



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECADORA CILÍNDRICA A GAS PARA EL
SECADO DE CACAO”**

Autores:

Albán Rocha Luis David

Montesdeoca Balarezo Henry Raúl

Tutor:

PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo

Latacunga – Ecuador

2022 –2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros **Albán Rocha Luis David**, con cédula de ciudadanía N° **055026782-7** y **Montesdeoca Balarezo Henry Raúl**, con cédula de ciudadanía N° **050359824-5**, estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECADORA CILÍNDRICA PARA EL SECADO DE CACAO”**, siendo el PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo, tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Albán Rocha Luis David

C.C. 055026782-7

Montesdeoca Balarezo Henry Raúl

C.C. 050359824-5



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Implementación de una secadora cilíndrica a gas para el secado de cacao”, de los ponentes: **Albán Rocha Luis David** y **Montesdeoca Balarezo Henry Raúl**, de la carrera de **Ingeniería en Electromecánica**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 17 de febrero 2023

Tutor

PhD Ing. Enrique Torres Tamayo

C.C. 1757121940




APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: **Albán Rocha Luis David** y **Montesdeoca Balarezo Henry Raúl**, con el título de Proyecto de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECADORA CILÍNDRICA A GAS PARA EL SECADO DE CACAO”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 17 de febrero del 2023

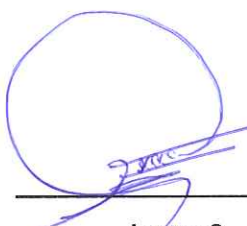
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

**Nombre: Ph.D. Ing. Laurencio
Alfonso Héctor Luis**

CC: 1757121940



Lector 2

**Nombre: Mag. Mauro Darío
Albarracín Álvarez**

CC: 050215089-9



Lector 3

**Nombre: Cristian Fabian
Gallardo Molina**

CC: 180374728-4

AGRADECIMIENTO

Una vez concluido el presente trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por las bendiciones recibidas a lo largo de mi trayectoria estudiantil, a mis padres y a mis hermanos por brindarme su apoyo económico y moral, a la par que han sabido brindarme su ejemplo de trabajo y perseverancia.

A la vez, quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas en su prestigiosa Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, finalmente al PhD. Enrique Torres por su sabia y acertada guía para lograr mi tan anhelada meta.

David

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres y a mis hermanos por siempre brindarme su apoyo y por creer en mí, especialmente a mi madre que es el pilar fundamental en mi vida ya que nunca me dejó solo en ninguna situación y que me enseñó que el que persevera alcanza, que incluso la tarea más grande se puede lograr un paso a la vez.

David

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis, por creer en mí, permitirme vivir y disfrutar de la vida.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera de ingeniería Electromecánica, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis el PhD. Enrique Torrez Tamayo por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

También agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los semestres de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

Henry

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mis padres Raúl Montesdeoca Zambrano y Wilma Balarezo Cruz, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional de la Patria.

A mi hermana Diana y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

Henry

INDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION:..... | 2 |
| 1.2. EL PROBLEMA: | 2 |
| 1.2.1. Planteamiento del problema:..... | 2 |
| 1.2.2. Formulación del problema | 2 |
| 1.3. BENEFICIARIOS | 2 |
| 1.3.1. Directos | 2 |
| 1.3.2. Indirectos..... | 2 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| 1.5. HIPÓTESIS | 3 |
| 1.6. OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.6.1. General | 3 |
| 1.6.2. Específicos | 3 |
| 1.7. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS..... | 3 |
| 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 5 |
| 2.1. ANTECEDENTES | 5 |
| 2.1.1. Procesos de secado de Cacao | 6 |
| 2.1.2. Análisis comparativo entre secado natural y artificial | 10 |
| 2.1.3. Parámetros de un proceso de secado de cacao | 11 |
| 2.1.3.1. Humedad | 11 |
| 2.2. MARCO REFERENCIAL | 11 |
| 2.2.1. Principio del secado | 11 |
| 2.2.2. Conducción..... | 12 |
| 2.2.3. Radiación..... | 12 |
| 2.2.4. Convección..... | 13 |
| 2.2.5. Ley del enfriamiento de Newton..... | 13 |
| 2.2.6. Valores típicos del coeficiente de transferencia de calor por convección..... | 13 |
| 2.2.7. Métodos de secado | 14 |
| 2.2.8. Motorreductor..... | 15 |
| 2.2.9. Eje..... | 15 |
| 2.2.10. Ventilador centrífugo. | 15 |
| 2.2.11. Chumacera..... | 16 |
| 2.2.12. Modelado geométrico de la secadora de cacao | 16 |
| 2.2.13. Almacenamiento..... | 17 |

| | |
|---|----|
| 2.2.14. Secado para almacenaje | 17 |
| 2.2.15. Materiales para la construcción de la secadora cilíndrica de cacao..... | 18 |
| 3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA | 22 |
| 3.1. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 22 |
| 3.1.2. Características técnicas de secado | 22 |
| 3.1.3. Propiedades del grano de cacao | 22 |
| 3.1.4. Ecuaciones para la construcción de la cámara de secado..... | 23 |
| 3.1.5. Ecuación de la Densidad del aire seco en el sitio de estudio | 24 |
| 3.1.6. Ecuación para la selección de ventilador | 26 |
| 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 28 |
| 4.1. Resultado de los Parámetros calculados para el funcionamiento de la máquina..... | 28 |
| 4.2. Resultado de los parámetros calculados para el dimensionamiento térmicos..... | 29 |
| 4.3. Resultado de los parámetros calculados de pérdidas de calor..... | 29 |
| 4.4. Resultado de los parámetros calculados para la elección del ventilador..... | 29 |
| 4.5. Diseño y selección de materiales para la estructura | 30 |
| 4.6. Ensayo de la máquina en proceso, voltaje vs corriente con carga | 31 |
| 4.6.1. Ensayo de la máquina en proceso, voltaje vs corriente sin carga | 31 |
| 4.6.2. Prueba en vacío de temperatura | 32 |
| 4.6.3. Sistema eléctrico para control de motor de ventilador y de batidor..... | 35 |
| 4.6.4. Análisis estático y dinámico de elementos mecánicos..... | 36 |
| 4.7. EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA | 39 |
| 4.7.1. Evaluación Tecnológica | 39 |
| 4.7.2. Impacto social | 39 |
| 4.7.3. Evaluación Económica | 39 |
| 4.7.4. Costo de depreciación | 40 |
| 5. CONCLUSIONES DEL PROYECTO | 41 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 41 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 42 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 43 |
| 7. ANEXOS | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Secado de cacao de forma [7] | 6 |
| Figura 2: Secado al sol [9] | 7 |
| Figura 3: Secado a la sombra [11] | 7 |
| Figura 4: Secado por medio de uso de tendales [13] | 8 |
| Figura 5: Secador rotativo SRE-800 [16] | 9 |
| Figura 6: Secador cilíndrico vertical. | 9 |
| Figura 7: Secadora rectangular [19] | 10 |
| Figura 8: Transferencia de calor [26] | 12 |
| Figura 9: Modelo de motorreductor..... | 15 |
| Figura 10: Tubería de acero inoxidable | 15 |
| Figura 11: Ventilador Centrifugo | 16 |
| Figura 12: Chumacera de mesa | 16 |
| Figura 13: Máquina secadora de cacao Cilíndrica..... | 17 |
| Figura 14: Plancha acero AISI 304..... | 18 |
| Figura 15: Perfil estructural canal “U” | 18 |
| Figura 16: Tubo cuadrado acero inoxidable | 18 |
| Figura 17: Tubo redondo acero inoxidable..... | 18 |
| Figura 18: Platina de acero inoxidable | 19 |
| Figura 19: Eje de acero inoxidable | 19 |
| Figura 20: Caja de control eléctrico | 19 |
| Figura 21: Motorreductor | 19 |
| Figura 22: Ventilador Centrifugo | 20 |
| Figura 23: Chumacera de pared..... | 20 |
| Figura 24: Polea motriz | 20 |
| Figura 25: Correa de transmisión | 20 |
| Figura 26: Cable de potencia | 21 |
| Figura 27: Termocupla | 21 |
| Figura 28: Breaker trifásico..... | 21 |
| Figura 29: Contactor..... | 21 |
| Figura 30: Botonera..... | 21 |
| Figura 31: Tabla Psicométrica de Latacunga extraída de CartaPsy | 24 |
| Figura 32: Diseño de máquina secadora de cacao | 30 |

| | |
|---|----|
| Figura 33: Curva Voltaje vs Corriente motor | 31 |
| Figura 34: Curva Voltaje vs Corriente motor | 32 |
| Figura 35: Prueba de Temperatura en vacío | 33 |
| Figura 36: Ubicación de puntos y termografía en puntos calientes..... | 34 |
| Figura 37: Grafica de la Humedad con respecto al tiempo | 35 |
| Figura 38: Análisis Estático del batidor | 36 |
| Figura 39: Análisis dinámico del batidor | 36 |
| Figura 40: Análisis Estático y dinámico batidor | 37 |
| Figura 41: Análisis estático de la cama de secado..... | 37 |
| Figura 42 viga superior..... | 38 |
| Figura 43 Viga de soporte lateral | 38 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2: Tareas a cumplir | 3 |
| Tabla 3: Análisis comparativo de secadoras de cacao..... | 10 |
| Tabla 4: Coeficiente de calor por Convección | 14 |
| Tabla 5: Materiales para la construcción de la secadora cilíndrica de cacao | 18 |
| Tabla 6: Condiciones técnicas para el funcionamiento de la máquina..... | 22 |
| Tabla 7: Condiciones técnicas para el funcionamiento de la máquina..... | 22 |
| Tabla 8: Propiedades Psicométricos del aire en Latacunga..... | 25 |
| Tabla 9: Parámetros de funcionamiento de la máquina..... | 28 |
| Tabla 10: Resultado del dimensionamiento térmico | 29 |
| Tabla 11: Resultado de pérdidas de calor..... | 29 |
| Tabla 12: Resultado para la elección del ventilador..... | 29 |
| Tabla 13: Parámetros para selección de la estructura..... | 30 |
| Tabla 14: Corriente con respecto al voltaje en vacío..... | 31 |
| Tabla 15: Corriente con respecto al voltaje con carga..... | 31 |
| Tabla 16: Temperatura con respecto al tiempo de calentamiento de cama | 32 |
| Tabla 17: Valores reales de cámara térmica en vacío | 34 |
| Tabla 18: Puntos calientes en el secado de cacao..... | 34 |
| Tabla 19: Costos | 39 |

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECADORA CILÍNDRICA A GAS PARA EL SECADO DE CACAO.”

Autores:

Albán Rocha Luis David

Montesdeoca Balarezo Henry Raúl

Tutor:

PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo

RESUMEN

A nivel del país un gran porcentaje de cacaoteros y directamente pequeños productores de cacao usan diferentes procesos de secado naturales que no garantizan los tiempos de secado, ocupando jornadas extendidas para poder sacar el cacao, esto hace que el proceso no sea continuo ya que prefieren comercializarlo en baba no teniendo rentabilidad, por lo que surge la necesidad de diseñar y construir una secadora de cacao cilíndrica que permita reducir los tiempos de secado y garantice costos accesibles para el armado de la máquina, por lo que se procede a investigar los factores que intervienen en el secado de cacao. La altura de la cama garantiza la correcta distribución del flujo de aire manteniendo una temperatura adecuada para el secado, se determina que la maquina contribuye a la disminución de tiempo en el secado de los pequeños productores disminuyendo el consumo de energía. En la investigación se utiliza como fuente de combustible el GLP, obteniendo los factores adecuados para la implementación de un secado artificial, para ello se realizaron pruebas las que determinaron la altura deseada para que el flujo de aire caliente se mantenga distribuido en todo el sistema, El secador cilíndrico de cacao está diseñado para los siguientes parámetros de funcionamiento: 100 kg de masa de cacao de 60 a 75 % de humedad, temperatura de secado de 60 a 70 °C, altura del tubo de 18 cm, tamaño de la cama y área de secado de 99,8 cm y 0,92 m² respectivamente.

Se comprobó mediante pruebas experimentales que el tiempo de secado de cacao se redujo en comparación con el secado tradicional, logrando que 50 kg se pueda secar en 2 horas, hasta obtener una humedad del 7%.

Palabras clave:

Cacao - Humedad - Temperatura - Flujo de aire - Máquina Secadora

TECHNICAL UNIVERSITY COTOPAXI
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY
ELECTROMECHANICAL ENGINEERING CAREER

TOPIC: IMPLEMENTATION OF A CYLINDRICAL GAS DRYER FOR COCOA DRYING

Authors:

Albán Rocha Luis David
Montesdeoca Balarezo Henry Raúl

Tutor:

PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo

ABSTRACT

At the country level, a large percentage of cocoa farmers and directly small cocoa producers use different natural drying processes that do not guarantee drying times, occupying extended days to remove the cocoa, this makes the process is not continuous because they prefer to market it in slime not having profitability, Therefore, the need arises to design and build a cylindrical cocoa dryer to reduce drying times and ensure affordable costs for the assembly of the machine, so we proceeded to research the factors involved in the drying of cocoa. The height of the bed guarantees the correct distribution of the air flow while maintaining an adequate temperature for drying, it is determined that the machine contributes to the reduction of drying time for small producers by reducing energy consumption. In the investigation, LPG is used as a fuel source, obtaining the appropriate factors for the implementation of artificial drying, for this purpose, tests were carried out to determine the desired height so that the flow of hot air remains distributed throughout the system. The cylindrical cocoa dryer is designed for the following operating parameters: 100 kg of cocoa mass with 60 to 75% humidity, drying temperature of 60 to 70 °C, tube height of 18 cm, bed size and drying area of 99.8 cm and 0.92 m² respectively.

It was proved by experimental tests that the cocoa drying time was reduced compared to traditional drying, achieving that 50 kg can be dried in 2 hours, until obtaining a moisture content of 7%.

Key words:

Cocoa - Humidity - Temperature - Air flow - Drying machine.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECADORA CILÍNDRICA A GAS PARA EL SECADO DE CACAO”, presentado por: **Luis David Albán Rocha y Henry Raúl Montesdeoca Balarezo**, egresados de la Carrera de: **Electromecánica**, pertenecientes a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumplen con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 02 de marzo del 2023

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Emma Jackeline Herrera Lasluisa
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502277031

INFORMACIÓN GENERAL

Título: Implementación de una secadora cilíndrica para el secado de Cacao.

Fecha de inicio: Octubre del 2022

Fecha de finalización: Febrero del 2023

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi campus la Matriz, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

Eficiencia del proceso de secado de cacao mediante una secadora cilíndrica que aprovecha de mejor manera la energía térmica en el proceso.

Equipo de trabajo:

- PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo (Tutor)
- Albán Rocha Luis David
- Montesdeoca Balarezo Henry Raúl

Área Conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 072 Industria y producción / 0714 Electrónica y Automatización

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Energías en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía

1. INTRODUCCION:

1.2. EL PROBLEMA:

1.2.1. Planteamiento del problema:

En el cacao se tiene un grave problema con los métodos tradicionales de secado debido al excesivo tiempo que estos conllevan, mismos que provocan una baja producción en el tiempo haciendo que se demore días en sacar el cacao hasta un 7%, esta problemática viene acompañada de la venta del producto a bajo precio afectando de manera directa la economía del pequeño productor sin mencionar que otros métodos convencionales tienen un elevado consumo de energía.

1.2.2. Formulación del problema

El extenso tiempo de secado en los procesos tradicionales hace que los pequeños productores tengan pérdidas considerables en su producción.

1.3. BENEFICIARIOS

Con este proyecto se pretende favorecer a la población que produce cacao en menor escala, permitiendo que este proyecto sea factible para la reducción de tiempos de secado, haciendo que la calidad del producto se mantenga para la comercialización y almacenamiento.

1.3.1. Directos

Estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

1.3.2. Indirectos

Pequeños agricultores de cacao.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Lo que se pretende al implementar una secadora cilíndrica de cacao es reducir el tiempo de secado en función al consumo de energía térmica, haciendo que los productores no tengan pérdidas en un secado tradicional, teniendo en consideración las ventajas y desventajas del secado tradicional y convencional, la que permitirá ser fuente de información para diversos estudios que se pretenden realizar en lo posterior, con el fin de investigar las distintas formas de secado de cacao, permitiendo que se cumplan los requerimientos del producto a ser procesado.

Este sistema permitirá que se mejore el tiempo de secado, ejecutando este proceso en el menor tiempo posible, con la finalidad de que sea un proyecto viable para ayudar a los pequeños productores, tanto en la economía reduciendo gastos en la mano de obra y

permitiendo el secado en pequeñas cantidades generando ganancias.

1.5. HIPÓTESIS

Con la implementación de una secadora cilíndrica de cacao se reducirá el tiempo de ejecución que conlleva este proceso.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. General

Implementar una máquina cilíndrica secadora de cacao, mediante el dimensionamiento de piezas mecánicas y circuitos eléctricos que involucran su funcionamiento, para disminuir el tiempo de secado y aumentar la producción de cacao seco.

1.6.2. Específicos

- Realizar el estudio de los distintos procesos que existen para el secado de cacao.
- Determinar el diseño y construcción del secador cilíndrico de cacao en base a la información compilada con la ayuda de un software de modelamiento.
- Implementar un sistema de control Eléctrico acorde a las especificaciones del proceso.
- Realizar pruebas experimentales que permitan la toma de datos en relación con el tiempo de secado y los parámetros de funcionamiento.

1.7. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Tareas a cumplir

| Objetivos específicos | Actividades (Tareas) | Resultados de la actividad | Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos) |
|--|---|---|--|
| 1.- Realizar el estudio de los distintos procesos que existen para el secado de cacao. | Validación de información con bases explícitas y concretas que ayuden con el planteamiento de la propuesta tecnológica planteada. | Identificación de los diferentes tipos de secado y sus cualidades de calidad así mismo diferentes características y técnicas en el secado artificial. | Partiendo de una modalidad documental con la utilización de artículos científicos, libros y tesis relacionadas al tema |
| 2.- Determinar el diseño y construcción del | Aplicación de métodos habiendo revisado y elegido el | Detalles de los datos obtenidos congruentes con | Diseño de elementos mecánicos. |

| | | | |
|---|--|---|--|
| secador cilíndrico de cacao en base a la información compilada con la ayuda de un software de modelamiento. | modelo idóneo para el proceso de secado prosiguiendo de un análisis cuantitativo y cualitativo | el secador en función del análisis térmico y como este influye en el tiempo de secado. | Software de diseño mecánico. |
| 3.- Implementar un sistema de control eléctrico acorde a las especificaciones del proceso. | Observación del proceso con enfoque directo al análisis de calidad del cacao obtenido al punto de secado deseado | Validación del modelo en base a características de secado con análisis imperativo de variantes en el proceso de secado planteado. | Selección de elementos acordes a la utilización. Utilización de simulación en Software CADE SIMU |
| 4.- Realizar pruebas experimentales que permitan la toma de datos en relación con el tiempo de secado y los parámetros de funcionamiento. | Observación del proceso obteniendo datos de los mecanismos del sistema | Obtención de datos acorde al tiempo de secado teniendo parámetros del funcionamiento | Recolección de datos Determinación de tiempos Pirómetro Cámara termina Anemómetro Amperímetro |

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES

El cultivo del cacao es proveniente de Ecuador y de América Central, Donde que los Aztecas tenían la creencia que la planta de cacao era de origen divino y que al momento de adquirir su bebida e ingerirla les daba discreción y sabiduría. En cambio, en otros estudios se afirma que el cacao el originario de América del Sur que comprende países como Ecuador, Perú, Colombia y Brasil en los cuales se ha encontrado una alta diversidad haciendo que las especies se vayan difundiendo y evolucionando en dos grandes grupos los cuales corresponden al: Cacao fino, y Cacao Criollo [1].

El proceso de secado de cacao comprende algunas etapas las cuales van de la mano unas con otras como: la recolección del grano, la apertura de la mazorca, la fermentación, el secado para finalizar con la clasificación. Con este proceso se pretende adquirir una selección adecuada del grano teniendo las mejores características para que este pueda ser almacenado o comercializado conservando su aroma. Todo esto se basa en un solo objetivo el cual es el secado reduciendo la humedad del grano que al momento de ingresar al proceso luego de la fermentación entra en el 80% y 70% dependiendo el tiempo de fermentación llevando hasta el 7% para su comercialización o almacenamiento [2].

El secado de cacao se puede realizar por dos métodos que son el natural y el artificial, el artificial se convertiría en una alternativa muy necesario en sectores donde las condiciones climáticas no favorecen para realizar un secado tradicional en pequeños productores, a la vez disminuyendo el tiempo de secado [3].

El sistema de secado de cacao cilíndrico vertical es un sistema en el cual se puede ahorrar energía y tiempo, el cual permite obtener un secado más uniforme y en un tiempo menor que el convencional con una manipulación del grano de forma adecuada utilizando mecanismos eficientes. Haciendo que su diseño de resultados elevados de productividad de secado. Este tipo de secadora cuenta con una plataforma propia dando esto un aprovechamiento óptimo del calor [3].

En el proceso al implementar un sensor que permita medir o indicar la variable física que se mide nivel temperatura. Al usar este sensor observamos un dato referencial del nivel de temperatura que se espera llegar [4].

