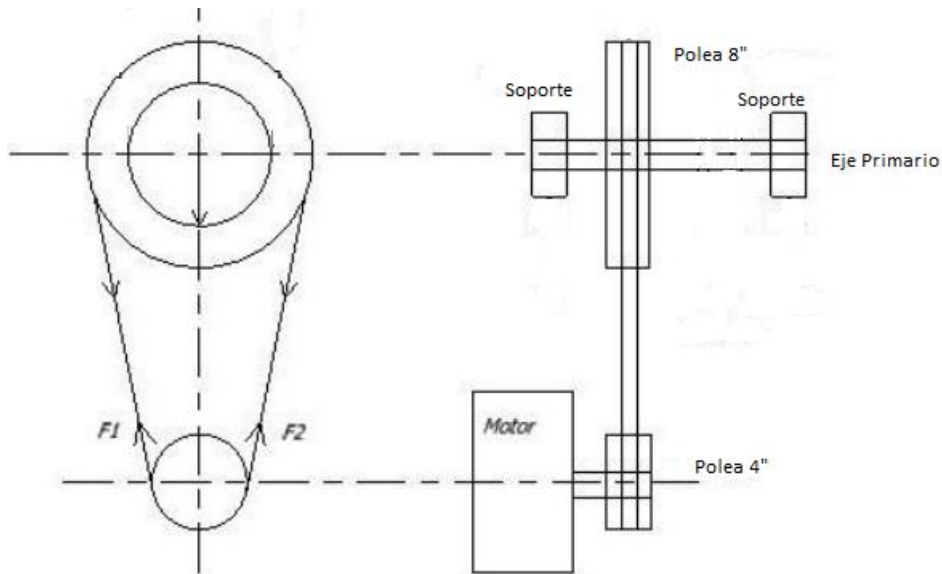


Figura 20. Diagrama de funcionamiento

Sumatoria de fuerzas en el juego de poleas

$$\sum Fy = 0$$

$$F4 + F3 + F = 0$$

$$F + 23.94[N] + 128.17[N] = 0$$

$$F = -152.11[N]$$

Sumatoria de fuerzas en el eje principal y momentos

Donde:

$$\sum Fy = 0$$

$$R1 + R2 = FT + W_{Disco}$$

$$F_T = F + W_{P8} = 5.68[N] + 152.11[N] = 157.79[N]$$

$$R1 + R2 = -157.79[N] + 13.92[N]$$

$$R1 + R2 = -143.08$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$F_T * d1 + R2 * R2 - W_{Disco} * (d2 + d3) = T1$$

$$-152.11[N] * 0.085[m] + R2 * 0.16[m] - 13.9[N] * (0.16 (m) + 0.122 (m))$$

$$= 129.30[N.m]$$

$$R2 = 1059.15[N]$$

$$R1 + 1059.15[N] = -143.08$$

$$R1 = -1201.23[N]$$

Sumatoria de fuerzas del juego de poleas

$$\sum Fy = 0$$

$$F3 + F4 = F'$$

$$F' = 23.94[N] + 128.17[N] = 152.11[N]$$

CAPÍTULO 4

4.1 Costos de la máquina picadora de frutas

En este capítulo se presenta los costos de fabricación y de diseño de la máquina picadora de frutas que son directos e indirectos de acuerdo con el trabajo que va a realizar.

Costos directos

Son los costos ya establecidos para el diseño y construcción de la máquina:

- Costos de materiales
- Costos de mano de obra
- Costos de construcción y diseño

Costos de materiales

Para la construcción de la máquina cortadora de frutas se requiere elementos que se encuentran bajo estándares normalizados que existen en el mercado, los elementos se redactan en la tabla 11.

Tabla 11.Costos de materia prima

COSTOS DE MATERIA PRIMA				
N	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	COSTOS (\$)
1	Tubo Cuadrado 1 ¼ bonificado	3 m	10,10	30.30
2	Angulo 1 ¼ bonificado	6 m	13.14	13.14
3	Platina de acero inox 1 ½ e= 1/8	1 m	4.95	4.95
4	Angulo 1 ½ x 3/16	1u	7.37	7.37
5	Cuchilla fleje	2 m	2,68	5.36
6	Chumacera Ø 20 mm	2 u	6.94	11.24
7	Eje chumacera inox 25 x 400 mm	1 u	6.11	6.11
8	Eje soporte bonificado Ø 3/4 x300mm	4 u	5.36	21.44
9	Varilla redonda inox Ø 1/2x 600mm	1 u	4.27	4.27
10	Placa soporte pistón inox 180x180mm e=8mm	1 u	8.26	8.26
11	Placa cuchillas 180x180mm e=15mm	2 u	6.02	12.04
12	Plancha inox 430 e=1 mm	1 u	44.86	44.86
13	Garruchas 4"	4 u	7.00	28.00
14	Polea 4"	1 u	3.25	3.25
15	Polea 8"	1 u	5.85	5.85
16	Plancha inox 304 mate e= 1.5 600x200mm	1u	11.61	11.61
			Subtotal	218.05
			Total	218.05

Tabla 12 .Costos materia prima neumática

COSTOS DE MATERIA PRIMA (NEUMATICA)				
N	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	COSTOS (\$)
1	Cilindro ISO DNT D=40 mm C 150 mm	1 u	58.91	58.91
2	Electroválvula 5/2 - 1/4 biestable, 24 VDC	1 u	29.50	29.50
3	Tubo poliuretano 6 mm Airtac	2 m	0.97	1.86
4	Regulador de flujo (Bajo) 1/8" x 6 mm	2u	2.97	5.94
5	Racor codo 1/4" x 6mm	2 u	1.26	2.52
6	Pasamuros AIRTAC DE 6 mm	1 u	3.86	3.86
7	Silenciador bronce cónico 1/8	2u	0.67	1.26
8	Racor recto 1/4 x 6 mm	1u	1.04	1.04
9	Racor recto 1/8 x 6 mm	1u	4.39	4.39
10	Sensor magnético cilindro ADVU	1u	10.27	10.27
11	Unidad de mantenimiento	1u	24.00	24.00
12	Switch pedal CNC metal 250v	1u	17.00	17.00
			Subtotal	160.00
			Total	160.00

