



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 100 kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC DEL ECUADOR.

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería Electromecánica

**Autores:**

Darío Javier Gómez Chachapoya

Maycol Alexander Mina Topa

**Tutor:**

Ing. M.Sc. Luis Navarrete

Latacunga – Ecuador 2023

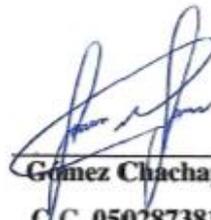
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **MINA TOPA MAYCOL ALEXANDER**, con Cédula de ciudadanía N. 175132511-7 y **GOMEZ CHACHAPOYA DARIO JAVIER**, con Cédula de ciudadanía N. 050287381-3, estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 100kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC DEL ECUADOR" siendo el Ing. M.Sc. Luis Naverrete, tutor del presente proyecto; 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, procedimiento y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



---

**Mina Topa Maycol Alexander**  
C.C. 175132511-7



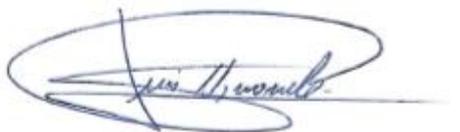
---

**Gómez Chachapoya Darío Javier**  
C.C. 050287381-3

### AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Latacunga, agosto 2023

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:  
“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON  
CAPACIDAD DE 100kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC  
DEL ECUADOR”, de los ponentes **Mina Topa Maycol Alexander Y Gómez Chachapoya Darío  
Javier**, de la carrera de INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA, considero que dicha propuesta  
cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico – teóricos 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.



Ing. M.Sc. Luis Navarrete

C.C. 180374728-4

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Latacunga agosto de 2023

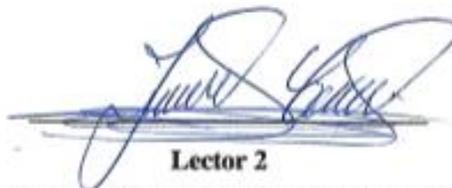
En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de ciencias de la ingeniería y aplicadas; por cuanto, los postulantes: **MINA TOPA MAYCOL ALEXANDER**, con cédula de ciudadanía N. 175132511-7 y **GOMEZ CHACHAPOYA DARIO JAVIER**, con cédula de ciudadanía N. 050287381-3, con el título del proyecto de titulación: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 100kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC DEL ECUADOR", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación de proyecto.

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



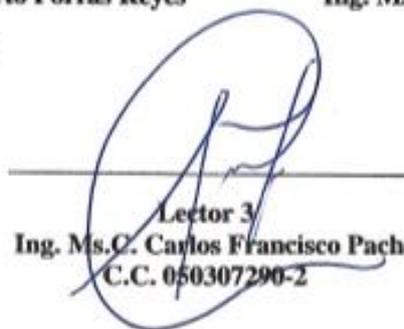
Lector 1

Ing. Ms.C. Jefferson Alberto Porras Reyes  
C.C. 0704400449



Lector 2

Ing. Ms.C. Segundo Ángel Cevallos Betún  
C.C. 050178243-7



Lector 3

Ing. Ms.C. Carlos Francisco Pacheco Mena  
C.C. 050307290-2

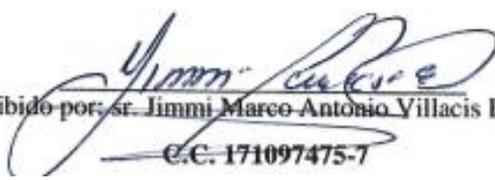
### ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN

Latacunga, agosto 2023

En la ciudad de Latacunga, al 08 de agosto del año 2023, en la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realiza la entrega de la propuesta tecnológica “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 100kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC DEL ECUADOR”, Ubicada en la ciudad de Ambato, Por parte de los estudiantes. **Mina Topa Maycol Alexander Y Gómez Chachapoya Darío Javier**, al sr. **Jimmi Marco Antonio Villacis Escobar**, con cedula de ciudadanía. N° **171097475-7**, representante de la empresa Avícola AVITECNIC, se procede a la entrega y recepción de los siguientes bienes:

EQUIPO	DETALLE	ESTADO
Máquina mezcladora de balanceado	Capacidad (100 kg/h )	Operativo
Manual de servicio y mantenimiento	Manual de operación y mantenimiento a detalle de la maquina mezcladora de balanceado	Operativo

Recibido por: sr. Jimmi Marco Antonio Villacis Escobar

  
C.C. 171097475-7

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser. Gracias Familia por creer en mí.

Darío Gómez

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a mis padres y hermanos quienes con su sacrificio y valores me ayudado a no rendirme en cumplir este sueño, me han brindado todo su apoyo moral y cariño para poder llegar hasta estas instancias. y ayudarme en los momentos más difíciles para seguir adelante.

Agradezco a mi esposa quien quien siempre me apoyo en los momentos más difíciles y nunca permitió que me rindiera.

Maycol Mina

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues sin ella no lo hubiera logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

Darío Gómez

## **DEDICATORIA**

Dedico a mi padre Anibal Mina, a mi madre Silvia Topa por ser mi pilar fundamental a lo largo de mi profesión, por enseñarme a nunca rendirme y dar todo mi esfuerzo.

A mi esposa Pamela Caiza quien día tras día me brindo ánimos y apoyo moral, optimismo para poder culminar tan anhelada meta.