La colocación de sensores de temperatura ayuda a la mantención de una uniformidad en

todo el sistema los cuales son utilizados en la industria por su nivel de exactitud haciendo que estas tengan materiales resistentes y se acoplen al sistema que se desea implementar dando en los rangos de los milivoltios (mv). El dispositivo se lo coloca en el fondo de la secadora ya que esta es la temperatura que se desea obtener exacta [5].

2.1.1. Procesos de secado de Cacao

Ecuador es un país con diversidad de climas dependiendo de la ubicación geográfica en la que se encuentren, haciendo que las formas de secado varíen por los cambios climáticos haciendo que los agricultores busquen formas diversas de secar cacao.

2.1.1.1. Métodos de secado de forma tradicional

En el secado tradicional (natural) del grano de cacao consiste en la tendida al sol, con el cual se aprovecha el calor que genera la radiación solar para el secado siendo esta lenta y paulatinamente el tiempo que se aproxima a secarse es de 5 a 7 días según las condiciones climáticas. Con esta técnica de secado los granos cumplen satisfactoriamente los diferentes cambios internos obteniendo buenas características organogénicas. En este tipo de secado se pueden utilizar tendales los que son construidos de varias formas según el agricultor, como se muestra en la Figura 1 [6].



Figura 1: Secado de cacao de forma [7]

2.1.1.2. Secado al sol

Este tipo de técnica es la más utilizada en varios lugares donde existe mayor presencia de sol, el producto se coloca en tendales sobre el suelo, en los caminos, en los patios esto con el fin de que el sol actúe de forma directa permitiendo que los rayos del sol eliminen el agua en el cacao, es el método más barato, pero esto hace que el trabajo requiera mayor tiempo

y dedicación, ya que debe estar a expensas de los cambios climáticos, de los insectos que son atraídos para comerse la fruta, como se muestra en la figura 1 [8].



Figura 2: Secado al sol [9]

2.1.1.3. Secado a la sombra

El secado a la sombra se lo realiza principalmente en lugares y regiones los cuales presentan un clima seco y con vientos fuertes haciendo uso de cobertizos para el secado, este procedimiento es muy lento y puede existir la presencia de hongos los cuales afectan a la avellana, como se muestra en la figura 2 [10].



Figura 3: Secado a la sombra [11]

2.1.1.4. Secado por medio de uso de tendales

Este tipo de secado es muy útil y utilizado en Ecuador, en la noche todo el producto se amontona y se lo cubre con montones de hojas de plátano, bijao u otros elementos que

permitan protegerlos del frío. En la mañana, se extiende el cacao con la finalidad de que la avellana tenga la humedad necesaria, como se muestra en la figura 3 [12].



Figura 4: Secado por medio de uso de tendales [13]

2.1.1.5. Secado de cacao artificial

Los niveles de humedad varían según el producto, como 0,5 % para la sal de mesa, 55 % para el cacao fermentado y 20 % para el maíz. El secado es un término relativo, en realidad se refiere al proceso de reducir el líquido a un sólido. Del mismo modo, los productos secos tienen diferentes formas, como escamas, gránulos, cristales, polvos, etc. y también tienen diferentes propiedades físicas y químicas. El líquido en la composición se puede concentrar en la superficie sólida, en el interior o en ambos. La temperatura que un sólido puede soportar durante el secado varía de un producto a otro, y los cambios de temperatura también dependen de la cinética de secado de cada sólido. Estas razones sustentan el hecho de que existen varios tipos de secadores en el mercado industrial, que se diferencian principalmente en la forma en que los sólidos pasan por la zona de secado y en la forma en que se transfiere el calor [14].

2.1.1.6. Secador artificial rotatorio

El sistema de secado rotatorio es muy utilizado para productos granulares obteniendo buenas características en el flujo requerido y en tiempos de secado, en el cual se desplaza todo el material en un cilindro que se encuentra rotando lo que hace que el producto no se compacte y se distribuya uniformemente en todo el sistema como se muestra en la Figura 4 [15].



Figura 5: Secador rotativo SRE-800 [16]

2.1.1.7. Secador cilíndrico vertical

El sistema utilizado es en forma cilíndrica, este tipo de maquinaria hace que el tiempo de secado se reduzca en comparación a otros sistemas, este hace que el manejo del material sea más fácil de remover con sistemas mecánicos. Su diseño hace que este equipo sea más elevado en su producción sin que la calidad del grano cambie y que mantenga sus características, como se muestra en la Figura 5 [17].

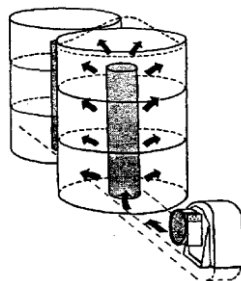


Figura 6: Secador cilíndrico vertical.

2.1.1.8. Secadora rectangular

Este sistema de maquinaria es utilizado en la mayor parte del país ya que se encuentra en una producción en masa para los grandes empresarios y por su tiempo reducido en el secado del grano de cacao, ahorrando energía y GLP, con una remoción manual del material distribuida en ella, este diseño da un resultado eficaz en la productividad con materiales de fabricación de acero inoxidable de grado alimenticio. Como se muestra en la figura 5 [18].

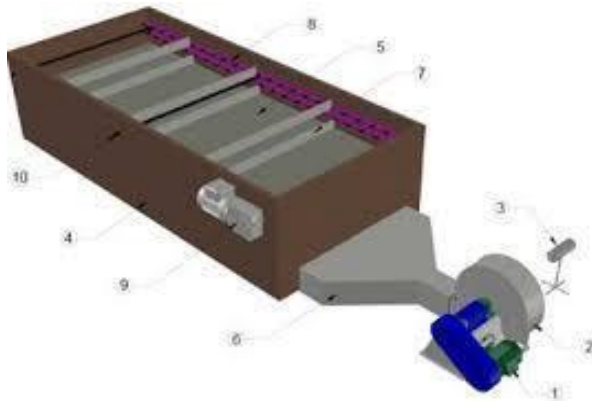


Figura 7: Secadora rectangular [19]]

2.1.2. Análisis comparativo entre secado natural y artificial

Lo que desea determinar con un análisis comparativo es comprender la contribución del secado de ambos cacaos, ya que, como sugiere la literatura, debe visualizar los puntos negativos y positivos de cada uno, dando una comprensión clara de qué tipo de secadora contribuye más a el sistema, manteniendo su calidad.

Tabla 2: Análisis comparativo de secadoras de cacao

| TIPOS DE SECADO DE CACAO | | |
|--|----------------|-------------------|
| | Secado natural | Secado artificial |
| Posee un bajo costo de instalación | ✓ | X |
| Exposición a agentes contaminantes (aromas, polvo, insectos, etc.) | ✓ | X |
| Tiempos de secados extensos | ✓ | X |
| Depende del clima de la zona | ✓ | X |
| Uso de combustibles fósiles | X | ✓ |
| Costo elevado de instalación | X | ✓ |
| Control de factores como temperatura, humedad, velocidad de viento | X | ✓ |
| Producción de cacao de mejor calidad | X | ✓ |
| No depende del clima | X | ✓ |
| Producción optimizada | X | ✓ |

| | | |
|--------------------|---|---|
| Secado extremo | X | ✓ |
| Secado empobrecido | ✓ | X |
| Mayor rentabilidad | X | ✓ |

2.1.3. Parámetros de un proceso de secado de cacao

La humedad inicial después de la fermentación es del 60%, este valor debe reducirse durante el proceso de secado hasta llegar a un valor de 7 a 8%, este proceso debe realizarse de forma lenta y moderada para obtener el sabor a avellana deseado porque se va. sabor amargo si se hace rápido y moho si se hace muy despacio, todo dentro de los 65°C [20].

2.1.3.1. Humedad

El objetivo principal de la puerta de cacao es que pierde agua debido al flujo de aire indirecto y detiene el aroma. El porcentaje de cacao del 80 % al 60 % de agua se reduce, lo que resulta en un máximo del 8 % al 7 %. Esto se puede crear reforzando su calidad y no aplicando para exportar o guardar. [21].

2.1.3.2. Temperatura

La temperatura es uno de los factores esenciales que se tiene que tener en consideración en el secado de cacao ya que si se mantiene una temperatura incorrecta esto da paso para la creación de microorganismos que afectan la calidad del grano, para un secado correcto se debe considerar una temperatura mínima aproximada entre 70°C y 65°C para que el grano pueda llegar a mantener sus características y este no se queme [22].

2.1.3.3. Flujo de aire

Para el secado artificial se utiliza aire caliente este sistema es más utilizado para la deshidratación del grano siendo un método económico este se realiza mediante un quemador y un ventilador centrífugo [23].

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. Principio del secado

El secado es una de las formas más efectivas de conservar el grano durante el transporte, el procesamiento y el almacenamiento. Una vez finalizada la fermentación, el siguiente paso

es el secado, que mantiene la humedad de los granos de cacao del 80% y 70% al 8% y %, que es la humedad óptima para su proceso [24].

Se debe entender que el secado es la transferencia de calor que se define como la energía la cual tiene una diferencia de temperatura esto quiere decir que mientras exista dicha diferencia entre dos cuerpos se debe considerar como transferencia de calor [25].

2.2.2. Transferencia de calor

La transferencia de calor es un fenómeno físico que se genera en la diferencia de temperatura esto ocurre en un fluido en movimiento que está en una superficie, la transferencia de calor es un fenómeno que se produce predominantemente en un sistema de conducción y por convección, aunque se puede observar en la mayoría de secadores que existe una transferencia de calor por radiación [25].



Figura 8: Transferencia de calor [26]

2.2.2. Conducción

Es el proceso de transferencia de calor en contacto directo entre partículas de mayor energía y partículas de menor energía, puede ocurrir en sólidos, líquidos o gases, la conducción está relacionada con colisiones de partículas debido a su movimiento aleatorio en gases, líquidos y sólidos. aparece como una asociación de moléculas que forman una red dependiendo del medio o material de contacto [27].

2.2.3. Radiación

Es el proceso de transferencia de calor en contacto directo entre partículas de mayor energía y partículas de menor energía, puede ocurrir en sólidos, líquidos o gases, la conducción está relacionada con colisiones de partículas debido a su movimiento aleatorio en gases, líquidos y sólidos. aparece como una asociación de moléculas que forman una red dependiendo del medio o material de contacto [28].

2.2.4. Convección

La convección transfiere energía entre una superficie sólida y un gas. El líquido o gas utilizado para este fin debe estar en movimiento. El líquido y el gas en él serán responsables de la transferencia de calor. Por supuesto, los líquidos pueden realizar este proceso, pero para acelerar el proceso, la conductividad térmica es pobre, es necesario introducir un medio que ayude a que la masa de líquido circule de forma forzada para obtener calor o distribuirlo. para acelerar el proceso, la convección se rige por las leyes de Newton. la velocidad del proceso y la diferencia de temperatura también se pueden determinar proporcionalmente [29].

2.2.5. Ley del enfriamiento de Newton

El fenómeno de la convección se rige por la siguiente ecuación:

$$Q_{conv}=hA_s (T_s-T_{\infty}) \quad (2.1)$$

Donde:

h : Es el coeficiente de transferencia de calor por convección [$W/m^2 (^\circ C)$].

A_s : Área superficial a través de la cual tiene lugar la convección.

T_s : Temperatura de la superficie.

T_{∞} : Temperatura del fluido alejado de la superficie

2.2.6. Valores típicos del coeficiente de transferencia de calor por convección

El coeficiente de transferencia de calor por convección es un parámetro que se ha determinado de manera experimental, este valor depende de ciertas variables sin embargo se exponen en la siguiente tabla los valores típicos de ciertos fluidos.

Tabla 3: Coeficiente de calor por Convección

| Tipo de convección | H w/m ² °C |
|--------------------------------|-----------------------|
| Convección libre de gases | 2 - 25 |
| Convección libre de líquidos | 10 – 1000 |
| Convección forzada de gases | 25 - 250 |
| Convección forzada de líquidos | 50 - 20000 |
| Ebullición y condensación | 250-100000 |

2.2.7. Métodos de secado

Los procesos de secado en el plano industrial permiten conservar de mejor manera los productos protegiéndolos de la propagación de bacterias y deterioro de los mismos, este método de conservación se ha practicado desde la antigüedad y ha ido evolucionando en función de las necesidades, tipos de productos, tiempo para el proceso y calidad final, así como también con el desarrollo de nuevos estudios de los cuales se han derivado una amplia gama de métodos de secado [30].

2.2.7.1. Secado de contacto

Este método secará el producto para que entre en contacto con una pared caliente, que es esencialmente un tambor giratorio, en un intento de aumentar la uniformidad del producto seco. Este tipo de proceso es común en la industria pesada. Este tipo de proceso puede cambiar las propiedades de cada producto en forma de desnaturalización en seco. [31].

2.2.7.2. Secado infrarrojo

Este tipo de secado evapora agua o solventes a altas temperaturas y puede tener un mecanismo de circulación de aire. Este tipo de secado es muy utilizado cuando el efecto de secado es concentrar el producto y crear un efecto tostado. Este método de secado solo debe usarse para productos resistentes a la corrosión expuestos a altas temperaturas [32]

2.2.7.3. Liofilización

Es un proceso muy lento y costoso, y debido a que opera a muy baja presión, es por lotes; sin embargo, es uno de los procesos que mejor conserva las propiedades organolépticas y es ideal para su uso en procesos alimentarios sensibles a la temperatura, ya que su funcionamiento se basa en el efecto de sublimación del agua [32].

2.2.8. Motorreductor.

Los motorreductores son mecanismos que regulan la velocidad de los motores eléctricos para que funcionen a una determinada velocidad. Se componen de una serie de engranajes que forman una cadena cinemática que actúa sobre las piezas giratorias. Su objetivo principal es ayudarlo a pasar de una velocidad inicial más alta a una velocidad inicial más baja sin afectar la mecánica. Además de esta regulación, el motorreductor es el sistema encargado de regular la fuerza mecánica del sistema [33].



Figura 9: Modelo de motorreductor

2.2.9. Eje.

Un eje está considerado como una pieza constructiva que resulta útil a la hora de dirigir el desplazamiento de rotación de un elemento o de un grupo de piezas, como puede ocurrir al trabajar sobre una rueda o un engranaje, como se observa en la figura 10 [34].



Figura 10: Tubería de acero inoxidable

2.2.10. Ventilador centrífugo.

Los ventiladores centrífugos son los ventiladores en los que el aire es impulsado por una turbina o rodete que lo aspira por el centro y lo expulsa a través de sus álabes o palas. Así pues, el aire entra al rodete de forma paralela a su eje y sale en dirección perpendicular al

mismo, es decir en la dirección de un radio, de ahí que en muchos países se les llame también ventiladores radiales [35].



Figura 11: Ventilador Centrifugo

2.2.11. Chumacera

Una chumacera es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación. Este tipo de cojinete se coloca generalmente en una línea paralela en el eje del árbol. Las chumaceras se encuentran en varios sistemas de transporte y son a menudo auto lubricantes. La fabricación industrial, la fabricación de comida y de bebidas y las industrias manufactureras textiles a menudo utilizan chumaceras en sus sistemas de transporte [36].



Figura 12: Chumacera de mesa

2.2.12. Modelado geométrico de la secadora de cacao

Mediante el uso de herramientas CAD (SolidWorks) se realizó el modelado geométrico de las piezas que conforma la máquina como se observa a continuación.

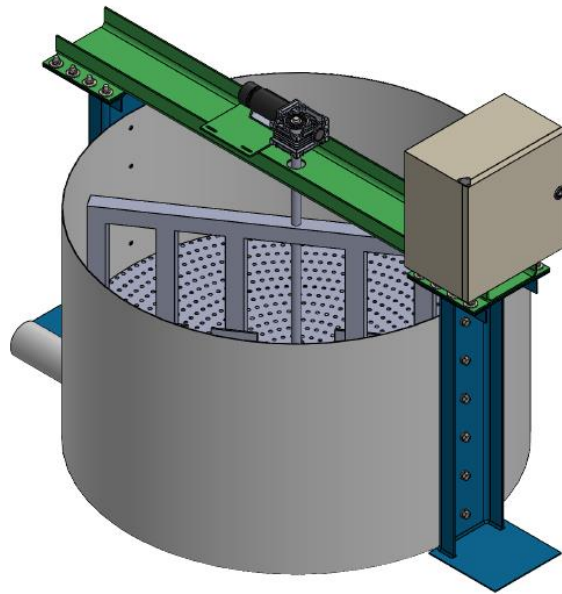


Figura 13: Máquina secadora de cacao Cilíndrica

2.2.13. Almacenamiento




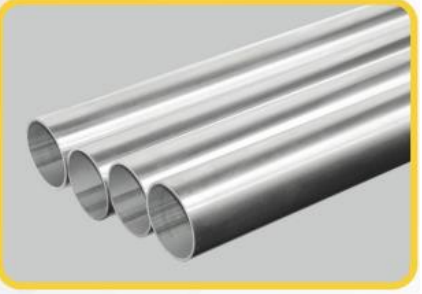
El cacao seco debe almacenarse lejos de fuentes de olores fuertes como graneros, cocinas, etc., ya que tienden a pegarse. El almacén debe estar limpio, ventilado, iluminado y seco; evitar la reproducción de hongos e insectos. El grano debe empacarse en sacos de yute con inserciones de polietileno y apilarse en tarimas de madera. Si la humedad del cacao es del 7%, se puede almacenar durante unos 4 meses. [37].

2.2.14. Secado para almacenaje

Aunque el proceso de secado se ha discutido anteriormente, es parte de un proceso llamado clasificación que le da al cacao su calidad. En cuanto al secado de almacenamiento, se busca la posibilidad de mantener el producto para su procesamiento fuera de la temporada de cosecha. En este caso, el contenido de humedad final de las semillas debe estar entre 8% y 7% utilizando el mismo método de secado o tostado, que es el propósito de este documento.[38].






2.2.15. Materiales para la construcción de la secadora cilíndrica de cacao

Tabla 4: Materiales para la construcción de la secadora cilíndrica de cacao

| Materiales | Concepto | Figura |
|-----------------------------------|---|--|
| Plancha acero inoxidable AISI 304 | La plancha utilizada para el contenedor de la máquina es de acero inoxidable AISI 304, debido a su alta resistencia a la corrosión, que nos permitirá el contacto con el grano de cacao. Espesor: 2mm Largo: 2440 mm Ancho: 1220 mm |  <p data-bbox="930 633 1345 667">Figura 14: Plancha acero AISI 304</p> <p data-bbox="906 689 1321 723">Referencia: Catálogo de DIPAC</p> |
| Perfil estructural canal “u” | Perfil estructural de acero laminado en caliente conformado en forma de “U” de Acero Negro, fue utilizado para la parte superior y los laterales de apoyo para una mejor estabilidad de la máquina. Espesor: 4mm Altura: 150 mm Ancho: 50 mm |  <p data-bbox="906 1014 1361 1048">Figura 15: Perfil estructural canal “U”</p> <p data-bbox="906 1070 1321 1104">Referencia: Catálogo de DIPAC</p> |
| Tubo cuadrado acero inoxidable | El tubo cuadrado de acero inoxidable fue utilizado para realizar la base de la estructura donde se asienta la plancha perforada. Espesor: 1.2mm Longitud lado: 20mm |  <p data-bbox="906 1417 1369 1485">Figura 16: Tubo cuadrado acero inoxidable</p> <p data-bbox="906 1496 1321 1529">Referencia: Catálogo de DIPAC</p> |
| Tubo redondo de acero inoxidable | El tubo redondo inoxidable es utilizado para conducir el flujo de aire caliente desde el ventilador centrifugo hasta la cámara de secado de la máquina. Diámetro: 3” Largo: 1.5 m |  <p data-bbox="906 1832 1369 1899">Figura 17: Tubo redondo acero inoxidable</p> <p data-bbox="906 1910 1321 1944">Referencia: Catálogo de DIPAC</p> |

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| <p>Platina de acero inoxidable</p> | <p>La platina fue utilizada para realizar las aspas para el removedor del cacao, las platinas también son utilizadas para sistemas de construcción como los puentes y torres de energía. Espeso: 3mm Ancho: 100mm</p> |  <p>Figura 18: Platina de acero inoxidable Referencia: Catálogo de DIPAC</p> |
| <p>Eje acero inoxidable</p> | <p>El eje fue utilizado para conectar el giro del motor con el removedor de la máquina, resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300 C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos. Diámetro: 25mm Largo: 545mm</p> |  <p>Figura 19: Eje de acero inoxidable Referencia: Catálogo de Dipac</p> |
| <p>Caja de control eléctrico</p> | <p>En electricidad la caja de control se coloca en la pared, empotrada o externa, y que contiene las conexiones de todo el sistema eléctrico de la máquina Dimensiones: 20x30 cm</p> |  <p>Figura 20: Caja de control eléctrico</p> |
| <p>Motorreductor</p> | <p>El Motorreductor es el encargado de transmitir la fuerza al sistema del removedor mediante un sistema de poleas con correa.</p> |  <p>Figura 21: Motorreductor</p> |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Ventilador centrifugo</p> | <p>Este ventilador es el encargado de impulsar el flujo de aire caliente dentro de la cámara de secado a través de un tubo conductor.</p> |  <p>Figura 22: Ventilador Centrifugo</p> |
| <p>Chumaceras de pared</p> | <p>Esta chumacera es la encargada de brindar soporte al eje principal, el cual conecta el paletero con la polea dirigida.</p> |  <p>Figura 23: Chumacera de pared Referencia: Steel Mart</p> |
| <p>Polea motriz</p> | <p>Para el dimensionamiento de las poleas del sistema de transmisión se tomó en cuenta la distancia entre los dos ejes y la velocidad a la que va a girar el removedor, determinando así el diámetro de la polea motriz de una pulgada y el diámetro de la polea dirigida de quince pulgadas.</p> |  <p>Figura 24: Polea motriz</p> |
| <p>Correa de transmisión en V tipo A</p> | <p>Esta correa permite la transmisión de fuerza entre una polea y otra, permitiendo así la remoción del cacao durante el proceso de secado</p> |  <p>Figura 25: Correa de transmisión Referencia: Iván Bohman</p> |

| | | |
|--------------------------|--|--|
| <p>Cable de Potencia</p> | <p>Esta chumacera es la encargada de brindar soporte al eje principal, el cual conecta el palettero con la polea dirigida.</p> |  <p>Figura 26: Cable de potencia</p> <p>Referencia: Tp Cable</p> |
| <p>Termocupla</p> | <p>La termocupla muestra en pantalla la temperatura en la que se encuentra la cámara de secado, esto en grados Fahrenheit (°F).</p> |  <p>Figura 27: Termocupla</p> <p>Referencia: Amazon</p> |
| <p>Breaker Trifásico</p> | <p>El Breaker Trifásico es el elemento encargado de cortar o suspender la energía eléctrica en sistemas de alta potencia y a su vez sirve como protección de los dispositivos eléctricos conectados.</p> |  <p>Figura 28: Breaker trifásico</p> <p>Referencia: Tienda Electrón</p> |
| <p>Contactores</p> | <p>Los contactores permiten cerrar o abrir un circuito eléctrico de corriente o de vacío mediante una electroválvula.</p> |  <p>Figura 29: Contactor</p> <p>Referencia: Inselec</p> |
| <p>Botonera</p> | <p>Permite tener un control semiautomático del sistema de remoción, brindando un giro horario y antihorario a la vez que permite tener un control On/Off (encendido y apagado) del ventilador.</p> |  <p>Referencia: Airlgee Electrical</p> <p>Figura 30: Botonera</p> |

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

El método utilizado para lograr los objetivos del proyecto es de tipo experimental, ya que se realizan una serie de pasos para seleccionar sensores que proporcionen un control óptimo.

