

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA DE:
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIEROS MECÁNICOS**

**TEMA:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE
MIEL DE ABEJA CON CAPACIDAD DE 100 L/H, PARA LA ASOCIACIÓN
DE APICULTORES ASOPRAME UBICADA EN LA PARROQUIA
TABACUNDO CANTÓN PEDRO MONCAYO.**

**AUTORES:
CHRISTIAN VLADIMIR CARPIO QUITO
DANIEL MAURICIO SANI IZA**

**TUTOR:
WILLIAM GUSTAVO DÍAZ DÁVILA**

Quito, septiembre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, Christian Vladimir Carpio Quito, con Cédula de Identidad N° 1718512179 y Daniel Mauricio Sani Iza, con Cédula de Identidad N° 1722413620, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE MIEL DE ABEJA CON CAPACIDAD DE 100 L/H, PARA LA ASOCIACIÓN DE APICULTORES ASOPRAME UBICADA EN LA PARROQUIA TABACUNDO CANTÓN PEDRO MONCAYO.”, mismo que 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 aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Christian Vladimir Carpio Quito
C.I. 1718512179



.....
Daniel Mauricio Sani Iza
C.I. 1722413620

Quito, septiembre del 2020.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA

Yo, William Gustavo Díaz Dávila declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE MIEL DE ABEJA CON CAPACIDAD DE 100 L/H, PARA LA ASOCIACIÓN DE APICULTORES ASOPRAME UBICADA EN LA PARROQUIA TABACUNDO CANTÓN PEDRO MONCAYO.”, realizado por Christian Vladimir Carpio Quito y Daniel Mauricio Sani Iza, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, septiembre de 2020.



.....
William Gustavo Díaz Dávila
C.I. 0400926184

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación va dedicado a mis padres, gracias por el apoyo incondicional durante toda mi vida, siempre estuvieron presente con sus sabios consejos y palabras de apoyo que sirvieron para forjarme como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se lo debo a ustedes. A mi hermano, hermanas y demás familiares que siempre estuvieron con sus palabras de apoyo que me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria, a Dios, como un sinónimo de esfuerzo por las bendiciones recibidas.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron a lo largo de mi carrera con sus consejos y apoyo.

Christian

A Dios por todas las bendiciones recibidas. A mi madre Graciela que fue el motor principal para lograr este objetivo, gracias a su humilde trabajo logró pagar parte de mi carrera y gracias a sus consejos aprendí buenos valores y a luchar por mis sueños, me enseñó que todo es posible con esfuerzo y dedicación. A mi padre Julio un agradecimiento enorme, a pesar de que no llevamos la misma sangre siempre estuvo apoyándome incondicionalmente día tras día para que pueda cumplir mi objetivo. A mis hermanos Gianina y Joel, por su apoyo moral, yo sé que siempre estuvieron ahí preocupados por mi carrera, a mis abuelitos Rosa y Santos que en paz descansen, ellos están guiando y cuidando mis pasos y seguramente se sentirían muy orgullosos en estos momentos.

Daniel

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Politécnica Salesiana por abrirnos sus puertas y formarnos profesionalmente, a los docentes por compartir sus conocimientos en especial al Ingeniero William Díaz, que fue nuestro tutor y con su gran ayuda y conocimientos permitió que este proyecto de titulación salga a flote.

Christian y Daniel

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I.....	1
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1. Historia de la Apicultura en Ecuador.....	1
1.1 Definición de miel de abeja.....	1
1.2 Clasificación de miel de abeja.....	2
1.2.1 Miel de flores o miel de néctar	2
1.2.2 Según su método de extracción, la miel se clasifica en:	2
1.2.3 Según su presentación, se clasifica en:	3
1.3 Requisitos para obtener una miel de excelencia	3
1.4 Flujograma de la producción de la miel de abeja.....	4
1.5 Propiedades físicas de la miel	5
1.5.1 Densidad.....	5
1.5.2 Viscosidad	5
1.6 Envasado	5
1.7 Materiales usados en las máquinas para dosificación	6
1.7.1 Acero inoxidable 304	6
1.7.2 Acero inoxidable 316	7
1.8 Neumática para el control de dosificación	7
1.8.1 Ventajas de la neumática	8

1.8.2	Desventajas	8
1.8.3	Sistemas neumáticos	8
CAPÍTULO II		13
ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA DOSIFICACIÓN DE LA MIEL DE ABEJA		13
2.1	Estudio de Alternativas	13
2.1.1.1	<i>Ventajas de la dosificadora mecánica de tornillo</i>	14
2.1.1.2	<i>Desventajas de la dosificadora mecánica de tornillo</i>	14
2.1.2	Dosificadora mediante una bomba peristáltica	15
2.1.2.1	<i>Ventajas de dosificadora mediante una bomba peristáltica</i>	16
2.1.2.2	<i>Desventajas de dosificadora mediante bomba peristáltica</i>	16
2.1.3	Dosificadora mediante cilindro neumático	17
2.1.3.1	<i>Ventajas de la dosificadora mediante cilindro neumático</i>	17
2.1.3.2	<i>Desventajas de la dosificadora mediante cilindro neumático</i>	17
2.2	Selección de alternativa adecuada para Asoprame	18
2.2.1	Costo de fabricación.....	18
2.2.2	Costo por mantenimiento	18
2.2.3	Complejidad de operación.....	18
2.2.4	Vida útil de elementos.....	18
2.2.5	Complejidad de fabricación	18
2.2.6	Tamaño.....	19
2.2.7	Consumo de energía.....	19
2.2.8	Precisión y repetitividad en la dosificación	19
2.2.9	Riesgos laborales.....	19
2.3	Componentes principales del equipo	19
2.3.1	Estructura del equipo.....	19
2.3.2	Tolva de almacenamiento de miel de abeja	19
2.3.2.1	Selección de tolva	21
2.3.3	Actuadores neumáticos	22

2. 3.4 Elementos de unión de los componentes	22
2.3.5 Válvula con obturador rotativo	23
CAPÍTULO III	24
DISEÑO DE LA DOSIFICADORA DE MIEL DE ABEJA.....	24
3.1 Introducción	24
3.2 Diseño de la tolva.....	24
3.3 Cálculo de la presión de la miel de abeja ejercida en la tolva.....	27
3.4 Análisis del espesor de la tolva	28
3.5 Diseño de la boquilla de llenado	31
3.5.1 Cálculo de la punta de boquilla.....	32
3.6 Selección del pistón de cierre.....	34
3.7 Calculo de la fuerza para el pistón de cierre	37
3.8 Cálculo del sistema de dosificación	37
3.8.1 Cálculo del cilindro de dosificación.....	38
3.9 Selección del actuador neumático.....	39
3.10 Cálculo para la selección del compresor de aire comprimido.....	43
3.11 Diseño del circuito de control electro neumático.....	44
3.11.1 Descripción del funcionamiento de la máquina dosificadora	45
3.12.- Resultados.....	50
3.12.1 Análisis de resultados.....	50
CAPÍTULO IV	51
COSTOS	51
4.1 Costos directos	51
4.1.1 Costos de materia prima.....	51
4.1.2 Costos por horas hombre.....	54
4.1.3 Costos por maquinaria y equipos utilizados	54
4.1.4 Costo de diseño	56
4.1.5 Costos directos	56
4.2 Costos indirectos	56
4.2.1 Costo de elementos consumibles	56
4.2.2 Costo no recuperables	57
4.3 Costo total de construcción	57

4.5 Análisis económicos del proyecto.....	58
4.6 Ingresos mensuales.....	59
4.6.1 Flujo neto efectivo.....	59
4.7 Indicadores VAN y TIR	60
4.7.1 Valor Actual Neto (VAN).....	60
4.7.2 Tasa interna de retorno (TIR).....	61
4.8 Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).....	62
4.9 Payback o plazo de recuperación	63
CAPÍTULO V	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
5.1 Conclusiones	64
5.2 Recomendaciones.....	65
Referencias.....	66
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Panales de abeja.....	1
Figura 2. Miel de abeja en estado natural, panales de Asoprime	2
Figura 3. Envasado de miel de abeja 350 gr	5
Figura 4. Presentación de 350 gr y 500gr	6
Figura 5. Sistema Neumático [6]	9
Figura 6. Cilindro de efecto simple [6]	11
Figura 7. Cilindro de doble efecto [6].....	11
Figura 8. Actuadores de giro [6]	11
Figura 9. Válvula de estrangulación [6].....	12
Figura 10. Válvula reguladora de caudal [6].....	12
Figura 11. Válvula de escape rápido [6]	12
Figura 12. Gráfico esquemático de la dosificadora de tornillo	14
Figura 13. Grafico esquemático de la dosificadora de bomba peristáltica.	16
Figura 14. Gráfico esquemático de la dosificadora mediante cilindro neumático.	17
Figura 15. Tipos de tolvas. [17]	20
Figura 16. Esquema del cilindro doble efecto.....	22
Figura 17. Abrazadera cierre rápido clamp.....	22
Figura 18. Válvula con obturador rotativo.....	23
Figura 19. Bosquejo de Tolva de alimentación.....	25
Figura 20. Tolva de alimentación.....	27
Figura 21. Simulación de esfuerzos von misses en la tolva de almacenamiento.....	30
Figura 22. Resultado de desplazamiento de la tolva por influencia de la carga	31
Figura 23. Boquilla de llenado	32
Figura 24. Punta de boquilla	32
Figura 25. Pistón de cierre de boquilla dosificadora.....	34
Figura 26. Características de tubería de acero inoxidable. [30].....	38
Figura 27. Cilindros normalizados Festo	42
Figura 28. Diagrama de control diseñado en software FluidSIM.	45
Figura 29. Diagrama de potencia diseñado en software FluidSIM.....	45
Figura 30. Diagrama de control con equipo encendido.	46
Figura 31. Diagrama de potencia con equipo encendido	46

Figura 32. Diagrama de control con el botón tipo pedalera activado	47
Figura 33. Diagrama de potencia con el botón tipo pedalera activado	48
Figura 34. Diagrama de control con el botón tipo pedalera activado	48
Figura 35. Diagrama de potencia con el botón tipo pedalera activado.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades mecánicas de los aceros inoxidable [14].....	7
Tabla 2. Selección de alternativas	20
Tabla 3. Selección de alternativas de tipo de tolva	21
Tabla 4. Lineamientos para elegir el factor de seguridad	29
Tabla 5. Propiedades mecánicas del acero inoxidable	30
Tabla 6. Velocidades para líquidos viscosos [25].....	33
Tabla 7. Viscosidad dinámica de la miel de abeja [7].....	35
Tabla 8. Detalle de materia prima para la fabricación	51
Tabla 9. Detalle de costos de los componentes neumáticos.....	53
Tabla 10. Detalle del costo de material eléctrico	53
Tabla 11. Costo total de materia prima	54
Tabla 12. Detalle del costo de horas hombre	54
Tabla 13. Detalles de costos de equipos utilizado.....	55
Tabla 14. Detalle del costo de fabricación	55
Tabla 15. Costo de diseño	56
Tabla 16. Detalle de costos	56
Tabla 17. Detalle de costos consumibles	57
Tabla 18. Detalle de costo no recuperables.....	57
Tabla 19. Detalle de costos total de fabricación	58
Tabla 20. Egresos mensuales	59
Tabla 21. Flujo neto de efectivo mensual	59
Tabla 22. Flujo neto de efectivo.....	60

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Densidad: Se refiere a la magnitud escalar de la cantidad de masa que contiene un determinado volumen de algún tipo de sustancia. [1]

Dosificar: Graduar o determinar la dosis de algo. [1]

Máquina: Conjunto de elementos, componentes y piezas que pueden ser móviles y fijos cuyo accionamiento permite aprovechar, controlar, regular o transformar energía o a su vez realizar un trabajo con un fin determinado. [2]

Cilindro neumático: Dispositivo mecánico que genera una fuerza en su interior, que usualmente transmite un movimiento, esto se da el uso por un gas comprimido. [3]

Vida útil: Es el número de horas que estima el fabricante, en el cual se espera que la máquina pueda ser utilizada cumpliendo con las especificaciones dadas. [4]

RESUMEN

En este proyecto, se desarrolló el diseño y fabricación de una máquina dosificadora de miel de abeja con capacidad 100 L/H, para la Asociación Asoprime Apicultores Ecuador ubicada en la Parroquia de Tabacundo del Cantón Pedro Moncayo.

Dentro del capítulo I se trata temas generales de la miel de abeja, sus tipos, propiedades, características; con el fin de conocer el fluido que el equipo tratara.

En el capítulo II se estudia parte de la variedad de máquinas dosificadoras que existe en el mercado, los métodos de llenado para así poder encontrar una forma más sencilla y económica de construir este equipo y que cumpla todos los estándares de calidad. Se realizó el estudio de viabilidad de diversas opciones de equipos que favorecen al incremento de la producción de miel.

En el capítulo III se procede al diseño, la dosificadora neumática fue seleccionada pues ha generado los mejores resultados y cumple con las necesidades de la Asociación. Se seleccionaron los materiales adecuados para la fabricación de los componentes; al tratarse de un equipo para alimentos se utilizará acero inoxidable de la norma AISI 316 y AISI 304; se utilizó un sistema neumático siendo un compresor la fuente productora de aire comprimido que genera el movimiento en los cilindros.

El capítulo IV analiza la inversión económica realizada tomando en cuenta los materiales, mano de obra, elementos normalizados, para determinar el costo total de la máquina.

El desarrollo de este proyecto soluciona algunos de los inconvenientes que tenía la Asociación Asoprime en el momento del envasado, por un lado, la cantidad de producto no era la adecuada en cada envase esto se solucionó mediante la implementación de un cilindro neumático graduado, esto hace que la cantidad de miel sea la correcta y no varíe en cada envasado, el equipo al ser semiautomático evita que el operario tenga contacto con la miel, ya que para realizar el dosificado se lo realiza mediante un pedal y lo más importante es que se logró aumentar la producción con menos mano de obra.

Palabras claves: diseño, construcción, dosificación, máquina, miel, neumática, producción

ABSTRACT

In this Project, design and construcción of a honey dosing machine with a capacity of 100 L/H was developed for Asoprime Apicultores Ecuador association located in the parroquia Tabacundo, canton Pedro Moncayo.

Chapter I deals with general issues about honey, types, properties, characteristics, in order to know about the fluid that the equipment will treat.

Chapter II studies the different types of dosing machines that exist on the market, the filling methods to find a simpler and cheaper way to build this equipment and that meets all quality standards. The viability study of possible alternatives that increased honey production was carried out.

In Chapter III proceed to design, the pneumatic dosing machine was selected because it has generated the best results and meets the needs of the Association. The appropriate materials were selected for the manufacture of the components that are directly in contact with the honey, such as the nozzle, dosing cylinder, the hopper was chosen to select stainless steel of the AISI 316 and AISI 304 standard; A pneumatic system was used, with a compressor being a source of compressed air that generates movement in the cylinders.

Chapter IV analyzes the economic investment made taking into account the materials, labor, standard elements, to determine the total cost of the machine.

The development of this project solves some of the disadvantage that Asoprime had at the time of packaging, on the one hand, the amount of product was not adequate in each container, this was solved by implementing a dimmable pneumatic cylinder, this makes that honey amount be the correct and does not vary in each packaging, the equipment being semi-automatic prevents the operator having contact with the honey, since to carry out the dosing it is done by a pedal, and the most important was to achieve the production increase with less labor.

Keywords: design, construction, dosage, machine, honey, pneumatic, production.

INTRODUCCIÓN

Asoprime Apicultores Ecuador ubicado en la provincia de pichincha parroquia Tabacundo inicio sus actividades hace tres años, reúnen la producción de miel de abeja de los pequeños productores locales y la procesan para su distribución, actualmente han logrado ingresar a Almacenes Tía a nivel nacional, su objetivo es posicionar la marca y llegar a otras cadenas del país. El proceso de producción a tratar, es el método de llenado de los envases que actualmente se lo hace de forma manual, lo cual retarda el proceso y no garantiza una dosificación exacta pues se lo hace con la experiencia de la persona que envasa.

El proyecto busca una solución a esta desventaja operativa en Asoprime, mediante el diseño de una máquina dosificadora que mejorara el sistema de envasado y los niveles de producción considerablemente, la importancia para que este trabajo se lleve a cabo es brindar un mejor producto a los consumidores que garantice la cantidad de contenido del producto en los envases, además de eliminar el embotellamiento que se genera en el proceso de envasado de Asoprime.

Utilizando software especializados se realizó el diseño de la máquina dosificadora de miel de abeja, que cumple los requerimientos de envasado de Asoprime; se pretende dosificar en un solo ciclo envases que maneja la asociación de 350 ml y 500ml, mediante un sistema de control electro neumático que reduce el consumo de energía y facilita el proceso de regulación de dosificación; la construcción de la máquina se realizó tomando en cuenta la norma ASME VIII, utilizando materiales de acero inoxidable AISI 316 y AISI 304 muy recomendado para la industria alimenticia.

La tolva y los componentes se diseñaron para procesar 100 litros de miel de abeja por hora, todos los diseños fueron sometidos a simulación de cargas y presiones previa a la construcción y ensamblaje del equipo.

El costo del equipo está en el rango de lo evaluado y aceptado por Asoprime, con esta inversión la asociación no compromete sus ingresos y la rentabilidad de sus participantes se eleva a corto y mediano plazo.

El objetivo general consiste en diseñar y construir una máquina dosificadora de miel de abeja con capacidad 100 l/h, para la Asociación Asoprime Apicultores Ecuador ubicada en la Parroquia Tabacundo Cantón Pedro Moncayo.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar el procedimiento de dosificado de la miel de abeja de Asoprime.
- Determinar una alternativa viable a los requerimientos de la asociación para el proceso de envasado.
- Diseñar los componentes de una máquina dosificadora de miel de abeja con ayuda de un software especializado.
- Seleccionar materiales y componentes con las más altas normas de calidad de grado alimenticio, se realizará con ayuda de catálogos y así corroborar las características de los materiales y componentes.
- Validar el funcionamiento de la dosificadora de miel de abeja mediante pruebas, registrando tiempos y cantidades al momento del envasado.
- Establecer indicadores de rentabilidad de un sistema de envasado semiautomático comparado con el sistema de envasado manual.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. Historia de la Apicultura en Ecuador

El uso de la miel de abejas se registra desde la antigüedad de la civilización, desde los inicios del hombre, se puede evidenciar pinturas en España donde un hombre aparece rodeado de abejas cercano a un panal, y en nuestro país, a partir de la conquista española; ellos son quienes introducen abejas europeas y traen consigo la costumbre de cuidar y tratar a las colmenas para conseguir productos de las mismas.

En la ciudad de Cuenca los hermanos cristianos fueron quienes iniciaron la actividad apícola en los conventos religiosos, posteriormente en Guayaquil se instauran los primeros apiarios de propiedad privada en la hacienda “La Atarazana”; otras ciudades inician también esta actividad, entre estas se conoce a Loja, Quito y ciudades de Manabí, que dan crecimiento a dicha actividad en el país, con un manejo empírico. [5]

La Figura 1 muestra los panales de los apicultores de Asoprime.



Figura 1. Panales de abeja. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

1.1 Definición de miel de abeja

La miel es producida por las abejas de forma natural mediante un proceso de regurgitación, las abejas recolectan néctar de las flores que polinizan y las almacenan en su interior, cuando regresan a sus colmenas estas sustancias son procesadas para descomponer los diferentes tipos de azúcar y se almacenan para las épocas cuando el néctar es escaso. [6]

Asoprime produce dos tipos de miel de abejas dependiendo de la temporada del año, es así como el consumidor puede encontrar miel de abeja floración multiflora de la parte alta de la serranía ecuatoriana para la región sierra, ver Figura 2, y miel de abejas floración tropical para la región costa.



Figura 2. Miel de abeja en estado natural, panales de Asoprime. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

1.2 Clasificación de miel de abeja

Según su origen la miel de abeja se clasifica en las siguientes: [7]

1.2.1 Miel de flores o miel de néctar

Este tipo de miel se clasifica en:

- **Miel mono flora:** es la que surge en su mayoría de los néctares de un solo tipo de flor.
- **Miel poli flora:** es la que deriva principalmente del néctar de múltiples tipos de flores.

1.2.2 Según su método de extracción, la miel se clasifica en:

- **Miel centrifugada:** este tipo se consigue a través de la centrifugación de los cuadros del interior de los panales.
- **Miel prensada:** se la obtiene mediante la compactación de los panales.
- **Miel escurrida:** Proviene del drenaje por gravedad de la miel en estado líquido de los panales desoperculados.

- **Miel filtrada:** esta se elabora eliminando sustancias orgánicas o inorgánicas ajenas a la miel de tal manera que se genere una eliminación parcial de polen.

1.2.3 Según su presentación, se clasifica en:

- **Miel granulada o cristalizada:** este tipo se caracteriza por estar solidificada cuando la glucosa se cristaliza.
- **Miel cremosa:** presenta una composición cristalina muy fina, que la hace más fácil para ser untada.
- **Miel en panal:** este tipo de miel se comercializa directamente en los panales, pueden ser enteros o secciones del panal.
- **Miel con trozos de panal o panales cortados:** esta miel trae en su envase pedazos de panal.