Maycol Mina

## ÍNDICE GENERAL

1. INFORMACIÓN PERSONAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	3
2.1. PROBLEMA.....	3
2.2. Situación Problemática .....	3
2.3. ÁREA DE CONOCIMIENTO .....	4
2.4. BENEFICIARIOS .....	5
2.5. JUSTIFICACIÓN .....	5
2.6. HIPÓTESIS .....	6
2.7. OBJETIVOS .....	6
2.7.1. Objetivo General.....	6
2.7.2. Objetivos Específicos .....	6
2.8. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS.....	7
3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	8
3.1. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	8
3.2. MÁQUINA MEZCLADORA .....	11
3.3. CLASIFICACIÓN DE MÁQUINAS MEZCLADORAS .....	12
3.3.1. Máquina mezcladora de paletas horizontal .....	12
3.3.2. Mezcladora de cintas helicoidales horizontal.....	13
3.3.3. Máquina mezcladora vertical.....	15
3.4. TIPOS DE AGITADORES PARA MÁQUINAS HORIZONTALES.....	16
3.4.1. Agitador de paletas .....	16
3.4.2. Agitador de cintas helicoidales.....	17
3.4.3. Agitador combinado .....	17
3.5. TIPOS DE MEZCLADO .....	18
3.5.1. Mezclado continuo .....	18
3.5.2. Mezclado discontinuo:.....	18

4.	METODOLOGÍA .....	19
4.1.	Parámetros de selección, diseño y funcionamiento .....	19
4.2.	Densidad de la mezcla .....	19
4.3.	DIMENSIONAMIENTO DE COMPONENTES DE LA MEZCLADORA .....	20
4.3.1.	Dimensionamiento de la carcasa .....	20
4.3.2.	Análisis del espesor del recipiente.....	22
4.3.2.	Diseño del sistema de mezcla o agitador.....	24
4.3.2.1.	Velocidad angular de los listones Helicoidales.....	25
4.3.2.2.	Velocidad lineal de los listones Helicoidales.....	25
4.3.2.3.	Fuerza centrífuga que actúan sobre los listones .....	26
4.3.3.	POTENCIA REQUERIDA EN EL EJE PRINCIPAL.....	26
4.3.3.1.	potencia necesaria del motor.....	27
4.3.3.2.	Selección del eje motriz .....	27
4.3.4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDADES.....	28
4.3.4.1.	Reducción de velocidad por Polea y Correa .....	28
4.3.4.2.	Sistema de reducción cadena y Catarina .....	34
4.3.5.	ANÁLISIS DE TENSIÓN ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA .....	38
4.3.6.	SISTEMA ELÉCTRICO .....	39
4.3.6.1.	Diseño esquemático de conexiones:.....	39
4.3.6.2.	Elementos eléctricos de protección y maniobra.....	40
4.3.6.3.	Dimensionamiento del conductor para el arranque del motor .....	41
4.3.6.4.	Dimensionamiento de interruptor termomagnético.....	42
4.3.6.5.	Dimensionamiento de contactores: .....	42
4.3.6.6.	Dimensionamiento temporizador .....	43
4.3.6.7.	Dimensionamiento luces piloto.....	43
4.3.6.8.	Dimensionamiento pulsadores y selector.....	44
4.3.6.9.	Selección de relé térmico .....	44

5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	45
5.1.	Dimensionamiento del recipiente .....	45
5.2.	Cintas helicoidales .....	45
5.3.	Sistema de reducción de velocidad .....	46
5.4.	Homogenización de la mezcla .....	48
5.5.	Análisis de tensión estática de la estructura de la máquina .....	49
5.5.1.	Factor de seguridad.....	49
5.5.2.	Esfuerzo de Von Mises.....	50
5.5.3.	Desplazamiento máximo .....	51
6.	ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO .....	52
6.1.	COSTOS DIRECTOS.....	52
6.1.1.	Costos materia prima .....	52
6.2.	Costos de componentes complementarios .....	53
6.2.1.	Costos de mano de obra.....	54
6.2.2.	Costos de transporte .....	54
6.2.3.	COSTO DIRECTO TOTAL.....	55
6.3.	COSTOS INDIRECTOS .....	55
6.3.1.	Costos de materiales indirectos .....	55
6.4.	COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA .....	55
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
7.1.	Conclusiones.....	56
7.2.	Recomendaciones .....	56
8.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	58
	ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Campos de la formación y la educación (CINE- F 2013) .....	4
Tabla 2.	Condiciones iniciales del proyecto .....	9
Tabla 3.	Dimensiones del recipiente.....	22
Tabla 4.	Dimensión de listones helicoidales.....	25
Tabla 5.	Capacidad torsional para componentes en máquinas mezcladoras de listón helicoidal. ....	28
Tabla 6.	Categorías de factor de servicio. ....	29
Tabla 7.	Factor de servicio para la máquina mezcladora.....	30
Tabla 8.	Selección de bandas convencionales. ....	32
Tabla 9.	Diámetro Mínimo Recomendado para la Polea del Motor Eléctrico. ....	33
Tabla 10.	Tipo de carga para la máquina mezcladora. ....	35
Tabla 11.	Factor de servicio para el segundo sistema de reducción de velocidad.....	35
Tabla 12.	Fuerzas estáticas ejercidas sobre la estructura.....	39
Tabla 13.	Porcentaje de corriente nominal. ....	41
Tabla 14.	Tipo de interruptor termomagnético.....	42
Tabla 15.	Contactores AC magnéticos. ....	43
Tabla 16.	Temporizadores. ....	43
Tabla 17.	Luces piloto 22mm. ....	43
Tabla 18.	Bases metálicas de 22mm.....	44
Tabla 19.	Selección de relé térmico.....	44
Tabla 20.	Diseño de recipiente de máquina mezcladora .....	45
Tabla 21.	Dimensiones de las cintas helicoidales.....	46
Tabla 22.	Componentes mecánicos del sistema de reducción de velocidad.....	47
Figura 21.	Sistema de reducción de velocidad. Fuente: Del autor .....	48
Tabla 23.	Materia prima .....	52
Tabla 24.	Componentes complementarios.....	53