Tabla 13 .Costos normalizados

COSTOS DE MATERIALES NORMALIZADOS				
N	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	COSTOS (\$)
1	Discos de corte devaste DWALL	25	1,70	42,50
2	Poleas de canal Ø8"	2	10,47	20,94
3	Polea de canal Ø4"	1	6,20	6,20
5	Botonera ON/OFF	1	4,45	4,45
6	Tuerca acero negro exag G5 UNC 1/2"	2	0,25	0,50
7	Prisionero allen acero negro exag UNC 8x1,25	2	0,05	0,10
8	Pernos acero inox exag UNC 8x1,25x30mm	6	0,21	1,26
9	Tuercas mm acero inox exag UNC8x1,25	6	0,12	0,72
10	Anillo plano acero inoxidable 5/16"	6	0,15	0,90
11	Pernos acero inox exag UNC 6x1,00x12mm	6	0,06	0,36
12	Tuerca mm acero inox exag UNC 6x1,00	6	0,03	0,36
13	Anillo plano acero inoxidable 3/8"	6	0,17	1,02
14	Tuerca mm acero inox exag UNC 10x1,50	6	0,25	1,50
15	Anillo plano acero inoxidable 1/2"	1	0,37	0,37
16	Anillo plano galvanizado 1/4"-MP	1	0,03	0,03
17	Pernos allen acero inox.c/cilin M8x16mm	1	0,17	0,17
18	Anillo plano acero inoxidable 1/4"	6	0,10	0,60
19	1 hp velocidad 1700 rpm monofásico 110v-220v	1	160,00	160,00
20	Alambre Gemelo 2x16	2	0,53	1,06
22	Banda mitsuba 174270 HYU elantra 1,6 (12.5 x1120 x17440)	1	3,58	3,58
23	Banda mitsuba 17480 merces Benz 1921 alt (12.5x1120x17440)	1	4,46	4,46
			Subtotal	250,93
			Total	250,93

4.1.3 Costos de mano de obra directa

Los costos de mano de obra van a depender del proveedor que ofrece el servicio de construcción y diseño de la picadora. Todos los valores de fabricación por hora son considerados como parte de pago final de mecanizado.

Los cálculos de mano de obra van a depender del levantamiento de datos de la fabricación de la máquina.

- Tiempo muerto: lapso temporal en el cual no se realiza trabajo útil como el montaje de piezas o el cambio de cuchillas.
- Tiempo de mecanizado: periodo en el cual se fabrica las partes de la máquina.

Tabla 14 . Costos mano de obra

COSTOS DE MANO DE OBRA					
ITEM	ELEMENTO	PROCESO	VALOR POR HORA (\$)	TIEMPO DE MECANIZADO (h)	COSTOS (\$)
1	Tapa de la tolva	Corte Soldado	4	0,20	0,80
		Perforado	12	0,45	5,40
			2	0,10	0,20
2	Bandeja	Corte Soldado	4	0,50	5
		doblado	12	0,30	14
			1,20	3,20	3,84
3	Tapa Izquierda	Corte Soldado	4	0,40	1,60
		Perforado	12	0,40	4,80
			2	0,20	0,40
4	Tapa derecha	Corte Soldado	4	0,30	1,20
		Perforado	12	0,30	3,60
			2	0,20	0,40
5	Tapa superior	Corte Soldado	4	0,30	1,20
			12	0,40	4,80
6	Tapa de la polea	Corte Soldado	4	0,30	5
		Perforado	12	0,20	14
			2	0,20	2,05
7	Tapa del eje	Corte Soldado	4	0,60	2,40
		Perforado	12	0,30	3,60
			2	0,10	0,20
8	Cuchillas	Corte	4	0,20	0,80
		Afilado	3	0,50	1,50
		Tratamiento	15	4	60
9	Eje principal	Corte	4	0,40	1,60
		Torneado	13	1,10	14,30
			10	0,45	5,85
11	Poleas 4"	Mortajadora	12	0,30	3,60
		Torneado	13	0,25	3,25
		Mortajadora	12	0,15	1,80
				Total	168.19

4.2 Costos indirectos

4.2.1 Costos adicionales

Los costos adicionales no van a estar relacionados con los valores de construcción de la máquina, entre estos pueden estar el transporte de los materiales, que estará entre 10 a 15 % adicionales al valor del proyecto.

4.2.2 Costos de diseño

Estos valores no están relacionados directamente con el valor de construcción, es decir la investigación el diseño de la máquina y los planos son costos relacionados con el trabajo de la persona.

4.2.3 Costo total de la máquina

Los costos totales de la máquina se ven reflejados al final de la construcción cuando la máquina esta puesta en marcha.

Tabla 15. Costos totales

COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA	
COSTOS DIRECTOS (\$)	
Materia Prima	378.05
Elementos normalizados	250.93
Mano de obra	168.19
Total	797.17
COSTOS INDIRECTOS (\$)	
Costos Adicionales	155
Costos de diseño	500
Total	655
Costo total	1452.17

CAPITULO 5

CONSTRUCCIÓN Y RESULTADOS

5.1 Construcción

Para la construcción de la picadora se investiga diferentes aspectos desde la base o estructura hasta el ensamble de las protecciones de la máquina, todos los materiales son verificados por el proveedor para su mecanizado; torneado, fresado, soldado, rectificado, y doblado en la elaboración de todas las partes de la máquina; el sistema neumónico es calibrado para el corte de la fruta, así como las chuchillas son afiladas para que no tengan ningún desgaste en el trabajo final del producto.

5.1.1 Proceso de construcción

Para la estructura se puede utilizará el acero ASTM 36 en perfiles cuadrados de 25 x 25 mm ensamblados y soldados de manera horizontal y vertical como se muestran en los planos. La soldadura eléctrica SMAW es la más recomendada para la construcción de los elementos que no están en contacto directo con el producto, adicionalmente se utiliza aceros inoxidable grado alimenticio AISI 316 y AISI 304, 430 para las partes que estarán en contacto con el alimento. Ver figura 17.

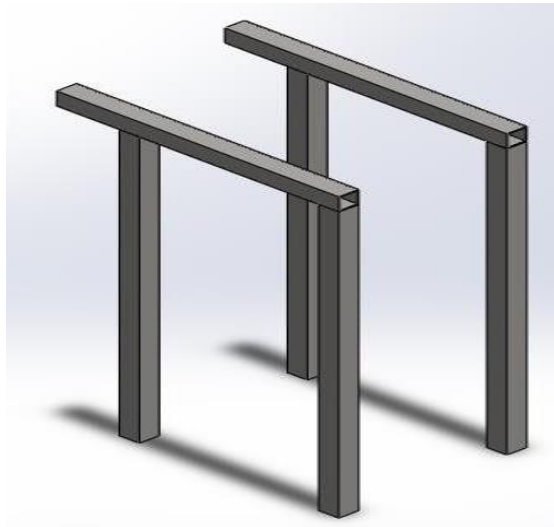


Figura 21. Estructura inicial

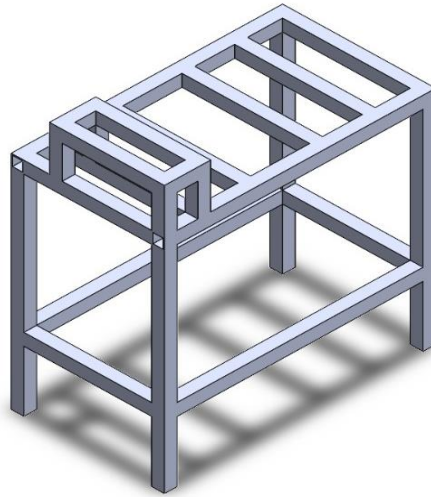


Figura 22. Estructura completa

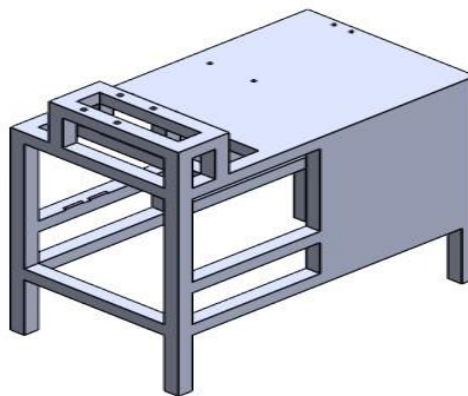


Figura 23 . Estructura cubierta

La base o soporte tiene que estar perfectamente alineados para el ensamble, esto influirá directamente en el corte del producto ya sea que este salga perfectamente o no, se tiene que verificar que las cuchillas y no tengan ninguna clase de deformación para evitar que estas se choquen con el presionador.