1.3 Requisitos para obtener una miel de excelencia

Entre los requerimientos para obtener una miel de excelencia se tiene los siguientes parámetros:

- Debe presentar un color, olor o fragancia característicos de su origen botánico.
- No debe incluir ningún material extraño o sabor, aroma u olor que no sean propios, que hayan sido impregnados durante el procesamiento o almacenamiento.
- La miel de abejas tipo *Apis mellifera* no debe fermentar o ser efervescente.
- La utilización de agentes químicos para evitar la cristalización natural de la miel, cambiara sus características alternado el sabor y calidad del producto.

[8]

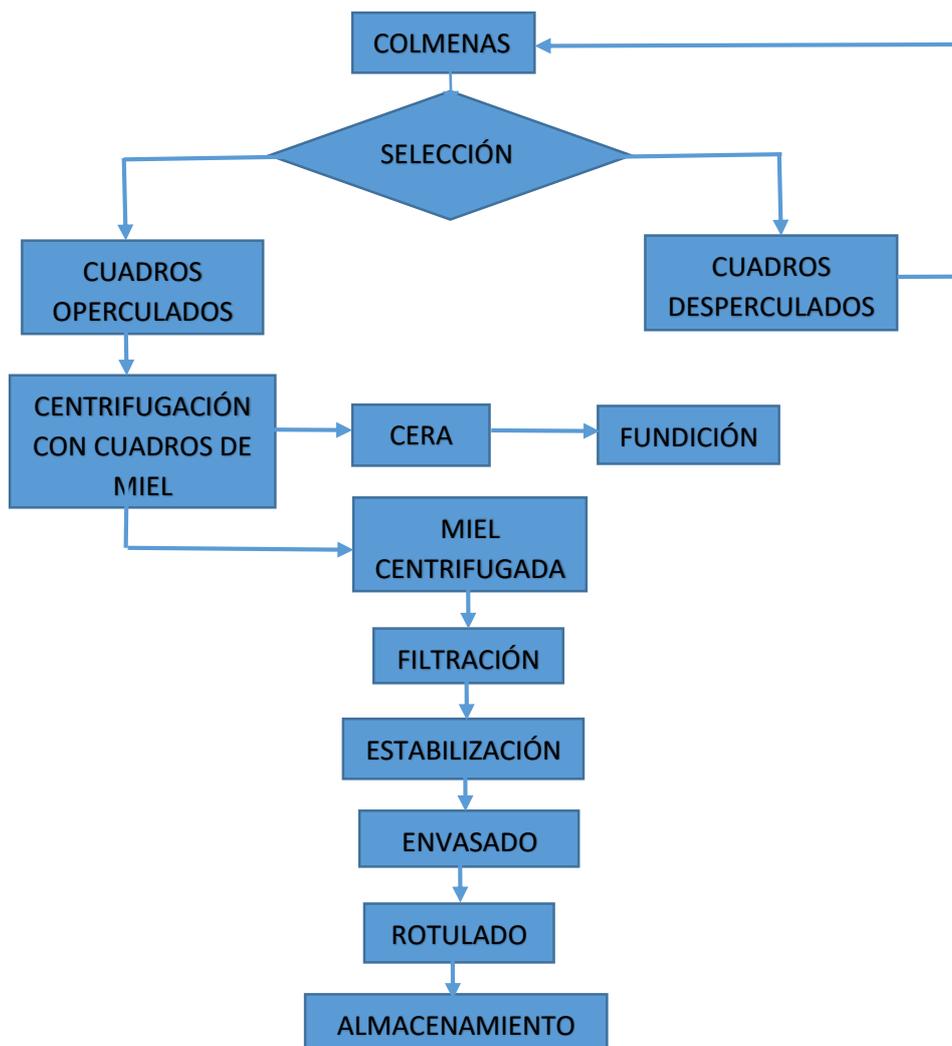
Los apicultores de Asoprime son personas con experiencia y comprometidas con el cuidado de la naturaleza por tal razón al momento de extraer la cera de los panales lo realizan con todo el cuidado necesario para evitar daños a las abejas y con la vestimenta adecuada para evitar accidentes como picaduras.

Recolectan los cuadros de las colmenas completamente operculados, estos pasan a la planta de procesamiento para luego entrar a la extracción, el desoperculado es una etapa crítica en el proceso para separar la miel de la cera, luego pasa al centrifugado y con esto

la miel caerá por la fuerza axial, esta miel se recolecta en envases para ser pasada por un colador y recoger partículas ajenas, en esta etapa también se estabiliza mediante la aireación natural que ayuda a evacuar la humedad que trae consigo; el lugar destinado al almacenamiento debe tener los pisos apropiados para lavado y ofrecer condiciones de fresca y sequedad.

El paso de estabilización consiste en dejar reposar la miel para que el aire atrapado y las impurezas floten a la superficie, para posteriormente rotular los envases y ser almacenados para la distribución y venta. La línea de trabajo se lleva bajo estrictas normas de bioseguridad. El diagrama de flujo 1.4 establece los puntos críticos del proceso de producción.

1.4 Flujograma de la producción de la miel de abeja



Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

1.5 Propiedades físicas de la miel

1.5.1 Densidad

La propiedad mecánica de la densidad varía en la miel de abeja debido a dos factores característicos, humedad y temperatura, al hablar de humedad la miel puede adquirir valores desde el 13% al 25% de humedad, siendo un valor aceptado una humedad del 20% a 20°C con lo cual la miel tendrá una densidad de 1,402 gr/ml. Al tener esta densidad la miel debe ser calentada a una temperatura aproximada de 71°C antes de ser envasada, omitir este paso causaría que la miel se fermente y acidifique. El envasado y sellado debe ser en caliente. [9]

1.5.2 Viscosidad

La viscosidad en la miel de abeja dependerá de la cantidad de agua en su composición química, también depende de la temperatura, por lo general la miel presenta una alta viscosidad, en caso de ser alterada se notará por su viscosidad escasa. La viscosidad disminuye con temperaturas sobre los 30°C y se estabiliza ligeramente en los 35°C. [10]

1.6 Envasado



Figura 3. Envasado de miel de abeja 350 gr. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

La miel de abeja de Asoprime es envasada en frascos de vidrio inocuos y seguros, que no alteran las características y composición del producto, ver Figura 3. El recipiente tiene un cierre hermético y sello de seguridad, de esa forma se garantiza la manipulación inadecuada del recipiente y se adultere las características del producto.

En la Figura 4 se observa las presentaciones de comercialización de miel de abeja, de 350gr y 500gr respectivamente.



Figura 4. Presentación de 350 gr y 500gr. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Para el envasado de la miel se debe aplicar normas básicas de seguridad e higiene, los equipos utilizados para la dosificación deben ser materiales de grado alimenticio para así evitar cambios en las propiedades de la miel, por esta razón la dosificadora que se implementará en la asociación debe estar construida con materiales que eviten los cambios de sus propiedades.

1.7 Materiales usados en las máquinas para dosificación

1.7.1 Acero inoxidable 304

Este acero presenta la siguiente composición, cromo entre el 16 y 24%, níquel con un porcentaje máximo del 35% también presenta cantidades pequeñas de carbón y manganeso. Este acero es el más comercializado debido a sus características y su costo, presenta gran resistencia a la corrosión. [11]

Las desventajas de este tipo de acero se presentan bajo circunstancias con soluciones de cloruro, o en ambientes salinos. El factor determinante son los iones de cloruro que generan “picaduras” en las partes internas del cromo para alcanzar la estructura interna del acero. [12]

1.7.2 Acero inoxidable 316

La característica principal de este acero es su fuerte resistencia a la corrosión, el causante de esta característica tan importante es el aporte de molibdeno que contiene, la cual lo hace resistente al ataque de ácidos no oxidables y a la corrosión causado por “picaduras”, por estas características especiales este acero es más utilizado en condiciones más agresivas en la industria textil o elementos que requieren alta precisión. [13]

Estos tipos de acero tienen propiedades únicas debido a los elementos de aleación que contienen, esto hace que se forme una capa fina sobre la superficie y si en algún momento esta superficie sufre de algún tipo de rayón, esta capa se recompone instantáneamente por acción del oxígeno con el aire. En la Tabla 1 se observa las propiedades mecánicas del acero AISI 304 y AISI 314.

Tabla 1. Propiedades mecánicas de los aceros inoxidables [14]

Grado	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia (MPa)	Elongación (% 50mm)	DUREZA BRINELL MAX	PROPIEDADES
AISI 304	515	205	40	202	Muy Buena
AISI 304L	485	170	40	183	Muy Buena
AISI 315	515	205	40	217	Buena
AISI 315L	485	170	40	217	Buena
AISI 315 S	515	205	40	217	Buena

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

1.8 Neumática para el control de dosificación

El termino neumática hace referencia al estudio del aire en movimiento. En un inicio el hombre aprovecho la fuerza del viento en las velas de las embarcaciones y también en los molinos para granos y bombear agua. Gorge Westinghouse en 1868 invento un sistema de frenado de aire que revolucionó el sistema de transporte ferroviario. Desde 1950 la neumática progresa a pasos agigantados en la industria con la invención simultanea de sensores. [15]

Un sistema neumático o de aire comprimido genera movimiento lineal o circular mediante dispositivos conocido como actuadores, los cuales van a transformar la fuerza del aire en energía mecánica.

1.8.1 Ventajas de la neumática

Entre las más importantes se encuentran.

- Costo bajo de sus componentes.
- Facilidad de diseño e implementación
- Fuerza escasa en bajas presiones en la que trabaja (6 Bar)
- No existe riesgo de explosión.
- Fácil conversión de movimiento giratorio, así como al lineal.
- Mantenimiento de sus componentes es muy económico.

1.8.2 Desventajas

- No se puede conseguir velocidades estables por la compresión del aire.
- Posibles fugas que disminuyen el rendimiento de los componentes.

1.8.3 Sistemas neumáticos

Los sistemas neumáticos básicos se componen de dos partes principales.

- Producción y distribución de aire
- Utilización o consumo de aire

En la Figura 5 se detalla un circuito neumático que utiliza aire presurizado para accionar diferentes elementos de un sistema, al aire es suministrado por el ambiente donde este ubico el equipo de compresión. El equipo de compresión o compresor opera absorbiendo aire del ambiente, lo comprime en su interior reduciendo su volumen y lo almacena en un contenedor a presiones altas, este aire es tratado para eliminar partículas sólidas y también pasa por un proceso de secado para reducir la humedad que contiene el aire.

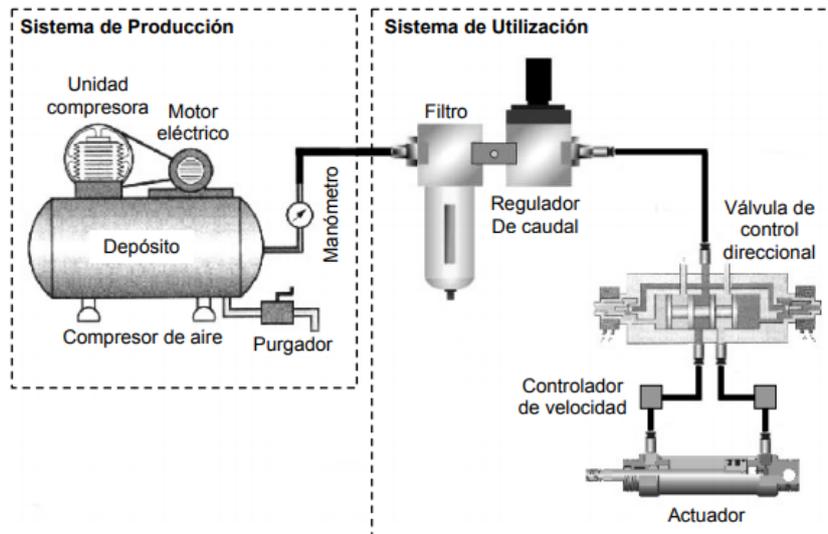


Figura 5. Sistema Neumático [6]

El sistema de producción consta de un compresor el cual está compuesta de seis componentes:

- Unidad compresora: Este elemento succiona aire a presión atmosférica y comprime mecánicamente en un depósito o tanque.
- Depósito o tanque: Es el lugar donde se guarda el aire a elevadas presiones. El aire que se almacena en el depósito es entregado al sistema neumático con presión elevada transformando así la energía mecánica del sistema de compresión en energía neumática.
- Motor eléctrico: Es el que transforma la fuerza electromotriz en energía mecánica generando movimiento a la unidad compresora.
- Válvula anti-retorno: Es el que permite el flujo hacia el depósito, pero no permite su regreso.
- Manómetro: Este elemento indica la presión que se encuentra el aire comprimido en el depósito o tanque.

Un sistema neumático se compone de:

- Unidad de mantenimiento: Consta de un filtro de impurezas y un separador de agua, el filtro tiene como función mantener libre de impurezas (oxido polvo) la línea que alimenta de aire a los elementos neumáticos. El separador hace que el agua que se haya condensado en la tubería no pase a los elementos neumáticos esto hace que dicha agua condensada se deposite en el fondo del contenedor. [16]

- Regulador de caudal. Es una válvula que permite regular de una manera sencilla la presión de aire del depósito a los elementos neumáticos, en algunos casos consta de un manómetro que permite saber la presión de flujo. [17]
- Válvula de control direccional. En el mercado existe varios modelos de válvulas, todas basadas en la misma función, abrir o cerrar el paso del aire bajo circunstancias controladas. Todos los tipos de estas válvulas se puede controlar de distintas formas ya sea: manual, por circuitos eléctricos, neumáticos, mecánicos o hidráulicos. [18]

Estas válvulas son clasificadas de la siguiente manera:

- a. Cantidad de vías: Entradas que contiene la válvula para la distribución del aire comprimido.
- b. Cantidad de posiciones: Posiciones posibles que es capaz de tomar la válvula en su interior.
- c. Tipo de funcionamiento:
 - Monoestable: La válvula siempre retornara a su posición pre establecida después de ser accionada, este retorno se realiza por la fuerza que ejerce un resorte en su interior.
 - Biestable: La válvula está adaptada para quedarse en una o en otra posición, no retorna a su posición inicial a menos que sea comandada para retornar.
- d. Actuadores: estos son los delegados de transformar la energía del aire en energía mecánica. [19] Existen dos clasificaciones para los actuadores entre los que se encuentra.
 - Actuadores lineales. Son frecuentemente utilizados y transforman la energía del aire comprimido en energía mecánica mediante desplazamientos rectilíneos. En este grupo se encuentra cilindro de efecto simple y de doble efecto.

Cilindro de efecto simple, ver Figura 6: este tipo de cilindro realiza un movimiento solo en un sentido, su pistón acciona un resorte que lo empuja para hacerlo retornar a su posición inicial.

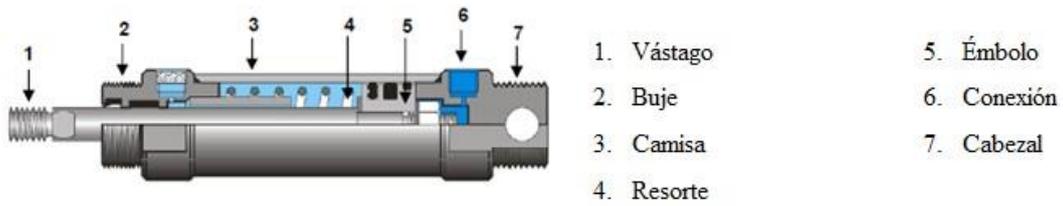


Figura 6. Cilindro de efecto simple [6]

Cilindro de doble efecto, ver Figura 7: en este cilindro el funcionamiento se realiza en los dos extremos del eje en sentido de salida y retorno, ya que el aire actúa en los lados opuestos del embolo (3 y 6).

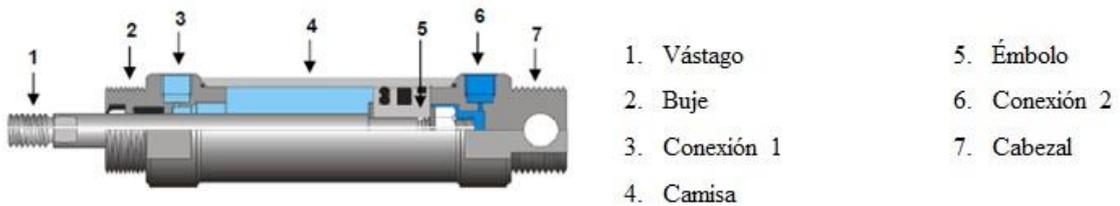


Figura 7. Cilindro de doble efecto [6]

Actuadores de giro, ver Figura 8: estos tipos de actuadores no son muy comunes de usar, así como lo son los lineales. El más sencillo consta de un piñón y unos engranes lineales el cual está junto a un pistón. Al momento de introducir aire el pistón se mueve de un costado al otro de esta forma hace rotar el eje en su posición.[1]

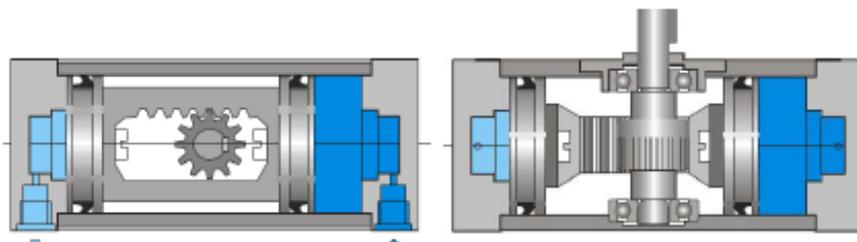


Figura 8. Actuadores de giro [6]

e. Controlador de velocidad. También se los conoce con el nombre de válvulas de caudal, estas restringen la magnitud de aire que circula por una unidad de tiempo. Estos controladores afectan la velocidad que alcanzan los actuadores. Se clasifican en tres grupos.

- Válvula de estrangulación, ver Figura 9: Estas válvulas producen un estrechamiento en la conducción, esto hace que el caudal que atraviesa disminuya.

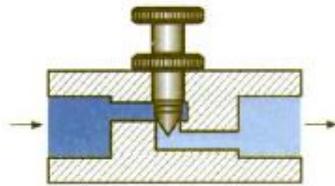


Figura 9. Válvula de estrangulación [6]

- Válvula reguladora de caudal unidireccional, ver Figura 10. Tiene la misma función que una válvula de estrangulación, pero se diferencia en que el volumen de aire va en un solo sentido esto debido a un elemento que no permite que el aire regrese.

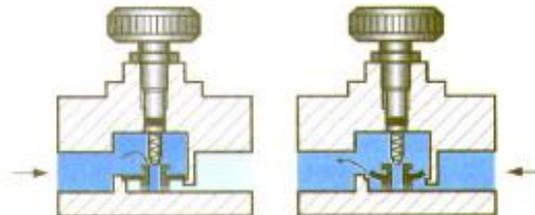


Figura 10. Válvula reguladora de caudal [6]

- Válvula de purga rápida, ver Figura 11: es una válvula de dos direcciones, pero al incrementar la presión de aire este se escapa rápidamente.

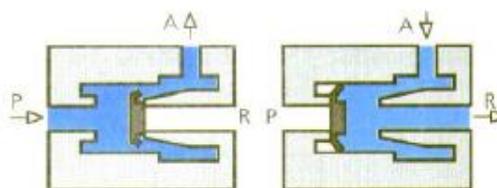


Figura 11. Válvula de escape rápido [6]

CAPÍTULO II

ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA DOSIFICACIÓN DE LA MIEL DE ABEJA

2.1 Estudio de Alternativas

Asoprime apicultores Ecuador, son una asociación que nace de la necesidad de pequeños productores de miel de abeja para posicionar su producto bajo una marca, ellos recolectan la miel de sus diferentes socios de la parroquia de Tabacundo, la procesan para luego ser entregada a sus clientes. Gracias a la excelente calidad de su miel y al ser un producto 100% natural, la cadena de almacenes comerciales Tía ha firmado un acuerdo con ellos para colocar en sus perchas la miel de Asoprime.

El diseño y elaboración de una máquina semiautomática dispensadora de miel de abeja surge del incremento de producción de Asoprime pues al tener que surtir la cadena de comercios Tía, requieren realizar entregas con una frecuencia entre los 15 y 25 días de 80 cajas de envases, cada caja contiene 12 frascos de miel en la presentación de 250 ml, con un total de 960 envases por entregar.

Actualmente el proceso de envasado se lo realiza mediante gravedad utilizando una tolva que en su parte más estrecha tiene una válvula de apertura y cierre manual que el operador maneja acorde a su apreciación visual, no disponen de un dosificador que llene los envases con la cantidad justa y constante en todos los envases.

Analizando la situación de Asoprime y sus requerimientos, se han establecido tres alternativas que podrán convertir el proceso de envasado manual a un proceso semiautomático:

- Dosificadora mecánica de tornillo.
- Dosificadora mediante una bomba peristáltica.
- Dosificadora mediante cilindro neumático.

2.1.1 Dosificadora mecánica de tornillo

La velocidad de rotación del tornillo viene dada por un sistema reductor de velocidad (por engranajes o bandas) incorporado a un motor eléctrico o por acoplamiento del motor a un variador de velocidad. [20]

Este tipo de dosificación basa su funcionamiento a través de la utilización de un tornillo sin fin que está acoplado por un extremo a un motor con caja reductora y esta a su vez a un motor paso a paso desde el cual se contralará la cantidad a ser dosificada mediante los pulsos o pasos del motor, como se observa en el esquema de la Figura 12.