3.1.2. Características técnicas de secado

En base a la información recopilada previamente sobre el secado a considerar y el estudio de documentos relacionados con el proceso de secado de granos de cacao, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros en el diseño de la máquina. Temperatura del aire de secado, teniendo en cuenta sus cualidades optimas del cacao es de máximo 70 °C.

- La humedad final del cacao seco estará en un porcentaje de secado del 7% al finalizar el proceso de secado.
- La humedad relativa del aire en la ciudad de Latacunga de 82%.
- Para la estructura, el dimensionamiento debe ser tomado desde el punto de capacidad del producto húmedo que ingresara al proceso de secado que es de 100kg
- Para el diseño también es importante tener en cuenta la velocidad del aire que generara el ventilador para que el proceso de secado sea homogéneo tiene que ser de 3 m/s.

Tabla 5: Condiciones técnicas para el funcionamiento de la máquina

| N ° | Criterio | Valor |
|-----|-------------------------------|-------------|
| 1 | Temperatura de aire de secado | 70°C |
| 2 | Humedad inicial del producto | 60% |
| 3 | Humedad final del producto | 7% |
| 4 | Velocidad del aire | 0.3 a 3 m/s |
| 5 | Material anticorrosivo | Mayor a 70% |

3.1.3. Propiedades del grano de cacao

Tabla 6: Condiciones técnicas para el funcionamiento de la máquina

| Descripción | Porosidad | Densidad aparente [kg/m ³] | Calor específico [$\frac{J}{kg \cdot K}$] | Conductividad térmica [$\frac{W}{m \cdot K}$] | Difusividad térmica [m ² /h] |
|-------------|-----------|--|---|---|---|
| Cacao | 0.56 | 520 | 1728 | 0.18 | 0.000721 |

3.1.4. Ecuaciones para la construcción de la cámara de secado.

En este apartado se realizarán diversos cálculos para el diseño de la cámara de secado, por lo que es necesario revisar los documentos relacionados con los parámetros necesarios que debe cumplir el cacao, teniendo en cuenta los factores que permitan lograr las condiciones necesarias.

3.1.4.1. Ecuación del volumen del cacao por cada lote

Para la planificación del proceso de secado se establece un volumen de secado de 100 kg, cuya masa permitirá calcular el volumen total que se secará en el contenedor en función de la densidad de los granos de cacao.

$$V_c = m_c / P_{cacao} \quad (3.1)$$

Donde:

V_c = Volumen del cacao, [m³]

m_c = Masa total de cacao en el contenedor, [kg]

P_{cacao} = Densidad del cacao, [kg/m³]

3.1.4.2. Ecuación de la masa seca de cacao

$$m_s = m_c (1 - \%_{hum.inicial}) \quad (3.2)$$

Donde:

m_s = Masa seca de cacao, [kg]

m_c = Masa total de cacao en el contenedor, [kg]

$\%_{hum.inicial}$ = Porcentaje de humedad inicial, [%]

3.1.4.3. Ecuación de la Masa con la humedad deseada (7 %)

Para el cálculo de la humedad final, se debe tomar en cuenta que no puede secarse totalmente debido a las características de calidad del cacao, por lo cual la humedad requerida va a hacer de 7%.

$$m_{7\%} = \left(\frac{m_s}{1 - 0.07} \right) \quad (3.3)$$

Donde

m_s = Masa seca de cacao

$m_{7\%}$ = Humedad deseada al 7%

3.1.4.4. Ecuación del área de la cama de secado

Se calculará el área de la cámara de secado, en este caso va a hacer un área de un sistema circular con las siguientes variables.

$$A = a * b \quad (3.4)$$

Donde:

Ancho(a): 0.8m

Largo(b): 1.6m

A= Área de la cámara de secado, [m²]

3.1.5. Ecuación de la Densidad del aire seco en el sitio de estudio

Para obtener la densidad del aire, se calcula utilizando parámetros generados a partir del mapa psicrométrico del sitio de estudio (Latacunga en este caso), el cual nos da ciertas características y propiedades del aire, como temperatura, volumen, presión, etc. Para la adquisición de datos se utilizó el software CartaPsy, un programa online gratuito que tiene en cuenta los siguientes valores. Ubicación: Latacunga

- Temperatura ambiente: 20°C
- Altitud: 2750
- Humedad relativa: 82%

| Psicrometría | | |
|---|-------------------------------------|----------------------------|
| Datos | | |
| Unidades: | <input checked="" type="radio"/> SI | <input type="radio"/> Ing. |
| Parámetros | Valor | Unidad |
| Temperatura: | 20 | C |
| Temp. b. húmedo: | 17.66981876131 | C |
| <input type="radio"/> | | |
| Humedad relativa: | 82 | % |
| <input checked="" type="radio"/> | | |
| Punto de rocío <input type="radio"/> | 16.86232262876 | C |
| Altitud SNM | 2750 | m |
| <input type="button" value="Calcular"/> | | |
| Resultados | | |
| Presión Atmosférica | 0.717302389430 | bar |
| Pv sat | 23.38797752964 | mbar |
| Pv | 19.17814157431 | mbar |
| Humedad absoluta | 0.017086935593 | kg/kg |
| Entalpia | 63.46044218410 | kJ/kg |
| Volumen específico | 1.204059438869 | m3/kg |

Figura 31: Tabla Psicrométrica de Latacunga extraída de CartaPsy

En la siguiente tabla se puede observar los parámetros que son resultado del uso del Software.

Tabla 7: Propiedades Psicométricos del aire en Latacunga

| DETALLE | VALOR | UNIDAD |
|---|--------------------|-------------------------|
| Presión atmosférica | 71.73 | <i>kPa</i> |
| Humedad relativa (HR) | 82 | % |
| Presión del vapor de saturación (Pv sat.) | 2.338 | <i>kPa</i> |
| Presión de vapor de agua (Pv) | 1.917 (19.17 mbar) | <i>kPa</i> |
| Humedad absoluta (Ha) | 0.017 | <i>Kg/kg</i> |
| Entalpía (h) | 63.46 | <i>kJ/kg</i> |
| Volumen específico (V esp) | 1.2 | <i>m³/kg</i> |

3.1.5.1. Cálculo del volumen específico del sitio

$$P_{sec} = \frac{1}{V_{esp}} \quad (3.5)$$

Donde:

V_{esp} = Volumen específico del aire en el sitio de estudio, [m^3/kg]

P_{sec} = Densidad del aire de secado, [kg/m^3]

3.1.5.2. Ecuación de la velocidad másica del aire de secado

$$G = 3600_s * V_s * P_{sec} \quad (3.6)$$

Donde:

G = Velocidad másica del aire de secado, [$kg/m^2 \cdot h$]

3600_s = Variable del tiempo, [s]

V_s = Velocidad de secado, [m/s]

P_{sec} = Densidad del aire de secado, [kg/m^3]

3.1.5.3. Ecuación del Coeficiente de convección para un flujo de aire perpendicular a la superficie de contacto con el cacao.

El coeficiente de convección del flujo de aire de secado vertical es muy importante porque ayuda a determinar la tasa de secado por unidad de tiempo de manera constante,

la conductividad térmica del aire se puede encontrar en "Cengel 3th Heat and Mass Transfer Book" con una temperatura de 70 pulgadas. Tabla A-15 °C.

$$h_{conv} = 0.0735 * G^{0.8} \quad (3.7)$$

Donde:

h_{conv} = Coeficiente de convección para flujo de aire de secado perpendicular, [119.91kJ/m².K.h]

G = Velocidad másica del aire de secado, [kg/m².h]

3.1.5.4. Ecuación para reducción de sistema de renovación

Se calculará mediante ecuaciones la reducción de velocidad en el motor de renovación del sistema mediante poleas.

$$d2 = \frac{n1 * d1}{n2} \quad (3.4)$$

Donde:

d2: diámetro polea conductora (cm)

d1: diámetro polea motriz (cm)

n1= revoluciones por minuto motor

n2= revoluciones por minuto polea conducida

3.1.6. Ecuación para la selección de ventilador

Se determinará un caudal másico adecuado para el secado de cacao, que nos permitirá encontrar un ventilador que genere el caudal ideal para nuestra máquina, para lo cual se realizarán los siguientes cálculos.

3.1.6.1. Flujo volumétrico

Este cálculo permitirá encontrar el flujo necesario que se debe entregar a la cámara de secado, para lo cual se debe encontrar el flujo másico en el "libro de transferencia de calor y masa de Cengel 3th" a temperatura de 20°C en la tabla A-15, el área de la plancha perforada.

$$\dot{V} = \dot{m}_a * v_1 \quad (3.5)$$

Donde:

\dot{V} = Flujo volumétrico, [m³/s]

\dot{m} = Flujo másico, [kg/s]

v_1 =Volumen específico, [m³/kg]

3.1.6.2. Volumen específico

$$v_1 = \frac{Ra * T1}{Pa} \quad (3.6)$$

Donde:

Ra = Constante del Gas 0.287 [kJ/kg. K]

$T1$ = Temperatura ambiente [K]

Pa = Presión atmosférica [kJ]

v_1 =Volumen específico, [m³/kg]

3.1.6.3. Flujo másico de entrada del cacao húmedo

$$\dot{m}_{cacao-humedo} = \frac{masa\ de\ cacao}{tiempo} \quad (3.7)$$

Donde:

$\dot{m}_{cacao-humedo}$ = Flujo de cacao que ingresa a la cámara, [kg/s]

masa de cacao = Masa de cacao a secar, [kg]

tiempo = Tiempo estimado, [s]

3.1.6.4. Flujo sólido

$$\dot{m}_{sin} = (1 - X_{in}) * \dot{m}_{cacao-humedo} \quad (3.12)$$

Donde:

\dot{m}_{sin} = Flujo sólido, [kg/s]

$\dot{m}_{cacao-humedo}$ = Flujo de cacao que ingresa a la cámara, [kg/s]

X_{in} =Porcentaje de humedad con la que el cacao entra a la cámara, [%]

3.1.6.5. Porcentaje de agua a desprender

$$\dot{m}_g = \dot{m}_{cacao-humedo} - \dot{m}_{sin} \quad (3.8)$$

Donde:

\dot{m}_g = Flujo de vapor, [kg/s]

$\dot{m}_{cacao-humedo}$ = Flujo de cacao que ingresa a la cámara, [kg/s]

\dot{m}_{sin} = Flujo sólido, [kg/s]

3.1.6.6. Flujo másico a la entrada de humedad

$$\dot{m}_{cin} = X_{in} * \dot{m}_{cacao-humedo} \quad (3.9)$$

Donde:

\dot{m}_{cin} = Flujo de entrada de cacao húmedo, [kg/s]

X_{in} = Humedad inicial presente en el cacao, [%]

$\dot{m}_{cacao-humedo}$ = Flujo de cacao que ingresa a la cámara, [kg/s]

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para obtener datos, se recomiendan pruebas de inactividad y carga para poder obtener datos para gráficos de comparación.

4.1. Resultado de los Parámetros calculados para el funcionamiento de la máquina

Tabla 8: Parámetros de funcionamiento de la máquina

| Parámetros | Cantidad | Norma |
|---------------------------|----------|---------------------------------------|
| Masa a secar | 100kg | Cantidad mínima requerida |
| Humedad inicial del cacao | 60% | Según la norma técnica INEN-NTE 176 |
| Humedad final del cacao | 7% | Según la norma técnica INEN-NTE 176 |
| Temperatura de secado | 70 °C | Según la norma técnica INEN-NTE 176 |
| Tiempo de secado | 2.20 h | Acorde a la cantidad de materia prima |

4.2. Resultado de los parámetros calculados para el dimensionamiento térmicos

Tabla 9: Resultado del dimensionamiento térmico

| N ° Ecuaciones | Parámetro a calcular | Resultado |
|----------------|--|------------------------------|
| (3.1) | Volumen de cacao por cada lote | $V_c = 0.051m^3$ |
| (3.2) | Masa seca de cacao | $m_s = 22.19kg$ |
| (3.3) | Masa con la humedad deseada (7%) | $m_{7\%} = 16.98kg$ |
| (3.5) | Densidad del aire seco en el sitio de estudio | $P_{sec} = 0.833kg/m^3$ |
| (3.6) | Velocidad másica del aire de secado | $V_{másica} = 47808kg/m^2$ |
| (3.7) | Coefficiente de convección para un flujo de aire perpendicular a la superficie | $h_{conv} = 407.27W/m^2.K.h$ |

4.3. Resultado de los parámetros calculados de pérdidas de calor

Tabla 10: Resultado de pérdidas de calor

| N ° Ecuaciones | Parámetro a calcular | Resultado |
|----------------|--------------------------|------------------------|
| (3.4) | Área de secado | $A = 1.28m^2$ |
| (3.4) | Tiempo de secado | $t_c = 2.30h$ |
| (3.2) | Reducción de removedor | d2=4.5 rpm |
| (3.4) | Calor sensible del cacao | $Q_c = 2675.57KJ$ |
| (3.4) | Calor sensible del agua | $Q_{H2O} = 10550.74kJ$ |
| (3.4) | Calor latente | $Q_L = 158155.2KJ$ |

4.4. Resultado de los parámetros calculados para la elección del ventilador

Tabla 11: Resultado para la elección del ventilador

| N ° Ecuaciones | Parámetro a calcular | Resultado |
|----------------|--|--|
| (3.5) | Flujo volumétrico | $\dot{V} = 0.075m^3/s$ |
| (3.6) | Volumen específico | $v_1 = 0.076m^3/kg$ |
| (3.7) | Flujo másico de entrada del cacao húmedo | $\dot{m}_{cacao-humedo} = 0.00334kg/s$ |
| (3.12) | Flujo sólido | $\dot{m}_{sin} = 0.00279kg/s$ |

| | | |
|-------|---------------------------------|---------------------------|
| (3.8) | Porcentaje de agua a desprender | $\dot{m}_g = 0.00055kg/s$ |
|-------|---------------------------------|---------------------------|

4.5. Diseño y selección de materiales para la estructura

En este apartado se toma en cuenta los aspectos de construcción y dimensiones en específico según las necesidades requeridas para la máquina de secado como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: Parámetros para selección de la estructura

| Parámetros de selección de estructura | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Altura de ducto | 18cm |
| Capacidad | 100 kg |
| Dimensiones de la estructura | Diámetro=99.8 cm Alto = 42 cm |
| Área de secado | $A = 0.92m^2$ |
| Volumen de cacao por lote | $V_c = 0.030m^3$ |

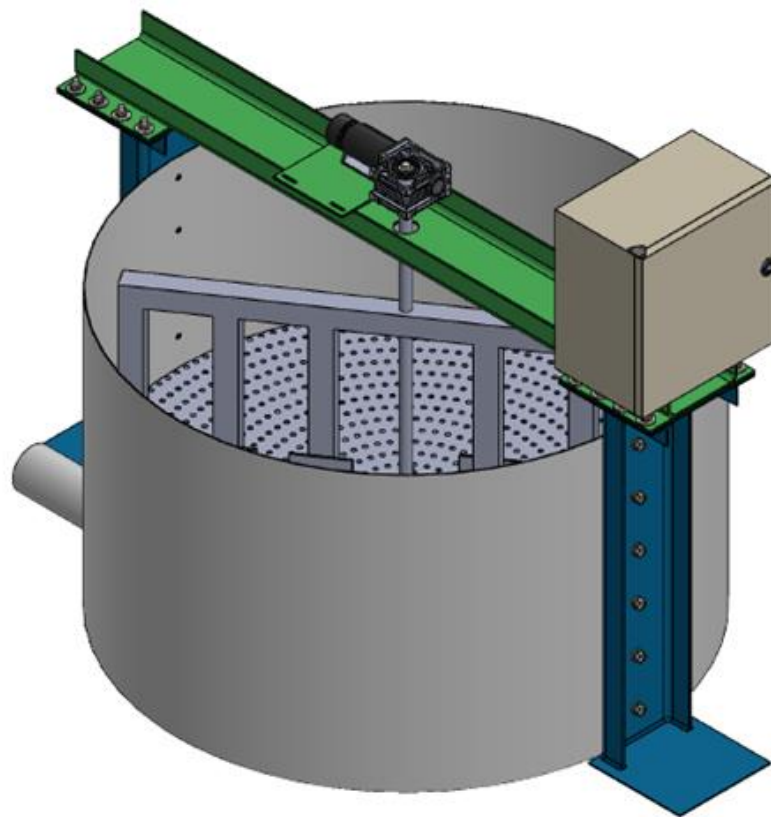


Figura 32: Diseño de máquina secadora de cacao

4.6. Ensayo de la máquina en proceso, voltaje vs corriente con carga

La tabla 13 muestra los valores obtenidos mediante la medición con un amperímetro y voltímetro los valores de cada uno de ellos dándonos como resultado la gráfica del motor con carga.

Tabla 13: Corriente con respecto al voltaje en vacío

| VOLTAJE | CORRIENTE |
|---------|-----------|
| 231,5 | 0,43 |
| 232,3 | 1,19 |
| 232,8 | 1,42 |

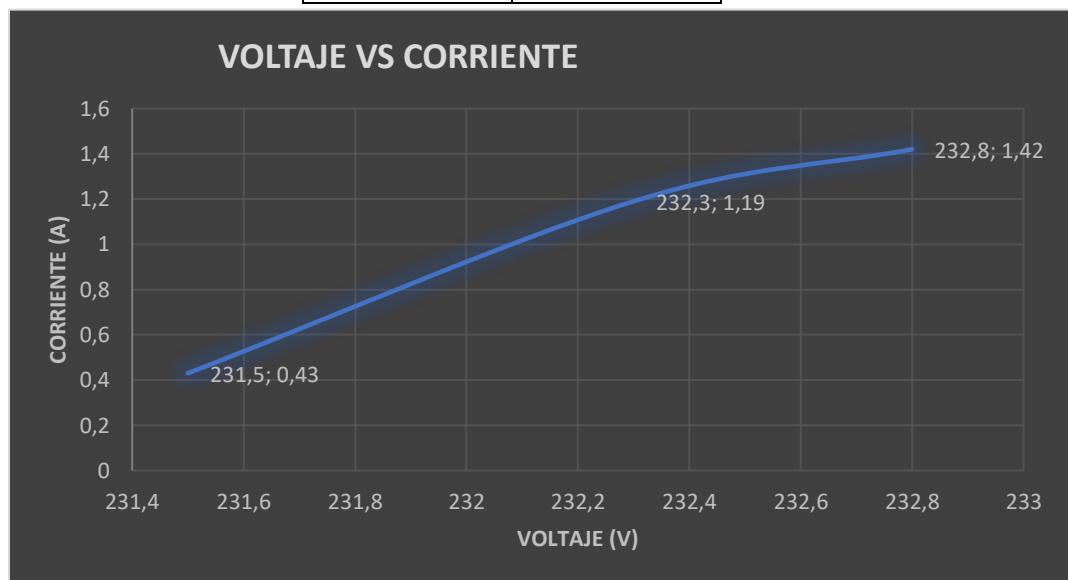


Figura 33: Curva Voltaje vs Corriente motor

En la figura nos muestra la gráfica de el voltaje vs la corriente de la máquina en funcionamiento con una carga de 26,5kg, en la cual podemos observar que la corriente aumenta de una manera considerable.