Tabla 25.	Costos de mano de obra.....	54
Tabla 26.	Costos de transporte .....	54
Tabla 27.	Total, de costos directos .....	55
Tabla 28.	Costos indirectos .....	55
Tabla 29.	Costo total de la máquina .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Máquina mezcladora de balanceado .....	11
Figura 2: Máquina mezcladora horizontal de paletas .....	12
Figura 3: Componentes de máquina horizontal de paletas .....	13
Figura 4: Mezcladora horizontal de cintas helicoidales .....	15
Figura 5: Máquina mezcladora vertical con tolva al piso.....	16
Figura 6: Agitador de paletas.....	16
Figura: 7 Agitador de cintas helicoidales .....	17
Figura 8: Agitador combinado.....	17
Figura 9: Representación del diseño de la máquina mezcladora.....	20
Figura 10: diagrama de distribución de fuerzas ejercidas sobre el recipiente .....	22
Figura 11: Sistema de reducción polea y correa.....	29
Figura 12: Primer sistema de transmisión por poleas.....	34
Figura 13: Diseño estructural de la máquina mezcladora.....	38
Figura 14 Diseño esquemático de conexiones.....	40
Figura 15. Dimensiones del recipiente. Fuente: del autor .....	45
Figura 16. Cintas helicoidales Fuente: del autor .....	46
Figura 17. Polea motriz. Fuente: del autor .....	47
Figura 18. Polea conducida. Fuente: del autor .....	47
Figura 19. Piñón motriz. Fuente del autor .....	47
Figura 20. Catarina conducida. Fuente: del autor.....	47
Figura 21. Sistema de reducción de velocidad. Fuente: Del autor.....	48
Figura 22. Prueba de homogeneidad .....	48
Figura 23: Sección que soporta cargas estáticas.....	49
Figura 24: Factor de seguridad de la estructura.....	50
Figura 25: Esfuerzo sometido de la estructura bajo carga.....	51
Figura 26: Desplazamiento máximo de la estructura bajo carga estática.....	51

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. (4.1). Densidad de la mezcla .....	19
Ec. (4.2). Volumen mínimo para la mezcla .....	20
Ec. (4.3). Volumen de la mezcla .....	21
Ec. (4.4) Igualdad para ecuación de volumen .....	21
Ec. (4.5). Diámetro del recipiente de mezcla .....	21
Ec. (4.6) Longitud del recipiente .....	21
Ec. (4.7) Altura del recipiente .....	22
Ec. (4.8) Fuerza que ejerce la mezcla sobre el recipiente.....	23
Ec. (4.9) Área de la sección transversal.....	23
Ec. (4.10) Presión interna ejercida por la carga de balanceado.....	23
Ec. (4.11) Factor de diseño .....	24
Ec. (4.12) Tensión de fluencia máxima .....	24
Ec. (4.13) Espesor del recipiente .....	24
Ec. (4.14) Velocidad angular de los listones Helicoidales .....	25
Ec. (4.15) Velocidad lineal de los listones Helicoidales .....	25
Ec. (4.16) Fuerza centrífuga que actúan sobre los listones .....	26
Ec. (4.17) Momento de torsión máximo sobre el eje .....	26
Ec. (4.18) Potencia necesaria del motor .....	27
Ec. (4.19) Selección del eje motriz, Torque en libras – pulgada.....	27
Ec. (4.20) Reducción de velocidad por Polea y Correa (Potencia de diseño).....	31
Ec. (4.21) Selección de polea conducida mediante relación de transmisión .....	33
Ec. (4.22) Revoluciones en polea conducida.....	34
Ec. (4.23) Numero de dientes de la Catarina conducida .....	37
Ec. (4.24) Calculo del largo de la cadena en pasos .....	37
Ec. (4.25) Distancia entre centros de los ejes .....	37
Ec. (4.26) Fuerza que ejerce la mezcla distribuida en el recipiente y en la estructura .....	39

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**

### **TITULO “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 100kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC DEL ECUADOR”**

**AUTORES:** Mina Topa Maycol Alexander  
Gómez Chachapoya Darío Javier

#### **RESUMEN**

La presente propuesta tecnológica se desarrolló con la finalidad de disminuir el tiempo y aumentar la producción en los procesos de mezcla y homogenización de la empresa Avícola AVITECNIC del Ecuador, mediante la implementación de una máquina mezcladora horizontal con capacidad de 100 kg/h, mejorando la calidad de homogeneidad del balanceado. Para cumplir con los objetivos de la propuesta se diseñó y construyó una máquina mezcladora horizontal que consta con un sistema de mezcla de dos listones helicoidales dispuestos en sentido contrario, este sistema es ideal para, harinas, polvos granulados y líquidos cumpliendo con los requerimientos y necesidades de la empresa.

El material seleccionado para el recipiente, y el sistema de mezclado fue el acero inoxidable A304 debido a sus propiedades de resistencia a la corrosión lo que lo hacen adecuado para el contacto con alimentos, mientras que para la estructura se utilizó el acero estructural ASTM A36. La potencia requerida en el eje conectado a los listones helicoidales la transmite un motor eléctrico monofásico de 2hp a 1750 rpm conectado a un sistema de reducción de velocidad en dos etapas, el primer sistema se da mediante una polea motriz de 3 pulgadas y una polea conducida de 17 pulgadas con dos bandas, el segundo sistema de reducción consta de un piñón de 17 dientes conectado a la polea conducida y una Catarina de 102 dientes, obteniendo a la salida una velocidad constante de 45 rpm para garantizar una homogenización de calidad para el producto.

Palabras claves: máquina, balanceado, sistema, transmisión, mezcladora, reducción.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**TITLE "DESIGN AND CONSTRUCTION OF A BALANCING MIXING MACHINE WITH A CAPACITY OF 100kg/h TO BE IMPLEMENTED IN THE AVITECNIC POULTRY COMPANY OF ECUADOR".**

**AUTHORS:** Mina Topa Maycol Alexander  
Gómez Chachapoya Darío Javier

**ABSTRACT**

The present technological proposal was developed with the aim of reducing time and increasing production in the mixing and homogenization processes of the Ecuadorian poultry company AVITECNIC, through the implementation of a horizontal mixing machine with a capacity of 100 kg/h, thus improving the homogeneity quality of the feed. In order to fulfill the objectives of the proposal, a horizontal mixing machine was designed and constructed, consisting of a mixing system with two helical ribbons arranged in opposite directions. This system is ideal for flours, granulated powders, and liquids, meeting the company's requirements and needs.