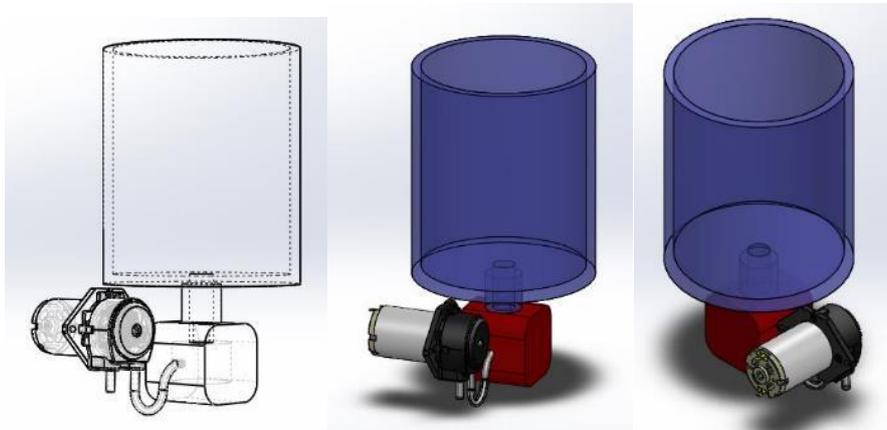


Figura 12. Gráfico esquemático de la dosificadora de tornillo. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

2.1.1.1 Ventajas de la dosificadora mecánica de tornillo

Las ventajas que dispone este sistema son:

- Tornillo sin fin de acero inoxidable apto para alimentos.
- Regulación de volumen dispensado mediante el motor eléctrico.
- Viable para realizar un proceso automático continuo mediante la implementación de sensores de proximidad de envases y con banda transportadora.
- La velocidad del llenado de los envases se puede controlar de manera más efectiva al estar ligado directamente a la velocidad del motor.

2.1.1.2 Desventajas de la dosificadora mecánica de tornillo

Las desventajas que presenta este sistema son:

- Costos elevados en elementos de control para el motor de pasos.

- Mayor desgaste de los componentes mecánicos al estar en contacto las crestas del tornillo con las paredes el cilindro.
- Operación más compleja al tener un elemento que puede ser regulado mediante la programación del motor, esto requiere un operador más capacitado.
- Proceso de desmontaje más complejo para la limpieza de las piezas después de terminada la jornada laboral.

2.1.2 Dosificadora mediante una bomba peristáltica

La bomba peristáltica funciona mediante desplazamiento positivo, esto significa que tiene un costado para la succión y otro para la expulsión, por esta razón se utiliza para bombear unos diversos tipos de fluidos. El líquido es transportado por medio de un tubo flexible ubicado en el interior de la bomba.

Las bombas peristálticas tienen una manguera, con diámetro entre 3 y 25 mm, que al ser estranguladas continuamente por cilindros que giran continuamente, exigen la circulación del líquido en la dirección de giro. [21]

Mediante el principio de la peristálsis se transportará la miel de abeja desde el tanque de almacenamiento en estado líquido hasta la boquilla de dosificación, la velocidad del llenado de los envases se regulará a través del motor eléctrico conectado a una caja reductora de velocidad, ver Figura 13, para controlar la dosificación y poder modificarla a las diferentes presentaciones que tiene Asoprime se instalará elementos de medición de fluido en la boquilla o en la tubería de salida, elementos como los medidores de desplazamiento positivo funcionaran bien en este tipo de equipo, la parte eléctrica y de control estarán conectados al motor para realizar los cortes adecuados de suministro de miel. Para evitar las variaciones en el flujo o pulsaciones se instalará amortiguadores a la salida del flujo. [22]

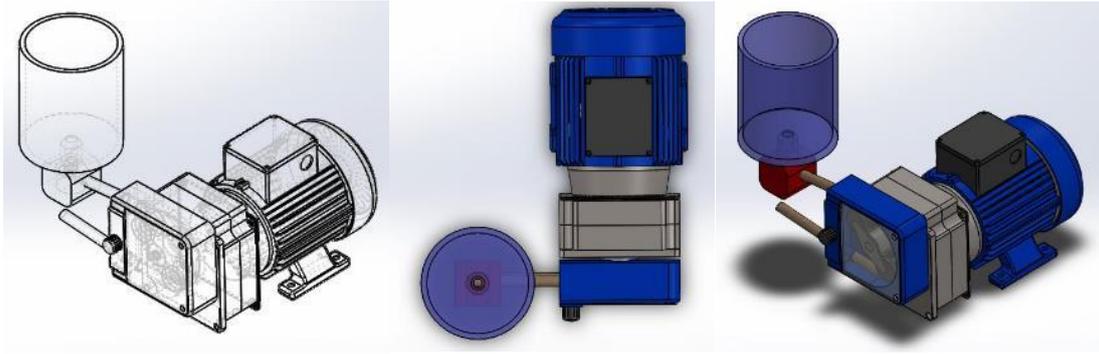


Figura 13. Grafico esquemático de la dosificadora de bomba peristáltica. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

2.1.2.1 Ventajas de dosificadora mediante una bomba peristáltica

Las ventajas de un sistema con bomba peristáltica son las siguientes:

- La miel de abeja evita el contacto con diversos elementos del equipo dispensador.
- Velocidad de dispensado regulable a través del sistema de control del motor eléctrico.
- Volumen del dosificador controlado mediante electroválvulas y sensores como los medidores de desplazamiento positivo colocados dentro de la tubería de flujo de la miel.
- Sistema viable para la automatización y trabajo continuo, con un rango amplio de dosificación.

2.1.2.2 Desventajas de dosificadora mediante bomba peristáltica

Las desventajas de este sistema utilizando una bomba peristáltica son las siguientes:

- Nivel de complejidad alta para el diseño del sistema de control de velocidad de llenado, se debe seleccionar un motor adecuado que tolera puestas en marcha y paradas continuas mediante un sistema de control.
- Costos elevados en la adquisición de sensores de desplazamiento positivo y demás elementos de control.
- Operación, regulación y mantenimiento de los sistemas electrónicos complejos comparados con un sistema mecánico o neumático.
- La construcción del amortiguador de pulsos debe utilizar materiales aptos para la industria alimenticia, lo cual incrementaría el tiempo de fabricación del equipo.

2.1.3 Dosificadora mediante cilindro neumático

Este sistema utiliza una tolva en su parte superior que almacenará la miel de abeja para ser dosificada mediante el impulso del pistón dentro de un cilindro neumático, ver Figura 14, la regulación de la velocidad de dispensado se controlará mediante válvulas estranguladoras de aire en la entrada y salida del cilindro por lo que este debe ser de doble efecto, la dosificación se regulará con la carrera del pistón dentro del cilindro. Para evitar goteos se instalará una boquilla que abrirá y cerrará el paso de la miel acorde a la posición del pistón detectado mediante fines de carrera o sensores de proximidad.

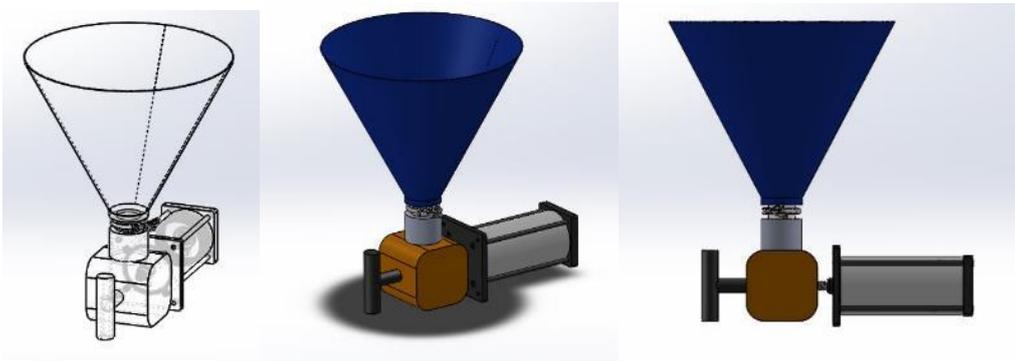


Figura 14. Gráfico esquemático de la dosificadora mediante cilindro neumático. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

2.1.3.1 Ventajas de la dosificadora mediante cilindro neumático

Este equipo dispone de las siguientes ventajas:

- Elementos mecánicos en contacto con la miel de abeja fáciles de montar y desmontar para su limpieza.
- Regulación de velocidad y medida de dosificación sencillas de calibrar.
- Costos bajos de fabricación por el uso de sensores y elementos de control en menor cantidad.
- Consumo de energía eléctrica menor al tratarse de electroválvulas y elementos de control, este sistema no utiliza motores eléctricos.

2.1.3.2 Desventajas de la dosificadora mediante cilindro neumático

- Este sistema requiere aire comprimido para su funcionamiento por el cual Asoprime debe adquirir un compresor para la operación de la dosificadora de miel de abeja.

- Un ajuste excesivo o falta del mismo en las juntas de los elementos del cilindro pueden causar atascamientos en la carrera del pistón o fugas de miel por las uniones.
- La rotura de una manguera de aire puede ocasionar lesiones a los operadores porque la presión de aire generara un efecto de látigo en la manguera.
- El escape de aire del equipo genera ruido cuando no se utilizan los silenciadores adecuados.

2.2 Selección de alternativa adecuada para Asoprime

Para la selección de las alternativas adecuadas para ser implementada en Asoprime es necesario evaluar otros aspectos en función a los siguientes parámetros, sin ningún orden en particular:

2.2.1 Costo de fabricación

Los gastos incurridos por la fabricación de la dosificadora no deben sobrepasar el presupuesto disponible por Asoprime.

2.2.2 Costo por mantenimiento

Al ser un equipo mecánico, eléctrico y/o neumático el mantenimiento debe ser periódico y la complejidad del mantenimiento, así como el costo de los repuestos no deben ser elevados pues el equipo será destinado para una asociación.

2.2.3 Complejidad de operación

Es importante que el proceso de envasado sea de una manera sencilla, utilizando los elementos de accionamiento y control señalados en el equipo.

2.2.4 Vida útil de elementos

La duración estimada de los elementos del equipo debe ser alta teniendo en cuenta que el envasado se lo realizará por períodos quincenales dependiendo de los pedidos que tenga Asoprime.

2.2.5 Complejidad de fabricación

Este equipo debe cubrir las necesidades de envasado de Asoprime y su construcción no debe involucrar tecnologías complejas.

2.2.6 Tamaño

El equipo debe tener un tamaño apropiado para caber en una mesa de trabajo, debe ser fácil de mover de un lugar a otro, pues su ubicación no será fija.

2.2.7 Consumo de energía

El consumo de energía debe estar limitado a las condiciones del área de procesamiento de Asoprime, al momento ellos cuentan con energía de 220 voltios con dos fases.

2.2.8 Precisión y repetitividad en la dosificación

Se requiere que la precisión sea exacta en el instante de dosificar para evitar derrames además la repetitividad de la cantidad de dispensado no debe fallar pues esto es un parámetro de calidad de la miel de abeja.

2.2.9 Riesgos laborales

El equipo debe presentar las medidas de seguridad adecuadas para evitar accidentes por parte del operador, al tratarse de un equipo eléctrico, mecánico y/o neumático se debe rotular los riesgos presentes del equipo.

Ponderando valores a los diversos factores a tomar en cuenta y evaluándolos en cada una de las opciones presentadas, se ha generado la Tabla 2.

En base a los resultados arrojados en la Tabla 2, se determina que la alternativa más viable para la construcción es la dosificadora mediante cilindro neumático.

2.3 Componentes principales del equipo

2.3.1 Estructura del equipo

Por tratarse de un equipo que será empleado para el sector alimenticio el material seleccionado para la construcción de la estructura del equipo será acero inoxidable AISI 304 que es una aleación basada en cromo níquel austenítico y contiene molibdeno, este cumple con los requerimientos necesarios para estar en contacto con alimentos de consumo humano, además de prestar otras ventajas como no expulsar partículas o sustancias a los alimentos y es muy fácil de limpiar y desinfectar.

2.3.2 Tolva de almacenamiento de miel de abeja

La tolva de almacenamiento para la miel de abeja debe cumplir características particulares para esta función dentro de las cuales se pueden enumerar:

- Fácil de montar y desmontar.
- Fácil para limpieza.
- Fácil de rellenar con el producto a dosificar.
- Resistente al peso de la miel de abeja.

El material a emplear en la tolva será el acero inoxidable AISI 316.

Para la forma geométrica existen dos figuras convencionales que se analizarán para la selección de la mejor opción como se observa en la Figura 15:

- Tolva cuadrada
- Tolva circular

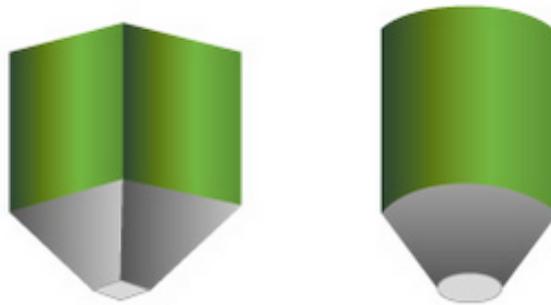


Figura 15. Tipos de tolvas. [17]

Tabla 2. Selección de alternativas

FACTORES DE EVALUACION DE ALTERNATIVAS							
ITEM	Criterio a evaluar	Factor de ponderación	Valoración ideal	Ponderación ideal	Alternativas		
					Dosificadora de tornillo	Dosificadora de bomba	Dosificadora de cilindro
1	Costo fabricación	0,9	10	9	6	8	8
2	Costo mantenimiento	0,9	10	9	5	6	7
3	Complejidad de operación	0,8	10	8	5	4	7
4	Vida útil de elementos	0,9	10	9	7	8	8
5	Complejidad en fabricación	0,8	10	8	6	8	8
6	Tamaño	0,7	10	7	6	7	6

7	Consumo de energía	0,8	10	8	6	6	7
8	Precisión y repetitividad	0,9	10	9	7	7	8
9	Riesgos laborales	0,9	10	9	8	8	7
TOTAL				76	56	62	66
ORDEN DE SELECCIÓN					3	2	1

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

2.3.2.1 Selección de tolva

Para la selección del tipo de tolva se evaluará mediante la Tabla 3 de ponderaciones:

Tabla 3. Selección de alternativas de tipo de tolva

FACTORES DE EVALUACION DE ALTERNATIVAS						
ITEM	Criterio a evaluar	Factor de ponderación	Valoración ideal	Ponderación ideal	Tipo de tolva	
					Circular	Cuadrada
1	Costo fabricación	0,9	10	9	7	8
2	Facilidad de limpieza	0,8	10	8	8	6
3	Acumulación de material	0,9	10	9	8	7
TOTAL				26	23	21
ORDEN DE SELECCIÓN					1	2

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Mediante el proceso de ponderación el tipo de tolva apropiado para almacenar la miel de abeja durante el dosificado es la tolva circular, porque su forme geométrica evita la acumulación de miel en las esquinas, la cual al cristalizarse puede ocasionar inconvenientes en el correcto funcionamiento de la máquina.

2.3.3 Actuadores neumáticos

El actuador neumático a utilizar en este equipo será el cilindro neumático de doble efecto como se observa en la Figura 16, las dimensiones como el diámetro y carrera serán calculadas en el diseño del equipo.

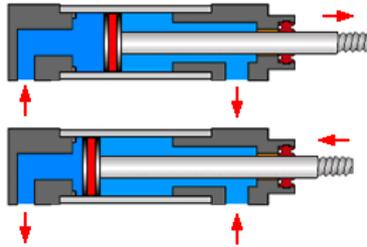


Figura 16. Esquema del cilindro doble efecto. [16]

2. 3.4 Elementos de unión de los componentes

Al tratarse de una máquina para la dosificación de alimentos que tienen la tendencia de cristalizarse y el cual debe ser sometido a limpieza después de cada jornada laboral, el sistema que une los componentes debe ser fácil y rápido de desmontar para separar sus elementos.

El dispositivo adecuado para esta función serán las abrazaderas de cierre rápido fabricadas con acero inoxidable, ver Figura 17, las partes principales donde se ubicarán estas abrazaderas serán los elementos que están en contacto con la miel de abeja como son: la unión de la tolva con el sistema dispensador, la boquilla y el cuerpo de bloqueo, el cilindro y el cuerpo de bloqueo.

Los elementos a unir deben ser adecuados para la colocación de este tipo de abrazaderas.



Figura 17. Abrazadera cierre rápido clamp. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

2.3.5 Válvula con obturador rotativo

Este tipo de válvula opera con abertura y cierre total, mediante un giro de la palanca de 90°, ver Figura 18.

Con este elemento se evitará el goteo del producto pues su cierre es completo y puede ser accionado mediante un cilindro neumático.

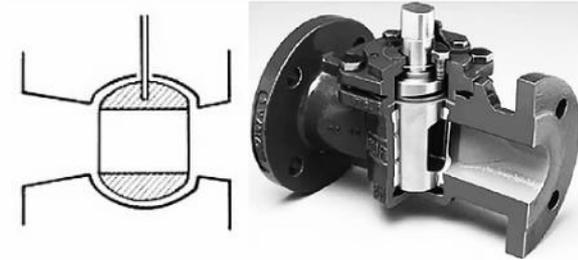


Figura 18. Válvula con obturador rotativo. [16]

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA DOSIFICADORA DE MIEL DE ABEJA

3.1 Introducción

En este capítulo se realizará los cálculos para el diseño de los principales componentes que conforman la dosificadora de miel de abeja, así como también la elección de los materiales más idóneos para un diseño óptimo y correcto funcionamiento; la importancia de un buen diseño de los componentes garantizará que la máquina tenga una vida útil alargada y sea eficiente en el proceso de envasado.

3.2 Diseño de la tolva

Para la diagramación de la tolva se debe tomar en cuenta algunos factores muy importantes como es la densidad de la miel de abeja, la materia prima con el que se realizará la tolva en este caso es acero inoxidable AISI 304, por sus características es muy utilizado en el campo alimenticio y cumplirá satisfactoriamente las necesidades requeridas en la dosificación de la miel de abeja.

La importancia para la selección del material, es evitar la contaminación de la miel de abeja en el momento del envasado ya que estará permanentemente en contacto, si no es el material adecuado la miel de abeja puede perder sus propiedades naturales.

Para el dimensionamiento de la tolva se considera el parámetro de diseño, que es alcanzar una producción de 100 litros por hora, los envases son de 350 ml, la cantidad necesaria para abastecer la tolva se ha determinado de acuerdo al previo calentamiento de la miel de abeja de un estado sólido a un estado líquido, esto para facilitar su fluido por la dosificado, se estima una cantidad de 28 kg para realizar los respectivos cálculos.

Para hallar el volumen de la tolva se utiliza la siguiente Ecuación.

$$V_{tolva} = \frac{m}{\delta} \quad (1)$$

Donde:

m : Masa de la miel de abeja a dosificar 28 kg

δ : Densidad de la miel de abeja $1413\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$ a 20°C

$$V_{tolva} = \frac{28\text{kg}}{1413\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]} = 0.0198\text{m}^3$$

$$V_{tolva} = 19.81\text{ L} \approx 20\text{ L}$$

El volumen de un cono truncado se presenta a continuación en la siguiente Ecuación.

$$V = 0,2618 \times h \times (D^2 + D \times d + d^2) \quad (2)$$

Donde:

V : Volumen del cono

D : Diámetro mayor

d : diámetro menor

h : altura

α : Ángulo de inclinación

En la Figura 19 se presenta un borrador de la tolva, para dimensionar se analizará en base al volumen requerido, se tiene que se necesita de un radio de 19mm, para que se acople correctamente con la abrazadera de cierre rápido clamp.

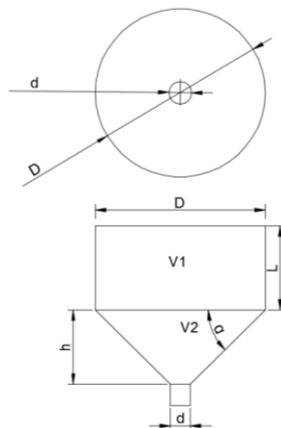


Figura 19. Bosquejo de Tolva de alimentación. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Se toma como referencia para el ángulo de inclinación (α) las pérdidas de energía por contracción gradual, cuando mayor sea el ángulo, mayor será el coeficiente de resistencia por lo cual se asume un ángulo de 37° .

$$\tan 37^\circ = \frac{a}{h} = \frac{D-d}{2h}$$

$$h = \frac{D-d}{2 \times \tan 37^\circ} \quad (3)$$

reemplazando la ecuación (3) en ecuación (2) se tiene:

$$V = 0,2618 \times \frac{D-d}{2 \times \tan 37^\circ} \times (D^2 + D \times d + d^2) \quad (4)$$

Resolviendo la ecuación (4) y despejando D se tiene:

$$V = \frac{0,2618D^3}{2 \times \tan 37^\circ} - \frac{0,2618d^3}{2 \times \tan 37^\circ}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2 \times V \times \tan 37^\circ + 0,2618d^3}{0,2618}}$$

Reemplazando valores se obtiene lo siguiente.

$$D = \sqrt[3]{\frac{2 \times 0,0198m^3 \times \tan 37^\circ + 0,2618 \times (0,038m)^3}{0,2618}}$$

$$D = 0,484m = 484mm$$

Resolviendo la ecuación (3) se tiene.

$$h = \frac{484mm - 38mm}{2 \times \tan 37^\circ}$$

$$h = 295,9mm \approx 296mm$$

La Figura 20 representa el diseño de la tolva para la dosificadora.