4.6.1. Ensayo de la máquina en proceso, voltaje vs corriente sin carga

La tabla 14 muestra los valores obtenidos mediante la medición con Amperímetro y voltímetro los valores de cada uno de ellos dándonos como resultado la gráfica del motor con carga.

Tabla 14: Corriente con respecto al voltaje con carga

| VOLTAJE | CORRIENTE |
|---------|-----------|
| 230,4 | 0,38 |
| 230,8 | 1,04 |
| 231,3 | 1,15 |

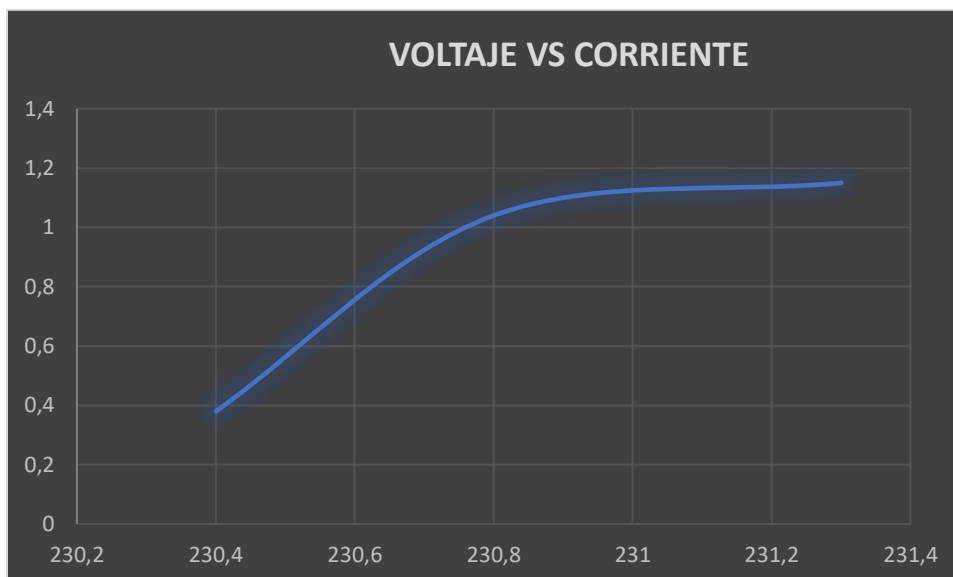


Figura 34: Curva Voltaje vs Corriente motor

En la figura nos muestra la gráfica de el voltaje vs la corriente de la máquina en funcionamiento sin carga, en la cual podemos observar que la corriente aumenta de una manera que se estabiliza.

4.6.2. Prueba en vacío de temperatura

Para determinar el comportamiento de inicio del sistema de secado se toman pruebas en vacío las cuales permiten determinar en qué tiempo se estima un sistema uniforme de flujo de calor el cual mediante una pistola termográfica nos indica la variación de temperatura en la cama en cuatro puntos específicos los cuales mediante un promedio de determina la temperatura total de la cama con respecto al tiempo, las muestras se han tomado cada minuto considerando que es un sistema cilindro este hace que se disperse uniformemente la temperatura como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15: Temperatura con respecto al tiempo de calentamiento de cama

| TIEMPO (m) | TEMPERATUCA CELCIUS |
|------------|---------------------|
| 1 | 55,5 |
| 2 | 64,75 |
| 3 | 67,25 |
| 4 | 68 |
| 5 | 74,625 |
| 6 | 81,775 |
| 7 | 74,825 |

| | |
|---|--------|
| 8 | 74,1 |
| 9 | 74,625 |

Podemos determinar que a medida que el tiempo transcurre la temperatura se va estabilizando, teniendo uniformidad en el sistema, figura 35.

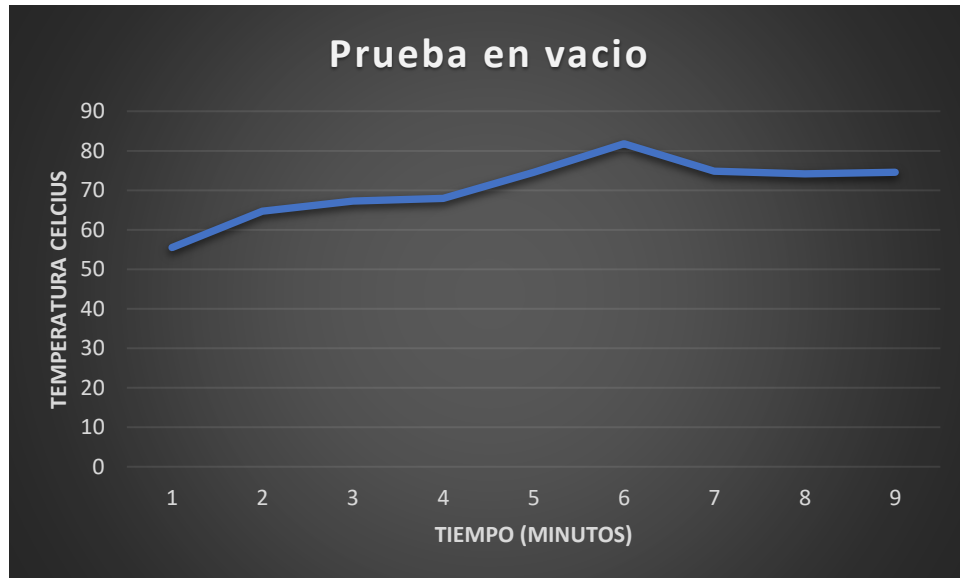


Figura 35: Prueba de Temperatura en vacío

Para determinar las temperaturas en diversos puntos calientes de la cama se hace un estudio con Cámara termográfica y colocando hojas de papel en diferentes puntos del sistema en la cual al momento de tomar las mediciones nos dan la variación de temperatura al momento de iniciar las pruebas en vacío, transcurrido el tiempo se puede observar que la uniformidad en la cama no varía obteniendo un error pequeño como se muestra en la figura 36.

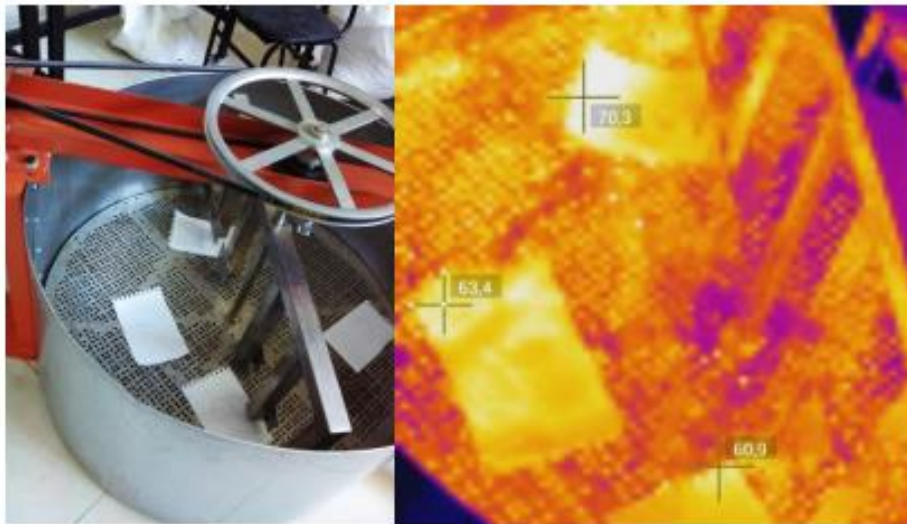


Figura 36: Ubicación de puntos y termografía en puntos calientes

Para realizar una comparación se realiza la recolección de datos del sistema de temperatura utilizando la cámara térmica para lo cual obtenemos la siguiente tabla 16.

Tabla 16: Valores reales de cámara térmica en vacío

| Sección | Dato de temperatura °C | Dato de temperatura en K |
|---------|------------------------|--------------------------|
| A | 67,9222222 | 341.07 |
| C | 68,4444444 | 341.59 |
| B | 72,7666667 | 345.91 |
| D | 73,2888889 | 347.03 |

Se muestra los datos obtenidos de las temperaturas dadas las cuales nos muestran un rango de error del 2,43% en la medición de los diferentes puntos obtenidos.

En el secado de cacao en la cama se realizaron varias pruebas de humedad en diferentes puntos lo cuales nos permiten verificar que el flujo de calor se mantenga uniforme como se muestra en la 17

Tabla 17: Puntos calientes en el secado de cacao

| TIEMPO | PUNTO A | PUNTO B | PUNTO C | PUNTO D |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| 15 | 14,5 | 13,2 | 11,3 | 13,8 |
| 30 | 12,8 | 12,6 | 10,6 | 12,6 |
| 45 | 8,9 | 8,9 | 8,9 | 9,1 |

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 60 | 8,3 | 8,8 | 8,7 | 9,1 |
| 90 | 8,2 | 8 | 7,1 | 7,9 |
| 105 | 7,9 | 7,9 | 7,9 | 7,4 |
| 120 | 7,2 | 7,8 | 7,4 | 7,3 |
| 135 | 7,1 | 7,1 | 7,2 | 7 |
| 160 | 7,1 | 7,1 | 6,9 | 6,9 |

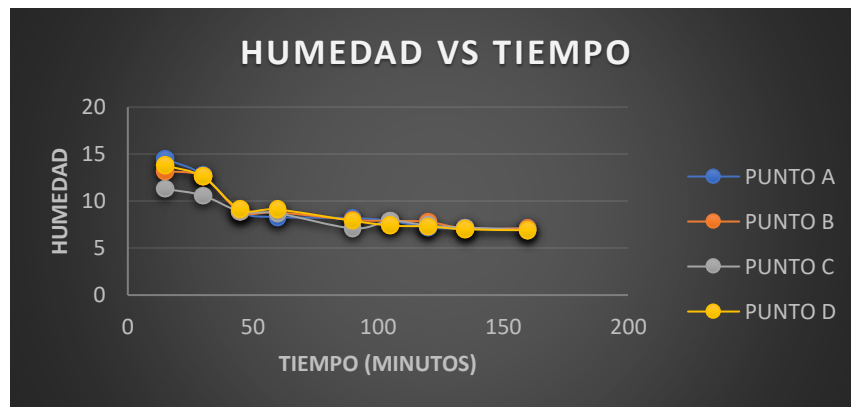


Figura 37: Grafica de la Humedad con respecto al tiempo

Para poder determinar la uniformidad en la secadora cilíndrica de cacao procedemos a validar los datos tomados y con esto poder sacar una gráfica que nos permita ver el comportamiento de esta como se muestra en la figura 37

4.6.3. Sistema eléctrico para control de motor de ventilador y de batidor

Para obtener un control manual del sistema se implementó un tablero de control el cual controla el inicio y paro del sistema tanto de los dos motores (ventilador, removedor) el cual se muestra en el Anexo 4 el circuito de paro e inicio y en el Anexo 5 el de inversión de giro del removedor ya que para una mejor utilidad se puede cambiar el sentido de las paletas para la remoción adecuada del material a secar, esta es una ventaja favorable que tiene las secadoras de cacao cilíndricas.

4.6.4 Análisis estático y dinámico de elementos mecánicos

4.6.4.1 Batidor

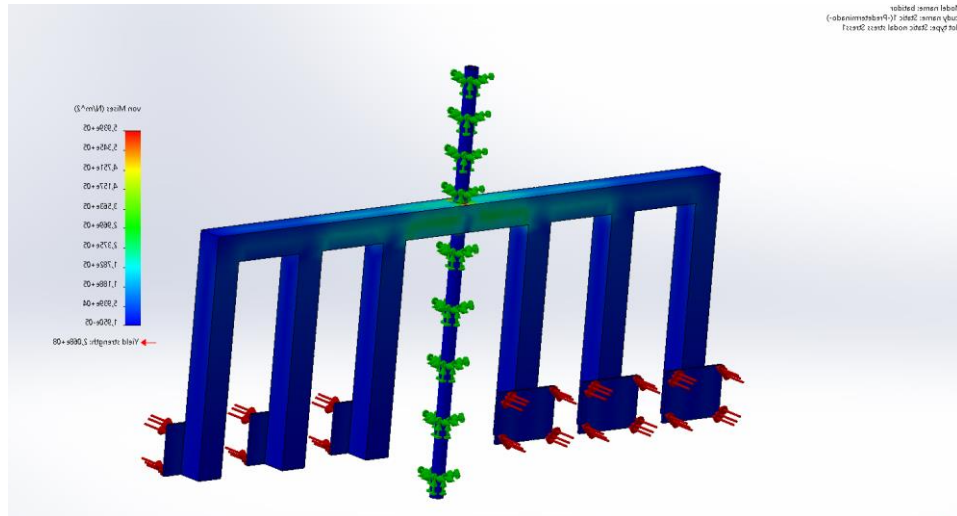


Figura 38: Análisis Estático del batidor

En la Figura 38 se puede observar un análisis estático del sistema de batidor el cual en cada paleta genera una fuerza de 245 N con carga, en el cual se puede observar que en cada una de las paletas la carga se encuentra distribuida uniforme para un estudio más exacto. El análisis estático nos muestra que al generar estas fuerzas en las paletas en la parte superior se nos pinta de color verde determinando que en esta parte se genera la mayor fuerza del sistema

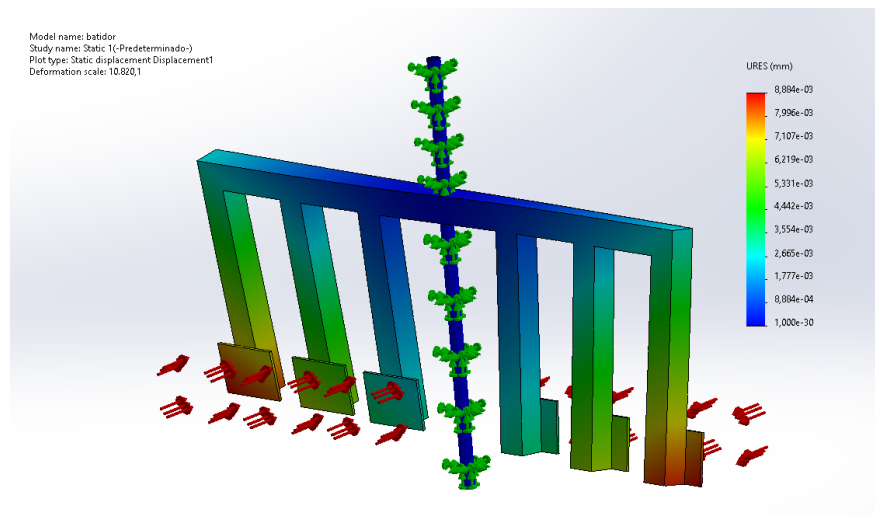


Figura 39: Análisis dinámico del batidor

En esta figura 39 se puede determinar que al realizar un estudio dinámico las fuerzas no son distribuidas haciendo que las paletas exteriores tengan mayor presión de la carga para generar su movimiento.

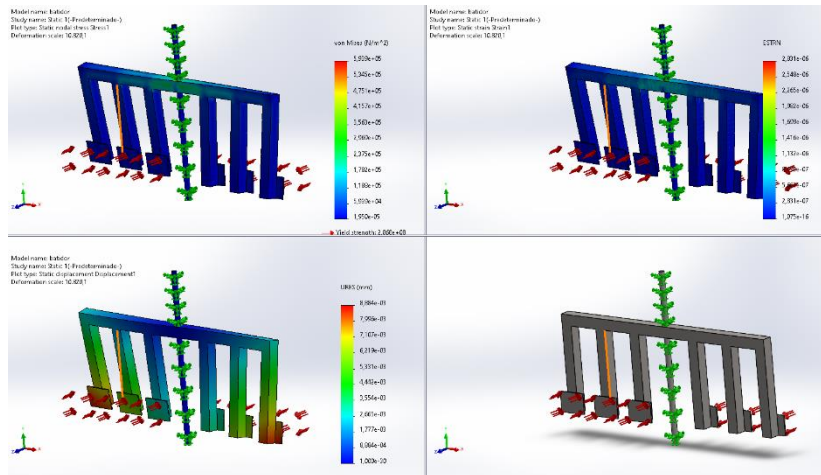


Figura 40: Análisis Estático y dinámico batidor

En la Figura 40 se puede observar los dos estudios realizados para la determinación del momento y fuerzas ejercidas en el sistema con una fuerza de 250 N en cada paleta del removedor.

4.6.4.2. Cama de secado

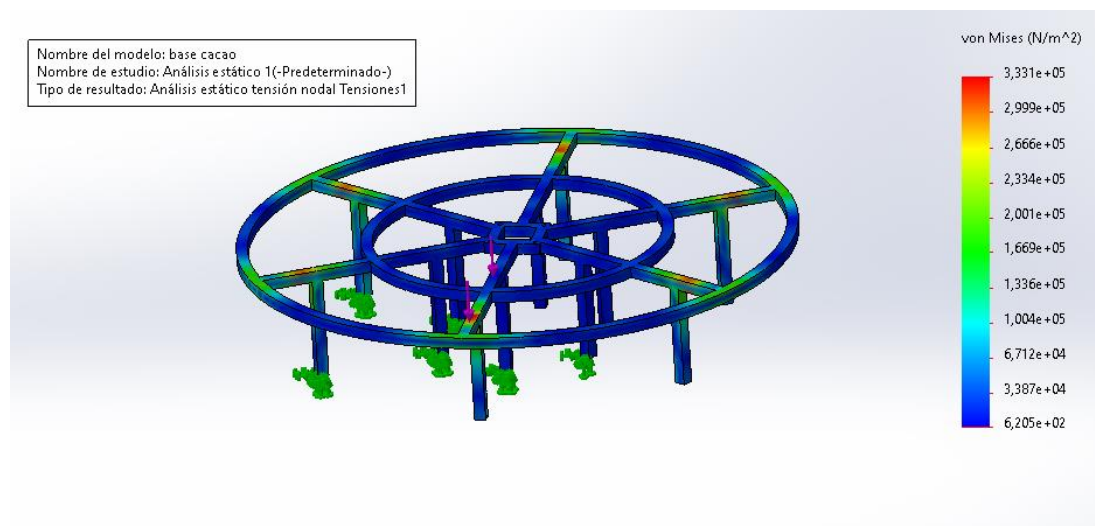


Figura 41: Análisis estático de la cama de secado

En la Figura 41 se muestra el análisis estático de cargas indicando las fuerzas generadas y los puntos de impacto con mayor flexión teniendo una carga de 90N en todo el sistema.

4.6.4.3. Viga superior

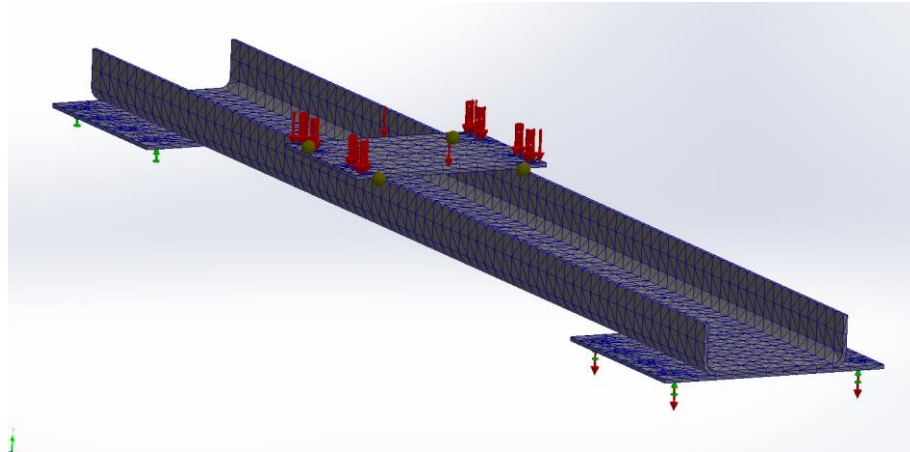


Figura 42: viga superior

En la Figura 42 se muestran las fuerzas generadas en el sistema tanto la del peso del motor y la de las paletas las mismas que tienen como valores 68,6 N y 49.5 N respectivamente las que no generan mayor fuerza en el sistema ya que las dos tienen punto de apoyo de las vigas inferiores.