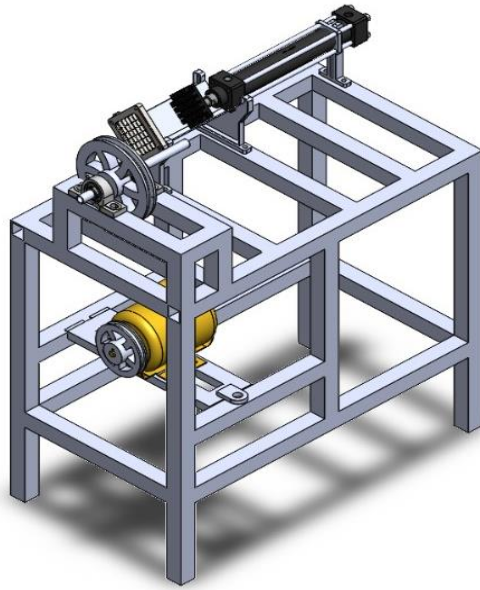


Figura 24. Ensamble

Las cuchillas del primer nivel de corte de la maquina están hechas con flejes de acero inox 430 cuyas dimensiones iniciales eran 25 mm de ancho, un espesor de 2 mm, las cuchillas se mecanizaron y se trataron para que este a la medida indicada de la porta cuchillas.

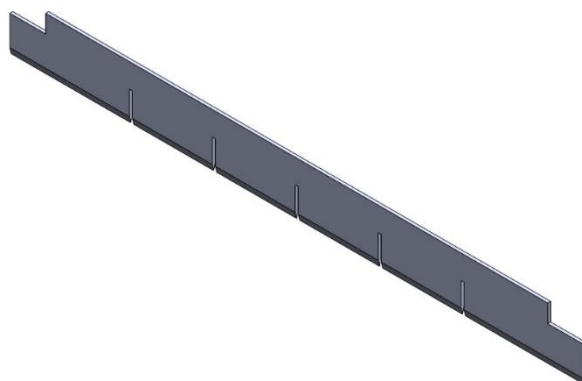


Figura 25. Cuchilla

La porta cuchillas este hecho de aluminio fundido el cual se mecanizo 200 x 200 mm por u e= 25 mm, este está formado por dos partes la cubierta de 200 x200 mm e =5 mm y la porta cuchillas se las hizo de este modo para poder intercambiar las cuchillas en el momento del desgaste y mejorar su utilidad. Tiene 5 cuchillas verticales y horizontales las mismas tienen una separación de 10 mm para efectuar el corte.

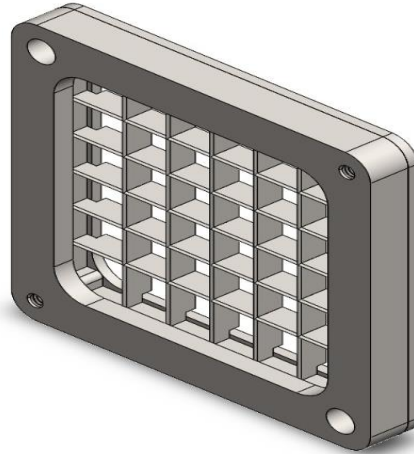


Figura 26. Soporte cuchilla

Presionada cuchilla está elaborada de poliamida, el presionador avanza hacia las cuchillas para cortar completamente la fruta y después que se corten en pequeños cubos para su postproceso.

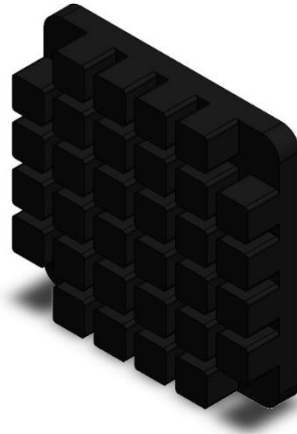


Figura 27. Presionador cuchilla

La bandeja de frutas se coloca inicialmente para que la fruta se corte de manera lineal funcione como guía y también soporte a la cuchilla y no choque con el presionador y tiene una dimensión de 220 mm.

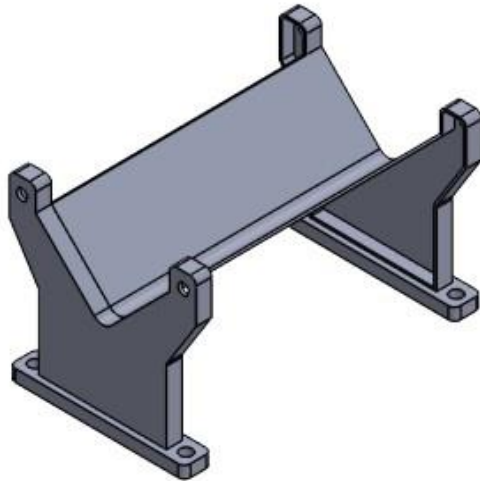


Figura 28. Bandeja de frutas

Soporte de la bandeja de frutas, soporte guía para colocar el sistema neumático o pistón se coloca en la bandeja como soporte y guía.

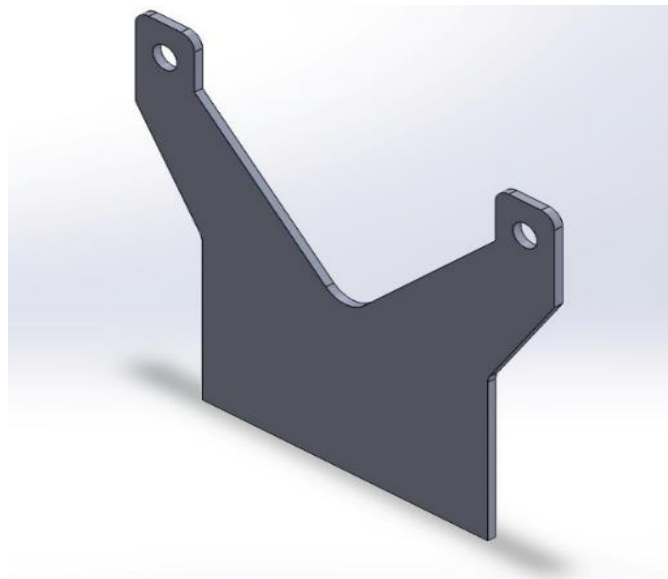


Figura 29. Soporte bandeja

En la figura 24 se ve el ensamble completo de la maquina picadora con un espacio o corte para el mantenimiento del motor o cambio de bandas. Así como su calibración.