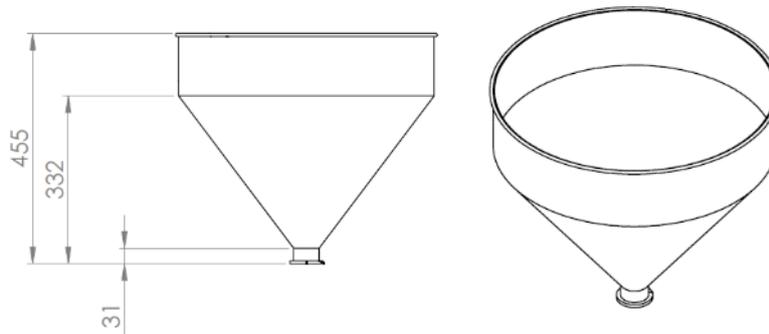


Figura 20. Tolva de alimentación . Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

3.3 Cálculo de la presión de la miel de abeja ejercida en la tolva

Para calcular la presión que ejerce la miel de abeja en la tolva se considera un análisis hidrostático, ya que el fluido se encuentra en reposo es decir no existe fuerza que altere su movimiento. Los teoremas primarios que avalan el estudio de la hidrostática son los principios de Pascal y Arquímedes. La ecuación básica de la hidrostática es la siguiente. [23]

$$P = \delta \times g \times h \quad (5)$$

Donde:

δ : Densidad de la miel de abeja $1413 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$

g : Aceleración gravitatoria de la tierra $9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$

h : Altura de la tolva de almacenamiento $0,296[m]$

Una vez conocido todos los datos se reemplaza en la ecuación (5) y se obtiene:

$$P = 1413 \frac{Kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 0,296m$$

$$P = 4103,0128 \frac{Kg}{m \cdot s^2} = 4103,0128 Pa$$

Esta es la presión de operación, también se necesita conocer la presión de diseño P_d .

Esta presión es la utilizada para el diseño del equipo. La cual debe ser superior a la presión de operación, con este margen superior el equipo puede resistir presiones superiores a la de operación. [24] En otras palabras, la presión de diseño se utiliza para sobredimensionar el equipo y evitar problemas cuando está en operación. Viene dada por la siguiente ecuación:

$$P_d = P + 0,1P \quad (6)$$

$$P_d = 4103,0128 + 0,1(4103,0128)$$

$$P_d = 4513,31Pa$$

3.4 Análisis del espesor de la tolva

Para calcular el espesor (t) de las paredes en donde va a estar la miel se realiza unos cálculos hidrostáticos en los cuales se analiza los esfuerzos que soporta la tolva.

$$\sigma_t = \frac{P(de-t)}{2t} \quad (7)$$

$$\sigma_l = \frac{Pde}{4t} \quad (8)$$

Donde:

σ_t : Esfuerzo tangencial producido por el fluido [Pa]

σ_l : Esfuerzo longitudinal producido por el fluido [Pa]

P : Presión producida por el fluido 4513,31 [Pa]

de : Diámetro exterior de la tolva 0,38 [m]

t : Espesor de la pared de la tolva [m]

$$\sigma_t = \frac{4513,31Pa(0,38m - t)}{2t} = \left(\frac{857,528}{t} - \frac{2256,655}{1} \right)$$

$$\sigma_l = \frac{4513,31Pa \times 0,38m}{4t} = \frac{428,764}{t}$$

Utilizaremos la teoría del esfuerzo cortante aplicado en materiales dúctiles para determinar el espesor de la plancha de la tolva:

$$\sigma_t = \sigma_A \quad (9)$$

$$\sigma_l = \sigma_B \quad (10)$$

Según Budynas, el caso empleado según la teoría del esfuerzo cortante máximo es

$$\sigma_A + \sigma_B = \frac{S_y}{n} \quad (11)$$

En la cual:

S_y = Esfuerzo de fluencia del acero inoxidable AISI 304

n = Factor de seguridad 2,5.

Para obtener el factor n de seguridad, Tabla 4, se tomó un valor de 2,5 tomando en cuenta que la estructura tiene una presión baja de trabajo. [25]

Tabla 4. Factor de seguridad [25]

Factor de seguridad	Lineamientos
1,25 a 2	El diseño de estructuras bajo cargas, para las que haya un alto de confianza en todos los datos del diseño
2 a 2,5	Diseño de elementos de máquinas bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos del diseño
2,5 a 4	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o ambientes
4 o más	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores

El material con el que se va a construir la tolva es acorde al tipo de fluido que va a estar en contacto, la miel de abeja al ser un producto natural y alimenticio se escoge el acero inoxidable A-304, que tiene un esfuerzo a la fluencia de 205MPa como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Propiedades mecánicas del acero inoxidable

Grado	Resistencia a la tracción (MPa)	Límite de fluencia (MPa)	Elongación (% EN 50mm)	DUREZA BRINELL MAX	PROPIEDADES
AISI 304	515	205	40	202	Muy Buena
AISI 304L	485	170	40	183	Muy Buena
AISI 315	515	205	40	217	Buena
AISI 315L	485	170	40	217	Buena
AISI 315 S	515	205	40	217	Buena

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Reemplazando las ecuaciones (9) y (10) en la ecuación (11) se obtiene lo siguiente:

$$\left(\frac{857,528}{t} - \frac{2256,655}{1}\right) + \frac{428,74}{t} = \frac{S_y}{n}$$

$$\frac{857,528}{t} - \frac{2256,655}{1} + \frac{428,74}{t} = \frac{205 \times 10^6 Pa}{2,5}$$

$$t = 1,6 \times 10^{-5} m$$

$$t = 0.016 mm$$

El valor del espesor $t = 0.016 mm$ es muy pequeño esto debido a que la miel de abeja permanece en reposo y no produce mayor esfuerzo, para la fabricación de la tolva se realizará con un acero inoxidable de 1.5mm que existe en el mercado.

El análisis de fluencia se muestra en la Figura 21, este fue realizado en el software *solidwork*, la simulación con von misses muestra la distribución del fluido.

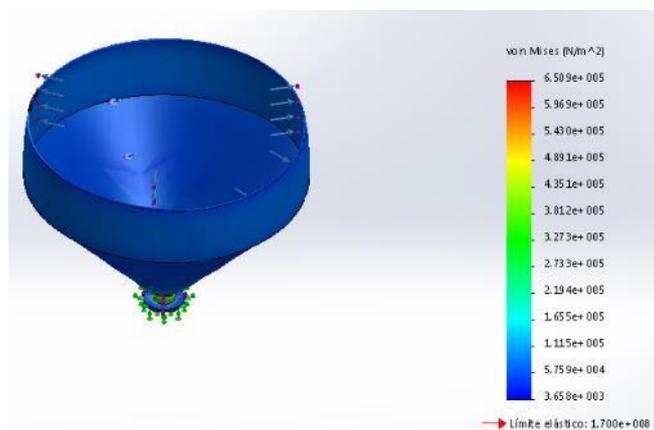


Figura 21. Simulación de esfuerzos von misses en la tolva. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Para representar los efectos que produce la carga en la tolva, se realizó un análisis estático, Figura 22, utilizando el software *solidwork*, en la simulación se observa el desplazamiento que va a tener la tolva cuando esta esté con el fluido en este caso con la miel de abeja

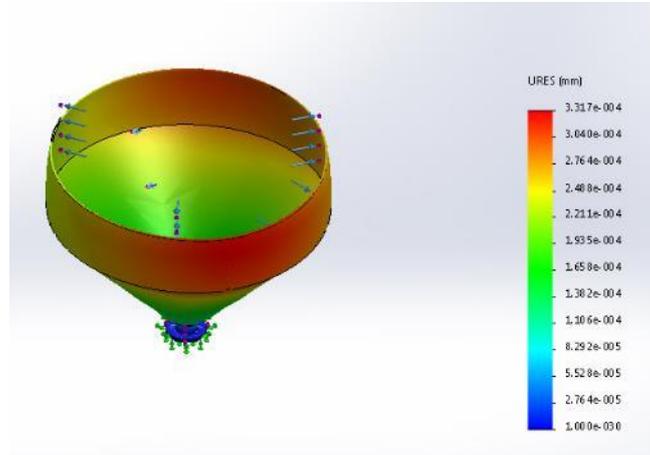


Figura 22. Resultado de desplazamiento de la tolva por influencia de la carga. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Con los resultados expuestos en la Figura 22, se concluye que los desplazamientos en la tolva son despreciables, se pintan los puntos críticos con un tono rojo que generan un valor de $3,317 \times 10^{-004}$ mm y el valor menor graficado de color azul, con valores de $1,000 \times 10^{-030}$ mm.

3.5 Diseño de la boquilla de llenado

Para la fabricación de la boquilla es necesario tener en cuenta varios parámetros entre los más importantes se tiene:

- El material al igual que toda la máquina tiene que ser de acero inoxidable de grado alimenticio.
- Facilidad de fabricación.
- Facilidad de limpieza.
- Tener buena dirección del fluido hacia el recipiente.

La Figura 23 representa la boquilla de llenado.

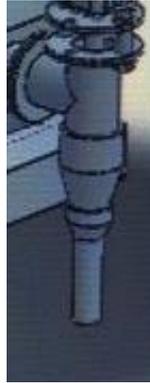


Figura 23 Boquilla de llenado. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

3.5.1 Cálculo de la punta de boquilla

La fabricación de la boquilla se realizará con tubo de acero inoxidable de grado alimenticio, Figura 24, la cual se hará las adaptaciones de acuerdo a las necesidades de dosificación.

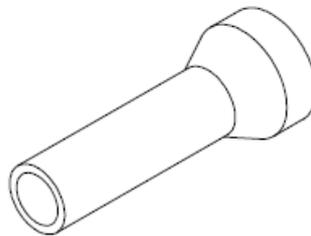


Figura 24 Punta de boquilla. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

En uno de sus extremos el tubo será roscada para así facilitar la limpieza de la boquilla en caso de que este sea necesario, se considera un ángulo de 60° y así evitar una turbulencia en la salida del fluido, el diámetro de salida del fluido debe evitar que este sobrepase la velocidad recomendada. En la Tabla 6 se puede observar las diferentes velocidades para cada fluido.

Tabla 6. Velocidades para líquidos viscosos [26]

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Utilizando el principio de dinámica de Mott se tiene que: [27]

$$Q = v \times A_{punta} \quad (13)$$

Donde:

Q : Caudal generado

v : Velocidad del fluido

A : Área de la sección de la cámara

$$Q = 100 \frac{Lt}{h} \times \frac{1h}{60min} \times \frac{1000cm^3}{1Lt} \times \frac{1min}{60s}$$

$$Q = 27,8 \frac{cm^3}{s} = 1,66 \times 10^{-3} \frac{m^3}{min}$$

$$A_{punta} = \frac{Q}{v}$$

$$A_{punta} = \frac{27,8 \frac{cm^3}{s}}{60 \frac{cm}{s}}$$

$$A = 0,46cm^2$$

Por lo tanto el valor de A se reemplaza en la Ecuación

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (14)$$

Despejando la ecuación (14) y reemplazando valores se obtiene el diámetro de la boquilla.

$$d = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}}$$
$$d = 0,76 \text{ cm}$$

3.6 Selección del pistón de cierre

Para diseñar el pistón de cierre se debe considerar un accionamiento rápido y que tenga la fuerza necesaria para que pueda desplazar el fluido almacenado en el interior de la boquilla hasta el contenedor o frasco luego que el pistón para llenado empuje la cantidad que se regulada para cada frasco, ver Figura 25.

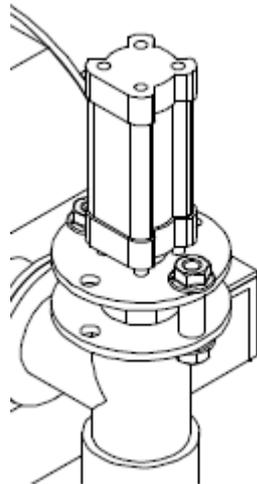


Figura 25 Pistón de cierre de boquilla dosificadora.

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Para realizar este cálculo se basa en el estudio de fluidos verdaderos a través de la resistencia hidrodinámica cuyo principio se detalla en la siguiente Ecuación.

$$\Delta P = Q \times R_{total} \quad (15)$$

Donde:

ΔP : Presión necesaria

Q : Caudal

R_{total} : Resistencia del líquido a desplazarse por los diversos accesorios y tuberías

Para calcular R se lo realiza con la siguiente ecuación. [28]

$$R = \frac{8\eta l}{\pi r^4} \quad (16)$$

Donde:

η : Viscosidad dinámica de la miel de abeja (Tabla 7)

l : Longitud del tubo por el que pasa el fluido

r : Radio interior de la tubería

El valor de la viscosidad dinámica de la miel de abeja se obtiene de la Tabla 7

Tabla 7. Viscosidad dinámica de la miel de abeja [7]

Viscosity of honey			
Type	Moisture content (%)	Temperature (°C)	Viscosity (poise)
Sweet clover ¹ (<i>Melilotus</i>)	16.1	13.7	600.0
		20.6	189.6
		29.0	68.4
		39.4	21.4
		48.1	10.7
Sage ¹ (<i>Erigonon</i>)	18.6	11.7	720.6
		20.2	184.8
		30.7	55.2
		40.9	19.2
		50.7	9.5
White clover ² (<i>Trifolium repens</i>)	13.7	25.0	420
		14.2	269
		15.5	138
		17.1	69.0
		18.2	48.1
		19.1	34.9
		20.2	20.4
21.5	13.6		
Sage ²	16.5	25	115
Sweet clover ²	16.5	25	87.5
White clover ²	16.5	25	94.0

¹ Data of Munro (1943)
² Interpolated from Munro's data.

Reemplazando valores en la ecuación (16) se obtiene.

Resistencia en el interior de la boquilla.

$$R_{boquilla} = \frac{8(18.48Pa) \times 0,06m}{\pi \times (0,0125m)^4}$$

$$R_{boquilla} = 115652035,2 \left[\frac{Pa}{m^3} \right]$$

$$R_{boquilla} = 115,65 \left[\frac{MPa}{m^3} \right]$$

$$R_{boquilla} = 115,65 \left[\frac{MPa}{cm^3} \right]$$

La punta también presenta una resistencia, esto debido a que se reduce el diámetro de la tubería y crea un coeficiente de resistencia (k) igual a 0,06. Para solventar esto Yanus Cengel determina una longitud equivalente (h_l) con la siguiente ecuación [29].

$$h_l = K \times \frac{V^2}{2g} \quad (17)$$

Donde:

h_l : Longitud equivalente

K : Coeficiente de resistencia

V : velocidad el fluido

g : Valor de la gravedad

$$h_{l\ punta} = 0,06 \times \frac{(0,6\ m/s)^2}{2 \times (9,8\ m/s^2)}$$

$$h_{l\ punta} = 0,0011[m]$$

Obtenido este valor de la longitud $h_{l\ punta}$ se calcula la resistencia de la punta con la ecuación (16)

$$R_{punta} = \frac{8 \times (18,48Pa)(0,0011m)}{\pi \times (0,006m)^4}$$

$$R_{boquilla} = 39941996,09 \left[\frac{Pa}{m^3} \right]$$

$$R_{boquilla} = 39,94 \left[\frac{MPa}{m^3} \right]$$

$$R_{boquilla} = 39,94 \left[\frac{MPa}{cm^3} \right]$$

Finalmente, para calcular la presión necesaria para el cierre, se calcula con la ecuación (15) de la siguiente manera.

$$\Delta P = Q \times R_{total}$$

$$\Delta P = 1,66 \times 10^{-3} m^3/min \times (115,65 + 39,94) \left[\frac{MPa}{m^3} \right]$$

$$\Delta P = 0,258 [MPa]$$

3.7 Cálculo de la fuerza para el pistón de cierre

En cualquier punto del fluido la presión es la misma en todas las direcciones, esto significa que tiene magnitud, pero no dirección específica [29]

Para encontrar la fuerza del pistón de cierre se parte de la ecuación siguiente.

$$P = \frac{F}{A} \tag{18}$$

Donde:

P : Presión necesaria para desplazar el líquido

F : Fuerza necesaria para producir la presión

A : Área interna de la boquilla

$$F = P \times A$$

$$F = 0,258 [MPa] \times 0,000491 m^2$$

$$F = 126,678 [N]$$

Con esta fuerza $F = 126,678 [N]$ se determina la selección del cilindro neumático adecuado que cumpla con todos los requisitos de trabajo.

3.8 Cálculo del sistema de dosificación

En el capítulo de selección de alternativas se determinó que lo más factible en cuanto a fabricación, diseño y costos es el de sistema neumático, para lo cual se determina los

parámetros de succión que realizara el pistón, para este caso se considera la densidad del fluido y la capacidad que se va a envasar.

3.8.1 Cálculo del cilindro de dosificación

Para proceder a calcular el volumen adecuado para el cilindro dosificador se debe considerar los envases que van a ser llenados con miel de abeja, en este caso los envases son de 350 ml y 500 ml. Para realizar los cálculos se considera el recipiente de mayor cantidad.

Conocido el volumen que se desea dosificar con miel de abeja se procede a realizar el cálculo de la carrera que va a tener el cilindro, se considera una tubería de acero inoxidable de 2 1/2 pulgadas debido a que es muy comercial y fácil de conseguir.

La Figura 26 expone la tabla del catálogo de selección del tubo.

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	SCH 10 INOXIDABLE			SCH 40			
		ESPESOR PARED (mm)	DIÁMETRO INTERIOR (mm)	PESO APROX. (Kg/m)	ESPESOR PARED (mm)	DIÁMETRO INTERIOR (mm)	PESO APROX. (Kg/m)	
							INOXIDABLE	CARBÓN
1/8"	10.30	1.24	7.82	0.29	1.73	6.84	0.372	0.36
1/4"	13.70	1.65	10.40	0.49	2.24	9.22	0.644	0.63
3/8"	17.10	1.65	13.80	0.63	2.31	12.48	0.862	0.85
1/2"	21.30	2.11	17.08	1.00	2.77	15.76	1.29	1.27
3/4"	26.70	2.11	22.48	1.28	2.87	20.96	1.71	1.68
1"	33.40	2.77	27.86	2.09	3.38	26.64	2.54	2.50
1 1/4"	42.20	2.77	36.66	2.70	3.56	35.08	3.45	3.38
1 1/2"	48.30	2.77	42.76	3.12	3.68	40.94	4.12	4.05
2"	60.30	2.77	54.76	4.00	3.91	52.48	5.53	5.43
2 1/2"	73.00	3.05	66.90	5.26	5.16	62.68	8.78	8.62
3"	88.90	3.05	82.90	6.45	5.49	77.92	11.50	11.28

Figura 26. Características de tubería de acero inoxidable. [30]

En el mercado existe tuberías con diferentes espesores (cédulas), aplicando la ecuación para cilindros se determina la longitud adecuada.

$$V = \pi \times r^2 \times h \quad (19)$$

Donde:

V : Volumen necesario para el dosificado de envase de 500[ml] = 0.0005[m³]

r : Radio del cilindro dosificador 31[mm], (figura 26)

h : Longitud del cilindro dosificador [mm]

Despejando y resolviendo la ecuación (19) se obtiene lo siguiente.

$$0.0005m^3 = \pi \times (0.031)^2 \times h$$

$$h = \frac{0.0005m^3}{\pi \times (0.031)^2}$$

$$h = 0,1656m = 165,61 \text{ mm}$$

Por efectos de diseño y costos la longitud propuesta es de 220mm, con una longitud efectiva de trabajo de 150mm. Para cumplir con el requerimiento de dosificado se debe considerar las etapas necesarias para el llenado de un envase, y esto se lo puede realizar simplemente realizando una regla de tres.

$$166mm \quad \rightarrow \quad 1ciclo$$

$$150mm \quad \rightarrow \quad x$$

$$X = \frac{166mm \times 1ciclo}{150mm} = 1,10 \text{ ciclos}$$

Con este resultado se comprueba que la longitud diseñada para el cilindro es adecuada para contener un volumen superior a lo requerido para el envasado de mayor volumen que es de 500 ml.

3.9 Selección del actuador neumático

Para la elección del actuador neumático que accionará el pistón del cilindro dosificador es importante determinar que la rapidez del cilindro este sincronizada con la rapidez del flujo a dosificar, para eso se emplea la siguiente ecuación.

$$Q = v \times A \tag{20}$$

Donde:

Q : Caudal del dosificador de miel de abeja $\left[\frac{m^3}{min.}\right]$

v : Velocidad del fluido $\left[\frac{m}{s}\right]$

A: Área de la sección transversal del cilindro dosificador [m^2]

La capacidad que tiene la máquina es de 100 litros por hora con esto se puede llenar aproximadamente 286 envases de 350 ml en una hora, para saber cuánto se envasa en un minuto se realiza una regla de tres, obteniendo lo siguiente:

$$\begin{array}{ccc} 286 \text{ unidades} & \rightarrow & 60 \text{ min} \\ X & \rightarrow & 1 \text{ min} \end{array}$$

$$X = \frac{286 \text{ unidades} \times 1 \text{ min}}{60 \text{ min}}$$

$$X = 4.76 \text{ unidades} \approx 5 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

Como el resultado fue de 5 unidades en un minuto es necesario seleccionar un cilindro que puede cumplir con esta necesidad.

$$v = \frac{Q}{A} \tag{21}$$

$$v = \frac{1,66 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{min}}{\pi \times (0,031 \text{ m})^2}$$

$$v = 0,54 \text{ m/s}$$

También se considera las fuerzas que genera el cilindro en la succión y en el empuje, se considera la de valor más alto para comprobar que el cilindro cumpla con lo requerido según las características del catálogo, se lo realiza con la siguiente ecuación.

$$F_{\text{empuje}} = m \times a \tag{22}$$

Donde:

F_{empuje} : Fuerza teórica requerida para empujar la masa

m : Masa de la miel de abeja dentro del cilindro

a : Aceleración del fluido $7,34 \left[\frac{m}{s^2} \right]$

Para obtener la medida del volumen del actuador se calcula con el largo del cilindro

de llenado de miel de abeja y su diámetro, en la siguiente ecuación se especifica:

$$V_{cilindro\ dosificador} = \pi \times r^2 \times h \quad (23)$$

$$V_{cilindro\ dosificador} = \pi \times (0,031m)^2 \times 0,150m$$

$$V_{cilindro\ dosificador} = 4,52 \times 10^{-4}m^3 = 0.452Lt$$

Para calcular la masa que almacenara el cilindro se calcula con la siguiente ecuación.

$$m = \delta \times V_{cilindro\ dosificador} \quad (24)$$

$$m = 1413 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times 4,52 \times 10^{-4}m^3$$

$$m = 0,638Kg$$

Reemplazando la ecuación (22) en ecuación (24) se obtiene:

$$F_{empuje} = 0,638Kg \times 7,34 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$F_{empuje} = 4,68 N$$

Para determinar el diámetro del cilindro se considera la fuerza de empuje de 5 N.