4.6.4.4. Viga soporte lateral

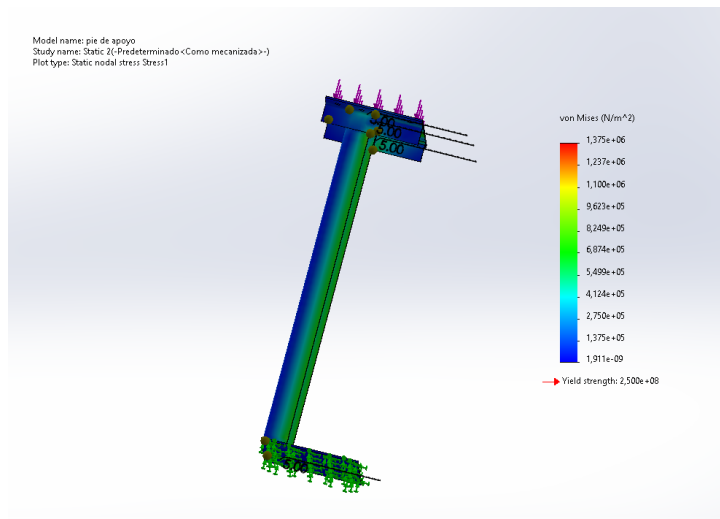


Figura 43: Viga de soporte lateral

En la Figura 43 se muestran los esfuerzos realizados en las vigas laterales que nos permiten sostener a la viga superior teniendo como fuerzas 90N entre las dos vigas.

4.7. EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

4.7.1. Evaluación Tecnológica

En los procesos de secado de cacao a pequeña escala, no existen controles para mantener constante el valor de la temperatura. La solución técnica de la implementación del sistema de control de parámetros en el secador de cacao redondo permite un control constante de las variables del sistema para que el proceso pueda ser concluido en el menor tiempo posible.

4.7.2. Impacto social

Al haber realizado la investigación acerca de control de sistemas de secado de cacao Circular en pequeña escala, no se obtienen muchos datos ya que de forma usual se lo hace de manera empírica.

4.7.3. Evaluación Económica

La presente propuesta tecnológica, al ser de tipo experimental se realiza un gasto considerable ya que se hace uso de elementos que cumplan las funciones para su mayor rendimiento y función. A continuación, se presenta la tabla 3.12, de costos

Tabla 18: Costos

| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|----------|---------------------------------------|----------------|-------------|
| 1 | tubo redondo 3" | \$55 | \$55 |
| 2 | plancha de acero inoxidable 304 (3mm) | \$232 | \$464 |
| 1 | perfil estructural canal "U" | \$37 | \$37 |
| 1 | tubo cuadrado acero inoxidable | \$57,14 | \$57,14 |
| 1 | platina de acero inoxidable | \$28,57 | \$28,57 |
| 1 | eje acero inoxidable | \$34,82 | \$34,82 |
| 1 | caja de control 20x30 | \$25 | \$25 |
| 1 | motorreductor de 1/2 HP | \$200 | \$200 |
| 1 | ventilador centrifugo | \$60 | \$60 |
| 1 | chumacera de pared | \$8 | \$8 |
| 1 | polea de 15" | \$36 | \$36 |
| 1 | polea de 1" | \$2 | \$2 |

| | | | |
|-------|-----------------------------------|---------|---------|
| 1 | correa de transmisión en V tipo A | \$8,50 | \$8,50 |
| 20 | Electrodo de tungsteno | \$4 | \$80 |
| 8 | Brocas 3/16 | \$2 | \$16 |
| 4 | Brocas 5/16 | \$3 | \$12 |
| 1 | mano de obra | \$850 | \$850 |
| 1 | Quemador de GLP | \$7 | \$7 |
| 4 | Contactores | \$18 | \$72 |
| 1 | Interruptor termomagnético | \$17 | \$17 |
| 8 | cable sucre 4x12 | \$1,90 | \$15,20 |
| 8 | cable sucre 2x12 | \$1,25 | \$10 |
| 1 | válvula industrial | \$4,50 | \$4,50 |
| 1 | termocupla | \$40 | \$40 |
| 1 | cable para termocupla | \$4 | \$4 |
| 5 | Pulsadores | \$1,50 | \$7,50 |
| 3 | termofudente | \$1,95 | \$5,85 |
| 1 | Taipe | \$0,70 | \$0,70 |
| 1 | Bocín | \$5 | \$5 |
| Total | | \$1.746 | \$2.163 |

4.7.4. Costo de depreciación

Para realizar el costo de depreciación de los bienes y maquinarias industriales se considera 10 años y se utiliza la siguiente ecuación (21).

$$V_{\text{salvamiento}} = V_{\text{inicial}} \frac{V_{\text{inicial}} * \text{vida útil}}{\text{años de depreciación}} \quad (4.1)$$

Donde:

V_{inicial} = Valor de costo

Vida útil = Tiempo estimado de depreciación

Años de depreciación = años estimados de depreciación

$$V_{\text{salvamiento}} = \$2.163 - \frac{2.163 * 10 \text{ años}}{8 \text{ años}}$$

$$V_{\text{salvamiento}} = \$1212.57$$

Con el valor obtenido se obtiene que se necesita producir \$540.75 de forma anual para no perder dinero en costo de inversión.

Para la obtención del valor de depreciación anual se utiliza la siguiente ecuación (22)

$$D_{anual} = \frac{V_{inicial} - V_{salvamiento}}{\text{años de depreciación}} \quad (4.2)$$

Donde:

D_{anual} = Depreciación anual

$V_{inicial}$ = Valor de costo

$V_{salvamiento}$ = Valor de salvamiento

años de depreciación = años de depreciación

$$D_{anual} = \frac{2163 - 540.75}{8}$$

$$D_{anual} = 202.78$$

Con el resultado obtenido se determina que de forma anual depreciará \$202.78.

5. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

5.1. CONCLUSIONES

- En las pruebas de funcionamiento realizada, se observa que el sensor de temperatura nos indica una temperatura de 80 grados centígrados la que nos ayuda a verificar la remoción del material colocado en la cama.
- La máquina secadora a escala experimental se diseñó para los siguientes parámetros de operación: 100 kg de masa húmeda de cacao entre 60 y 75 %, de temperatura de secado entre 40 a 70 °C, ducto de altura de 18 cm y la cama con dimensiones de 99.8 cm y área de secado de $0.92m^2$
- Con la implementación de la máquina, el tiempo secado de cacao en comparación con el sistema natural reduce en su mayor cantidad haciendo que 50 kg se pueda secar en 2 horas obteniendo una humedad del 7%.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda leer el manual de usuario antes de utilizar la máquina secadora de cacao cilíndrica ya que existen componentes que se pueden dañar.
- Colocar una válvula proporcional de 1/4 de pulgada la cual permite un ahorro de GLP manteniendo temperaturas adecuadas en el sistema.
- Implementar un control para la determinación de variables tanto como temperatura, humedad, peso los cuales pueden ser utilizados para estudios posteriores en el sistema de secado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Vásquez, «Modelo de empresa asociativa acopiadora de Cacao Fino de Aroma para los productores del cantón Quinsaloma.».
- [2] J. Guevara, «Explicación Paso a Paso: La Cosecha y El Procesamiento del Cacao», *Perfect Daily Grind Español*, 6 de marzo de 2018. <https://perfectdailygrind.com/es/2018/03/06/explicacion-paso-paso-la-cosecha-y-el-procesamiento-del-cacao/> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [3] «MÉTODOS DE SECADO DE CACAO ~ Poscosecha Cacao». <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/metodos-de-secado-de-cacao.html#:~:text=En%20el%20secado%20artificial%20se,diesel%2C%20gas%20natural%20o%20electricidad.> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [4] C. Novoa y H. Ricaurte, «Supervisión de plantas de beneficio y control de procesos», *Palmas*, vol. 21, n.º especial, Art. n.º especial, ene. 2000.
- [5] J. B. Aragonés, C. G. Gómez, B. Z. Zaragoz, A. G. Martínez, D. M. Campos, y A. G. Llinares, «SENSORES DE TEMPERATURA».
- [6] B. Guailas y A. Fabián, «Desarrollo de un prototipo de máquina híbrida de secado de granos de cacao con sistema de control automático de temperatura».
- [7] «Cacao Móvil». <https://cacaomovil.com/site/guide/cosecha-fermentacion-y-secado-del-cacao/42/el-secado-del-cacao> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [8] «FUNDAMENTOS DEL SECADO DEL CACAO».
- [9] «Cacao en grano orgánico secado al sol en... | Premium Photo #Freepik #photo #comida #personas #sol #granja | Granos de cacao, Arbol de cacao, Seco». <https://www.pinterest.es/pin/509469776602464419/> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [10] «PI-001746.pdf». Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8170/1/PI-001746.pdf>
- [11] «MÉTODOS DE SECADO DE CACAO», *MÉTODOS DE SECADO DE CACAO ~ Poscosecha Cacao*, 30 de agosto de 2017. <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/metodos-de-secado-de-cacao.html> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [12] «iniaplsbd254.pdf». Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1979/1/iniaplsbd254.pdf>
- [13] «MÉTODOS DE SECADO DE CACAO», *MÉTODOS DE SECADO DE CACAO ~ Poscosecha Cacao*, 30 de agosto de 2017. <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/metodos-de-secado-de-cacao.html> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [14] P. Parra Rosero, «Modelación de un proceso de secado de cacao utilizando una cámara rotatoria cilíndrica y flujo de aire caliente», *Univ. Piura*, jun. 2018, Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3488>


- [15] «Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg». <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061015/html/> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [16] «SECADOR ROTATIVO SRE-800 (SECADORES Y ENFRIADORES ROTATIVOS) - Ecirtec». <https://es.ecirtec.com/equipamientos/secador-rotativo-sre-800-secadores-e-resfriadores-rotativos/> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [17] J. E. Orna Chávez, N. Chuquín, L. Saquina, y O. Cueva, «Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg», *Enfoque UTE*, vol. 9, n.º 2, pp. 159-174, jun. 2018, doi: 10.29019/enfoqueute.v9n2.185.
- [18] O. V. Cueva Moreno y L. G. Saquina Caiza, «Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg.», bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/8079>
- [19] D. X. Duarte Pacheco, Á. H. Morán Pacheco, y M. Quilambaqui, «Valoración mecánica y rediseño de un secador de cacao en la comunidad de Banco de Arena del cantón Milagro», Thesis, ESPOL. FIMCP., 2020. Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51608>
- [20] T. Novillo y M. Daniel, «Diseño de un equipo automatizado para el proceso de secado de cacao».
- [21] J. P. Maureira Poveda, «Diseño y simulación de un secador de granos de cacao con colectores solares planos mediante convección forzada para una capacidad de 500 Kg», bachelorThesis, SANGOLQUÍ / ESPE / 2006, 2006. Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/978>
- [22] C. C. Cuasquer Salazar y J. A. Villegas Marcillo, «“Implementación de un control automático de temperatura para el secado de cacao en un invernadero de la parroquia Guasaganda del cantón La Maná”», bachelorThesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2020. Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7212>
- [23] D. Valdés, S. Muñiz, A. Pereira, R. Cervantes Beyra, y D. Fernández Váldez, «Cinética de secado de fruta bomba (Carga papaya L., cv. Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente», *Rev. Cienc. Téc. Agropecu.*, vol. 24, pp. 22-28, mar. 2015.
- [24] «PI-001746.pdf». Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8170/1/PI-001746.pdf>
- [25] «CD-1238.pdf». Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/790/1/CD-1238.pdf>

- [26] «Transferencia de Calor y Termodinámica 2: CONVECCION FORZADA». <http://transferenciadecolor-veradomenica-5b.blogspot.com/2016/03/conveccion-forzada.html> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [27] «Conducción de calor», *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 24 de noviembre de 2022. Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Conducci%C3%B3n_de_calor&oldid=147535420
- [28] Y. Cengel, «Transferencia de calor y masa.», *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, n.º 9, pp. 1689-1699, 2013.
- [29] «Capitulo de Transferencia de calor.pdf». Accedido: 17 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://fim.umich.mx/teach/rguerrero/notas/Capitulo%20de%20Transferencia%20de%20calor.pdf>
- [30] «Blog -Métodos de secado industrial: ¿cuál es el más adecuado?», *Blog - Somengil: Soluções para lavagem industrial de alta performance*, 30 de diciembre de 2021. <https://blog.somengil.com/es/metodos-de-secado-industrial-cual-es-el-mas-adecuado/> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [31] «SECADO POR CONTACTO - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA». <https://1library.co/article/secado-por-contacto-revisi%C3%B3n-bibliogr%C3%A1fica.yd7lm6ey> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [32] Somengil, «MÉTODOS DE SECADO INDUSTRIAL», 2021. <https://blog.somengil.com/es/metodos-de-secado-industrial-cual-es-el-mas-adecuado/>
- [33] «Motorreductor | SEW-EURODRIVE». <https://www.sew-eurodrive.es/productos/motorreductores/getriebemotoren.html> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [34] «Definición de eje - Definicion.de», *Definición.de*. <https://definicion.de/eje/> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [35] «Ventiladores centrífugos: tipos y características», *S&P Sistemas de Ventilación*, 21 de abril de 2017. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventiladores-centrifugos/> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [36] Q. H. LTDA, «Qué es una chumacera», *quinterohurtadolta*, 9 de octubre de 2018. <https://www.quinterohurtado.com/post/qué-es-una-chumacera> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [37] «Cacao Móvil». <https://cacaomovil.com/site/guide/cosecha-fermentacion-y-secado-del-cacao/43/principales-caracteristicas-del-grano-fermentado> (accedido 17 de febrero de 2023).
- [38] H. A. Tinoco y D. Y. Ospina, «ANÁLISIS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE CACAO PARA LA DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE SECADO», *Rev. EIA*.

7. ANEXOS






ANEXO I. INFORME ANTI PLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

| | |
|---|--|
| Facultad: | Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas |
| Carrera: | Ingeniería en Electromecánica |
| Nombre del docente evaluador que emite el informe: | PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo |
| Documento evaluado: | Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica. |
| Autores del documento: | Sr. Luis David Albán Rocha Sr. Henry Raúl Montesdeoca Balarezo |
| Programa de similitud utilizado: | Sistema URKUND |
| Porcentaje de similitud según el programa utilizado: | 8% |
| Observaciones: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none">• El documento cumple criterio de originalidad, sin observaciones.• El documento cumple con criterios de originalidad, con observaciones.• El documento no cumple criterios de originalidad. | -X- ---- ---- |
| Fecha de realización del informe: | 2023-02-17 16:30:00 PM |
| Captura de pantalla del documento analizado: Document Information | |
| Analyzed document | Tesis_Luis_Alban_Henry_Montesdeoca.docx (D158940463) |
| Submitted | 2/17/2023 9:56:00 PM |
| Submitted by | |
| Submitter email | henry.montesdeoca8245@utc.edu.ec |
| Similarity | 8% |
| Analysis address | segundo.cevallos.2@analysis.arkund.com |
|  _____ PhD. Ing. Enrique Torres Tamayo Director de Proyecto de la Propuesta Tecnológica | |

Document Information

| | |
|--------------------------|--|
| Analyzed document | Tesis_Luis_Alban_Henry_Montesdeoca.docx (D158940463) |
| Submitted | 2/17/2023 9:56:00 PM |
| Submitted by | |
| Submitter email | henry.montesdeoca8245@utc.edu.ec |
| Similarity | 8% |
| Analysis address | segundo.cevallos.2.utc@analysis.arkund.com |

Sources included in the report

| | | |
|-----------|--|---|
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / 2022_08_30_Tesis_Zapata_Nuñez.docx Document 2022_08_30_Tesis_Zapata_Nuñez.docx (D143410433) Submitted by: byron.corrales@utc.edu.ec Receiver: byron.corrales.utc@analysis.arkund.com |  5 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS_PALLO_M_TAPIA_A_30_08_22.docx Document TESIS_PALLO_M_TAPIA_A_30_08_22.docx (D143415319) Submitted by: byron.corrales@utc.edu.ec Receiver: byron.corrales.utc@analysis.arkund.com |  7 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Jaramillo 1.docx Document Tesis Jaramillo 1.docx (D146252109) Submitted by: cristian.gallardo@utc.edu.ec Receiver: cristian.gallardo.utc@analysis.arkund.com |  1 |

Entire Document

1. INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

ABSTRACT

1.2 EL PROBLEMA: 1.2.1 Planteamiento del problema:

En el cacao se tiene un grave problema con los métodos tradicionales de secado debido al excesivo tiempo que estos conllevan, mismos que provocan una baja producción en el tiempo haciendo que se demore días en sacar el cacao hasta un 7%, esta problemática viene acompañada de la venta del producto a bajo precio afectando de manera directa la economía del pequeño productor sin mencionar que otros métodos convencionales tienen un elevado consumo de energía.

1.2.2 Formulación del problema El extenso tiempo de secado en los procesos tradicionales hace que los pequeños productores tengan pérdidas considerables en su producción.

1.3 BENEFICIARIOSgtg Con la implementación de la maquina secado de cacao cilíndrica se pretende mejorar el tiempo de secado de los granos de cacao lo que ayuda a mejorar su producción e ingresos de los pequeños artesanos cacaoteros haciendo que no se tenga perdidas mayores en la producción.

1.3.1 Directosfds Comunidad universitaria de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

1.3.2 Indirectos Menores Agricultores de cacao

NTE INEN 176

2006-10

3.8 Grano de buena fermentación. Grano fermentado cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías de fermentación profunda. Para el tipo CCN51 la coloración variará de marrón a marrón violeta.

3.9 Grano infestado. Grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

3.10 Grano seco. Grano cuyo contenido de humedad no es mayor de 7,0% (cero relativo).

3.11 Impureza. Es cualquier material distinto a la almendra de cacao (maguey, vena y corteza de la mazorca de cacao).

3.12 Cacao en baba. Almendras de la mazorca del cacao recubiertas por una capa de pulpa mucilaginosa.

3.13 Fermentación del cacao. Proceso a que se somete el cacao en baba, que consiste en causar la muerte del embrión, eliminar la pulpa que rodea a los granos y lograr el proceso bioquímico que le confiere el aroma, sabor y color característicos.

4. CLASIFICACION

4.1 Los cacaos del Ecuador por la calidad se clasifican, de acuerdo a lo establecido en la tabla 1, en ARRIBA y CCN51.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos.

5.1.1 El cacao beneficiado debe cumplir con los requisitos que a continuación se describen y los que se establecen en la tabla 1.

5.1.2 El porcentaje máximo de humedad del cacao beneficiado será de 7,0% (cero relativo), el que será determinado o ensayado de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 173.

5.1.3 El cacao beneficiado no debe estar infestado.

5.1.4 Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no debe exceder del 1% de granos partidos.

5.1.5 El cacao beneficiado debe estar libre de: olores a moho, humo, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.

5.1.6 El cacao beneficiado, hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes debe sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites recomendados de aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados.

5.1.7 El cacao beneficiado debe estar libre de impurezas y materias extrañas.

(Continúa)

NTE INEN 176

2006-10

TABLA 1. Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado

| REQUISITOS | UNIDAD | ARRIBA | | | | | CCNS1 |
|--|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | A.S.S.P.S | A.S.S.S | A.S.S | A.S.N. | A.S.E. | |
| Cien granos pesan | g | 135-140 | 130-135 | 120-125 | 110-115 | 105-110 | 135-140 |
| Buena fermentación (mín.) | % | 75 | 65 | 60 | 44 | 26 | ***65 |
| Ligera fermentación* (mín.) | % | 10 | 10 | 5 | 10 | 27 | 11 |
| Violeta (máx.) | % | 10 | 15 | 21 | 25 | 25 | 18 |
| Pizarroso (pastoso) (máx) | % | 4 | 9 | 12 | 18 | 18 | 5 |
| Moho (máx.) | % | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| TOTALES (análisis sobre 100 pepas) | % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Defectuosos (análisis sobre 500 gramos) (máx). | % | 0 | 0 | 1 | 3 | **4 | 1 |
| TOTAL FERMENTADO (mín.) | % | 85 | 75 | 65 | 54 | 53 | 76 |
| A.S.S.P.S | Arriba Superior Summer Plantación selecta | | | | | | |
| A.S.S.S | Arriba Superior Summer Selecto | | | | | | |
| A.S.S. | Arriba Superior Selecto | | | | | | |
| A.S.N. | Arriba Superior Navidad | | | | | | |
| A.S.E. | Arriba superior Época | | | | | | |
| * Coloración marrón violeta | | | | | | | |
| ** Se permite la presencia de granza solamente para el tipo A.S.E. | | | | | | | |
| *** La coloración varía de marrón a violeta | | | | | | | |

5.2 Requisitos complementarios.

5.2.1 La bodega de almacenamiento debe presentarse limpia, desinfectada, tanto interna como externamente y protegida contra el ataque de roedores.

5.2.2 Cuando se aplique plaguicidas, se deben utilizar los permitidos por la Ley para formulación, importación, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines de uso agrícola (Ley N° 739).

5.2.3 No se debe almacenar junto al cacao beneficiado otros productos que puedan transmitirle olores o sabores extraños.

5.2.4 Los envases conteniendo el cacao beneficiado deben estar almacenados sobre paletas (estibas).

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo se efectuará de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 177.

6.1.2 *Aceptación o rechazo.* Si la muestra ensayada no cumple con los requisitos establecidos en esta norma, se considera no clasificada. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre una muestra reservada para tales efectos.

Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para reclasificar el lote.