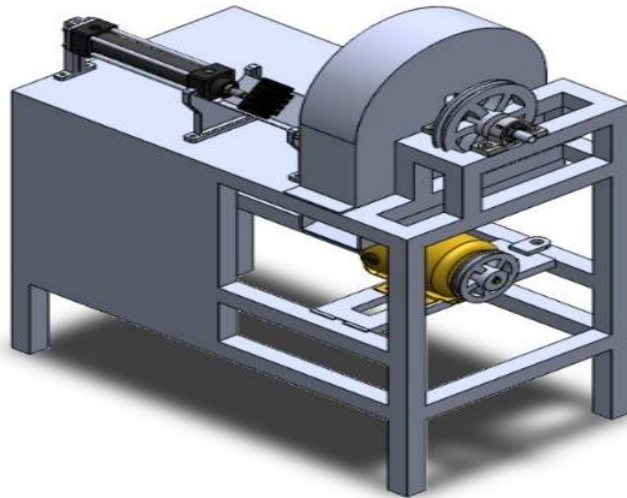


Figura 30. Ensamble completo

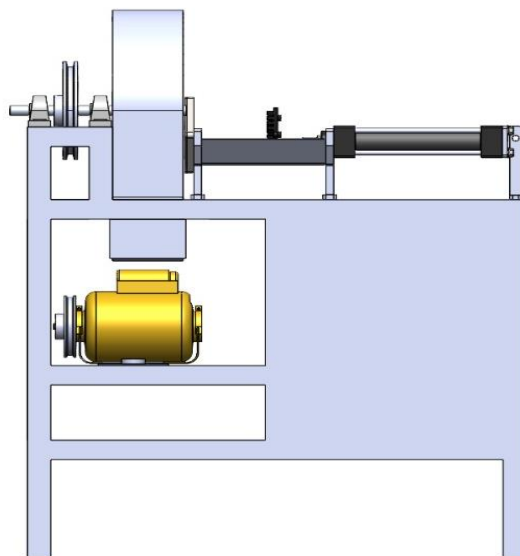


Figura 31. Vista lateral cortadora de frutas

5.2 Resultados de pruebas de funcionamiento

5.2.1 Análisis de producto

El análisis de la máquina cortadora se estudió con una serie de datos importantes para la producción que se llevara a cabo en la empresa, el producto a cortar tiene un peso de 12 g por unidad.

Se tiene una producción aproximada de 1500 frutas

- 250 piñas
- 1000 manzanas
- 350 papaya

El proceso de corte de las frutas tiene un tiempo aproximado de 3 días laborables (24 horas laborables), sin tomas en cuenta fines de semana y la variación de cada corte en las distintas frutas.

Conclusión: se puede mejorar la eficiencia del proceso de picado para aumentar el tiempo de producción. Cambiando el ancho de las frutas

5.2.2 Análisis de tiempo de corte

Se estudio los tiempos de corte para la empresa y así conocer su eficiencia en el tiempo de proceso.

Se analiza el tiempo de corte de cada fruta tomando en cuenta el ancho de los pedazos cortados:

5.2.3 Análisis manzana

Para el corte de cada manzana el proceso de corte en 1 min. Ver tabla 16.

Tabla 16. Tiempo de corte para la manzana

Unidades	Tiempo de trabajo (min)
1000	1000

Tabla 17. Tiempo de corte con la máquina

Unidades	Tiempo de corte (seg)
1	2

Con la máquina se verifica que se corta una manzana en un tiempo de 1 a 2 segundos,
Ver tabla 17.

$$\textit{Tiempo de corte} = \frac{1000 \textit{ manzanas} * 2 \textit{ seg}}{1 \textit{ manzana}}$$

$$\textit{Tiempo de corte} = 2000 \textit{ seg} = 33.33 \textit{ min}$$

$$\textit{Rendimiento} = \frac{1000 \textit{ min} * 100 \%}{33.33}$$

$$\textit{Rendimiento} = 300 \%$$

Conclusión: El tiempo de corte de la manzana con la máquina es de 33.33 min, con el rendimiento mejorado en un 300%.

5.2.4 Análisis piña

Para el corte de cada piña el proceso de corte manual en 5 min. Ver tabla 18.

Tabla 18. Tiempo de corte manual para la piña

Unidades	Tiempo de trabajo (min)
250	1250

Tabla 19. Tiempo de corte con la máquina

Unidades	Tiempo de corte (seg)
1	5

Con la máquina se verifica que se corta una manzana en un tiempo de 5 segundos,
Ver tabla 19.

$$\textit{Tiempo de corte} = \frac{250 \textit{ piñas} * 5 \textit{ seg}}{1 \textit{ piña}}$$

$$\text{Tiempo de corte} = 1250 \text{seg} = 20.83 \text{min}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1250 \text{ min} * 100 \%}{20.83}$$

$$\text{Rendimiento} = 6000 \%$$

Conclusión: El tiempo de corte de la piña con la máquina es de 20.83 min, con el rendimiento mejorado en un 6000%.

5.2.5 Análisis papaya

Para el corte de cada papaya el proceso de corte en 4 min. Ver tabla 20.

Tabla 20. Tiempo de corte para la papaya

Unidades	Tiempo de trabajo (min)
350	1400

Tabla 21. Tiempo de corte con la máquina

Unidades	Tiempo de corte (seg)
1	4

Con la máquina se verifica que se corta una papaya en un tiempo de 4 segundos,

Ver tabla 21.

$$\text{Tiempo de corte} = \frac{1400 \text{ papaya} * 4 \text{ seg}}{1 \text{ papaya}}$$

$$\text{Tiempo de corte} = 5600 \text{ seg} = 93.33 \text{ min}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1400 \text{ min} * 100 \%}{93.33}$$

$$\text{Rendimiento} = 1500 \%$$

Conclusión: El tiempo de corte de la papaya con la máquina es de 93.33 min, con el rendimiento mejorado en un 1500%.

Tiempo total del proceso de cortado de frutas. Ver tabla 22.

Tabla 22. Tiempo total de corte

Frutas	Tiempo de corte (min)
Manzana	33.33
Piña	20.83
Papaya	93.33
Total	147.19

Conclusión: Se obtuvo 2.45 horas de cote con la máquina a comparación con el tiempo manual 3 días laborables (24) horas.

5.2.6 Pruebas de corte

Para los parámetros que se tomara en cuenta en las pruebas de corte son:

- Velocidad de corte de la máquina: Se clasifica como rápida (tiempo de corte por unidad 2 seg), media (tiempo de corte por unidad: 5 seg) y lenta (tiempo de corte por unidad: 8 seg).
- Espesor: El espesor dependerá de la velocidad del pistón neumático y su respectiva regulación, se realizará las pruebas con los siguientes datos promedio: 2 mm, 10mm, 30mm.