En condiciones normales de servicio presiones de 300 a 800 KPa o 3 a 8 bar se puede determinar el diámetro del cilindro con la siguiente ecuación.

$$P = \frac{F}{A} \quad (25)$$

Despejando la ecuación (21) se tiene el área del cilindro

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{5N}{300000 \frac{N}{m^2}}$$

$$A = 1.67 \times 10^{-5}m^2$$

Para conocer el diámetro del embolo se utiliza la ecuación (26), se despeja el radio de la misma ecuación y se tiene lo siguiente:

$$A = \pi \times r^2 \quad (26)$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{1.67 \times 10^{-5}}{\pi}}$$

$$r = 0.0023m = 2,30mm$$

$$d = 4.6mm$$

En los cálculos realizados se obtiene un diámetro de 4.6mm el cual es muy pequeño, en este caso con la ayuda del catálogo FESTO se procede a escoger un cilindro con un diámetro de embolo de 32 mm el cual ayuda para tener una mayor confiabilidad.

Cilindros normalizados DNC-KP, taladros normalizados, con unidad de bloqueo **FESTO**
 Hoja de datos

Energía de impacto [J]	32	40	50	63	80	100	125
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Energía máx. de impacto en las posiciones finales	0,1	0,2	0,2	0,5	0,9	1,2	5

Velocidad de impacto admisible: $v_{adm.} = \sqrt{\frac{2 \times E_{adm.}}{m_{propia} + m_{carga}}}$

Masa máxima admisible: $m_{carga} = \frac{2 \times E_{adm.}}{v^2} - m_{propia}$

$v_{adm.}$ Velocidad admisible del impacto
 $E_{adm.}$ Energía máxima admisible del impacto
 m_{propia} Masa móvil (actuador)
 m_{carga} Carga útil móvil

Importante
 Los datos se refieren a los valores máximos posibles. Debe tenerse en cuenta la energía máxima admisible del impacto.

Fuerzas [N]	32	40	50	63	80	100	125
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica con 6 bar en avance	483	754	1 178	1 870	3 016	4 712	7 363
Fuerza teórica con 6 bar en retroceso	415	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
Fuerza de sujeción	600	1 000	1 400	2 000	5 000	5 000	7 500

Figura 27. Cilindros normalizados Festo. Fuente: Manual de Festo

En la Figura 27 se puede observar que el cilindro con diámetro 32 mm de émbolo tiene una fuerza máxima de succión de 415 N, esto significa que el cilindro cumple con el parámetro de fuerza.

3.10 Cálculo para la selección del compresor de aire comprimido

El equipo requiere de una alimentación de aire comprimido para su funcionamiento, el cual será suministrado por un compresor y para determinar las características del compresor se requiere conocer el flujo volumétrico que utilizará el cilindro neumático.

El cilindro neumático requiere un flujo volumétrico determinado por:

Q_1 flujo volumétrico para el desplazamiento del pistón.

Q_2 flujo volumétrico para el retroceso del pistón del cilindro.

$$Q_1 = V \times A_1 \quad (27)$$

Donde:

Q_1 flujo volumétrico para el empuje del pistón del cilindro.

V : velocidad del cilindro neumático $[0,13 \frac{m}{s}]$

A_1 : área del cilindro neumático $[0,00125 m^2]$

$$Q_1 = 0,13 \frac{m}{s} \times 0,00125 m^2$$

$$Q_1 = 1,63 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Para obtener el flujo volumétrico de aire que es ocupada por el pistón se utilizará la ecuación siguiente:

$$Q_2 = V \times A_2 \quad (28)$$

Q_2 flujo volumétrico para el retroceso del pistón del cilindro.

V : velocidad del cilindro neumático $[0,13 \frac{m}{s}]$

A_2 : área del cilindro neumático $[9,42 \times 10^{-4} m^2]$

$$Q_2 = 0,13 \frac{m}{s} \times 9,42 \times 10^{-4} m^2$$

$$Q_2 = 1,22 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Entonces

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = 2,85 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Con el valor del flujo volumétrico total se verifica en el catálogo de Campbell Housfeld para determinar el compresor apropiado según el requerimiento del equipo. La presión de trabajo del cilindro neumático según la especificación del fabricante es de 3 a 6 Bares. El compresor seleccionado tiene una capacidad de 3,9 cfm con una generación de aire de 3 a 9 bares.

$$3,9 \text{ cfm} = \frac{\text{pie}^3}{\text{min}} \times \frac{0,3048 \text{ min}^3}{1 \text{ pie}^3} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}}$$
$$1,84 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \geq 2,85 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

La capacidad de flujo volumétrico del compresor seleccionado es mayor a la requerida por el equipo.

3.11 Diseño del circuito de control electro neumático

Realizado los diseños mecánicos del equipo es necesario configurar la secuencia de activación de los elementos neumáticos que accionaran los componentes de la dosificadora de miel de abeja. Utilizando el software FluidSIM de Festo se ha diseñado y simulado el circuito de funcionamiento de la máquina dispensadora de miel de abeja, ver Figura 28, y el diagrama de potencia (Figura 29) para Asoprarme.

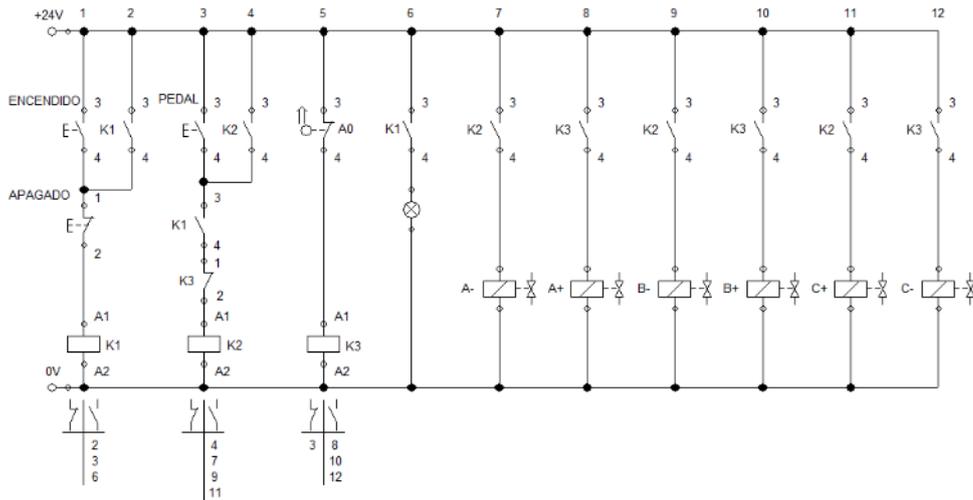


Figura 28. Diagrama de control diseñado en software FluidSIM. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

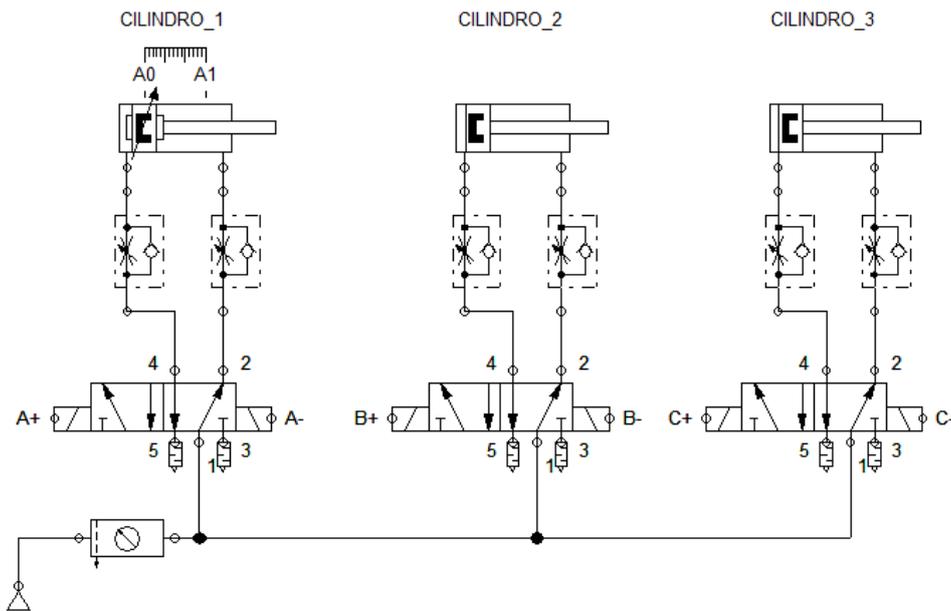


Figura 29. Diagrama de potencia diseñado en software FluidSIM. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

3.11.1 Descripción del funcionamiento de la máquina dosificadora

Para comenzar con el funcionamiento de la máquina dispensadora de miel de abeja se pulsa el botón de encendido y una luz indicadora se activa indicando que el equipo está energizado, ver Figura 30, el manómetro de aire debe indicar una presión de 4 a 5 bar, el ingreso de aire se realizará de manera independiente al activado del equipo. En la Figura 31 se visualiza el diagrama de potencia con el equipo encendido.

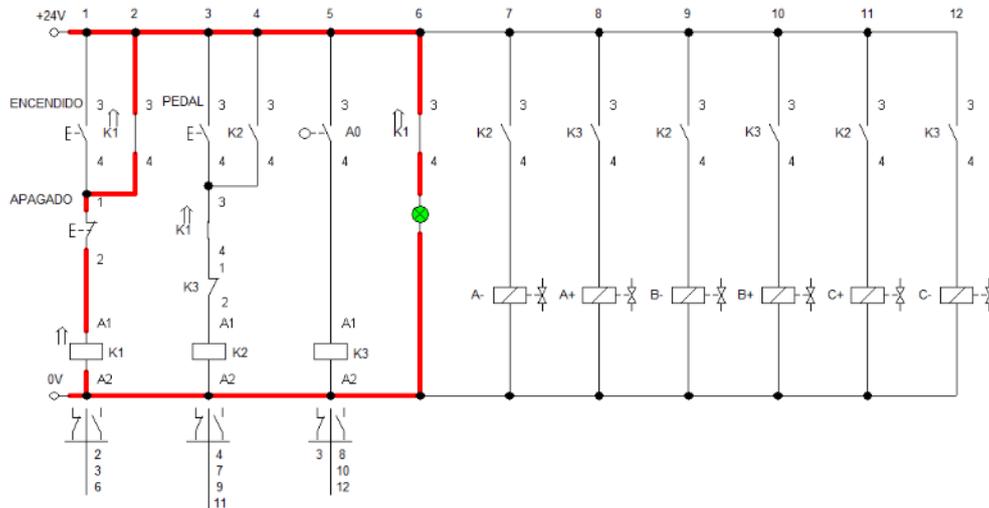


Figura 30. Diagrama de control con equipo encendido. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

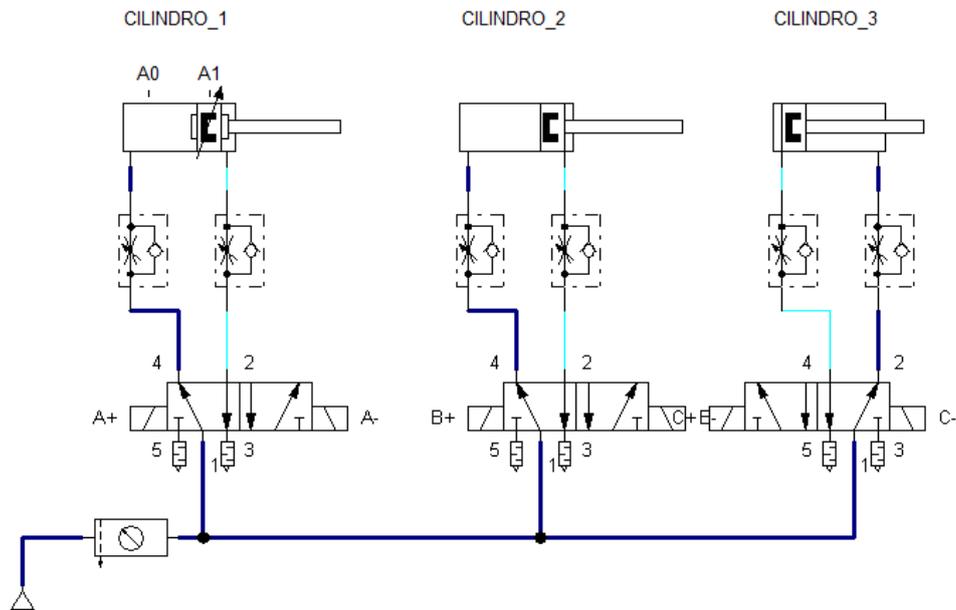


Figura 31. Diagrama de potencia con equipo encendido. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

El accionamiento de los cilindros neumáticos se realiza de manera sincronizada para regular la dosificación en cada uno de los ciclos de envasado (Figura 32). Mediante un pulsador tipo pedalera, se activa la primera etapa del ciclo de envasado, el cilindro neumático principal toma la posición 0 transmitiendo este movimiento al pistón de la cámara de dosificación de miel de abeja que es succionada desde la tolva de alimentación. De manera paralela el cilindro numero dos se contrae hacia la posición 0 girando parcialmente la válvula rotativa, con este movimiento el bypass de la válvula da paso al flujo de la miel de abeja desde la tolva de almacenamiento hacia la cámara de dosificado.

El cilindro número tres se expande hacia la posición 1 cerrando el pistón de la punta dosificadora. Ver Figura 33.

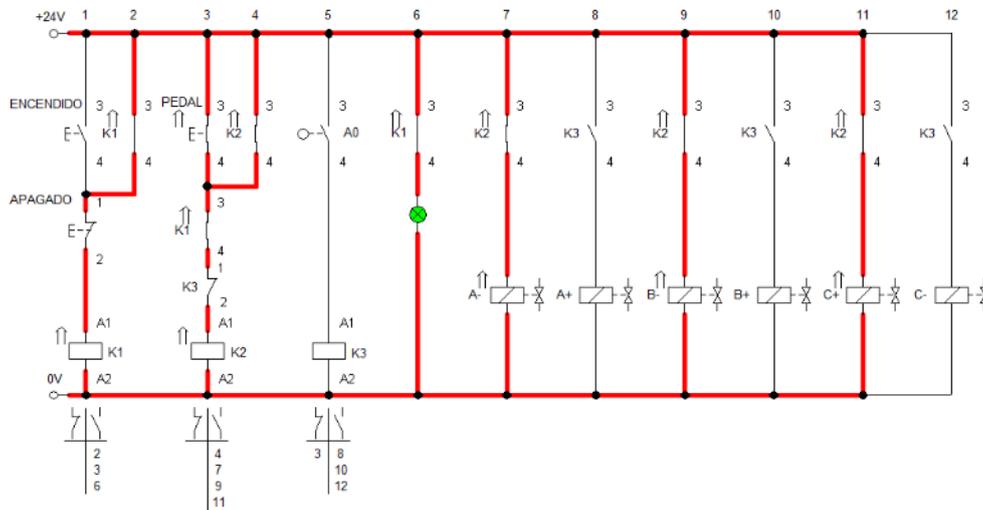


Figura 32. Diagrama de control con el botón tipo pedalera activado. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Para culminar la etapa de dosificado el sensor magnético A0 ubicado en el extremo del cilindro neumático principal detecta la posición del pistón y activa una nueva etapa, el cilindro neumático principal toma la posición 1 transmitiendo movimiento al pistón de la cámara de dosificación que impulsa la miel de abeja en su interior hacia la válvula rotativa, esta válvula regresa a su posición inicial mediante el avance del pistón del cilindro dos hacia la posición 1, (Figura 34), con estos pasos se alinea el flujo de la miel de abeja hacia la boquilla la cual también está abierta a causa del cilindro tres que ha tomado la posición 0.

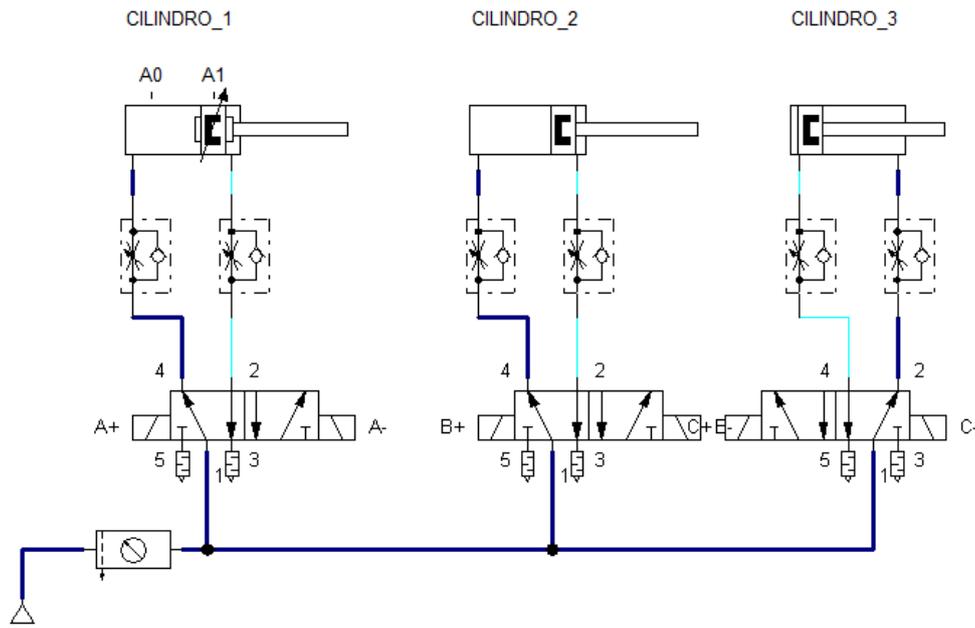


Figura 33. Diagrama de potencia con el botón tipo pedalera activado. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Con estos pasos se cumple el ciclo de envasado de miel de abeja, el cual es regulable variando la posición del sensor A0 para determinar la dosificación de la miel de abeja. Al activar nuevamente el pulsador se inicia todo el ciclo. Ver Figura 35.