(Continúa)

CANALES "U"



DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO

**PERFILES ESTRUCTURALES
CANALES "U"**


Especificaciones Generales

- Norma: EN 10223-2:2002
- Clase de acabado: Pintado a consulta
- Tamaño nominal: mm
- Clase de laminado: Perfilado a consulta
- Espesores: Desde 1.5mm hasta 12mm
- Acabado: Natural
- Otro acabado: Perfilado a consulta



| DIMENSIONES | | | PESO | | | TIPOS | | | | | | | | | | |
|-------------|----|----|-------------------|-------|-----------------|---------|--------|------|--------|---------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A | B | e | Estructos 1 metro | | SECCION | EJE X-X | | | | EJE Y-Y | | | | | | |
| mm | mm | mm | kg | kg | cm ² | I | W | I | I | W | I | W | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | cm ⁴ | cm ³ | cm ⁴ | cm ³ |
| 40 | 25 | 2 | 1.88 | 0.35 | 5.61 | 4.29 | 3.00 | 1.09 | 1.08 | 0.62 | 0.60 | 0.76 | | | | |
| 50 | 25 | 2 | 2.42 | 0.47 | 7.07 | 7.09 | 2.83 | 1.94 | 1.17 | 0.63 | 0.78 | 0.72 | | | | |
| 60 | 25 | 2 | 3.22 | 0.62 | 9.79 | 9.70 | 3.88 | 2.89 | 1.57 | 0.81 | 0.76 | 0.77 | | | | |
| 80 | 30 | 3 | 5.82 | 1.11 | 17.86 | 14.00 | 6.16 | 2.25 | 2.10 | 1.93 | 0.94 | 0.85 | | | | |
| 80 | 30 | 3 | 15.34 | 1.09 | 3.39 | 17.50 | 5.89 | 3.31 | 2.94 | 1.34 | 0.81 | 0.89 | | | | |
| 80 | 30 | 4 | 19.80 | 1.30 | 4.20 | 21.18 | 7.03 | 3.24 | 3.51 | 1.72 | 0.91 | 0.85 | | | | |
| 80 | 40 | 2 | 14.94 | 1.41 | 3.87 | 30.80 | 7.71 | 3.17 | 4.39 | 1.66 | 1.28 | 1.09 | | | | |
| 80 | 40 | 3 | 31.29 | 1.39 | 8.59 | 43.80 | 11.89 | 3.13 | 7.01 | 2.49 | 1.29 | 1.14 | | | | |
| 80 | 40 | 4 | 37.66 | 1.61 | 9.97 | 55.40 | 13.06 | 3.07 | 8.82 | 3.17 | 1.23 | 1.18 | | | | |
| 80 | 40 | 5 | 34.44 | 1.74 | 7.18 | 45.49 | 16.37 | 3.02 | 10.82 | 3.82 | 1.21 | 1.23 | | | | |
| 80 | 40 | 6 | 40.44 | 1.74 | 8.43 | 74.19 | 18.54 | 2.96 | 12.10 | 4.44 | 1.19 | 1.28 | | | | |
| 100 | 50 | 3 | 18.29 | 1.64 | 5.87 | 42.50 | 13.90 | 3.09 | 9.73 | 2.68 | 1.38 | 1.34 | | | | |
| 100 | 50 | 3 | 26.88 | 1.48 | 5.76 | 48.50 | 17.70 | 3.04 | 14.10 | 3.89 | 1.57 | 1.39 | | | | |
| 100 | 50 | 4 | 32.22 | 1.87 | 7.47 | 113.00 | 21.60 | 2.99 | 18.10 | 5.07 | 1.50 | 1.44 | | | | |
| 100 | 50 | 5 | 43.30 | 1.30 | 8.18 | 125.00 | 27.10 | 2.94 | 31.80 | 6.18 | 1.51 | 1.48 | | | | |
| 100 | 50 | 6 | 51.96 | 1.66 | 10.62 | 155.24 | 31.04 | 2.79 | 35.14 | 7.24 | 1.52 | 1.53 | | | | |
| 150 | 60 | 4 | 38.28 | 1.38 | 6.11 | 128.00 | 23.60 | 3.07 | 29.70 | 5.17 | 1.81 | 1.86 | | | | |
| 100 | 60 | 5 | 46.80 | 1.82 | 8.85 | 152.00 | 30.30 | 3.01 | 35.70 | 6.76 | 1.80 | 1.92 | | | | |
| 100 | 60 | 6 | 57.71 | 1.42 | 12.03 | 181.89 | 36.74 | 3.06 | 42.25 | 8.38 | 1.87 | 1.93 | | | | |
| 100 | 60 | 8 | 74.40 | 1.40 | 15.70 | 22.40 | 44.52 | 3.78 | 52.47 | 11.52 | 1.83 | 2.08 | | | | |
| 125 | 50 | 3 | 20.38 | 1.41 | 6.20 | 103.00 | 18.50 | 3.06 | 10.40 | 2.74 | 1.34 | 1.29 | | | | |
| 125 | 50 | 3 | 30.41 | 1.07 | 6.49 | 149.00 | 21.90 | 3.01 | 15.10 | 4.02 | 1.52 | 1.34 | | | | |
| 125 | 50 | 4 | 39.90 | 1.40 | 8.47 | 162.00 | 30.70 | 4.76 | 16.40 | 5.24 | 1.51 | 1.28 | | | | |
| 125 | 50 | 5 | 49.24 | 1.19 | 10.40 | 230.00 | 37.00 | 4.71 | 23.40 | 6.40 | 1.50 | 1.34 | | | | |
| 125 | 50 | 6 | 59.08 | 1.68 | 12.33 | 268.00 | 42.67 | 4.65 | 27.10 | 7.82 | 1.48 | 1.38 | | | | |
| 125 | 50 | 8 | 72.82 | 1.67 | 15.41 | 306.00 | 49.71 | 4.61 | 39.38 | 9.15 | 1.56 | 1.70 | | | | |
| 125 | 60 | 6 | 64.82 | 10.82 | 13.32 | 309.20 | 49.40 | 4.78 | 45.83 | 10.78 | 1.64 | 1.75 | | | | |
| 125 | 60 | 8 | 84.80 | 14.00 | 17.50 | 363.34 | 61.13 | 4.68 | 57.30 | 13.94 | 1.80 | 1.91 | | | | |
| 125 | 80 | 6 | 76.44 | 12.78 | 15.50 | 394.28 | 63.88 | 4.87 | 102.94 | 18.18 | 1.84 | 2.01 | | | | |
| 125 | 80 | 8 | 99.30 | 16.50 | 20.49 | 493.02 | 74.68 | 4.88 | 170.27 | 24.30 | 2.10 | 2.04 | | | | |
| 125 | 80 | 10 | 120.96 | 20.14 | 25.23 | 576.42 | 92.25 | 4.78 | 194.19 | 28.31 | 2.43 | 2.14 | | | | |
| 150 | 50 | 3 | 22.82 | 1.82 | 8.87 | 128.00 | 21.00 | 2.71 | 16.90 | 2.80 | 1.50 | 1.09 | | | | |
| 150 | 50 | 3 | 33.94 | 1.68 | 7.09 | 138.00 | 26.70 | 3.01 | 15.90 | 4.11 | 1.69 | 1.13 | | | | |
| 150 | 50 | 4 | 44.64 | 1.64 | 8.47 | 207.00 | 30.60 | 3.00 | 20.30 | 5.38 | 1.67 | 1.17 | | | | |
| 150 | 50 | 5 | 55.82 | 1.17 | 11.70 | 259.00 | 41.90 | 3.10 | 24.80 | 6.56 | 1.66 | 1.22 | | | | |
| 150 | 50 | 6 | 66.80 | 1.09 | 13.81 | 418.89 | 55.59 | 3.49 | 38.80 | 7.76 | 1.64 | 1.28 | | | | |
| 150 | 60 | 5 | 59.70 | 1.95 | 12.68 | 441.00 | 54.91 | 3.7 | 41.72 | 8.40 | 1.81 | 1.50 | | | | |
| 150 | 60 | 6 | 72.12 | 13.02 | 15.02 | 478.93 | 63.25 | 3.84 | 48.70 | 12.07 | 1.80 | 1.60 | | | | |
| 150 | 60 | 8 | 91.60 | 15.00 | 19.50 | 598.74 | 78.81 | 3.74 | 61.13 | 14.25 | 1.71 | 1.74 | | | | |
| 150 | 80 | 6 | 83.44 | 12.94 | 17.62 | 603.42 | 80.43 | 3.88 | 109.81 | 19.73 | 1.81 | 1.83 | | | | |
| 150 | 80 | 8 | 108.90 | 18.15 | 22.89 | 582.23 | 103.36 | 3.78 | 179.53 | 25.09 | 2.47 | 2.48 | | | | |
| 170 | 80 | 10 | 132.90 | 22.18 | 27.71 | 836.29 | 129.50 | 3.88 | 107.91 | 30.31 | 2.34 | 2.34 | | | | |

También en galvanizado e inoxidable

| | | |
|---------|---------------------------|---|
| ANEXO 4 | TUBERIA ACERO AISI 304 |  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI |
|---------|---------------------------|---|



INOXIDABLES

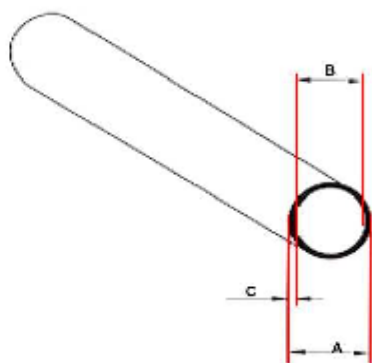
Tubos y Conexiones de Acero Inoxidable

SERIE INDUSTRIAL SCH. 5S / 10S

DIMENSIONES SEGUN ANSI B 36.19
ASTM A-269 / A-312

TUBOS CON COSTURA

- Acero inoxidable AISI 304
- Con costura
- Normas ASTM A-269 / A-312
- ANSI-B 36.19
- Acabamiento mate



| DN (Inch.) | SCHEDULE 5S | | | | SCHEDULE 10S | | | |
|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | Ø Ext. A (mm.) | Ø Int. B (mm.) | Espesor Pared C (mm.) | Kg. / Metro | Ø Ext. A (mm.) | Ø Int. B (mm.) | Espesor Pared C (mm.) | Peso Kg. / Metro |
| 1/2" | 21.30 | 18.03 | 1.65 | 0.80 | 21.30 | 17.12 | 2.11 | 1.00 |
| 3/4" | 26.70 | 23.37 | 1.65 | 1.03 | 26.70 | 22.45 | 2.11 | 1.28 |
| 1" | 33.40 | 30.10 | 1.65 | 1.30 | 33.40 | 27.86 | 2.77 | 2.08 |
| 1,1/2" | 48.30 | 44.96 | 1.65 | 1.91 | 48.30 | 42.72 | 2.77 | 3.11 |
| 2" | 60.30 | 57.02 | 1.65 | 2.40 | 60.30 | 54.78 | 2.77 | 3.93 |
| 3" | 88.90 | 84.68 | 2.11 | 4.51 | 88.90 | 82.80 | 3.05 | 6.44 |
| 4" | 114.30 | 110.08 | 2.11 | 5.83 | 114.30 | 108.20 | 3.05 | 8.32 |

Dirección Avda. Ecuador N° 5747 Asunción - Paraguay
 Teléfonos (595-21) 606-542 / - Fax (595-21) 606-042 - C.R. 04240
WWW.PROVINDUS.COM.PY
 provindus@provindus.com.py

Planchas de acero inoxidable

| | | |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | |
| Protección | Dimensiones | Acabado |
| PVC Papel | 1220 x 2440 1500 x 6000 | Brillante #1 2B #4 |



| Propiedades Mecánicas | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|--------------|
| Cálidad | Resistencia a la rotura | Limite fluencia | % Alargamiento 2 in. | Dureza (HRB) |
| 304 | (MPa) 55 min | (MPa) 205 | 40 min | 90 max |
| 316 | (MPa) 55 min | (MPa) 205 | 40 min | 95 max |
| 201 L1 | (MPa) 450 min | (MPa) 202 | 40 min | 95 max |
| 430 | (MPa) 460 min | (MPa) 205 | 22 min | 89 max |

| Espesores | Cálidad | | | |
|------------------|----------|-------|--------|-------|
| | 304 | 316 | 201 L1 | 430 |
| 0.7 hasta 2.5 mm | 2B; 4 | 2B | 2B | 2B; 4 |
| 3 mm | 1; 2B; 4 | 1; 2B | 1; 2B | 2B |
| 4 hasta 24 mm | 1 | | | |

| Composición Química | | | | | | | | |
|---------------------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|
| Cálidad | C % max | Ni % | P % max | S % max | Si % max | Mn % max | Cu % min | Cr % |
| 304 | 0.08 | 8 - 10.5 | 0.045 | 0.030 | 0.75 | 2.00 | | 18 - 20 |
| 316 | 0.08 | 10 - 14 | 0.045 | 0.030 | 0.75 | 2.00 | | 16 - 18 |
| 201 L1 | 0.08 | 100 min | 0.040 | 0.030 | 0.45 | 1.50 | 0.8 | 17 - 19 |
| 430 | 0.12 | 0.75 max | 0.75 | 0.030 | 1.00 | 1.50 | | 16 - 18 |



Anexo 6: Manual de mantenimiento

MANUAL DE FUNCIONALIDAD Y MANTENIMIENTO

IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECADORA CILÍNDRICA PARA EL SECADO DE CACAO

MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

La máquina experimental de secado de cacao cilíndrica ha sido construida para tener una fácil manipulación por parte del usuario y un correcto funcionamiento del sistema.

IMPORTANTE

Antes de encender y poner en marcha esta máquina es de vital importancia estudiar la guía de funcionamiento, ya que de eso dependerá la buena ejecución del aparato y garantizará reducir al mínimo los riesgos de equivocaciones que afecten la continuidad de la máquina.

RESUMEN

En esta parte del proyecto se refiere sobre cómo dar un buen funcionamiento a la máquina experimental de secado de cacao cilíndrica, la cual beneficiara con la reducción del tiempo de secado, de igual manera el operario tendrá una guía de todos los parámetros del sistema, que le permitirá usar a la máquina de una manera muy sencilla y con un correcto funcionamiento, de la misma manera podrá saber qué hacer si llegase a fallar algún componente de la máquina, garantizándole una reducción de tiempo en su mantenimiento.

1. INTRODUCCIÓN

El manual de uso y mantenimiento de la secadora de cacao cilíndrica permitirá la optimización del funcionamiento y garantizará que la máquina tenga un trabajo continuo y sin contratiempos en su manejo.

1.1 Planteamiento del problema

La zona de mantenimiento industrial es muy importante para la Ingeniería Electromecánica, debido a que las máquinas tienen una vida útil que con el paso del tiempo se va acabando y mucho más cuando no se le da su respectivo mantenimiento lo que provoca fallas y contratiempos por paros indeseados ocasionados por el mal uso a la máquina. La importancia de planificar un mantenimiento en los equipos es de vital importancia en las máquinas el cual nos garantizara un óptimo funcionamiento y una vida larga a los aparatos, generando un trabajo continuo y sin contratiempos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Preparar un plan de mantenimiento preventivo de una secadora de cacao cilíndrica, para brindar un buen funcionamiento a la máquina, mediante un instructivo que guiara al operador.

2.2 Objetivos específicos

Determinar los componentes de la máquina para describirlos con cada una de sus funciones.

Desarrollar una guía que permita al usuario una fácil manipulación de la máquina para que no exista ningún contratiempo en el manejo del aparato.

3. INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

Esta guía contiene datos específicos acerca del uso y mantenimiento del aparato, lo cual permitirá al operario prevenir contratiempos inesperados en la máquina.

3.1. Descripción de la máquina

El secador de cacao cilíndrica tiene aislante de lana de roca que esta recubierto por acero inoxidable 304, el cual permitirá retener el flujo de calor transmitido, consta de una malla de acero inoxidable 304 el cual va a contener el grano de cacao permitiendo que por los orificios salga el aire caliente y este seque a la pepa de cacao, el aire caliente ingresara por un ducto el cual distribuirá el flujo de calor generando una homogeneidad en toda la cámara de secado, garantizando así un correcto secado en las pepas de cacao, el ducto tendrá una temperatura constante de 70°C hasta llegar a la humedad deseada del grano de cacao que será del 7%, el tiempo dependerá de la cantidad de masa de cacao que se ingrese a la cámara de secado, la cámara de secado puede variar su altura de 2cm como mínimo y 10cm como máximo, la altura idónea es de 18cm para una mejor distribución de flujo, la máquina tiene un soplador de aire a 110v, el cual trabaja a su totalidad. La combustión con el contacto de gas y aire generando la llama, para nuestro sistema de quemador usamos GLP el cual tiene una gran combustión permitiéndonos alcanzar el calor que se requiere, para la remoción de cacao es de forma mecánica mediante un removedor en forma de paletas, el proceso de remoción de la pepa de cacao es muy importante debido a que si no se remueve a la pepa de cacao se quemarían algunos granos dañando su calidad, por tal razón es muy fundamental la remoción ya que permite que los granos se sequen de una manera uniforme y homogéneo, una vez finalizado

el proceso de secado se procede a abrir la puerta y retirar los granos de cacao para su almacenamiento.

3.2. Funcionamiento de la máquina

La máquina tiene con un tablero de control donde mediante pulsadores se puede controlar al soplador mediante aletas en la estructura del motor, como primer punto se debe encender el soplador, luego el sistema de quemador que permitirá el paso del gas (GLP),y en la última parte se debe encender el sistema remoción mediante el tablero.

3.3 Modo de operación de la máquina

3.3.1 Encendido de la máquina, soplador, sistema de remoción.

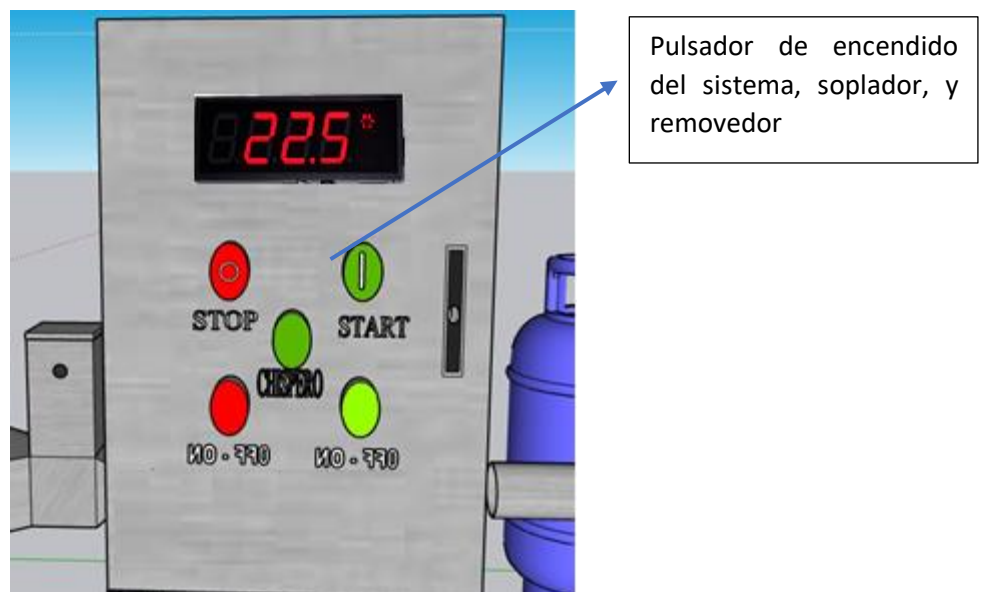


Fig1. Pulsador de encendido de la máquina , soplador, sistema de remoción.

El encendido de la máquina es mediante un pulsador el cual permite la activación del sistema, el cual consta de del soplador y el sistema de remocion.

3.3.2 Arranque del soplador.

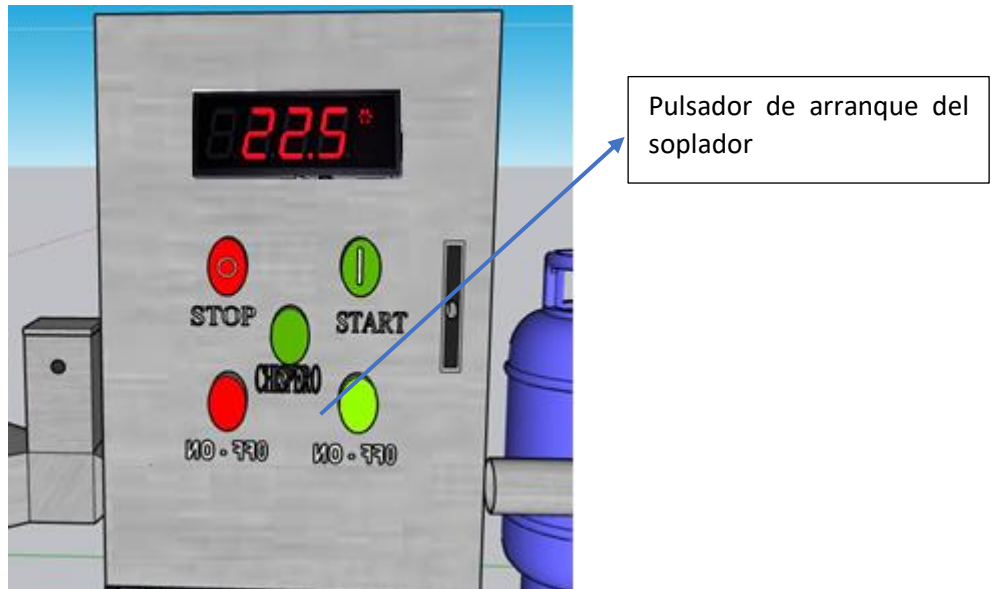


Fig2. Selector de arranque del soplador y el variador.