Tabla 23. Pruebas con manzana

Parámetros de prueba		
Unidad	Velocidad	Espesor de la rodaja (mm)
1	rápida	30
2	rápida	25
3	media	15
4	media	10
5	lenta	5
6	lenta	2

Tabla 24. Pruebas con piña

Parámetros de prueba		
Unidad	Velocidad	Espesor de la rodaja (mm)
1	rápida	25
2	rápida	20
3	media	15
4	media	10
5	lenta	5
6	lenta	3

Tabla 25. Pruebas con papaya

Parámetros de prueba		
Unidad	Velocidad	Espesor de la rodaja (mm)
1	rápida	30
2	rápida	20
3	media	15
4	media	NA
5	lenta	NA
6	lenta	NA

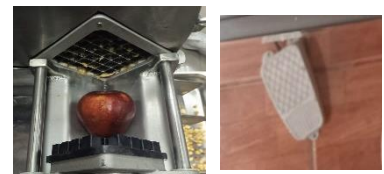
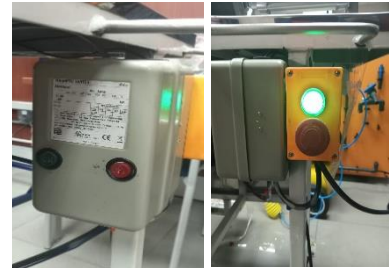
NOTA: No se pudieron medir las frutas ya que terminaron trituradas por lo cual se pone las siglas NA

Conclusión: los mejores cortes dependerán de la densidad de la fruta, los cortes varían dependiendo de la velocidad del pistón neumático iniciando con un espesor de 1 a 2 mm en la velocidad más baja y de 30 mm en la velocidad más alta.

5.2.7 Control de proceso

Tabla 26. Proceso de producción

Proceso de producción	
	<ul style="list-style-type: none">• Encender el compresor• Encender la maquina presionando el botón verde de encendido.
Puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none">• Verificar que la luz piloto este encendida.• Verificar que el manómetro este con una presión mínima de 60 psi para el funcionamiento del pistón.
Proceso de picado	<ul style="list-style-type: none">• Colocar la fruta (producto) en la base de picado.• Presionar el pedal que se encuentra en la base inferior de la máquina, solo una vez y sin mantener presionado• Verificar la velocidad del pistón para que el picado se encuentre correcto (1 cm)



CONCLUSIONES

- Se realizó diferentes pruebas en la máquina cortadora, para verificar que la posición de la fruta es la indicada para generar un corte de cubo de 1 cm en la producción y que el corte sea más rápido.
- De las alternativas analizadas se seleccionó la cortadora de cuchilla circular para el mejor proceso de la fruta, ya que este brinda un corte uniforme del producto y así se evita el postproceso y la reducción del tiempo.
- De acuerdo con las especificaciones del producto y de la empresa la máquina que se diseñó y construyó, es una máquina semi automática con capacidad de cortar aproximadamente 800 kg ala semana, esto satisface las necesidades de la empresa en el proceso de corte de la fruta.
- El diseño y la construcción de la máquina se las realizo para productos 8 a 10 kg / cm² para un mejor corte, pero se puede ver en las pruebas que una fruta con menor dureza tiene la misma efectividad de corte.
- El análisis de costo de la máquina se valoró en 1500 dólares sin tener en cuenta costo de diseño y de repuestos, este costo es recuperable a una producción total de 2 años.
- Durante las pruebas de funcionamiento se llegó a determinar que, el corte de la fruta es homogéneo y de dimensiones de 1cm³

RECOMENDACIONES

- Si se requiere cortar otro tipo de frutas con mayor espesor o dureza recomiendan verificar la longitud de la bandeja de las frutas para que la fruta, este correctamente dimensionada y no exista bloqueos en la cuchilla cuadrada, además verificar la presión de aire para el pistón haciendo un estudio previo.
- La máquina se la diseño exclusivamente para el proceso de frutas como manzana, piña, papaya o similares tomando en cuenta que fue diseñada para el proceso específico de este tipo de productos, sin embargo, se debe realizar el análisis para todo tipo de productos.
- El mantenimiento se lo realizará de forma periódica y preventiva tomando en cuenta el filo de las cuchillas el correcto funcionamiento del pistón y del motor, ya que estas son las áreas más sensibles de la máquina por su movimiento.
- La limpieza se la realizará con agua teniendo especial cuidado con la parte eléctrica y tomando en cuenta la limpieza durante el proceso, para que no exista ninguna acumulación de residuos de la fruta en las guardas, protecciones y tolva.
- El uso de protecciones como gafa cofias y guantes es indispensable en el corte y manejo de la máquina siempre teniendo en cuenta la seguridad al colocar el producto en la bandeja.

Bibliografía


- [1] Dimaq xxl, «“Cortadoras de dados – Dimaq-maquinaria para alimentación.,» 29 Nov 2017. [En línea]. Available: [http://dimaq.net/cortadoras-de-dados/..](http://dimaq.net/cortadoras-de-dados/)
- [2] E. J. M. O. A. P. a. R. D. A. R. Torres, «Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Físicoquímicas de Frutas Tropicales,» *Información Tecnológica* Vol. 24 (3), 51-56 (2013), la Serena, 2023.
- [3] D. M. d. C. M. B. Dra. D^a. Ana Haro García, «Puleva,» [En línea]. Available: <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/m/manzana>.
- [4] S. W. Troxler, «División de Protección de Alimentos y Medicamentos,» *North Carolina Department of Agriculture*, p. 5.
- [5] Interempresas Media, S.L., «frutas y Hortalizas,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Pina.html>.
- [6] INFOCOMM, «CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO " Piña",» Ginebra, Suiza, 2011.
- [7] O. E. Granados Delgado, «Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación,» Noviembre 2018. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/11634/14740>.
- [8] Lincon Electric, «Electrodo Revestido (SMAW),» Torreon, 2004.
- [9] L. Jeffus, «Manual de Soldadura (TIG),» de *Manual de Soldadura (TIG)*, Madrid, Paraninfo, S.A, 2010, p. 210.
- [10] Indura S.A, «Manual aceros inoxidable,» 2M Impresores Ltda., Cerrillos, Chile, 2010.
- [11] I. A. L. Farina, «Motores eléctricos trifásicos: usos, componentes y funcionamiento,» *Revista Ingeniería Eléctrica*, p. 330, Abril 2018.
- [12] A. R. Pozueta, «Motores Monofasicos de Induccion,» Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Cantabria, 2015.
- [13] A. Obispo, «Poleas,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.microlog.com/mininoticias/que-es-una-polea.pdf>.
- [14] S. N. E. I. y J. C. Mikel Abasolo, «Open CourseWare,» 2001. [En línea]. Available: https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/50395/mod_resource/content/1/Tema%2011.%20Transmisi%C3%B3n%20por%20correas.pdf.
- [15] A. Martín, E. Berdos, T. Herranz, M. Carribles, F. Rodríguez, G. F. Rioja, A. Sanches, R. Pérez y J. C. Gil, *Manual Mecánica Industrial*, Madrid: Cultural, S.A, 2008.