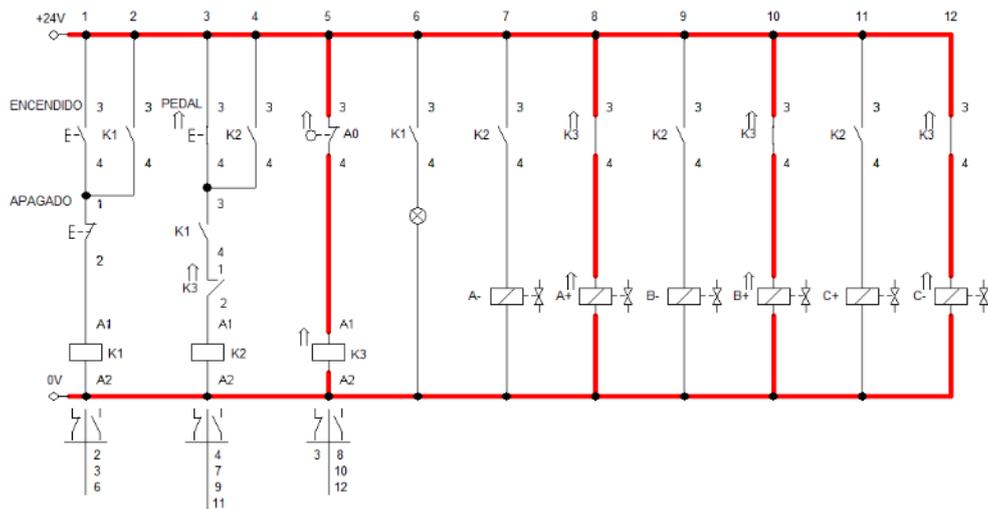


Figura 34. Diagrama de control con el botón tipo pedalera activado. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

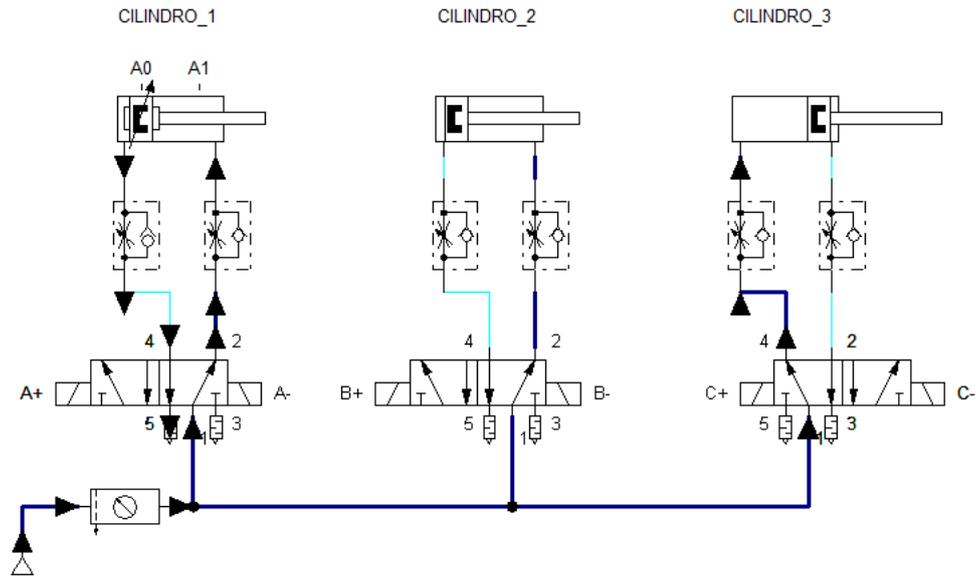


Figura 35. Diagrama de potencia con el botón tipo pedatera activado. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

3.12.- Resultados

Con el equipo terminado y realizadas las pruebas con la miel de abeja se han determinado los siguientes resultados:

- La capacidad de la tolva para la miel es de 28 litros.
- El cilindro dosificador puede manejar rangos de 250 mililitros hasta 510 mililitros.
- El tiempo de envasado de la miel de abeja desde el accionamiento mediante el pulsador de pedal es de 7 segundos en un envase de 350 mililitros. Este tiempo es medido desde el accionamiento del pedal hasta el retorno de la válvula rotativa a su posición de inicio, la cual queda lista para un nuevo ciclo.
- En una jornada continua la cantidad de 100 litros será envasada en 0,63 horas o 38 minutos.

3.12.1 Análisis de resultados

Para analizar los resultados del equipo se realizará un comparativo con el proceso manual que Asoprime realiza actualmente.

- La capacidad de almacenamiento de miel de abeja es mayor con el equipo semiautomático, pues el envase para el proceso manual es de 14 litros, lo que conlleva a llenados más seguidos.
- Con la máquina dosificadora se puede envasar cantidades exactas de miel de abeja sin importar el envase pues el dosificado se regula en el equipo, con las máquinas manuales están obligados a llenar los envases o marcarlos previo al envasado, también esto dependerá de la experiencia del operador.
- El tiempo de envasado de manera manual es de 11 segundos desde que se abre la válvula hasta su cierre.
- Los beneficios de ergonomía para el operador son amplios pues se evitará el movimiento repetitivo de abrir y cerrar la válvula, el equipo se acciona el funcionamiento con un pulsador para el pie.

CAPÍTULO IV

COSTOS

En este capítulo se realizará un análisis económico de la inversión monetaria realizada para determinar el aporte de dinero realizado en el diseño y construcción de la máquina dosificadora de miel de abeja, para eso es necesario considerar algunos parámetros importantes que se detallan a continuación.

4.1 Costos directos

En este estudio se toma en cuenta la inversión realizada en todos los materiales, mano de obra, equipos y maquinaria utilizados en la construcción de la máquina dosificadora de miel.

El análisis de los costos de la inversión se realizará agrupándolos de acuerdo a los subconjuntos principales que forman el equipo.

Los valores de costos de: horas hombre tercerizadas son suministrados por el taller metal mecánico donde se efectuó este servicio.

4.1.1 Costos de materia prima

En costos de materiales considerados como materia prima se considera la adquisición en dimensiones brutas que después serán transformadas en los elementos que formarán parte del equipo dosificador con sus medidas finales. El detalle de los materiales adquiridos se expone en la Tabla 8.

Tabla 8. Detalle de materia prima para la fabricación

Costo de materia prima para la fabricación							
Descripción	Cant.	Material	Long. (mm)	Anch o (mm)	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	Costo (USD)
Brida para pistón de cierre	1	INOX A304			3	55	7,00
Brida de la camisa	1	INOX A304			3	100	15,00
Manzana de la camisa	1	INOX A304	222		12.7	50.8	80,00
Carcasa de válvula rotativa	1	INOX A304	102		40	114.3	110,00

Continúa...

Continuación...						
Tolva	1	INOX A304	849	672	2	190,00
Brida de ingreso al dosificador		INOX A304			3	50 9,00
Buje de ingreso al dosificador	1	INOX A304	28			30 20,00
Buje del dosificador	1	INOX A304	57			30 35,00
Brida del dosificador	1	INOX A304			3	55 9,00
Interior válvula rotativa	1	INOX A304	188			101.6 140,00
Pin de separación	1	INOX A304	30			8 6,00
Pistón principal	1	DURALON	35			60 15,00
Pistón de la punta dosificadora	1	DURALON	16			25 8,00
Placa para actuador	1	INOX A304	90	30	6	5,00
Punta del dosificador	1	INOX A304	68			26 33,00
Rótula cilindro redondo	1	ALUMINIO	56			64 18,00
Soporte de la carcasa	1	ALUMINIO	30	28	3	22,00
Placa base del soporte	1	ALUMINIO	30	20	3	26,00
Soporte frontal para cilindro principal	1	ALUMINIO	120	96.5	12	60,00
Soporte inferior de la cámara	1	ALUMINIO	83	124	12	52,00
Soporte superior de la cámara	1	ALUMINIO	124	45	12	60,00
Soporte posterior cilindro principal	1	ALUMINIO	120	32	12	60,00
Soporte para cilindro redondo	2	INOX A304	58	20	6	5,00
Sub punta de dispensador	1	INOX A304	53			36 9,00
Tapa lateral de la válvula rotativa	2	INOX A304			10	65 28,00
Total						962,00

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Algunas funciones del equipo dosificador utilizan elementos neumáticos para su funcionamiento, la Tabla 9 detalla los costos de cada uno de estos.

La máquina dosificadora también tiene un sistema eléctrico y la inversión en estos materiales son detallados en la Tabla 10.

Tabla 9. Detalle de costos de los componentes neumáticos

Costo de componentes neumáticos			
Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Cilindro doble efecto \varnothing 25x320	1	120,00	120,00
Cilindro doble efecto \varnothing 12x160	1	50,00	50,00
Cilindro doble efecto \varnothing 10x82	1	20,00	20,00
Válvula 5/2 biestable	3	120,00	360,00
Sensor magnético de cilindro	2	15,00	30,00
Manguera neumática # 8	7 mts	1,50	10,50
Válvula reguladora de caudal 5/16 MPT	6	7,00	42,00
Silenciadores neumáticos 1/8	6	1,00	6,00
Unidad de mantenimiento $\frac{1}{4}$	1	130,00	130,00
Racor recto $\frac{1}{4}$ para manguera # 8	6	1,50	9,00
Racor codo $\frac{1}{4}$ para manguera # 8	6	1,90	11,40
Total			788,90

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Tabla 10. Detalle del costo de material eléctrico

Costo de material eléctrico			
Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Interruptor tipo pedal	1	20,00	20,00
Selector de dos posiciones	1	15,00	15,00
Porta fusibles	1	8,00	1,00
Fusible 10 Amp	1	1,00	1,00
Luz piloto verde	1	3,00	3,00
Cable flexible # 16	5 m	0,60	3,00
Cable concéntrico 3 x 12	4 m	3,00	12,00
Enchufe industrial 110 voltios	1	4,00	4,00
Terminales tipo horquilla	30	5,00	1,500
Total			60,50

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

El gasto incurrido total en la materia prima es la adición de todos los costos detallados anteriormente, costo de materia prima de fabricación, costo de elementos neumáticos, y costo de elementos eléctricos; en la Tabla 11 observamos el valor total de la materia prima.

Tabla 11. Costo total de la materia prima

Costo total de materia prima	
Descripción	Costo (USD)
Costo de materia prima para la fabricación	962,00
Costo de elementos neumáticos	788,90
Costo de material eléctrico	60,50
Total	1811,40

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.1.2 Costos por horas hombre.

Los costos de horas hombre se detallan en la Tabla 12. Esto se considera mediante el salario del trabajador, para Ecuador el salario básico unificado es de \$ 400 dólares, por eso se referencia el costo de horas hombre de 1,67 dólares /hora. La mano de obra de un técnico especialista se estima en 2,50 dólares la hora, obteniendo un sueldo de 600 mensuales.

Tabla 12. Detalle del costo de horas hombre

Trabajador	Salario/Hora	Horas empleadas	Costo (USD)
Mecánico industrial	2,50	70	175,00
Ayudante Mecánico	1,67	40	66,80
Electricista	2,50	8	20,00
Total			261,80

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.1.3 Costos por maquinaria y equipos utilizados

Para la fabricación de cada uno de los elementos que compone la máquina es necesario conocer que maquinarias se va a utilizar (torno, fresadora, soladora, etc) y conocer el

precio de cada hora que se utilizará en cada máquina (hora/máquina). Todo el detalle se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13. Detalles de costos de equipos utilizado

Hora máquina (USD)	
Máquina/herramienta	USD/Hora
Fresadora	15
Torno	12
Suelda TIG	25

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

La Tabla 14 detalla el costo de fabricación de todos los elementos de la máquina dosificadora.

Tabla 14. Detalle del costo de construcción

Costo de construcción					
Descripción	Cant	Fresadora (horas)	Torno (horas)	Suelda TIG	Costo (USD)
Tolva	1			0,25	6,25
Cilindro dosificador	1		0,30	0,25	9,85
Pistón cilindro dosificador	1		5,00		60,00
Soportes para cilindro dosificador	4	0,50		0,25	55,00
Soportes para cilindro neumático principal	2	0,50		0,25	27,50
Soporte para cilindro neumático secundario	1	0,50		0,25	13,75
Carcaza de válvula rotativa	1		3,00	2,00	86,00
Válvula rotativa	1		6,00		72,00
Tapas laterales de válvula rotativa	2	2,00	1,00		84,00
Cuerpo de dosificación	1		2,00		24,00
Boquilla de dosificadora	1		1,00	0,25	18,25
Embolo de punta dosificadora	1		0,5		6,00
Total					462,60

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.1.4 Costo de diseño

El costo por diseño se calcula en base al tiempo total invertido en calcular y dimensionar cada uno de los componentes que contiene la máquina dosificadora de miel.

Se detallan en la Tabla 15 los costos de diseño.

Tabla 15. Costo de diseño

Horas trabajadas en el diseño	Costo por cada hora (USD)
40	8,00
Total	320,00

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.1.5 Costos directos

Es la suma de todos los costos directos y se proyecta en la Tabla 16

Tabla 16. Detalle de costos

DESCRIPCIÓN	VALOR (USD)
Costos de materia prima, componentes neumáticos y mecánicos.	1811,40
Costos por horas hombre.	261,80
Costos por uso de maquinaria - herramientas.	462,60
Costo de diseño	320,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS	2855,84

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.2 Costos indirectos

Se considera como costos indirectos aquellos costos que no se toman en cuenta directamente en el proceso de construcción del producto, estos son imprescindibles para la ejecución del proyecto. Para la fabricación del equipo dosificador de miel se tienen costos indirectos consumibles y costos no recuperables.

4.2.1 Costo de elementos consumibles

Como costo de elementos no consumibles se tiene a todos los elementos destinados a una transformación que no se puede identificar en el producto terminado, en la Tabla 17 se

detalla cada uno de estos elementos consumidos en la fabricación de la maquina dosificadora.

Tabla 17. Detalle de costos consumibles

Costo de elementos consumibles			
Detalle	Cantidad utilizada	Valor unitario(USD)	Total (USD)
Electrodo ER308 L	3	30,00	90,00
Lijas para rototool	14	0,45	6,30
Total			96,30

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.2.2 Costo no recuperables

Dentro de los costos no recuperables se tenemos el uso de herramientas o accesorios esenciales para el maquinado de los elementos y componentes del equipo dosificador, en la Tabla 18 se especifican estos gastos.

Tabla 18. Detalle de costo no recuperables

Costos no recuperables			
Detalle	Hora de trabajo	Valor hora (USD)	Total (USD)
Taladro pedestal	2	3,50	7,00
Taladro de mano	6	3,50	21,00
Cizalla	1	2,00	2,00
Esmeril	10	1,00	10,00
Amoladora	10	0,90	9,00
Varoladora	1	3,50	3,50
Total			52,50

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.3 Costo total de construcción

Para establecer el costo completo de fabricación de la máquina dosificadora de miel, se debe realizar la suma de todos los gastos efectuados. En la Tabla 19 se desglosan los egresos y el valor total de construcción.

Tabla 19. Detalle de costos totales de fabricación

Costo total de fabricación.	
Detalle	Costo USD
Costos de materia prima	1811,40
Costos por mano de obra	261,80
Costos por maquinaria y equipos utilizados	462,60
Costo de diseño	320,00
Costo de elementos consumibles.	96,30
Costos no recuperables	52,50
TOTAL	3004,60

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.5 Análisis económicos del proyecto

Para determinar la rentabilidad del proyecto se requiere realizar un análisis económico donde se detalle las inversiones iniciales y las ganancias anuales en la implementación de este equipo, hay que considerar la depreciación que tienen este tipo de maquinarias, se considera un equipo industrial, para este caso la depreciación es del 10% anual por 10 años. Esto significa que el valor de la máquina decae al pasar de los años.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo total del equipo}}{\text{Años de vida útil}}$$

$$\text{Depreciación anual} = \frac{3004,60 \text{ Dólares}}{10 \text{ Años}}$$

$$\text{Depreciación anual} = 300,46 \text{ Dólares/año}$$

A más de considerar la depreciación también hay que tomar en cuenta otros parámetros como los gastos de producción, costos de horas hombre, la máquina será utilizada por una sola persona por lo que se puede estimar un gasto mensual, así como también el gasto de servicios básicos y los costos por mantenimiento que se realizará de manera periódica para garantizar el buen funcionamiento y alargar la vida útil, todos estos gastos se considera como egresos.

4.6 Ingresos mensuales

La producción de la miel de abeja actualmente en la asociación Asoprime es de 1400 frascos de 350 gr a un precio de 3,50 USD cada uno, este precio es al por mayor ya que la asociación trabaja con locales del Tia a nivel nacional, generando un ingreso mensual de 4900 USD.

Con la puesta en funcionamiento de la dosificadora de miel se estima un incremento en la producción de 2100 frascos mensuales lo que da como resultado 7350 USD esto representa un incremento del 50%. Este proceso de producción permite evaluar la viabilidad del proyecto, es decir se puede analizar los indicadores financieros como es valor actual neto (VAN) que se tiene anualmente y la tasa interna de retorno (TIR)

4.6.1 Flujo neto efectivo

Para obtener el flujo neto de efectivo se analiza el flujo de dinero en un periodo de tiempo aplicando una tasa de interés, como se observa en la Tabla 20

Tabla 20. Egresos mensuales

Detalle	Cant.	Valor USD	Total USD
Miel de abeja	500 lts	6,50	3500,00
Servicios básicos	1	35,00	35,00
Etiquetas	1600	0,10	160,00
Envases	1600	0,50	800,00
Extras	100	1,00	100,00
TOTAL			4595,00

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

La Tabla 21 describe los movimientos mensuales de efectivo es decir ingresos y gastos realizados por Asoprime.

En la Tabla 22 se observa la proyección de ingresos y egresos que Asoprime espera ganar en diez años, esto ayuda a determinar la viabilidad de la asociación y si las tendencias están en ganancias o pérdidas.

Tabla 21. Flujo neto de efectivo mensual

Mes	Ingreso mensual USD	Egreso mensual USD	Depreciación mensual USD	Flujo neto de efectivo mensual USD
0				-3004,60
1	4900	4595	25,04	279,96
2	4900	4595	25,04	279,96
3	4900	4595	25,04	279,96
4	4900	4595	25,04	279,96

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Tabla 22. Flujo neto de efectivo

Proyección de ingresos \$		Proyección de egresos \$		Depreciación anual \$	Flujo neto de efectivo anual \$	
Año	Ingreso mensual \$	Ingreso Anual \$	Egreso mensual \$	Egreso anual \$		
0					-3004,60	
1	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
2	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
3	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
4	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
5	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
6	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
7	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
8	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
9	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52
10	4900	19600	4595	18380	300,48	919,52

Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

4.7 Indicadores VAN y TIR

4.7.1 Valor Actual Neto (VAN)

“El VAN es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión” [31]

El valor actual neto es la manera más conocida y el más aceptada “Mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, se calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer período de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero” [31]

La tasa mínima que se acepta de rendimiento (TMAR) es un factor importante que se debe determinar, esta sirve para obtener el VAN.

$$VAN = \frac{f_1}{(1+i)^{n1}} + \frac{f_2}{(1+i)^{n2}} + \frac{f_3}{(1+i)^{n3}} + \frac{f_4}{(1+i)^{n4}} \dots \dots \dots \frac{f_k}{(1+i)^{nk}} - I_0$$

Donde:

f: circulación de efectivo de cada periodo

i: interés

n: número de periodo

I_0 : valor del primer desembolso de la inversión

$$VAN = 1293,57$$

4.7.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Es una tasa de descuento que se utiliza para igualar al VAN a cero.

Es conocida como tasa interna de retorno porque asume que el dinero que se gana año tras año se reinvierte de forma total. Es decir, hace referencia a la tasa de rendimiento producida en su totalidad dentro de la compañía por medio de la inversión. [32]

Si $TIR >$ a tasa de descuento (r) = El proyecto se califica como factible.

Si $TIR <$ a tasa de descuento (r) = El proyecto se califica como no factible.

$$VAN = \frac{f_1}{(1+TIR)^{n1}} + \frac{f_2}{(1+TIR)^{n2}} + \frac{f_3}{(1+TIR)^{n3}} \dots \dots \dots \frac{f_k}{(1+TIR)^{nk}} - I_0$$

Donde:

f: circulación de efectivo de cada periodo

n: número de periodo

I_0 : valor inicial del desembolso de la inversión

$$TIR = 29\%$$

4.8 Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

El (TMAR) o tasa menor aceptable de rendimiento, es un porcentaje que generalmente prescribe la persona que va a invertir en el negocio. Esta tasa se usa como referencia para determinar si el proyecto generara réditos o no.

La tasa se determina de forma porcentual y se calcula con la siguiente fórmula.

$$TMAR = Tasa\ de\ inflación + riesgo\ de\ la\ inversión$$

Donde:

Tasa de inflación= Este valor se consigue a través de los registros del INEC, se expresa de manera porcentual (-0.07%). [33]

Riesgo de la inversión= Equivale a un porcentaje de ganancia que obtendrá el inversor por invertir en el proyecto, se determina con base en estudios de mercado y se expresa de forma porcentual.

Para este caso se considera un riesgo de 5% al no tener una fuerte competencia. [34]

$$TMAR = -0,07\% + 5\%$$

$$TMAR = 4,93\%$$

El TMAR es superior a la inflación, esto quiere decir que el proyecto es muy viable, por lo tanto, cualquier rendimiento mayor al de la TMAR es bueno.

4.9 Payback o plazo de recuperación

$$\text{PayBack Period} = \frac{\text{Costo de inversión}}{\text{ingreso generado}}$$

$$\text{PayBack Period} = \frac{3004,60}{919,52}$$

$$\text{PayBack Period} = 3,3$$

$$\text{PayBack Period} = 3 \text{ años y } 3 \text{ meses}$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Una vez terminado el presente proyecto “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE MIEL DE ABEJA CON CAPACIDAD DE 100 L/H, PARA LA ASOCIACIÓN DE APICULTORES ASOPRAME UBICADA EN LA PARROQUIA TABACUANDO CANTÓN PEDRO MONCAYO” se presentan las conclusiones siguientes.

- El equipo dosificador de miel cumple con todos los parámetros establecidos de manera satisfactoria, esto garantiza su correcto funcionamiento.

- Para la elaboración de todos los componentes de la máquina se seleccionó materiales que existe en el mercado nacional, favoreciendo el costo a la asociación que realizan su envasado de manera artesanal.

- El diseño de la máquina dispensadora de miel de abeja fue realizado para que en un ciclo sea capaz de envasar 500 gr de miel, esto reduce el tiempo de producción cuando la línea cambia el tipo de pedido de 350 gr a 500 gr.

- La complejidad de operación es de un nivel básico pues solo cuenta con botón de encendido e interruptor de envasado, con esto todos los socios de Asoprime pueden participar de manera activa en el uso del equipo.

- El equipo presenta la posibilidad de ser automatizado completamente, así los ciclos serán continuos y no dependerán del accionamiento del interruptor tipo pedal, esto es decisión de Asoprime pues con un sistema automático la concentración del operador debe ser mayor para no tener problemas en el envasado.