The material selected for the container and the mixing system was A304 stainless steel, due to its corrosion resistance properties, making it suitable for food contact. For the structure, ASTM A36 structural steel was used. The required power on the shaft connected to the helical ribbons is transmitted by a 2hp single-phase electric motor at 1750 rpm, connected to a two-stage speed reduction system. The first reduction system is achieved through a 3-inch drive pulley and a 17-inch driven pulley with two belts. The second reduction system consists of a 17-tooth pinion connected to the driven pulley and a 102-tooth sprocket, resulting in a constant output speed of 45 rpm to ensure high-quality homogenization of the product.

Keywords: machine, feed, system, transmission, mixer, reduction.

## ***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: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 100kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC DEL ECUADOR”** presentado por: **Gómez Chachapoya Darío Javier** y **Mina Topa Maycol Alexander** egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple 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, Agosto del 2023.

Atentamente,



CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

CC: 0502666514

## **1. INFORMACIÓN PERSONAL**

### **Título del proyecto:**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE BALANCEADO CON CAPACIDAD DE 100 kg/h PARA IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA AVITECNIC DEL ECUADOR.

### **Fecha de inicio:**

Abril 2023

### **Fecha de finalización:**

Agosto 2023

### **Lugar de ejecución:**

Empresa Avícola AVITECNIC del Ecuador, ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato, Parroquia de Huachi Grande, Calle Alabama y California

### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Electromecánica

### **Equipo de trabajo:**

### **TUTOR DE TITULACIÓN**

M. Sc. Luis Navarrete

**Domicilio:** Salcedo

**Estado civil:** Casado

**Cédula de ciudadanía:** 180374728-4

**Número telefónico:** 0988556656

**E-mail:** [luis.navarrete7284@utc.edu.ec](mailto:luis.navarrete7284@utc.edu.ec)

### **Coordinador 1**

**Nombres y Apellidos:** Gómez Chachapoya Darío Javier

**Domicilio:** Latacunga

**Cédula de ciudadanía:** 050287381-3

**Estado civil:** Soltero

**Número telefónico:** 0983041010

**E-mail:** [dario.gomez3813@utc.edu.ec](mailto:dario.gomez3813@utc.edu.ec)

### **Coordinador 2**

**Nombres y Apellidos:** Mina Topa Maycol Alexander

**Domicilio:** Quito

**Cédula de ciudadanía:** 1751325117

**Estado civil:** Casado

**Número telefónico:** 0998995318

**E-mail:** [maycol.mina5117@utc.edu.ec](mailto:maycol.mina5117@utc.edu.ec)

### **Líneas y Sub líneas de la investigación:**

La presente propuesta tecnológica se encuentra alineada con la línea de investigación referente a procesos industriales de la Universidad Técnica de Cotopaxi enfocada a promover el desarrollo de tecnologías y procesos con el propósito de mejorar el rendimiento productivo de las industrias y la transformación de recursos básicos en productos que incorporan un mayor grado de valor, promoviendo la implementación de métodos de fabricación más sostenibles y la creación de sistemas de producción industrial innovadores. y con la Sub línea de la carrea de Ingeniería Electromecánica que es Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

### **Tipo de la propuesta tecnológica:**

La propuesta tecnológica a implementar está enfocada en reemplazar el proceso de mezcla manual por un proceso más sofisticado para procesar alimento balanceado y homogenización del mismo en el sector avícola.

Según la norma CINE – UNESCO establece las áreas y sub áreas de estudio, en el caso del presente proyecto de propuesta tecnológica está ligado al sector de estudio de “Ingeniería, industria y construcción”, a la sub área de Ingeniería (Dibujo técnico, mecánica, electricidad, electrónica, energía, ingeniería de procesos) y a la sub área de Industria.” [1]

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. PROBLEMA**

En la empresa AVITECNIC se emplea mucho tiempo en las mezclas manuales de balanceados, por lo tanto, se produce una falta de homogenización en los alimentos para las aves afectando su engorde y postura, lo cual disminuye la productividad de la empresa.