- [16] P. F. Díez, «Departamento de Ingeniería,» 2008. [En línea]. Available: http://www.ing.una.py/pdf_material_apoyo/compresores-y-ventiladores.pdf.
- [17] KRONEN, «KRONEN the crown for freshnees,» 2022. [En línea]. Available: https://www.kronen.eu/es/soluciones?tx_avsite_machinelineexportpdf%5Baction%5D=exportPdf&tx_avsite_machinelineexportpdf%5Bcontroller%5D=Machineline&tx_avsite_machinelineexportpdf%5Bmachineline%5D=7&type=6000&cHash=fd718a611f04f3c37ca224c60afd3314.
- [18] KRONEN, «KRONEN The crown for freshness,» 2020. [En línea]. Available: https://www.kronen.eu/es/soluciones?tx_avsite_machinelineexportpdf%5Baction%5D=exportPdf&tx_avsite_machinelineexportpdf%5Bcontroller%5D=Machineline&tx_avsite_machinelineexportpdf%5Bmachineline%5D=12&type=6000&cHash=9d94d8355b3ba4a8c0ddf99aa460ea03.
- [19] E. N. S. J. M. H. I. M. Echeverria, «INDURA S.A,» *Manual aceros Inoxidables*, p. 72, 2010.
- [20] M. I. Echeverri, E. N. Solís y J. M. H. Ibáñez, «INDURA,» Marzo 2010. [En línea]. Available: <https://www.indura.com.ec/Descargar/Manual%20de%20Aceros%20Inoxidables?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fec%2Fbiblioteca%2F76c04d6268cc493f8a071902e5baeab5.pdf>.
- [21] EUROPER, «"EUROPER" Uniendo soluciones,» 2015. [En línea]. Available: <https://europer.cl/wp-content/uploads/2021/11/FICHAS-TECNICA-ACERO-INOX.304-304L.pdf>.
- [22]EUROPER, «"EUROPER" Uniendo soluciones,» 2015. [En línea]. Available: <https://europer.cl/wp-content/uploads/2022/04/FICHAS-TECNICA-ACERO-INOX.316-316L.pdf>.
- [23]SUMITEC, «SUMINISTROS TECNICOS S.A,» [En línea]. Available: <https://www.sumiteccr.com/acero/inoxidable/AI02.pdf>.
- [24]GRADOS METAL, «Acero Inoxidable 316 Ficha Tecnica,» [En línea]. Available: <https://www.materialmundial.com/inox-ss316-aisi-astm-acero-inoxidable-316-ficha-4-tecnica-propiedades-ss/>.

Anexos

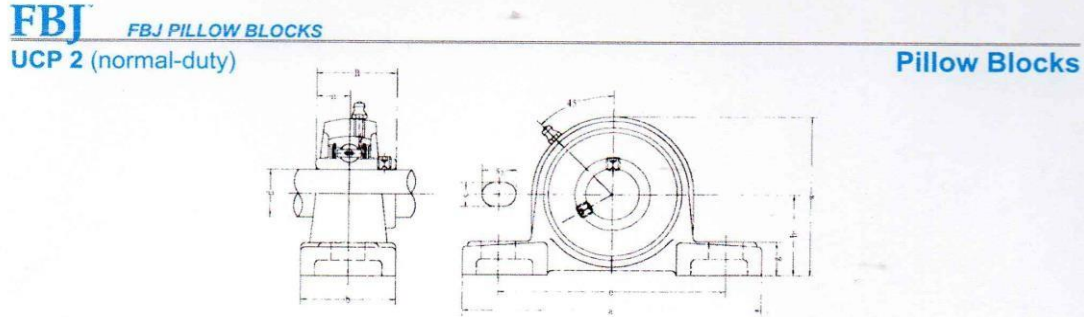
Anexo 1

Selección del motor

	acmetal	Nr.: 123 Fecha: 13-FEB-2019			
HOJA DE DATOS					
Motor monofásico de inducción - Rotor de jaula					
Cliente	: Ionny				
Línea del producto	: Uso General - NEMA 48/56 - monofásico				
Carcasa	: B56				
Potencia	: 0,5 HP				
Frecuencia	: 60 Hz				
Polos	: 4				
Rotación nominal	: 1750 rpm				
Deslizamiento	: 2,78 %				
Voltaje nominal	: 220/440 V				
Corriente nominal	: 4,04/2,02 A				
Corriente de arranque	: 24,2/12,1 A				
Ip/In	: 6,0				
Corriente en vacío	: 3,23/1,62 A				
Par nominal	: 2,02 Nm				
Par de arranque	: 310 %				
Par máxima	: 290 %				
Categoría	: ---				
Clase de aislación	: B				
Elevación de temperatura	: 80 K				
Tiempo de rotor bloqueado	: 6 s (caliente)				
Factor de servicio	: 1,15				
Régimen de servicio	: S1				
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C				
Altitud	: 1000 m				
Protección	: IP55				
Masa aproximada	: 11 kg				
Momento de inercia	: 0,00339 kgm ²				
Nivel de ruido	: ---				
	Delantero	Trasero			
Rodamiento	6203 ZZ	6202 ZZ	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
Intervalo de lubricación	---	---	100%	0,63	66,5
Cantidad de grasa	---	---	75%	0,54	62,5
			50%	0,44	55,0