5.2 Recomendaciones

- La miel al ser un producto natural y de consumo humano razón por la cual el manejo y manipulación de la misma es de gran importancia por lo que se recomienda en el proceso de envasado debe contemplarse un estándar de higiene que debe darse con la utilización de materiales adecuados que entren en contacto con la miel.
- Revisar periódicamente la unidad de mantenimiento, ya que este purifica el aire comprimido, regula la presión y lubrica con una fina capa los cilindros neumáticos.
- Se recomienda la construcción de una banda transportadora de alimentación y descarga de envases, esto con el fin de agilizar el proceso.
- La limpieza del equipo es un factor muy importante, la mayor parte de sus componentes está construido en acero inoxidable, por lo cual una vez terminada la jornada laboral se recomienda limpiar todo el mecanismo de dosificación con detergentes avalados para alimentos.
- Al momento de realizar el mantenimiento de los elementos neumáticos se recomienda expulsar todo el aire presurizado del sistema para evitar cualquier tipo de accidentes.
- Para asegurar la vida útil del equipo se recomienda un mantenimiento periódico con personal capacitado y así poder verificar si existe algún tipo de daño para ser reparadas o reemplazadas.

Referencias

- [1] L. Laroze, L. Porras y G. Fuster, «Conceptos y Magnitudes en Física,» Sello editorial USM, Chile, 2013.
- [2] C. Solís Santos, «Ensayos el concepto de máquina,» *Asclepio*, vol. I, n° 1, p. 181, 1995.
- [3] M. Moreno, «MICRO automatización,» 5 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://ar.microautomacion.com/es/que-es-un-cilindro-neumatico/>. [Último acceso: 24 Mayo 2020].
- [4] M. Gómez Vásquez, «Valor presente de maquinaria usada que exceda la vida útil y elaboración de base de datos de los distintos tipos de maquinarias,» Caracas, 2003.
- [5] P. C. Altamirano Troya, «UCE,» MARzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10222>. [Último acceso: 10 Diciembre 2019].
- [6] INEN, «Norma Técnica Ecuatoriana,» 23 Octubre 2016. [En línea]. Available: https://181.112.149.204/buzon/normas/n-te_inen_1572-1.pdf. [Último acceso: 04 Noviembre 2019].
- [7] S. Beatriz, «La miel, Propiedades, Composición y análisis físico Químico,» *Apimondia*, pp. 35-37, 2010.
- [8] L. Suescún y P. Vit, «Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario,» *Fuerza farmacéutica*, vol. 1, n° 12, pp. 12-13, 2008.
- [9] D. Heldman y P. Singh, *Introducción a la ingeniería de alimentos*, Zaragoza: Acribia Editorial, 2009.
- [10] J. Prost, *Conocimiento de la abeja, Manejo de la colmena*, Madrid: Mundi-Prensa, 2007.
- [11] M. Ibarra, E. Nuñez y J. Huerta, «Manual aceros inoxidables,» 2M Impresores Ltda, Chile, 2010.
- [12] «Reliance Foundry,» 25 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.reliance-foundry.com/blog/acero-inoxidable-304-vs-316-es#gref>. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].
- [13] E. N. Dominguez, «Empresas Carbón,» 25 Enero 2015. [En línea]. Available: <https://www.empresascarbon.com/>. [Último acceso: 1 Mayo 2020].
- [14] «General de aceros,» 28 Marzo 2017. [En línea]. Available: www.cga.com.co. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].

- [15] A. Creus Solé, de *Neumática e Hidráulica*, Barcelona, carcombo, 2011, pp. 01-02.
- [16] P. Carrera, «Hidraulica & Neumática,» 5 Febrero 2019. [En línea]. Available: <http://www.hnsa.com.co/unidades-de-mantenimiento-fri/>. [Último acceso: 15 Febrero 2020].
- [17] C. Renedo, «Automatizacion industrial,» 9 Septiembre 2010. [En línea]. Available: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/valvulas-de-flujo-caudal.html>. [Último acceso: 15 Febrero 2020].
- [18] O. E. Arias Osorio, «Control de sistemas de Posicionamiento Neumático,» Pereira, 2016.
- [19] L. S. Tapia Sánchez, «Actuadores Neumáticos,» 1 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.eadic.com/que-funcion-cumplen-los-actuadores-neumaticos/>. [Último acceso: 16 Febrero 2020].
- [20] C. A. Brito Rueda, «Diseño y simulación de un transportador semi-automático para crema de tomate,» 10 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13381>. [Último acceso: 15 Diciembre 2019].
- [21] Motovario, «Motovario Heart of Motion,» Teco Group Company, 2010. [En línea]. Available: <https://www.motovario.com/spa/solutions/bombas-peristalticas>. [Último acceso: 10 Febrero 2020].
- [22] «Verderflex,» Verder International B. V, 10 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.verderflex.com/es/como-funcionan-las-bombas-peristalticas-de-dosificacion/>. [Último acceso: 16 Febrero 2020].
- [23] R. Budynas y K. Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica de Shyglye*, México D.F: McGraw-Hill, 2008.
- [24] R. Luque Luceno, C. Rodríguez Bohoyo y I. Aymá Garcia, *Manual de Cálculos*, Barcelona, 2016.
- [25] R. Mott, *Diseño de elementos de Máquinas*, México D.F: Pearson Educación, 2006.
- [26] UGR, «Diseño del sistema de tuberías y cálculos de las bombas,» 6 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://www.ugr.es/~aulavirtualpfciq/descargas/documentos/BOMBAS%20Y>. [Último acceso: 20 Febrero 2020].
- [27] R. L. Mott, *Mecánica de fluidos aplicada*, México: Prentice-Hall Hispanoamerica, 1996.
- [28] S. Millan, *Cálculo y diseño de circuitos en aplicaciones neumáticas*, Barcelona: Marcombo, S.A, 1998.

- [29] Y. Cengel y J. Cimbala, *Mecánica de Fluidos. Fundamentos y Aplicaciones*, Mexico: McGRAW-HILL, 2012.
- [30] M. A. Molina Zamudio, «Dipac Productos de acero,» 5 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.dipacmanta.com/tubo-cedula-40>. [Último acceso: 17 Agosto 2020].
- [31] M. Córdoba Padilla, *Formulación y Evaluación de Proyevtos*, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2011.
- [32] M. Rengel, «Economipedia,» 23 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- [33] INEC, «Instituto Nacional de estadisitica y Censos,» 15 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=tasa+de+inflaci%C3%B3n>. [Último acceso: 13 MAyo 2020].
- [34] S. Nassir, *Preparación y Evaluación de Proyectos*, México D.F: Mcgraw hill, 2008.
- [35] L. Laroze, N. Porras y G. Fuster, «Concepto y MAgnitudes en Física,» 2012.

ANEXOS

Anexo 1: MANUAL DEL USUARIO

Máquina dosificadora de miel con capacidad de 100L/H



Este equipo ha sido diseñado para dosificar, llenar y envasar la miel des-cristalizada.

Seguridad eléctrica

- a) Asegúrese que el voltaje está adecuado al de la fuente de alimentación.
- b) Revisar el estado del cable periódicamente. Si el cable está dañado debe ser reparado por personal capacitado para esta tarea y así evitar accidentes. No use la máquina si el cable se encuentra dañado.
- c) Poner mucho cuidado cuando esté conectando la máquina.
- d) NO tirar del cable. Mantener el cable alejado de zonas de calor, bordes afilados y asegurarse que se encuentra en buenas condiciones.

Uso seguro

- a) La máquina no está diseñada para ser usado por personas que no tienen experiencia o conocimiento del uso y de las condiciones de seguridad del mismo.
- b) Mantener alejado a los niños.
- c) En caso de alguna avería y para evitar peligros debe ser reparada por una persona calificada o autorizada.
- d) No realizar ninguna reparación de alguna avería mientras el aparato este enchufado.
- e) No colocar cerca de materiales inflamables.

- f) Todos los componentes de la dosificadora deben estar bien ajustadas para evitar fugas de miel o de aire.
- g) El uso de la máquina debe ser en un espacio interior. No está diseñada para el uso en exteriores.
- h) Tener mucho cuidado que no caiga ningún objeto externo durante la operación, ya que podría dañar alguna de las partes.
- i) La miel destinada a ser envasada debe ser pre calentada a 30°C
- j) Antes de utilizar, llenar la dosificadora con miel

Para el correcto funcionamiento de la máquina dosificadora se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Conectar la máquina a la fuente de energía.
2. Verificar que el compresor tenga aire comprimido en su depósito.
3. Conectar el aire comprimido a la unidad de mantenimiento.
4. Verificar que todas las abrazaderas clamp se encuentren correctamente ajustadas.
5. Encender la máquina para observar su correcto funcionamiento sin presentar ruidos extraños.
6. Colocar la miel en la tolva de almacenamiento teniendo en cuenta que la capacidad es de 28kg.
7. Pulsar el pedal de accionamiento para empezar a dosificar.
8. Empezar a dosificar parcialmente hasta que todo el sistema se llene con miel.
9. Calibrar la carrera del cilindro dosificador a 350gr o 500gr según la producción que se vaya a realizar.
10. Verificar que la miel tenga la temperatura adecuada, no debe pasar de 30°C, para un dosificado óptimo y exacto y para que la miel no pierda sus propiedades naturales.
11. Una vez finalizada la jornada de trabajo vaciar el equipo calibrando la carrera del cilindro al máximo para sacar toda la miel que se encuentra dentro del equipo.

Datos técnicos.

Voltaje	110 V
Potencia	20W
Presión de aire	0.4-0.6 MPA
Rango de llenado	50gr a 500gr
Precisión de llenado	+/-1gr

Anexo 2: PLAN DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento diario

Previo a realizar la operación del equipo es necesario verificar que las fuentes de alimentación de aire y energía eléctrica sean las adecuadas según el manual de usuario. Se debe verificar que las mangueras de aire de los tres cilindros estén conectadas y no presenten anomalías.

Después del uso del equipo se tiene que realizar el siguiente proceso para la limpieza:

- Sacar toda la miel mediante el accionamiento del pedal.
- Llevar los sensores de dosificación a los extremos del cilindro para cubrir todo el espacio del almacenamiento del dosificador.
- Introducir 8 litros de agua a temperatura de 30°C y accionar el equipo hasta que el agua salga transparente del equipo.
- Limpiar todas las superficies del equipo con elementos adecuados para acero inoxidable, utilizar productos adecuados para equipos de grado alimenticio, se recomienda una mezcla de agua, jabón líquido y vinagre para este proceso.

Mantenimiento trimestral

En caso de que el equipo no se use de manera diaria o su uso sea periódico, luego de cada uso se recomienda seguir los pasos del mantenimiento diario integrando los siguientes puntos.

- Al finalizar la limpieza del equipo es recomendable cubrir la máquina para evitar que el polvo ingrese a los elementos móviles y de manera especial proteger la tolva.
- Verificar el nivel del aceite en el FRL.
- Purgar el secador del FRL.

Mantenimiento anual

- El mantenimiento anual debe ser realizado por personal técnico calificado.
- Revisar acoples rápidos y mangueras de aire.
- Desmontar válvula rotativa y verificar desgaste.
- Desarmar cilindros neumáticos para mantenimiento.
- Verificar estado de pistón de cilindro dosificador de miel de abeja.

- Cambiar empaques de clamps.
- Realizar mantenimiento de componentes eléctricos y reajuste de borneras.

Anexo 3: Informe del análisis físico químico de la miel multiflora



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-15-11-19-04609
ORDEN DE TRABAJO No. 19-5462

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: TERRAFERTIL S.A.		DIRECCIÓN: PRINCIPAL S-N Y VÍA A LAGUNA DE MOJANDA	
TELÉFONO/FAX: 3815558	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: PLANTA	
IDENTIFICACIÓN: MIEL DE ABEJA MULTIFLORA		CODIGO INICIAL: M2 - PROVEEDOR: ASOPRAMG - LOTE INTERNO: 17953	

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/11/2019	
FECHA DE ANÁLISIS: 08-15/11/2019	FECHA DE ENTREGA: 15/11/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 19-18554		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	⁽¹⁾ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (I=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AZÚCARES TOTALES	%	72,6	-	N.A.	HPLC
2	FRUCTOSA	%	37,1	Mín. 65	N.A.	
3	GLUCOSA	%	33,2		N.A.	
4	LACTOSA	%	<0,1	-	N.A.	
5	SACAROSA	%	2,3	Máx. 5	N.A.	

N.A.: No Aplica

⁽¹⁾ Valores de referencia tomados de Norma INEN 1572:2016 Miel de abejas. Requisitos

NOTA: DE ACUERDO A LOS ENSAYOS REALIZADOS, LA MUESTRA REMITIDA CUMPLE CON LA NORMA INEN 1572: 2016 MIEL DE ABEJAS

Dr. Marco Guíjarro Ruales.
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.

Los criterios de conformidad serán emitidos teniendo en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja 085-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Fuente: Laboratorio LASA

Anexo 4: Informe del análisis físico químico de la miel tropical



6 Nov

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-15-11-19-04608
ORDEN DE TRABAJO No. 19-5462

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: TERRAFERTIL S.A.	DIRECCIÓN: PRINCIPAL S-N Y VÍA A LAGUNA DE MOJANDA	
TELÉFONO/FAX: 3815558	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: PLANTA
IDENTIFICACIÓN: MIEL DE ABEJA TROPICAL	CODIGO INICIAL: MI -	PROVEEDOR: ASOPRAMIG -
	LOTE INTERNO: 17953	- 9

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/11/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 08-15/11/2019	FECHA DE ENTREGA: 15/11/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 19-18553	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	(1) VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AZÚCARES TOTALES	%	72,2	-	N.A.	HPLC
2	FRUCTOSA	%	35,4	Mín. 65	N.A.	
3	GLUCOSA	%	33,0		N.A.	
4	LACTOSA	%	<0,1	-	N.A.	
5	SACAROSA	%	3,8	Máx. 5	N.A.	

N.A.: No Aplica

(1) Valores de referencia tomados de Norma INEN 1572:2016 Miel de abejas. Requisitos

NOTA: DE ACUERDO A LOS ENSAYOS REALIZADOS, LA MUESTRA REMITIDA CUMPLE CON LA NORMA INEN 1572: 2016 MIEL DE ABEJAS

(P) 
Dr. Marco Guizarro Ruales.
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.
Los criterios de conformidad serán emitidos teniendo en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469-814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador



Fuente: Laboratorio LASA

Anexo 5: Fichas técnicas del acero inoxidable



FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300		
		Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno	
DESIGNACIÓN	TIPO AISI	304	316	
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10,5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*	
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD) (g/cm ³)	7.9	7.95 - 7.98	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193,000	193,000	
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C (W/m K)	15 / 16	15 / 16	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C (x 10 ⁶ C ⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5	
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	INTERVALO DE FUSIÓN (C)	13981454	13711398	
	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO 1.008	AMAGNÉTICO 1.008	
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	130150 / 180330	130185 / -	
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	7088 / 1035	7085 / -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm (N/mm ²)	520 - 720 / 540 - 750	540690 / -	
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (N/mm ²)	210 / 230	205410 / -	
	ELONGACIÓN (A ₅) MIN (%)	≥ 45		
	RESILIENCIA KCUL / KVL (J/cm ²)	160 / 180	160 / 180	
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	125 / 97 / 93	140 / 125 / 105
		RP(1) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	147 / 127 / 107	166 / 147 / 127
	LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C σ _{1/10⁶t} (N/mm ²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5	
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO	ENFR. RÁPIDO	ENFR. RÁPIDO	
	RECOCIDO INDUSTRIAL (OC)	10081120	10081120	
	TEMPLADO	NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE	
OTRAS PROPIEDADES	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL (C)	1200 / 925	1200 / 925	
	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE	925 / 840	925 / 840	
	SOLDABILIDAD	MUY BUENA	MUY BUENA	
OTRAS PROPIEDADES	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112	45%	45%	
	EMBUTICIÓN	MUY BUENA	BUENA	

* Son aceptables tolerancias de un 1%

Fuente: Internet

RECOMENDACIONES PARA TRABAJAR ACERO AISI 304 Y 316

TRATAMIENTO TÉRMICO

Trabajo en caliente (°C)	Enfriamiento	Tratamiento térmico (°C)	Enfriamiento	Estructura
1150 – 850	Aire	1000 – 1100	Agua, aire forzado	Austenítica con un contenido menor de ferrita

RECOMENDACIONES SOBRE MECANIZADO

Los parámetros de corte que se encuentran a continuación deben ser considerados como valores guía. Estos valores deberán adaptarse a las condiciones locales

Taladro con broca HSS

Diámetro	20	30	40
Velocidad de corte (vc) m/min	200	200	200
Avance (f) mm/r	0.01	0.12	0.15

Torneado

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte (vc) m/min	170 – 145	160 – 210	25 – 45
Avance (f) mm/r	0.2 – 0.4	0.1 – 0.2	0.1 – 0.5
Profundidad de corte (ap) mm.	1 – 4	0.5 – 1	0.5 -3
Mecanizado grupo ISO	M20 – M30	M10	-

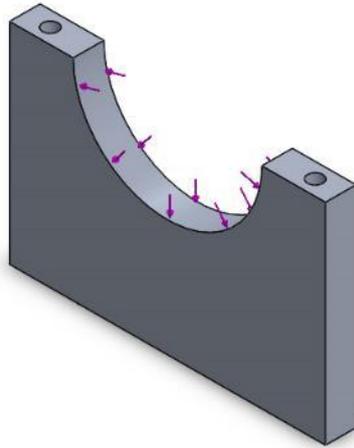
Fresado con metal duro

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado fino
Velocidad de corte (vc) m/min	60 – 120	100 – 155
Avance (f) mm/r	0.2 – 0.3	0.2
Profundidad de corte (ap) mm.	≤ 4	≤ 0.6
Mecanizado grupo ISO	M20 – M30	M10

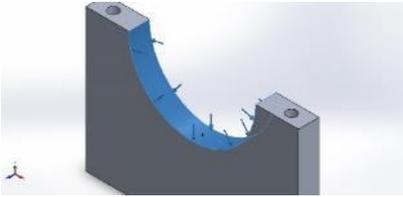
Fuente: Internet

ANEXO 6: SIMULACIÓN DE COMPONENTES

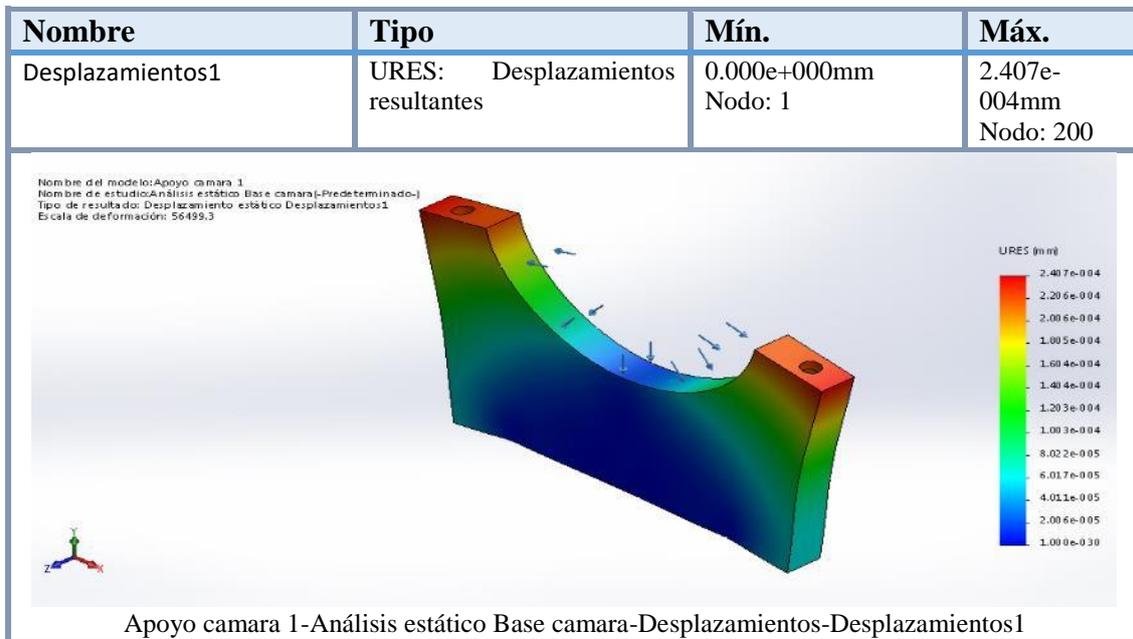
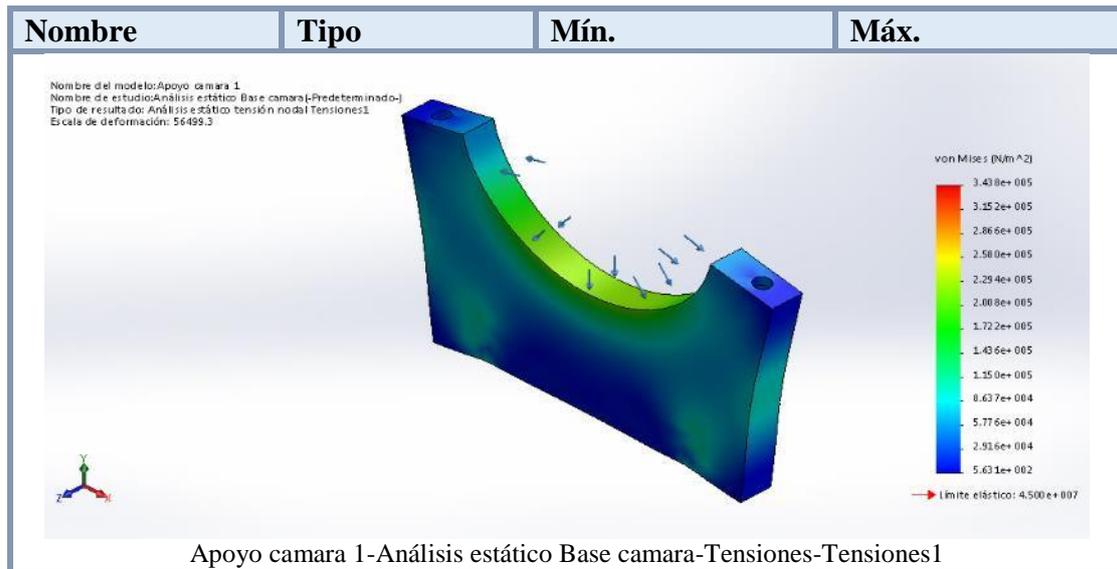
1. APOYO CÁMARA