El arranque del soplador, se realiza mediante el pulsador el cual está conectado al sistema de potencia de la máquina, el que nos permite escoger el apagado o encendido del sistema de flujo aire.

3.3.3 Encendido del sistema de quemador.

El encendido del quemador, se realiza de forma manual, el cual nos permite regular mediante unas llaves el flujo de gas (GLP).

3.3.6 indicador de temperatura

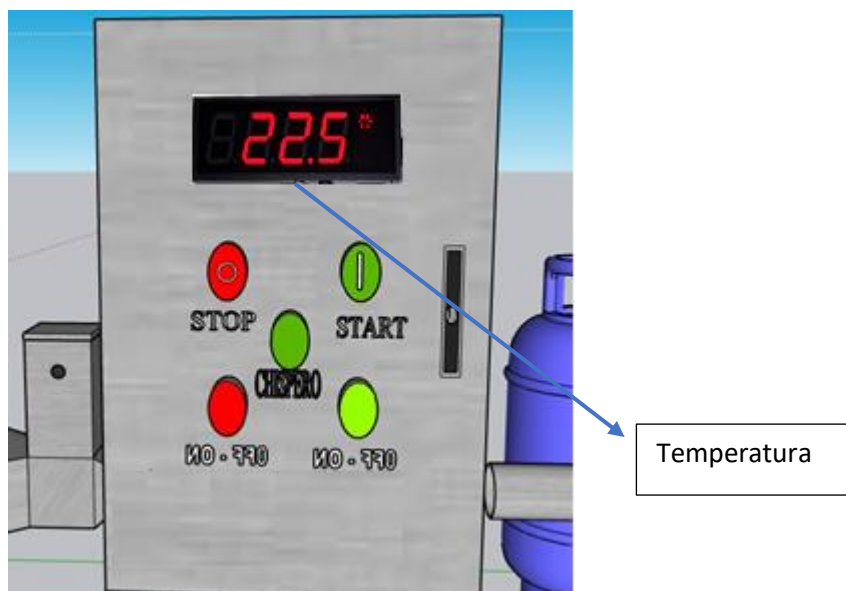


Fig6. Temperatura.

El sistema consta de un sensor de temperatura el cual está instalado en la parte inferior de la cama con la que nos muestra la temperatura en la caja de control en grados Fahrenheit.

3.4 Características de los elementos de la máquina

En este punto, se explicará cada uno de sus componentes para realizar un correcto mantenimiento a la máquina y que mantenga una buena condición en el transcurso del procedimiento.

Fig7. Elementos de la máquina

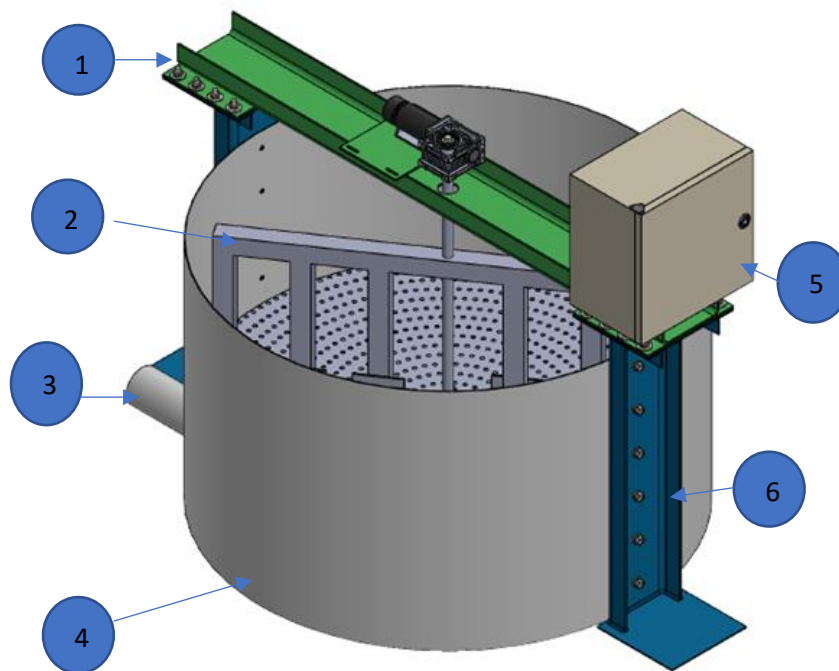
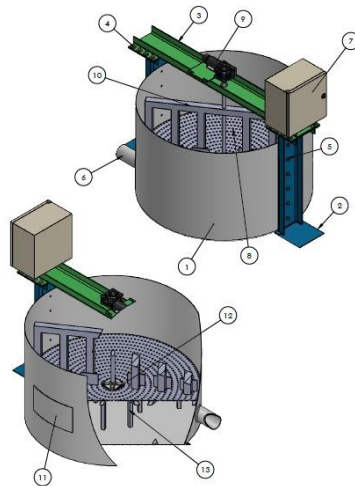


Fig9 Máquina secadora de cacao cilíndrica.

| N° componentes | Elementos | Cantidad |
|----------------|--------------------------------------|----------|
| 1 | Viga superior | 1 |
| 2 | Paletas tubería inoxidable 304 (2mm) | 1 |
| 3 | Tubería ducto 304 (2 mm) | 1 |
| 4 | Tambor de acero inoxidable (2mm) | 1 |
| 5 | tablero de control 20x30 | 1 |
| 6 | Viga inferior acero A36 | 2 |
| 7 | motor de 2Hp marca siemens 220v | 1 |



| N° DE ELEMENTO | N° DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CAANTIDAD |
|----------------|----------------------------|--|-----------|
| 1 | CONTENEDOR | BASE PARA SOEG DE CACAO | 1 |
| 2 | APOYO | APOYOS PISO, ESTRUCTURA | 2 |
| 3 | H SUPERIOR | PERFIL HORIZONTAL | 1 |
| 4 | PERNOS M10x40 | PERNOS CON RODILLA PLANA, RESIST. TUBERCA | 16 |
| 5 | PERNOS DE CARROBERRA 5/16 | INCLUTE, PLANA, PRESION, TUBERCA | 16 |
| 6 | SOPLADOR | CONEXION PARA AIRE CALIENTE DP30 | 1 |
| 7 | CAJA METALICA | CAJA METALICA DE 300X300X200mm | 1 |
| 8 | MALLA ELECTROSOLDADA 874mm | MALLA PRE FABRICADA EN INOXIDABLE EN TUBO CUADRADO DE 40X20mm | 1 |
| 9 | MOTOR | MOTOR CON CAJA REDUCTORA | 1 |
| 10 | BATIDOR | BATIDOR METALICO DE ACERO INOXIDABLE EN TUBO CUADRADO DE 40X20mm | 1 |
| 11 | TAPA BASE | TAPA PARA EXHULSION DE CACAO PROCESADO CON VENTRUSION + 20 mm | 1 |
| 12 | CHUMACERA PLANA | CHUMACERA PLANA DE 200mm | 1 |
| 13 | BASE MALLA | SOPORTE MALLA CON ALTURA DE 200mm | 1 |

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SECADOR

| TEM | DESCRIPCIÓN | ACTIVIDAD 1 |
|-----|-------------------------------------|---|
| 1 | Limpieza de la cámara de secado | Siempre antes y después del proceso de secado |
| 2 | Limpieza del ducto de flujo de aire | Siempre realizar al finalizar el proceso |
| 3 | Revisión el sistema de quemador | Cada 6 meses |
| 4 | Revisión del soplador | Cada año |
| 5 | Revisión del sistema eléctrico | Cada año |

4.1. FALLAS AL MOMENTO DEL SECADO DEL CACAO Y SU SOLUCIÓN

| ITEM | DESCRIPCION | Causa | Solución |
|------|------------------------|---|--|
| 1 | Llama baja | El tanque de gas no contiene suficiente cantidad de GLP | Comprar nuevo tanque de GLP |
| 2 | No enciende el sistema | Falla de las conexiones | Revisar que las conexiones se encuentren bien conectadas |
| 4 | Problemas en el secado | Mala distribución del grano de cacao | Se debe remover la pepa de cacao cada 15 minutos |

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La máquina secadora de cacao cilíndrica debe tener una altura de 6cm para una mejor distribución del flujo de aire, de igual forma se debe remover el cacao para que tenga un secado homogéneo en todas las pepas de cacao, el tiempo de secado dependerá de la cantidad de cacao que se quiera secar.

Se redujo el tiempo de secado sin causar alteraciones al producto y que se puede trabajar en perfectas condiciones si se sigue el manual y se tiene a la máquina con los parámetros propuestos, garantizando ningún contratiempo en el proceso

5.2 Recomendaciones

Se recomienda descansar a la máquina después de cada proceso para evitar el recalentamiento en los solenoides, debido a que si se forzar a la máquina se produciría sobrecalentamiento y terminar quemando al elemento.

Tomar en cuenta la cantidad a secar, debido a eso es un factor importante en el tiempo de secado, ya que si no se toma en cuenta eso podría llegar a quemar o no terminar con el secado deseado en el grano de cacao.

1

2

3

4

5

6

7

8

A

B

C

D

E

F

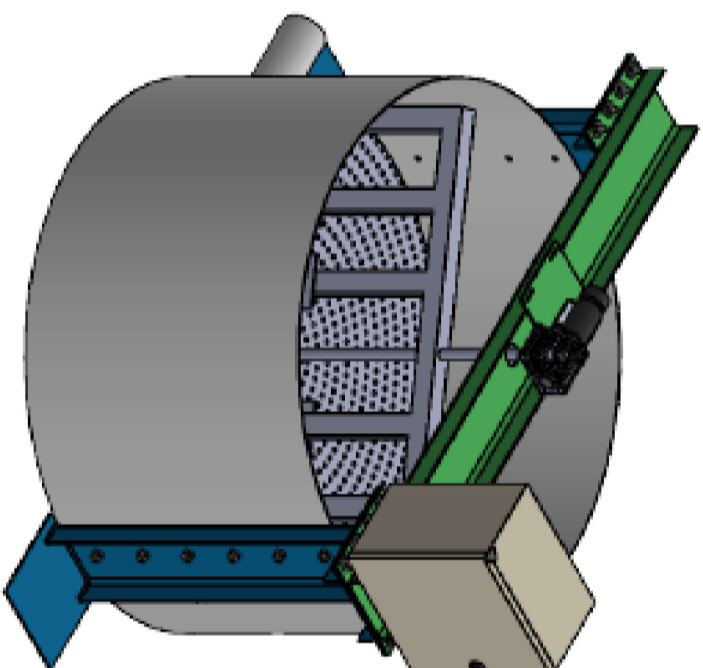
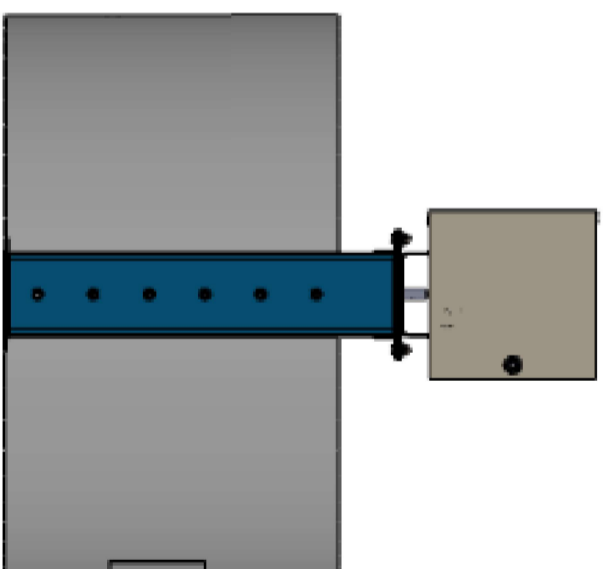
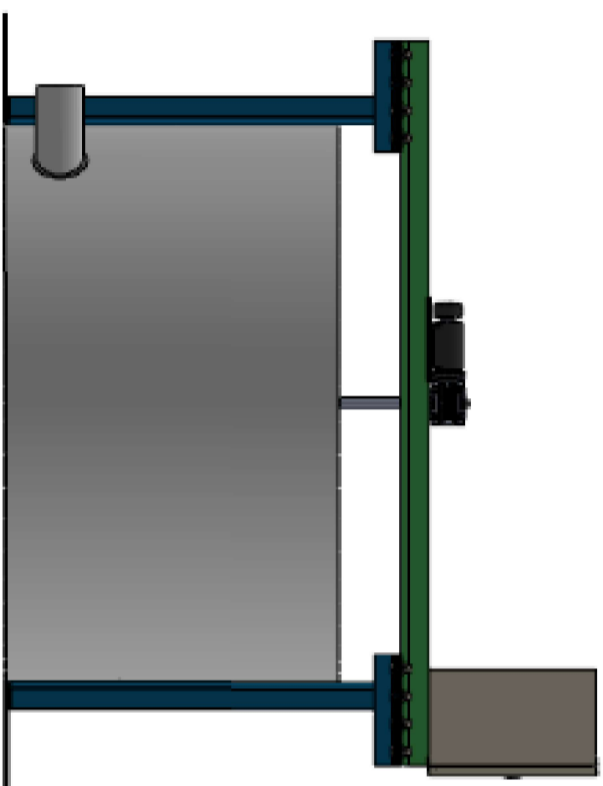
1

2

3

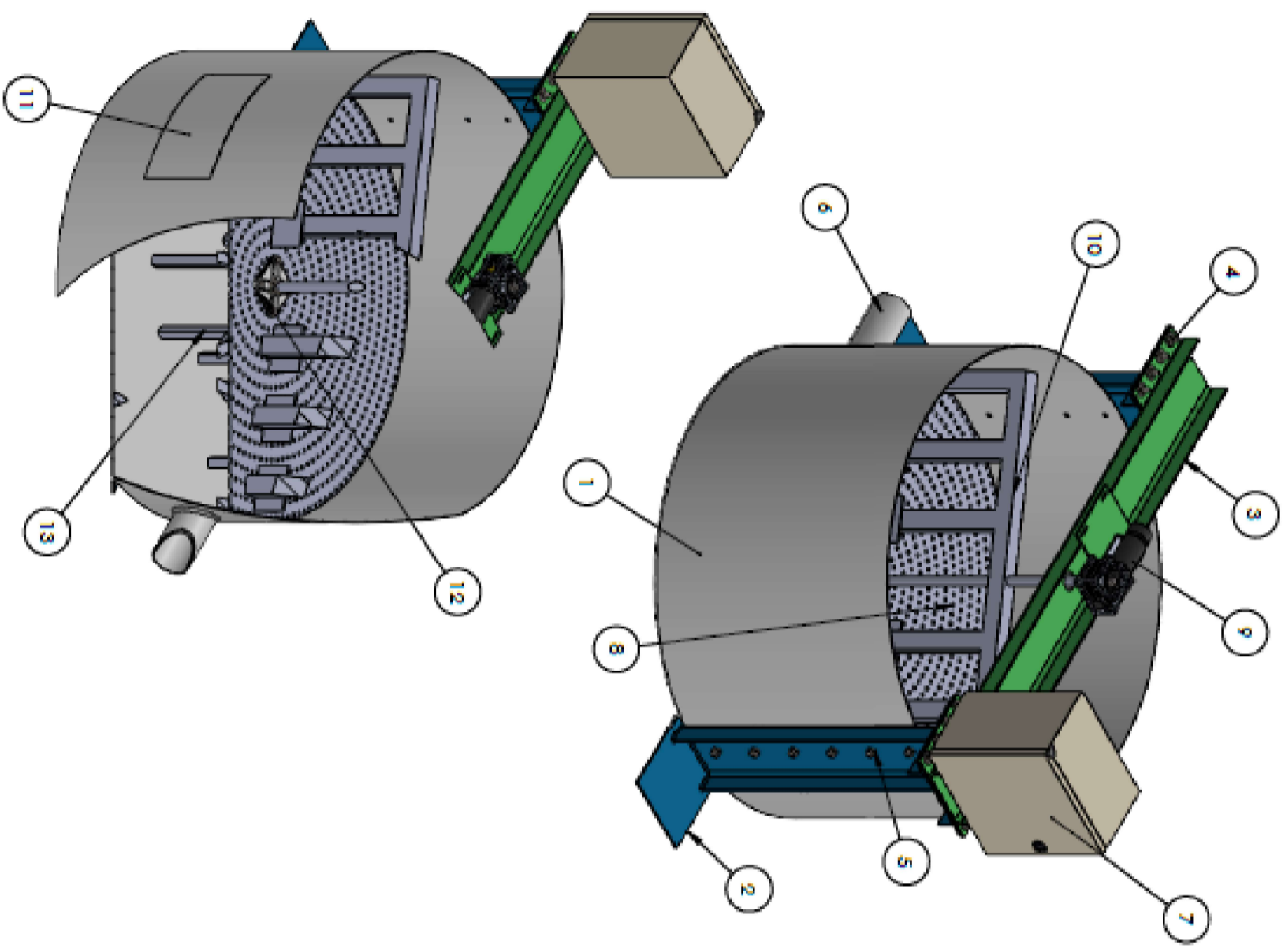
4

5





| | | | | | | | |
|---------|------------|---------|----------------|-----------------|---------------------------------------|-----------|-----|
| Fecha: | 15/02/2022 | Nombre: | Alfonso Torres | Título: | PLANO DE LA MAQUINA SECADORA DE CACAO | Escala: | 1:1 |
| Dibujó: | 15/07/2022 | Revisó: | 15/07/2022 | N° de lámina: | 01 | Registro: | |
| Aprobó: | 16/07/2022 | | | ELECTROMECÁNICA | | | |

UTC
 ELECTROMECÁNICA



| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|---------------------------|---|----------|
| 1 | CONTENEDOR | BASE PARA 50KG DE CACAO | 1 |
| 2 | APOYO | APOYOS PISO, ESTRUCTURA | 2 |
| 3 | H SUPERIOR | PERFIL HORIZONTAL | 1 |
| 4 | PERNOS 7/16 XI | PERNOS CON RODELA PLANA, PRESION Y TUERCA | 16 |
| 5 | PERNOS CABEZA DE COCO M10 | INCLUYE PLANA PRESION, TUERCA | 12 |
| 6 | SORLADOR | CONEXION PARA AIRE CALIENTE D=76mm | 1 |
| 7 | CAJA METALICA | CAJA METALICA DE 203X178X80mm | 1 |
| 8 | MALLA PERFORADA e=2mm | MALLA PERFORADA e=2mm Y DIAMETRO 990 mm | 1 |
| 9 | MOTOR | MOTOR CON CAJA REDUCTORA | 1 |
| 10 | BATIDOR | BATIDOR METALICO DE ACERO INOXIDABLE EN TUBO CUADRADO DE 38X2mm | 1 |
| 11 | TAPA BASE | TAPA PARA EXPULSION DE CACAO CON MEDIDAS 150 X 300mm | 1 |
| 12 | BOCIN GUIA | EJE ACERO INOXIDABLE D=38mm | 1 |
| 13 | BASE MALLA | SOPORTE MALLA CON ALTURA DE 200mm | 1 |


| | | | | | | | |
|---------|------------|---------|----------------|---------|---------------------------------------|---------|-----|
| Fecha: | 15/02/2022 | Nombre: | Alfonso Torres | Título: | PLANO DE LA MAQUINA SECADORA DE CACAO | Escala: | 1:1 |
| Dibujó: | 15/07/2022 | Revisó: | 15/07/2022 | | | | |
| Aprobó: | 16/07/2022 | | | | | | |