Anexo 2

Selección de chumaceras



Unit No.	Dimensions mm inch												Bolt Size mm inch	Bearing No.	Housing No.	Weight (kg)
	d	h	a	e	b	S1	S2	g	w	B	n					
*UCP 201 *UCP 201-8	12 3/4	30.2 1-3/16	127	95	38	13	19	14	62	31	12.7	M10	UC 201 UC 201-8	P203	0.69 0.69	
*UCP 202 *UCP 202-9 *UCP 202-10	15 9/16 5/8	30.2 1-3/16	127	95	38	13	19	14	62	31	12.7	M10	UC 202 UC 202-9 UC 202-10	P203	0.69 0.69 0.69	
*UCP 203 *UCP 203-11	17 11/16	30.2 1-3/16	127	95	38	13	19	14	62	31	12.7	M10	UC 203 UC 203-11	P203	0.68 0.67	
*UCP 204 *UCP 204-12	20 3/4	33.3 1-3/16	127	95	38	13	19	14	65	31	12.7	M10	UC 204 UC 204-12	P204	0.66 0.66	
*UCP 205 *UCP 205-13 *UCP 205-14 *UCP 205-15 *UCP 205-16	25 13/16 7/8 15/16 1	36.5 1-7/16	140	105	38	13	19	15	71	34.1	14.3	M10	UC 205 UC 205-13 UC 205-14 UC 205-15 UC 205-16	P205	0.81 0.85 0.83 0.82 0.81	
*UCP 206 *UCP 206-17 *UCP 206-18 *UCP 206-19 *UCP 206-20	30 1-1/16 1-1/8 1-3/16 1-1/4	42.9 1-11/16	165	121	48	17	20	17	84	38.1	15.9	M14	UC 206 UC 206-17 UC 206-18 UC 206-19 UC 206-20	P206	1.24 1.27 1.26 1.24 1.23	
*UCP 207 *UCP 207-20 *UCP 207-21 *UCP 207-22 *UCP 207-23	35 1-1/4 1-9/16 1-3/8 1-7/16	47.6 1-7/8	167	127	48	17	20	18	93	42.9	17.5	M14	UC 207 UC 207-20 UC 207-21 UC 207-22 UC 207-23	P207	1.58 1.64 1.61 1.58 1.55	
*UCP 208 *UCP 209-24 *UCP 208-25	40 1-1/2 1-9/16	49.2 1-15/16	184	137	54	17	20	18	100	49.2	19	M14	UC 208 UC 208-24 UC 208-25	P208	1.89 1.93 1.90	
*UCP 209 *UCP 209-26 *UCP 209-27 *UCP 209-28	45 1-9/16 1-11/16 1-3/4	54.0 2-1/8	190	146	54	17	20	20	106	49.2	19	M14	UC 209 UC 209-26 UC 209-27 UC 209-28	P209	2.14 2.24 2.20 2.14	
*UCP 210 *UCP 210-29 *UCP 210-30 *UCP 210-31 *UCP 210-32	50 1-13/16 1-7/8 1-19/16 2	57.2 2-1/4	206	159	60	20	23	21	113	51.6	19	M16	UC 210 UC 210-29 UC 210-30 UC 210-31 UC 210-32	P210	2.66 2.78 2.73 2.68 2.64	
*UCP 211 *UCP 211-32 *UCP 211-33 *UCP 211-34 *UCP 211-35	55 2 2-1/16 2-1/8 2-3/16	63.5 2-1/2	219	171	60	20	23	23	125	55.6	22.2	M16	UC 211 UC 211-32 UC 211-33 UC 211-34 UC 211-35	P211	3.31 3.46 3.40 3.35 3.29	
*UCP 212 *UCP 212-36 *UCP 212-37 *UCP 212-38 *UCP 212-39	60 2-1/4 2-5/16 2-3/8 2-7/16	69.8 2-3/4	241	184	70	20	23	25	138	65.1	25.4	M16	UC 212 UC 212-36 UC 212-37 UC 212-38 UC 212-39	P212	4.90 5.03 4.95 4.88 1.81	
UCP 213 UCP 213-40 UCP 213-41	65 2-1/2 2-9/16	76.2 3	265	203	70	25	28	27	150	65.1	25.4	M20	UC 213 UC 213-40 UC 213-41	P213	5.15 5.24 5.15	
UCP 214 UCP 214-42 UCP 214-43 UCP 214-44	70 2-9/16 2-1/8 2-3/4	79.4 3-1/8	266	210	72	25	28	27	156	74.6	30.2	M20	UC 214 UC 214-42 UC 214-43 UC 214-44	P214	6.20 6.41 6.31 6.21	
UCP 215 UCP 215-45 UCP 215-46 UCP 215-47 UCP 215-48	75 2-19/16 2-3/8 2-19/16 3	82.6 3-1/4	275	217	74	25	28	28	162	77.8	33.3	M20	UC 215 UC 215-45 UC 215-46 UC 215-47 UC 215-48	P215	7.16 7.41 7.30 7.19 7.07	
UCP 216 UCP 216-49 UCP 216-50 UCP 216-51	80 3-1/16 3-1/8 3-3/16	88.9 3-1/2	292	232	78	25	28	30	174	82.6	33.3	M20	UC 216 UC 216-49 UC 216-50 UC 216-51	P216	8.10 8.28 8.15 8.02	
UCP 217 UCP 217-52 UCP 217-53 UCP 217-55	85 3-1/4 3-9/16 3-7/16	95.2 3-7/8	310	247	83	25	28	32	185	85.7	34.1	M20	UC 217 UC 217-52 UC 217-53 UC 217-55	P217	9.81 10.03 9.89 9.60	
UCP 218 UCP 218-56	90 3-1/2	101.6 4	327	262	88	27	30	33	198	96	39.7	M22	UC 218 UC 218-56	P218	11.96 12.07	

* Add SP in front of the Unit No for Stainless Steel Bearing with Thermo-Plastic Housing (Eg. SP UCP 205)
Add C as suffix for both side Open cover (Eg. SP UCP 205 C)
or CD as suffix for one side Open & one side Closed cover (Eg. SP UCP 205 CD)

Anexo 3

Acero AISI 304

Norma: AISI 304

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	4301

ESPEORES desde 0.40-15mm

DIMENSIONES 1220 x 2440mm (estándar)
1220 x otros largos (especial)

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

Acero AISI 430 Propiedades

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,12	0,75	1	0,04	0,03	0,6	16 - 18	XX	XX

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg / mm ²	Psi	Kg / mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
46	65800	22	30000	40	78	150

Anexo 4

Acero AISI 316 propiedades.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES												
Código	COMPOSICION QUIMICA								PROPIEDADES MECANICAS			
AISI	C	Cr	Ni	Si	Mn	P. Max	S. Max	Mo	Resistencia a la tracción Kg-f/mm ²	Límite Elástico Kg-f/mm ²	% alargam. en 50 mm (2 pulg.) %	Dureza Rockwell
302	< 0.15	16/19	8/10	1.0	2.0	0.04	0.03	-	192	175	2	-
304	≤ 0.08	18/19	8/9	≤ 0.75	2.0	0.04	0.03	-	65	26	60	B80
316	≤ 0.07	16.5/18	10.5/12	≤ 0.75	≤ 2.0	0.04	0.03	2.0/2.5	61	23	60	B78
316L	≤ 0.03	16.5/18	10.5/13	≤ 0.75	≤ 2.0	0.04	0.03	2.5/3	62	32	50	B79
430	≤ 0.10	16/17.5	-	≤ 0.75	≤ 1.0	0.04	0.03	-	57	30	30	B82

AISI	PROPIEDADES	APLICACIONES
302	Alta resistencia mecánica.	Fabricación de resortes.
304	Buena resistencia a la corrosión.	Tubos, calderas, Ind. aliment, nuclear, menaje, cubertería.
316	Excelente resistencia a la corrosión.	Industria textil, alimentaria, química, petroquímica.
316L	Excelente resistencia corrosión general e intergranular.	Industria Química, petroquímica.
430	Buena resistencia corrosión en atmósfera natural.	Electrodomésticos, construcción interior.