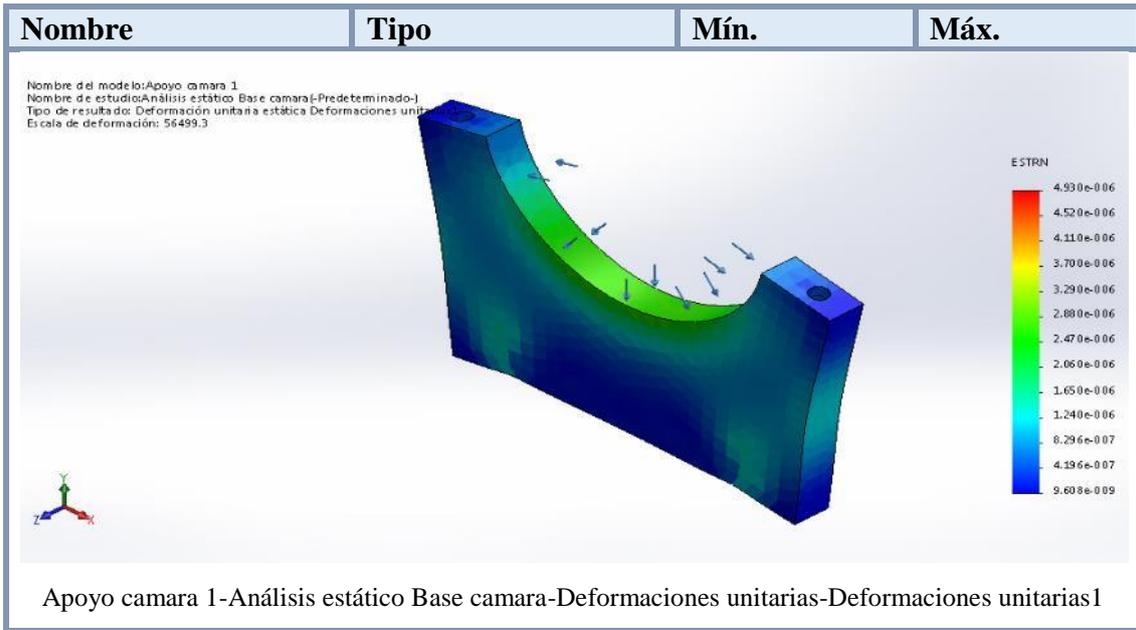
Apoyo Cámara. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 8 kgf

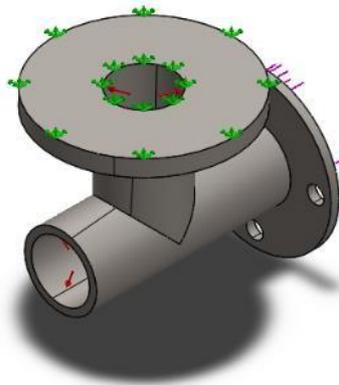
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	5.631e+002N/m ² Nodo: 214	3.438e+005N/m ² Nodo: 12310



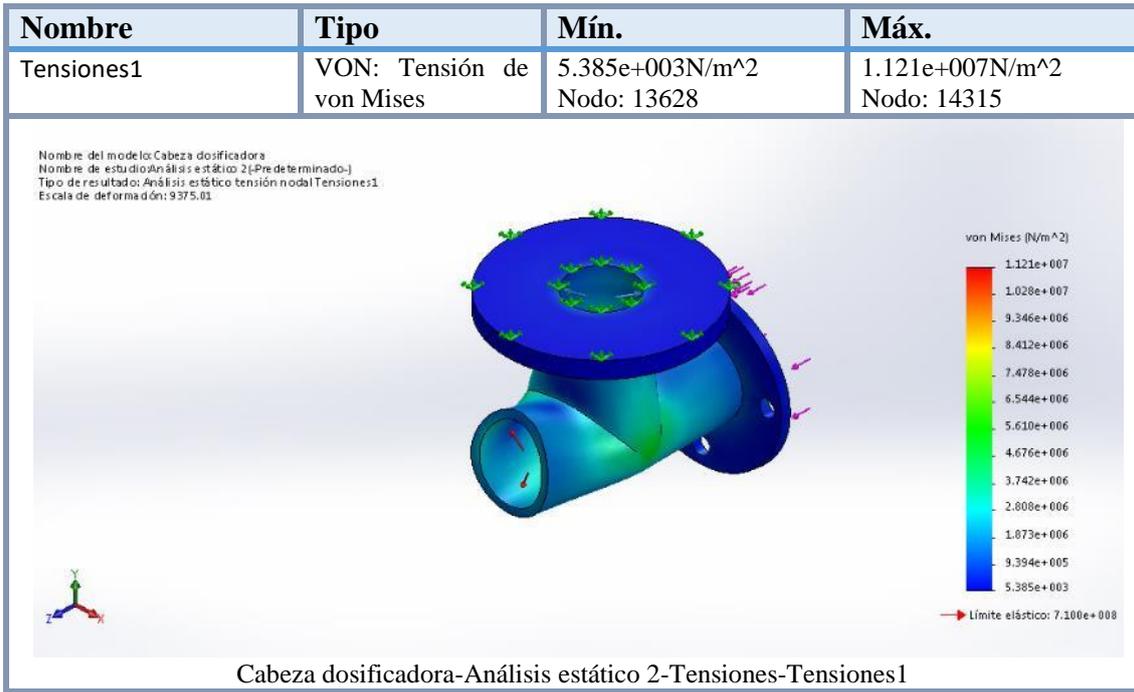
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	9.608e-009 Elemento: 2861	4.930e-006 Elemento: 7406



2.- CABEZA DOSIFICADORA



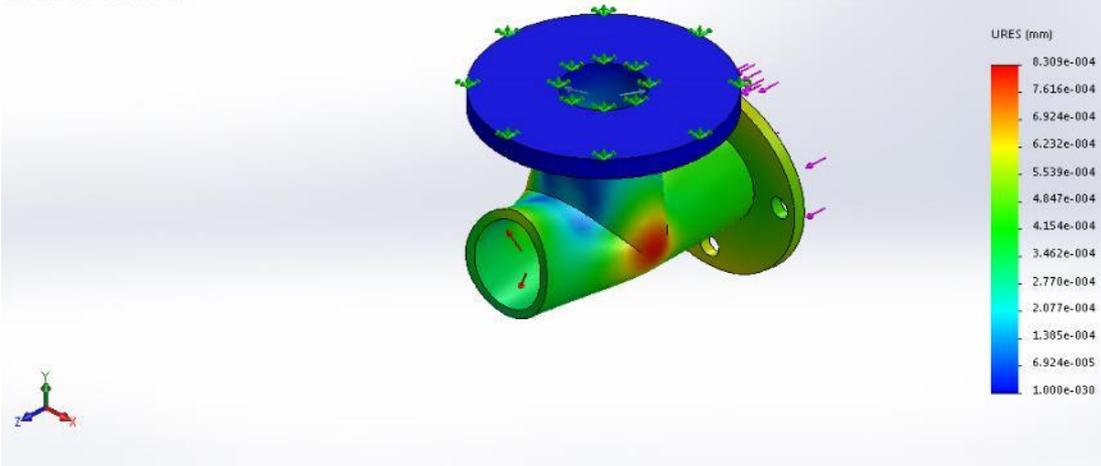
Cabeza Dosificadora. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades: Tipo: Valor:	1 cara(s) Aplicar fuerza normal 2 kgf
Presión-1		Entidades: Tipo: Valor: Unidades: Ángulo de fase: Unidades:	1 cara(s) Normal a cara seleccionada 60 psi 0 deg
Presión-2		Entidades: Tipo: Valor: Unidades: Ángulo de fase: Unidades:	1 cara(s) Normal a cara seleccionada 60 psi 0 deg

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 57	8.309e-004mm Nodo: 94

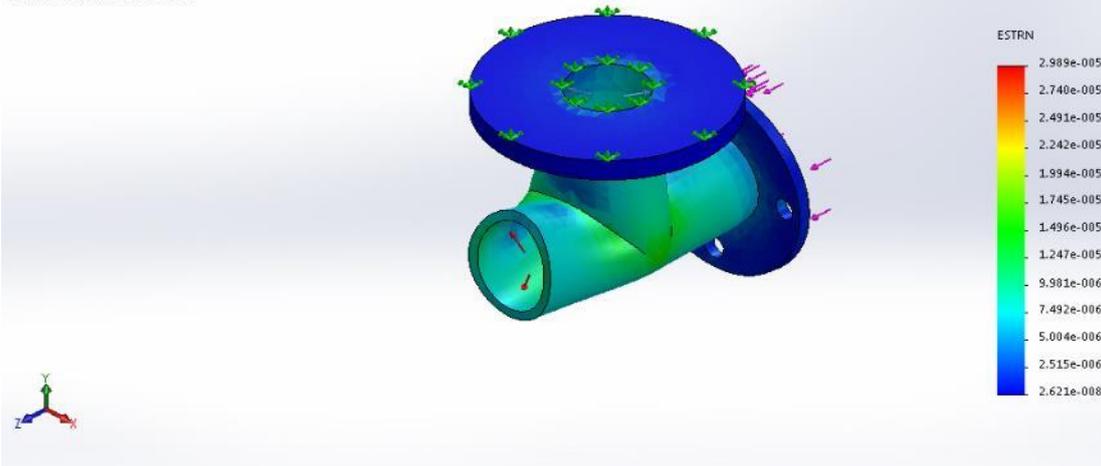
Nombre del modelo: Cabeza dosificadora
Nombre de estudio: Análisis estático 2-[Predefinido-]
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 9375.01



Cabeza dosificadora-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

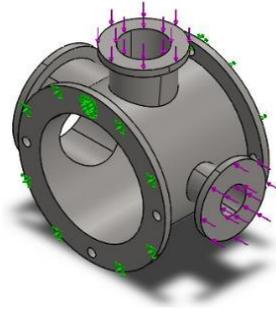
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.621e-008 Elemento: 7576	2.989e-005 Elemento: 7251

Nombre del modelo: Cabeza dosificadora
Nombre de estudio: Análisis estático 2-[Predefinido-]
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 9375.01



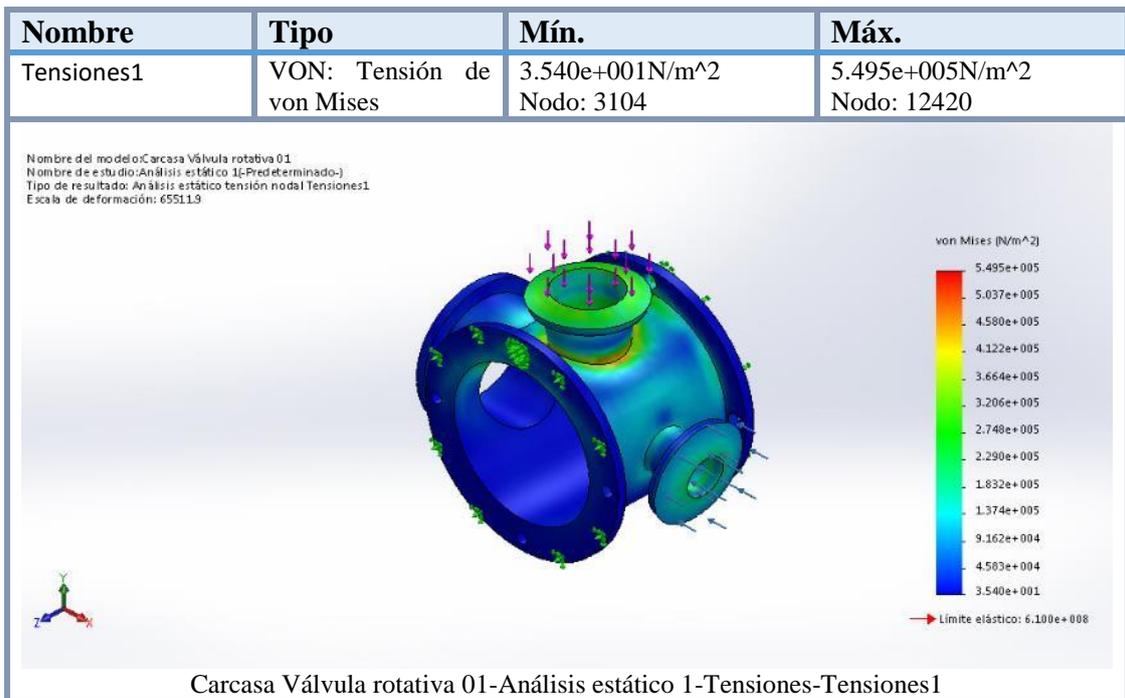
Cabeza dosificadora-Análisis estático 2-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

3.- CARCASA VÁLVULA ROTATIVA



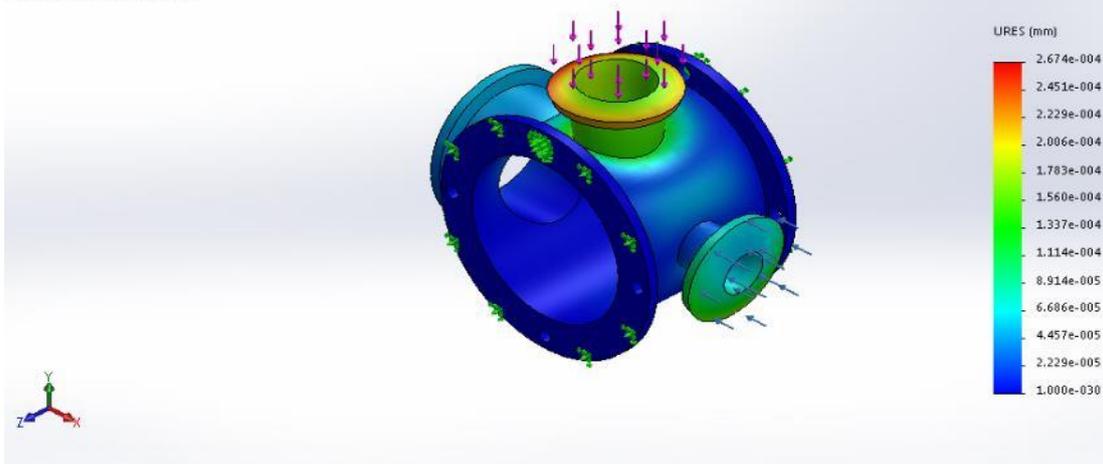
Carcasa Válvula rotativa. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 12 kgf
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 2 kgf



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 169	2.674e-004mm Nodo: 4555

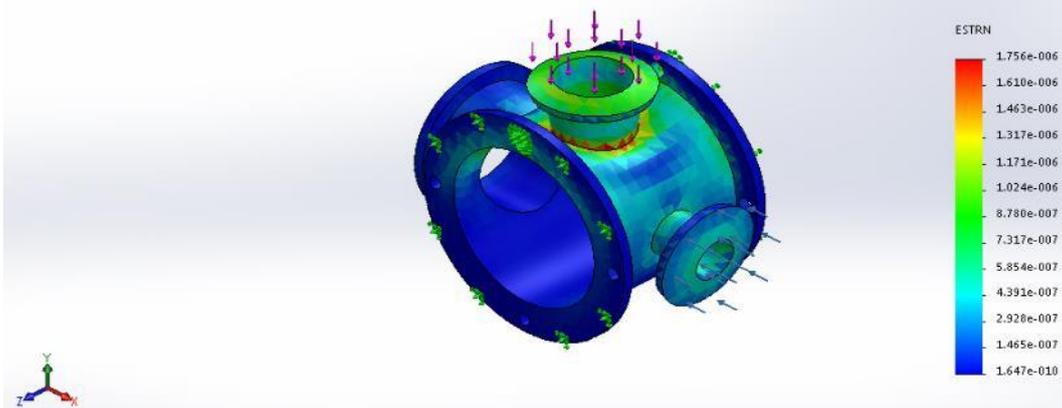
Nombre del modelo: Carcasa Válvula rotativa 01
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 65511.9



Carcasa Válvula rotativa 01-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

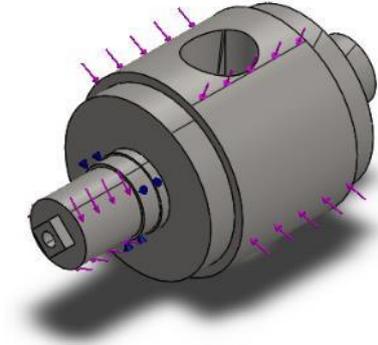
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.647e-010 Elemento: 4986	1.756e-006 Elemento: 5048

Nombre del modelo: Carcasa Válvula rotativa 01
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 65511.9



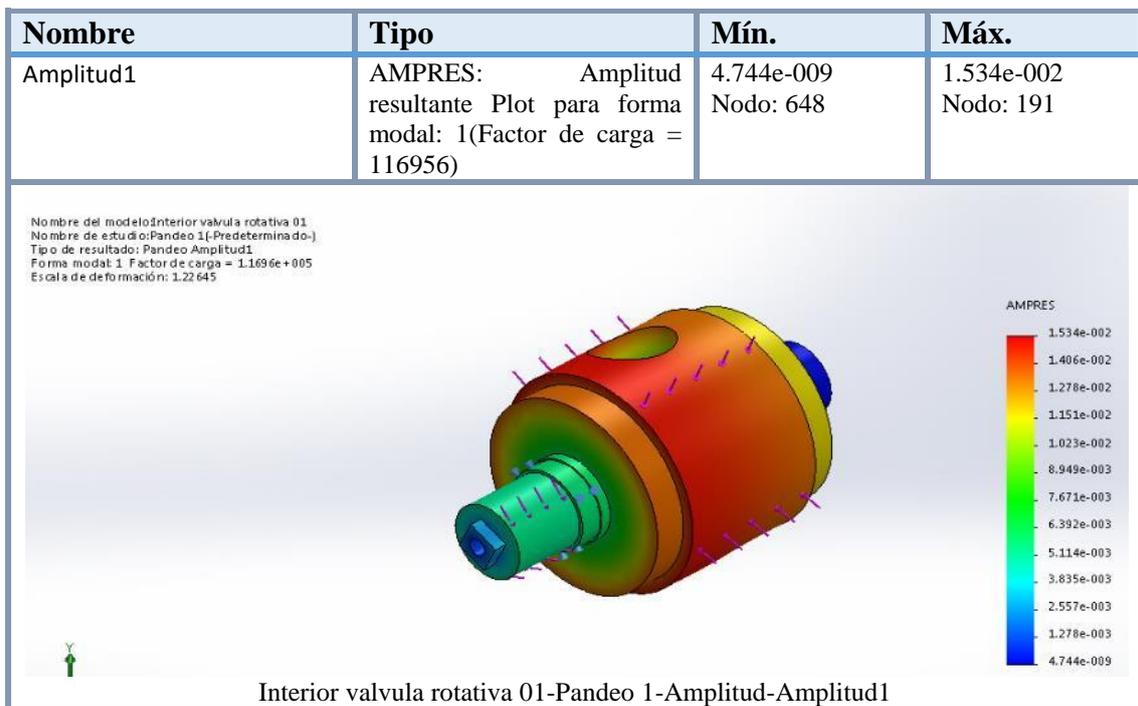
Carcasa Válvula rotativa 01-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

4.- INTERIOR DE VÁLVULA ROTATIVA



Interior de válvula rotativa. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Torsión-1		Referencia: Cara < 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 1 N.m
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 24 kgf



Anexo7: Fotos



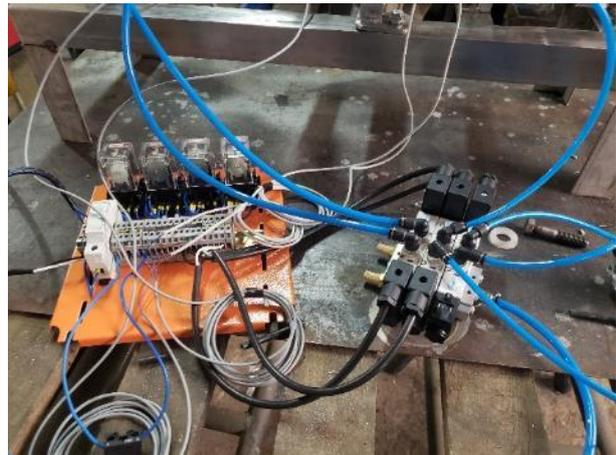
Soldadura de bases de los cilindros. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Maquinado de válvula rotativa. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Ensamblaje de pistón neumático con cámara y carcasa de válvula rotativa. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Armado del sistema eléctrico y neumático. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Ensamblaje mecánico del equipo. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Anclaje eléctrico del equipo. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Equipo listo para realizar pruebas de funcionamiento. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Realización de pruebas de funcionamiento. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani



Pruebas de funcionamiento. Elaborado por: Christian Carpio y Daniel Sani