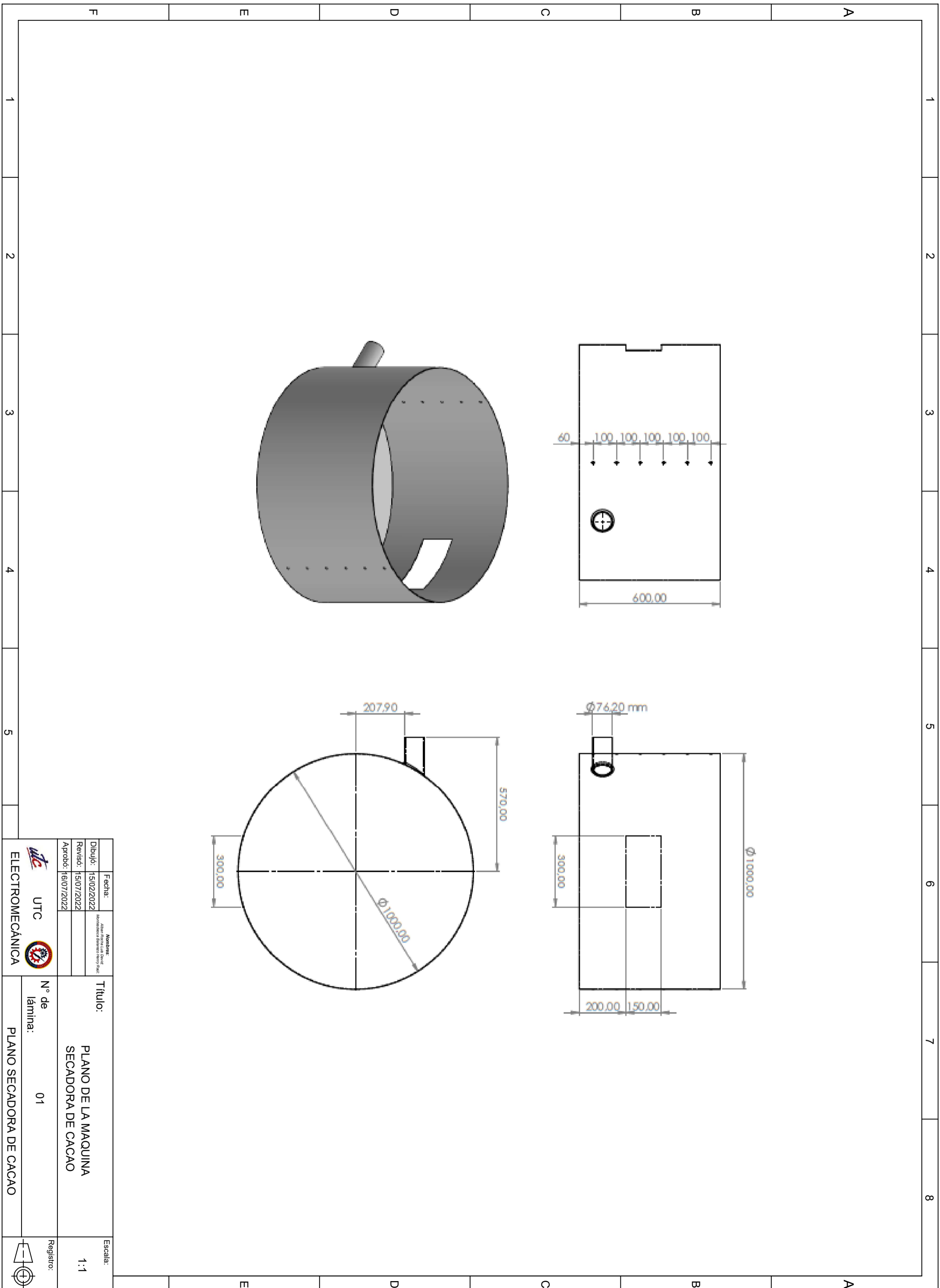

UTC




N.º de lámina: 01

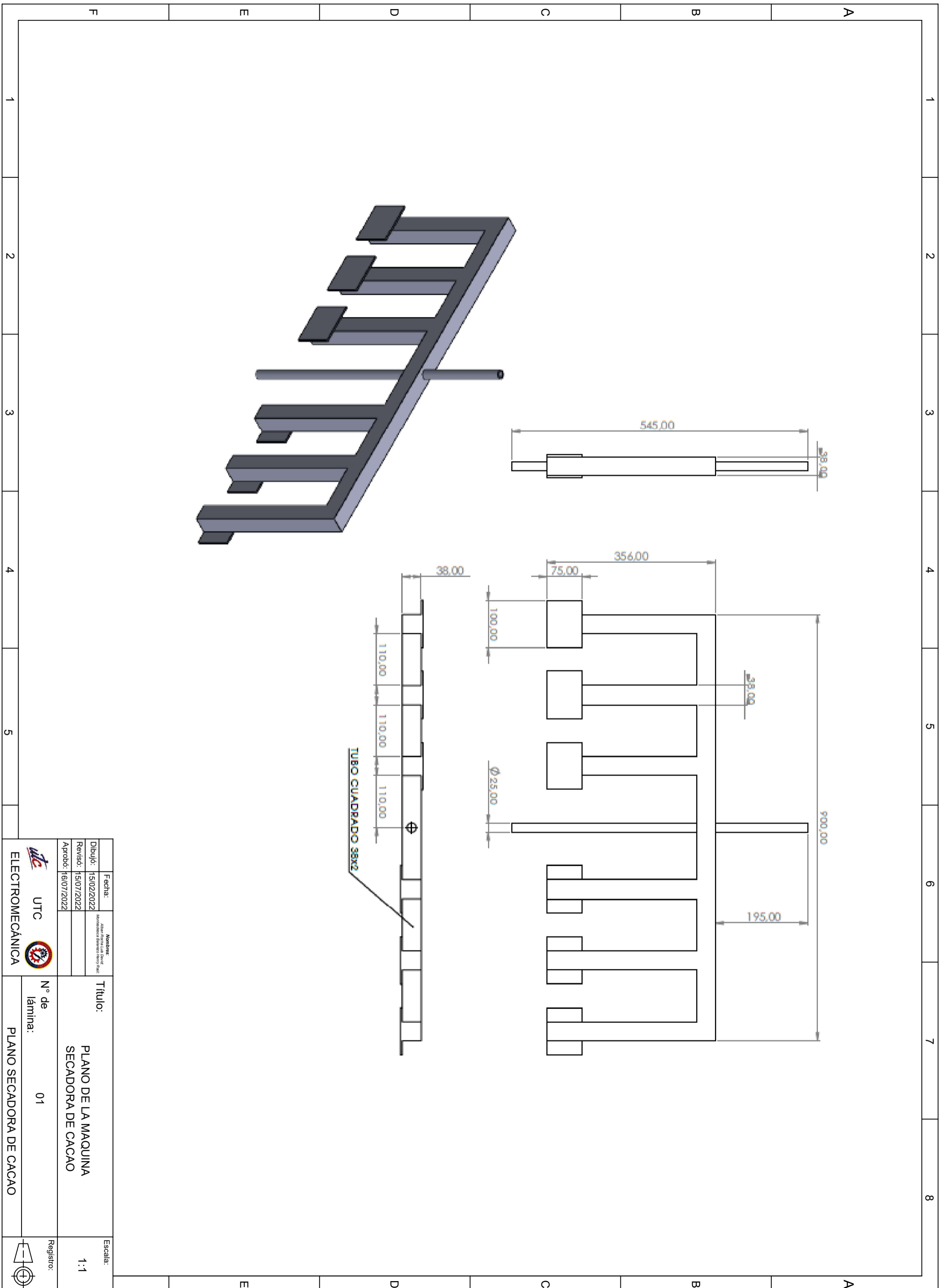
ELECTROMECÁNICA

PLANO SECADORA DE CACAO

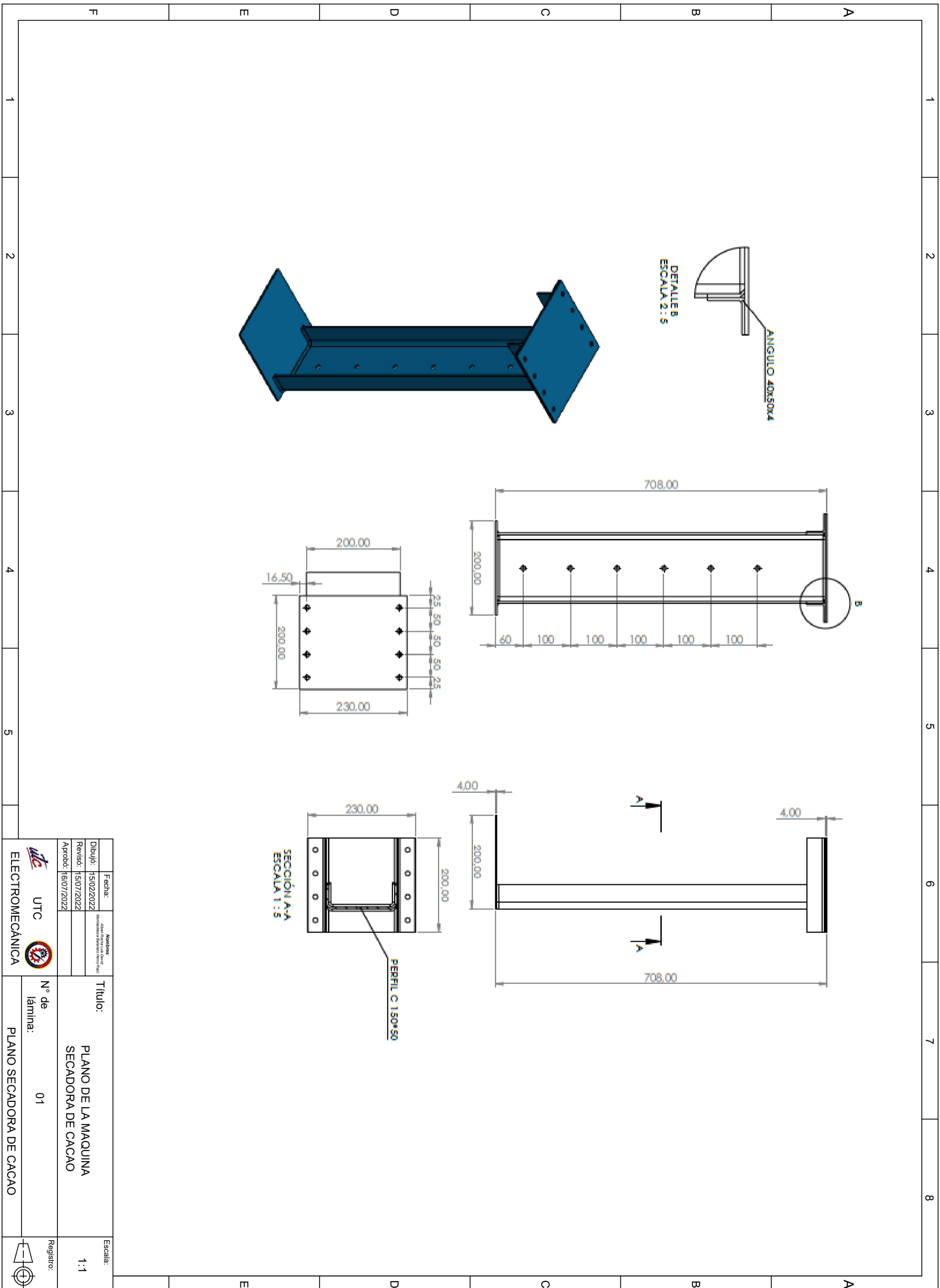
Registro: 





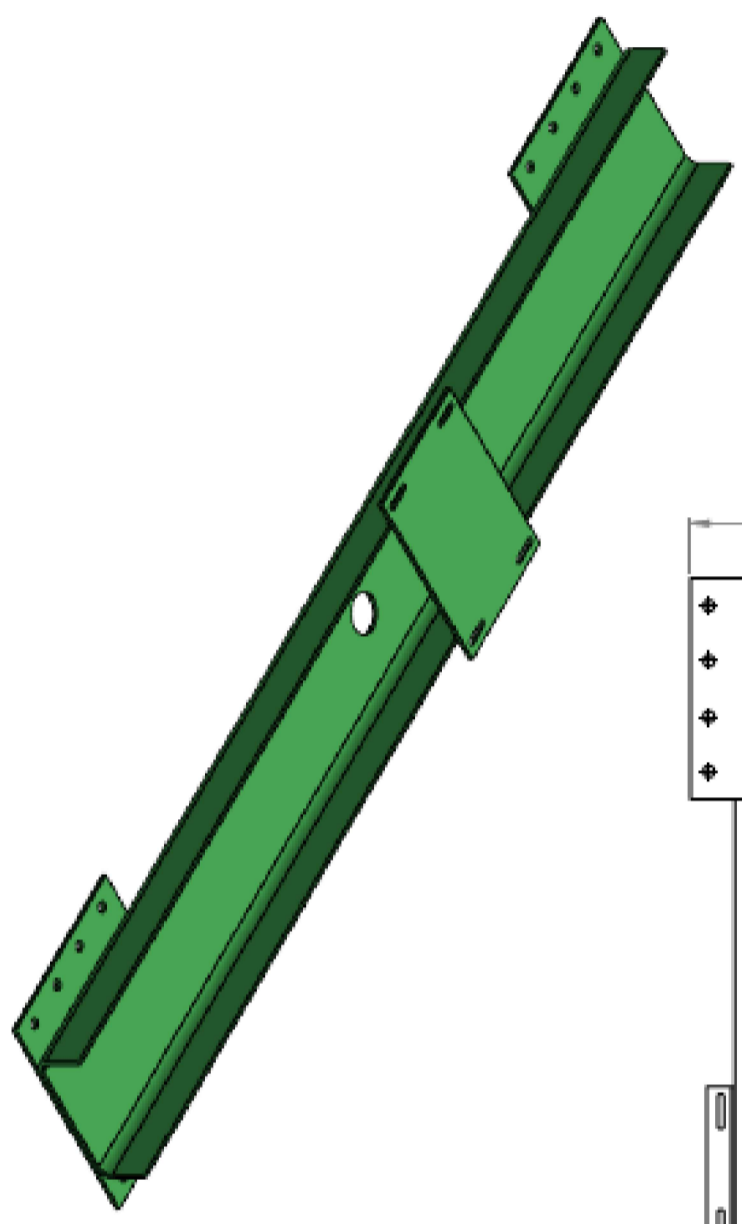
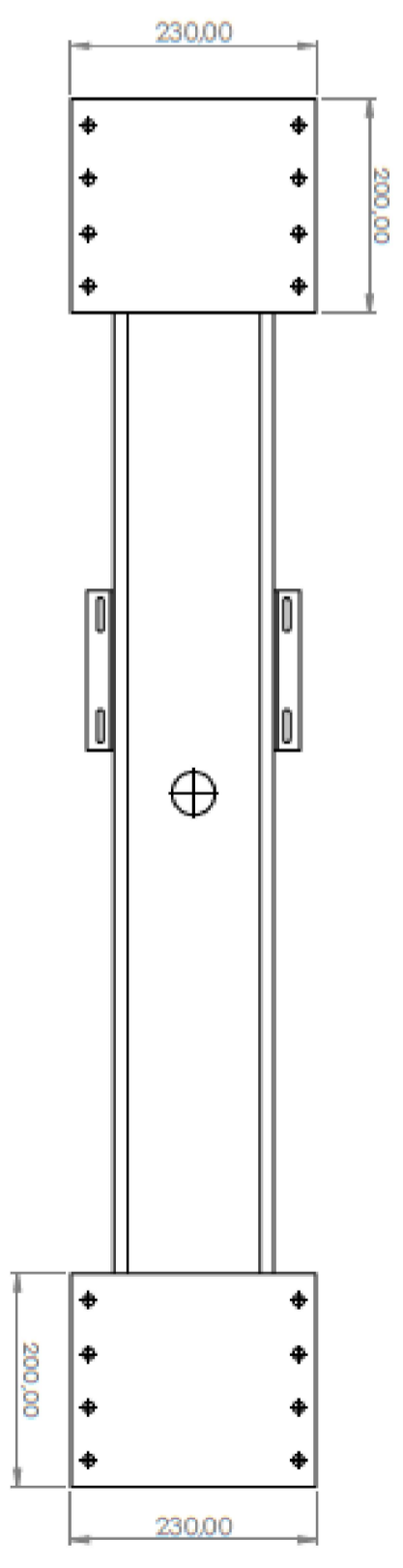
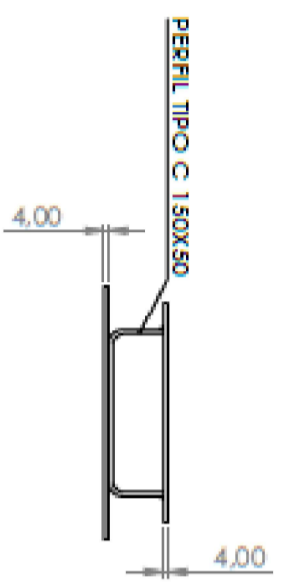
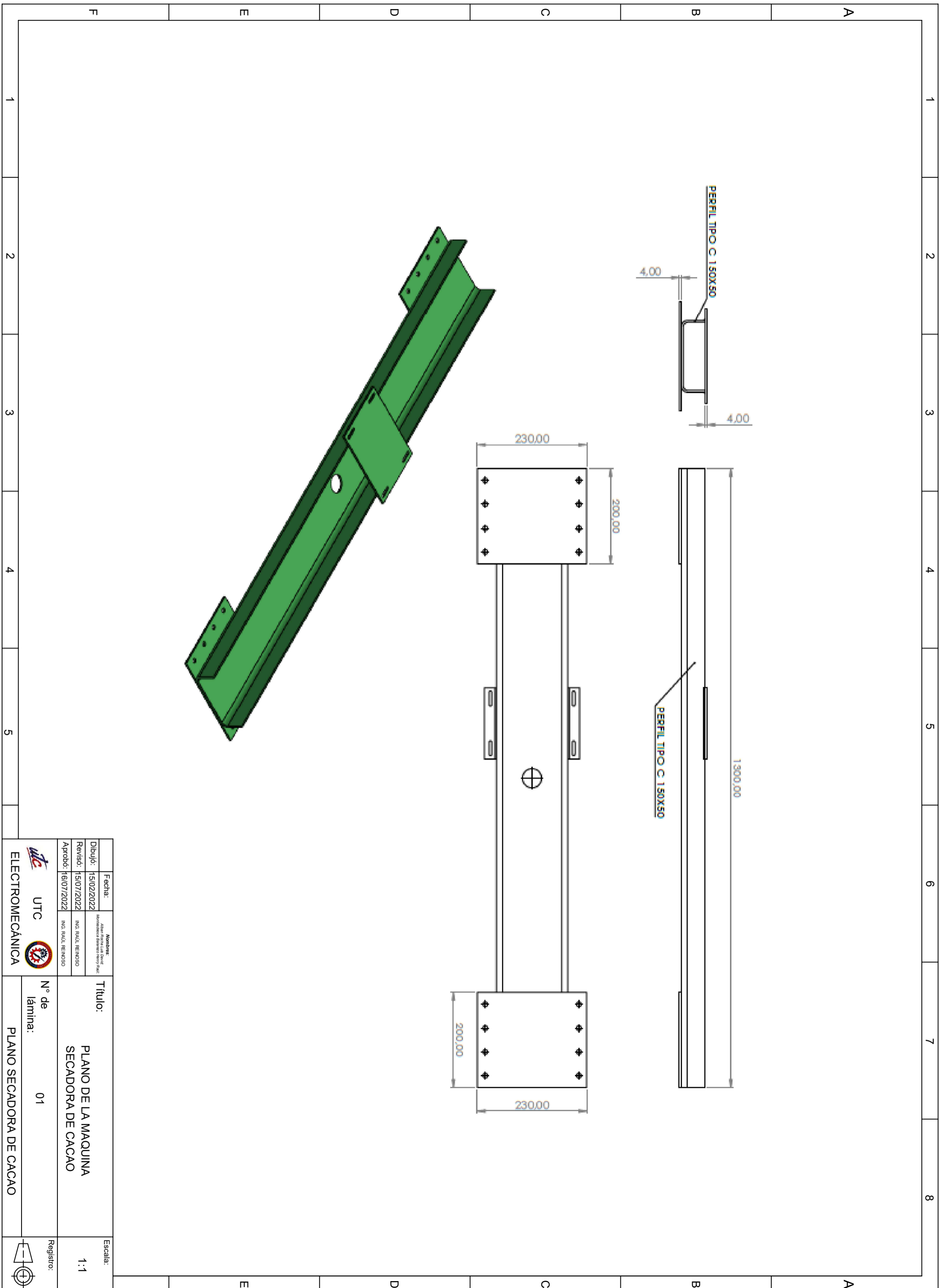
| | | | |
|--|--|---|-----------------------|
|  UTC ELECTROMECÁNICA | | Membre: Asociado Profesional del Sector Privado | Fecha: 15/02/2022 |
| Nº de lámina: 01 | | Título: PLANO DE LA MAQUINA SECADORA DE CACAO | Dibujo: 15/02/2022 |
| Registro:  | | Escala: 1:1 | Revisó: 15/07/2022 |
| PLANO SECADORA DE CACAO | | Aprobó: 16/07/2022 | Fecha: 16/07/2022 |



| | | | | | | | |
|---------|------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------|-----|
| Fecha: | 15/02/2022 | Nombre: | Agencia Ejecutora de Obras Públicas | Título: | PLANO DE LA MAQUINA SECADORA DE CACAO | Escala: | 1:1 |
| Dibujo: | 15/07/2022 | Revisó: | 15/07/2022 | N° de lámina: | 01 | Registro: | |
| Aprobó: | 16/07/2022 | UTC ELECTROMECÁNICA | | PLANO SECADORA DE CACAO | | | |



| | | | | | | | |
|---------|------------|---|----------------|-------------------------|--|--|-----|
| Fecha: | 15/02/2022 | Nombre: | Alfonso Torres | Título: | PLANO DE LA MAQUINA SECADORA DE CACAO | Escala: | 1:1 |
| Dibujó: | 15/07/2022 | Revisó: | 15/07/2022 | N° de lámina: 01 | | Registro: | |
| Aprobó: | 16/07/2022 |  UTC ELECTROMECÁNICA | | PLANO SECADORA DE CACAO | |  | |



| | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------------------------|-----------|-----|
| Fecha: | 15/02/2022 | Nombre: | ING. RAUL REINOSO | Título: | PLANO DE LA MAQUINA SECADORA DE CACAO | Escala: | 1:1 |
| Dibujó: | 15/07/2022 | Revisó: | ING. RAUL REINOSO | N° de lámina: | 01 | Registro: | |
| Aprobó: | 16/07/2022 | ING. RAUL REINOSO | | | | | |
| UTC ELECTROMECÁNICA | | | | | | | |