### **2.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

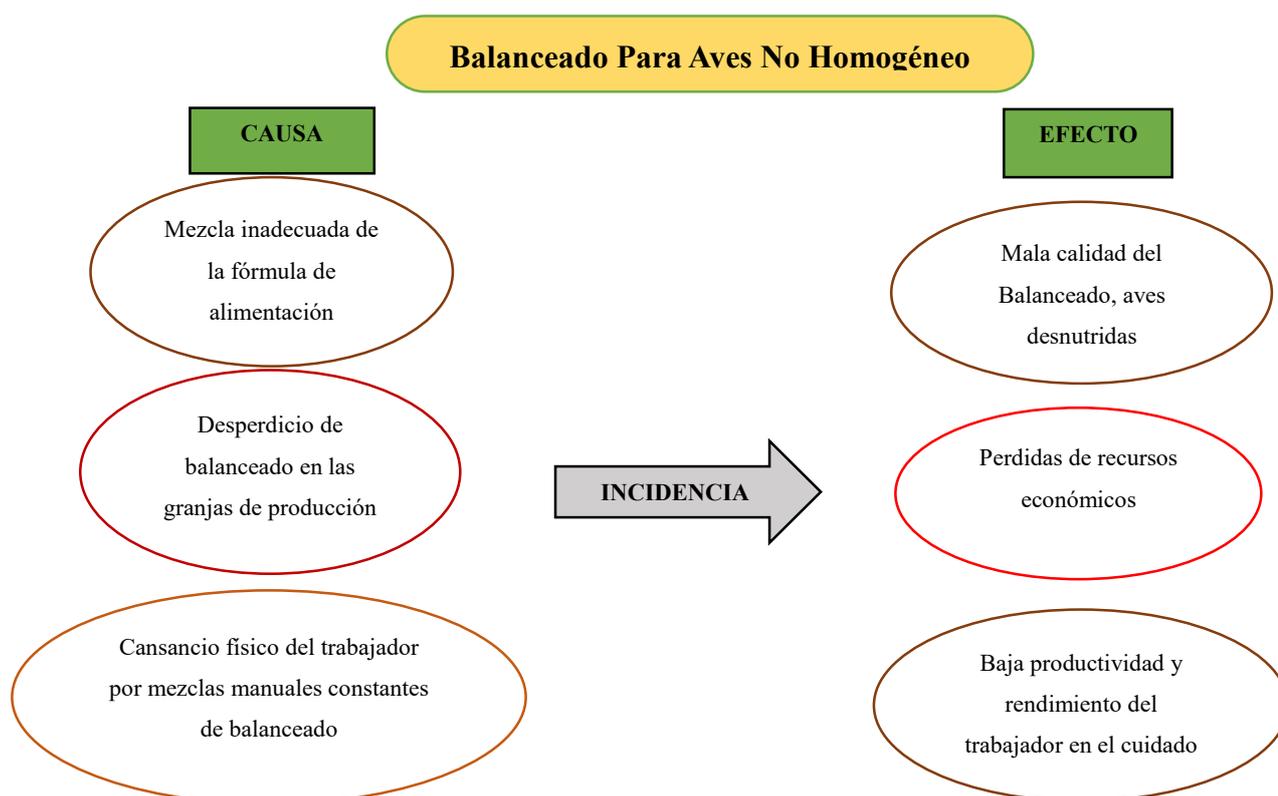
En Ecuador, las granjas avícolas y los fabricantes de balanceados probablemente siguen principios de nutrición avícola y formulación similares a los que se practican en todo el mundo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las prácticas y técnicas específicas pueden variar entre las distintas granjas y empresas. Durante la fase de cría, los avicultores se centran en proporcionar un entorno adecuado a las aves, garantizar una nutrición apropiada y mantener su salud en general. Las prácticas específicas pueden variar según la granja y el tipo de ave que se críe, como pollos o patos.

El equilibrio alimentario es un aspecto importante de la nutrición avícola. Las dietas avícolas se formulan cuidadosamente para aportar los nutrientes necesarios para el crecimiento, la salud y la productividad de las aves. El equilibrio de los balanceados implica la combinación de diversos ingredientes, como granos, fuentes de proteínas, vitaminas, minerales y aditivos, en proporciones adecuadas para satisfacer las necesidades nutricionales de las aves.

En Cotopaxi el proceso de formulación de los balanceados suele tener en cuenta factores como la edad de las aves, su fase de producción (por ejemplo, pollos de engorde, ponedoras), la tasa de crecimiento deseada y las necesidades específicas de nutrientes para un rendimiento óptimo. Este proceso suele apoyarse en investigaciones científicas, directrices nutricionales y la experiencia de nutricionistas o especialistas avícolas.

En la empresa AVITECNIC se utiliza un proceso de mezclado manual, por lo tanto, una inadecuada homogenización de las sustancias que se mezclan, esto afecta directamente al núcleo alimenticio, y no generan una correcta homogeneidad de la sustancia final, también esto

incide que el producto se contamine con otros factores externos o internos, siendo un alimento no óptimo para las aves, la implementación de la máquina mezcladora permitirá resolver estos problemas que surgen en la elaboración de una correcta alimentación para las aves de producción de huevos de la empresa AVITECNIC.



### 2.3. ÁREA DE CONOCIMIENTO

Según la norma CINE – F 2013 de la educación y la formación, establece los campos en la educación y la formación, en el caso del presente proyecto de propuesta tecnológica los campos ligados a este son los siguientes: **Tabla 1.** [2]

Tabla 1. Campos de la formación y la educación (CINE- F 2013)

Fuente: [2]

Nº	Campo	Descripción
07	Campo Amplio	Ingeniería, industria y construcción
071	Campo detallado	Ingeniería y profesiones afines
0715	Campo Especifico	Mecánica y profesiones afines a la metalisteria.

En el caso del campo específico N° 0715, Mecánica y profesiones afines a la metalistería, se refiere al estudio, diseño, desarrollo, mantenimiento y monitoreo de máquinas, plantas y sistemas mecánicos y productos metálicos. Implica tanto la creación como el cuidado de dispositivos que generan tanto productos como servicios. El foco de estudio en este campo detallado es las máquinas, los sistemas mecánicos y los productos metálicos.

#### **2.4. BENEFICIARIOS**

El principal beneficiario de esta propuesta tecnológica es la empresa Avícola AVITECNIC de Ecuador. La implantación de una máquina mezcladora con una capacidad de 100 kg/h puede mejorar significativamente su proceso de producción al proporcionar una forma más eficaz y precisa de mezclar los ingredientes alimenticios para aves. Esto puede dar lugar a balanceados de mayor calidad y a un mejor rendimiento general de sus aves.

La implantación de una máquina mezcladora en AVITECNIC también puede tener un impacto positivo en los avicultores que les compran balanceados. Los balanceados de mayor calidad producidos por la máquina pueden mejorar la salud y la productividad de sus aves, lo que se traduce en mayores beneficios y una mejor calidad de vida para los granjeros.

El uso de una mezcladora también puede tener beneficios medioambientales. Al producir balanceados de mayor calidad, puede producirse una reducción de la cantidad de fórmula necesaria para lograr los resultados deseados, lo que puede reducir la huella de carbono global de la industria. Además, una mezcla más precisa puede reducir los residuos, lo que también puede tener un impacto positivo en el medio ambiente.