ACINOX S.A. CII. 32 #41-168 Itagüí, Antioquia TEL: 371 55 11 - FAX: 373 42 49 e-mail: acinox@interpla.net.co

ASTM 36

Ternium Placa A36

Descripción

Placa de Acero al Carbón, Rolada en Caliente sin decapar, Calidad Estructural.

Composición Química (ASTM A36/A36M-08)

Elemento	Mínimo	Máximo
C ⁽²⁾	---	0.260%
Mn ^{(1), (2)}	---	---
P	---	0.04%
S	---	0.05%
Si ⁽¹⁾	---	0.40%
Cu ⁽³⁾	0.200%	---

(1) El contenido de Manganeso de 0.25 - 1.35% y el contenido de Silicio de 0.15 - 0.40% será requerido para placas de espesor mayor a 75mm o con más de 634 Kg/m.
 (2) Para cada reducción de 0.01% debajo de lo especificado como máximo de Carbono, se permite un incremento de 0.06% de Manganeso sobre el máximo especificado, hasta un máximo de 1.35%.
 (3) Valor mínimo cuando es especificado el nivel de Cobre.

Propiedades Mecánicas (ASTM A36/A36M-08)

Propiedad		ksi	MPa
Límite Elástico (Yield Strength)	Min	36	250
	Max	---	---
Resistencia a la Tensión (Tensile Strength)	Min	58	400
	Max	80	550
Elongación en 200 mm (%) ⁽⁴⁾	Min	20	---
	Max	---	---
Elongación en 50 mm (%) ⁽⁴⁾	Min	23	---
	Max	---	---

(4) Para placas de ancho mayor a 600mm, los requerimientos de elongación se reduce en dos puntos porcentuales.
 (5) La orientación de las piezas para prueba deberán ser acorde a ASTM A6

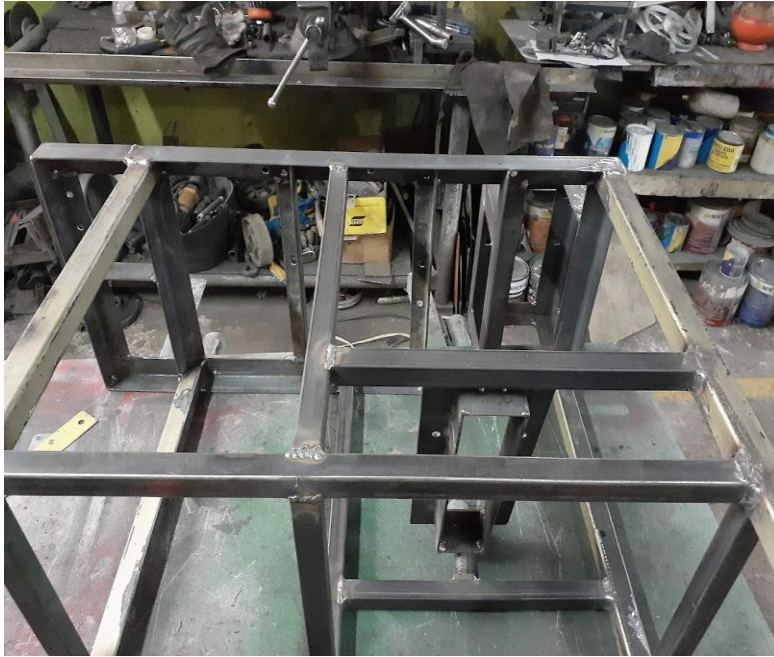
Anexo 5

Acero AISI 410 propiedades.

 ThyssenKrupp Especificaciones Técnicas		410 Acero Inoxidable Martensítico W. Nr.: ~1.4006 / DIN: X12Cr13 / AISI: 410					Nombre: 410.pdf Rev.: 1 Vigencia: Enero 2007 Hoja: 1 de 1	
Composición química (en %)								
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Otros	
≤0,15	≤1,00	≤1,00	≤0,040	≤0,030	11,50 13,50	≤0,75	-	
Propiedades mecánicas (Valores mínimos en N/mm ² a 20°C, recocido en solución)								
Límite de Fluencia (Rp 0,2)		Resistencia a la Rotura (Rp 1)		Resistencia a la Tracción (Rm)		Elongación (A5)		
-		-		≤730		≥20		
Resistencia a la corrosión (*)								
En general		Pitting (Picado)		Bajo tensión		Bajo temperatura		
.		.		+		.		
* Valores relativos. Depende del tipo, concentración y temperatura de la solución a la cual está expuesta.								
Características de trabajo								
Conformado en frío				Soldabilidad				
+				+				
Nuestra producción								
Laminado en caliente		Chapas				✓		
		Chapas antideslizantes						
Laminado en frío Bobinas y chapas		2D				✓		
		2B				✓		
		BA/2R						
		Recocidas						
		Pulido						
		Modelado						
• No aplicable ••• Difícil + Aceptable ++ Bueno +++ excelente ++++ Prestación superior								
Aplicaciones								
Estructuras en contacto con agua y vapor.								

Anexo 6

Construcción de la máquina



Estructura de la máquina



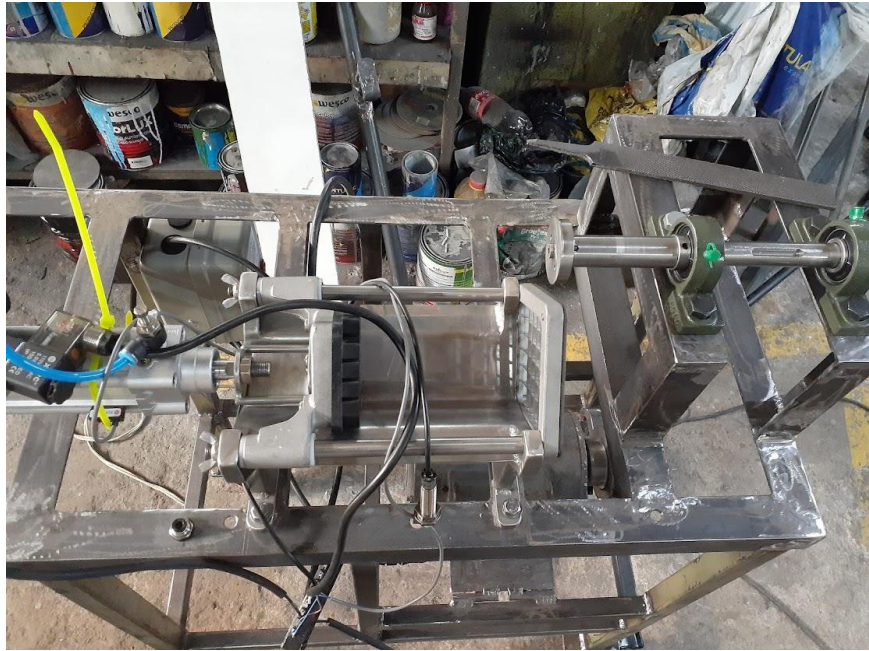
Base del motor



Instalación de base de fruta



Base de chumaceras



Neumática



Recubrimiento de la máquina



Pruebas de la maquina