#### **2.5. JUSTIFICACIÓN**

La industria avícola de Ecuador está creciendo rápidamente, y se necesitan equipos eficientes y eficaces para apoyar el proceso de producción. Una mezcladora de balanceado puede ayudar a la empresa Avícola AVITECNIC a mezclar y homogeneizar los ingredientes de los balanceados en las proporciones adecuadas para producir balanceados avícolas de alta calidad.

El diseño y la construcción de una mezcladora de balanceado pueden mejorar la eficiencia y la productividad de la Avícola AVITECNIC y, por lo tanto, contribuir al crecimiento de la industria avícola en Ecuador.

El diseño y la construcción de una máquina mezcladora es una tarea técnicamente compleja que requiere conocimientos y habilidades en ingeniería mecánica, ciencia de los materiales y

sistemas de control. Es un proyecto desafiante que puede poner a prueba las habilidades y la creatividad del investigador.

En la industria avícola son necesarias la innovación y las nuevas ideas para mejorar la calidad y la seguridad de los productos avícolas. El diseño y la construcción de una mezcladora pueden conducir al desarrollo de nuevas tecnologías y enfoques que beneficien a la industria.

En general, el tema del diseño y construcción de una máquina mezcladora con una capacidad de 100 kg/h para su implementación en la Empresa Avícola AVITECNIC en Ecuador es un tema de investigación justificable e importante que puede tener un impacto significativo en la industria avícola en Ecuador.

## **2.6. HIPÓTESIS**

¿La implementación de una máquina mezcladora con capacidad de 100 kg/h en la Empresa Avícola AVITECNIC de Ecuador mejorará el tiempo, y productividad en el proceso de mezclado de alimentos balanceados para aves.?

## **2.7.OBJETIVOS**

### **2.7.1. Objetivo General**

Implementar una máquina mezcladora horizontal, mediante el dimensionamiento de estructura y mecanismos para la correcta homogenización de núcleos balanceados en la empresa Avícola AVITECNIC del Ecuador.

### **2.7.2. Objetivos Específicos**

- Recopilar bibliográficamente información acerca de procesos de mezclado para la homogenización de alimentos para aves.
- Diseñar y construir los distintos componentes y elementos de la máquina mezcladora para alimentos balanceados.
- Realizar pruebas del correcto funcionamiento de la máquina mezcladora de balanceado para aves.

## 2.8.ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS

**Tabla. 1** Descripción de actividades y tareas propuestas

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Recopilar información bibliográficamente acerca de procesos de mezclado para la homogenización de alimentos para aves	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indagar en libros y en la web sobre el proceso de homogenización.</li> <li>Revisión de trabajos precedentes acorde al tema del proyecto</li> <li>Destacar investigaciones y experimentación sobre la homogenización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe acerca de los diferentes procesos de mezclado para homogenización de alimentos balanceados.</li> <li>Recopilación de información de investigaciones previas.</li> <li>Coincidir con una investigación previa que se adecue a la máquina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación documental.</li> <li>Análisis de investigación</li> <li>Recopilación de información</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar y construir los distintos componentes y elementos de la máquina mezcladora para alimentos balanceados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de ecuaciones matemáticas para el diseño</li> <li>Selección de materiales para la parte estructural</li> <li>Selección del software para diseño de componentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculos matemáticos para dimensionamiento del equipo (capacidad y transmisión de potencia)</li> <li>Catálogos de aceros, piñones, poleas y bandas disponibles en el mercado local.</li> <li>Modelado de la máquina mezcladora en conjunto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memoria de cálculos.</li> <li>Planos mecánicos.</li> <li>Tablas y catálogos de fabricantes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar pruebas del correcto funcionamiento de la máquina mezcladora de balanceado para aves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas de uso y funcionamiento de la máquina mezcladora en capacidades mínimas y máximas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la información obtenida de la máquina mezcladora y su óptimo funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos Eléctricos.</li> <li>Planos Mecánicos.</li> </ul>

### **3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

#### **3.1. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Las máquinas mezcladoras de alimentos que realizan el proceso de homogenización sirven primordialmente para el sector agropecuario, ya que debido a su principal capacidad de generar torque y realizar el proceso de ciclo en el mezclado con diversos productos, se puede obtener como resultado un núcleo de verosímiles alimentos balanceados que tendrá como referencia un proceso por el cual, se realiza una mezcla que presente las mismas propiedades en toda la sustancia.

Esta máquina mezcladora garantiza la homogenización para la manufactura de la elaboración de productos. Muchas de las veces estos productos vienen en soluciones o polvos, los cuales varían en diferentes densidades y concentraciones, las medidas del uso de estos productos están abolidos a la formulación del núcleo alimenticio, que después de realizar las concentraciones y mezcla adecuada permitirá obtener un producto de alta calidad homogéneo para el sector avícola

El campo de desarrollo agropecuario en el Ecuador ha proseguido cuantiosas regulaciones y parámetros que establecen estandarizaciones con el correcto proceso del uso en medidas de prevención, tanto laborales de producción manufacturera, en la que normas o estatutos permiten seguir un orden lógico y correcto desempeño de las funciones básicas de producción, en el ámbito legal agropecuario en la crianza de animales de producción.

Las leyes que permiten estandarizar la correcta crianza de animales en varios sectores productivos agropecuarios, proporciona la postura de criaderos para venta al público que en ambos casos se necesitara de una correcta alimentación, ya que la producción es directamente proporcional a la alimentación de los animales, la alimentación debe ser de manera equilibrada para que el alimento que es el balanceado tenga los nutrientes necesarios para que los animales del sector agropecuario puedan desarrollar la correcta dieta necesaria y a su vez permita prevenir el exceso de enfermedades las cuales se dan por la crianza masiva que se dan en espacio estrecho o inadecuado. [3]

Se procederá a mejorar la calidad del núcleo alimenticio con una homogenización más exacta sin que se pierda el valor nutricional de los alimentos para los animales del sector agropecuario, otro problema que se resuelve es que ya no se necesitara de cuantiosa mano de obra para realizar las mezclas, de esta manera también se corregirá una perdida en la economía al momento de producir núcleos balanceados para los animales.

### Condiciones iniciales del proyecto

Tabla 2. Condiciones iniciales del proyecto

<b>Necesidad</b>	o	Falta de homogeneización en alimentos balanceados para el sector avícola
<b>problema:</b>		
<b>CONDICIONES</b>		
<b>Funcionales</b>		La máquina mezcladora permite homogenizar los núcleos balanceados.
<b>Constructivas</b>		Las sustancias son sólidas y líquidas, razón por la cual necesitan una mezcla que no pierda sus propiedades nutritivas.
<b>Económicas</b>		La máquina mezcladora permite obtener mayor cantidad de alimento balanceado con tan solo un operador de máquina.
<b>Estéticas</b>		La sustancia final que proporciona la máquina es completamente homogénea y de aspecto uniforme
<b>Ergonómicas</b>		La máquina mezcladora nos permite acceder con facilidad a su uso no requiere de fuerza para su uso.
<b>Ecológicas</b>		Es una máquina que usa energía eléctrica no emite gases que contaminen el medio ambiente.
<b>Seguridad</b>		Ofrece mayor confiabilidad gracias a su mando operacional por accionamientos automátatas.

También es importante definir la potencia eléctrica del motor, ya que se encargará generar la transmisión de energía mediante el torque, determinando la potencia del motor se debe corregir el factor de torque mediante la transmisión de energía mecánica a través de poleas, bandas y catalinas, el material del tambor según la Unión Europea establece los estándares fundamentales para los materiales y objetos utilizados en el contacto con alimentos mediante el Reglamento 21935/2004/CE [4]

La elección del acero inoxidable para el presente proyecto el cual estará en contacto con los alimentos se basa en el Reglamento de la Unión Europea, pero también dependerá en mayor

grado de las condiciones ambientales de la industria. El acero más indicado es el acero inoxidable alimenticio 304, ya que es un material que no transmite ningún tipo de activo capaz de modificar las propiedades del núcleo de balanceado. De esta manera se especifica el uso de acero inoxidable para que la corrosión del acero no intervenga con impurezas y pueda afectar en el proceso de mezclado alimenticio, para el chasis de soporte de estructura se recomienda usar acero, el acero negro es un tipo de acero que posee niveles muy bajos de carbono. Al no sufrir ningún tipo de tratamiento adicional la superficie del acero se oscurece obteniendo un tono de color negro. Gracias a esta capa, se evita la corrosión por lo que se trata de un material muy resistente y duradero para el proceso de producción de mezclas,

La máquina también cuenta con elementos automáticos, los cuales permitirán mejorar los circuitos eléctricos protegiendo al motor contra cortocircuitos y bloqueos de rotor, también esto permite facilitar los mandos de operación con botoneras de acceso, además consta de un temporizador, ya que los ciclos de mezclado tienen cierto tiempo de mezcla de esta manera no solo se protege al motor o la máquina, sino también al personal que operara la misma ayudando a reducir tiempo de accionamientos eléctricos de la máquina cumpliendo así con el Reglamento de Seguridad contra Riesgos en Instalaciones de Energía eléctrica AM013-1998. [5]

En cuanto a lo económico se propone que la producción se aumente en un 100% en cuanto al desarrollo de las premezclas, ya que el hecho de usar menos recursos de mano de obra y tener mayor capacidad del tambor se tendrá mayor producción de esta manera se obtiene un gran aporte económico y se reducirá el costo de mano de obra que permitirá elevar la producción de la mano de obra, con lo económico también se sustenta un mejor aporte estético de producción teniendo un resultado uniforme de la sustancia final mejorando así aspectos muy necesarios como el factor de calidad del producto, ya que el hecho de que no se implemente mucha mano de obra no influye en tener microorganismos ajenos a la mezcla, o a su vez en menor cantidad lo cual es también muy satisfactorio, en cuanto a los parámetros ambientales el uso de la máquina mezcladora utiliza una fuente de energía eléctrica de 220 V, puede ser implementada en cualquier zona de trabajo o área de establecimiento.

El proceso de funcionamiento de la máquina comienza con la selección de las sustancias a mezclar, no se podría determinar las fórmulas, puesto que para dicho uso se necesita una específica función del núcleo balanceado, por ejemplo según la enfermedad o causa a tratar el ingeniero zootécnico verá la factibilidad de implementación de las correctas concentraciones de las sustancias, una vez elegidas las respectivas sustancias se procede a colocar todo en el

tambor de capacidad de 100 kg, los elementos automáticos de la máquina permitirán realizar ciclos de mezclado según la configuración en un ciclo de mezcla durara alrededor de 5 a 8 minutos, los cuales son suficientes para obtener una mezcla completamente homogénea se podrá detener el proceso si faltase alguna sustancia, con el botón de stop el cual bloquea el rotor y detiene el paso de energía, una vez que se haya detenido el proceso de la mezcla se procede a llenar el producto final sacos o fundas de acuerdo sea la necesidad del comprador.

### 3.2. MÁQUINA MEZCLADORA

Una mezcladora está diseñada para funcionar con un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento es mantener en movimiento a las partículas ya sean sólidas o líquidas con el fin de realizar una mezcla entre productos para la industria alimentaria, química, cosmética, farmacéutica, entre otras, permitiendo obtener así un resultado eficiente y adecuado para las distintas necesidades requeridas. Esta máquina asegura la uniformidad en la mezcla de elementos sólidos y líquidos para la creación de diversos productos. [6]

En la figura 1 se muestra una representación gráfica de una máquina mezcladora horizontal disponible en el mercado.



Figura 1: Máquina mezcladora de balanceado

Fuente: [7]

### 3.3. CLASIFICACIÓN DE MÁQUINAS MEZCLADORAS

En el mercado, se encuentran dos tipos principales de máquinas mezcladoras de alimentos balanceados: la máquina mezcladora de cintas helicoidales o paletas en posición horizontal y la máquina mezcladora de tipo vertical.

#### 3.3.1. Máquina mezcladora de paletas horizontal

Las mezcladoras horizontales de paletas están diseñadas principalmente para la elaboración de alimentos balanceados de ganado, aves y cerdos a base de harinas, de granos estas máquinas están conformadas por un recipiente tipo U horizontal con su respectivo eje ubicados en el centro radial conectado a las paletas, este eje es impulsado por la unidad motriz conectada ya sea directamente o a través de una transmisión de potencia mecánica por medio de cadenas o correas, generalmente se requiere que la unidad motriz incluya reductor de velocidad para garantizar la velocidad de rotación adecuada y de esta forma mejorar la mezcla, obteniendo un producto final adecuado a la necesidad requerida.



Figura 2: Máquina mezcladora horizontal de paletas

Fuente: Del autor

#### Ventajas

- Son ideales para alimentos delicados
- Permite modificar el ángulo de inclinación de las paletas para diferentes tipos de alimentos.

- Tiempo de mezclado reducido.

### Desventajas

- Un sistema de mezclado de paletas puede requerir de un mayor consumo de energía.
- Los sistemas de mezclado de paletas constan de un mayor número de componentes por lo que el costo de fabricación se incrementa.
- Requiere mantenimiento permanente de sus componentes.
- Mantenimiento y limpieza más exigentes.

### Componentes

Los componentes de una máquina mezcladora horizontal se detallan en la figura 3

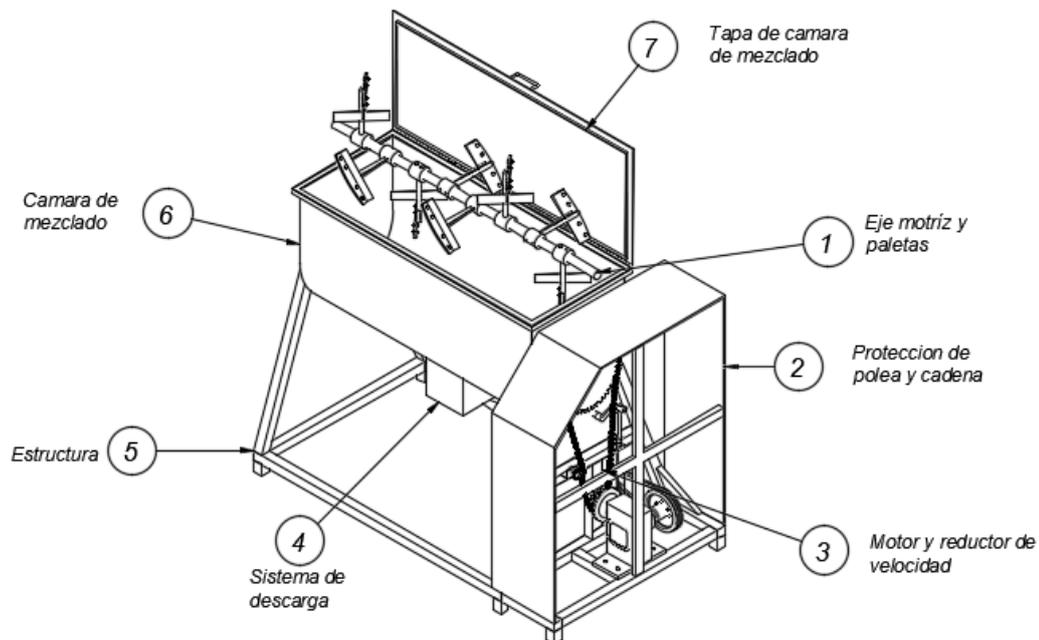


Figura 3: Componentes de máquina horizontal de paletas

Fuente: Del autor

### 3.3.2. Mezcladora de cintas helicoidales horizontal

Las mezcladoras de cintas o listones helicoidales, son máquinas diseñadas para combinar y homogeneizar ingredientes líquidos o sólidos. Su funcionamiento es similar a una máquina mezcladora horizontal de paletas con la diferencia de que esta consta de un sistema de mezcla de cintas helicoidales. Son ideales para la elaboración de alimento balanceado para aves a base de núcleos, harinas, granos molinos.

El principio de funcionamiento de las mezcladoras de cintas helicoidales consiste en que un par de cintas giran longitudinalmente en direcciones opuestas dentro del recipiente distribuyendo totalmente la mezcla, el movimiento de estas cintas provocan turbulencia dentro del recipiente provocando que los ingredientes se mezclen.

### **Ventajas**

- Menor consumo de energía.
- Existen capacidades desde 100 a 500 kg.
- Mayor versatilidad y variedad de ingredientes
- Mantenimiento mínimo y una vida útil prolongada.
- Las mezcladoras de cintas helicoidales tienen un sistema de mezcla muy ajustado a la carcasa para que estas cintas cubran la totalidad de la longitud del recipiente.

### **Desventajas**

- Las mezcladoras de cintas helicoidales deben ser diseñadas con una mayor longitud con respecto a su diámetro por lo que ocupan más espacio.
- Ya que la homogenización no se da por el contacto de las cintas helicoidales con la mezcla si no por la turbulencia que estas generan dentro del recipiente el tiempo de trabajo se prolonga para lograr la homogenización.
- Los ángulos de las cintas helicoidales quedan fijos una vez diseñada la máquina lo que imposibilita la modificación de este ángulo para un mayor o menor contacto con la mezcla.

### **Componentes**

Los componentes de una máquina mezcladora de cintas helicoidales son similares a los de una máquina horizontal de paletas con la diferencia de que esta posee cintas helicoidales en el sistema de mezcla.

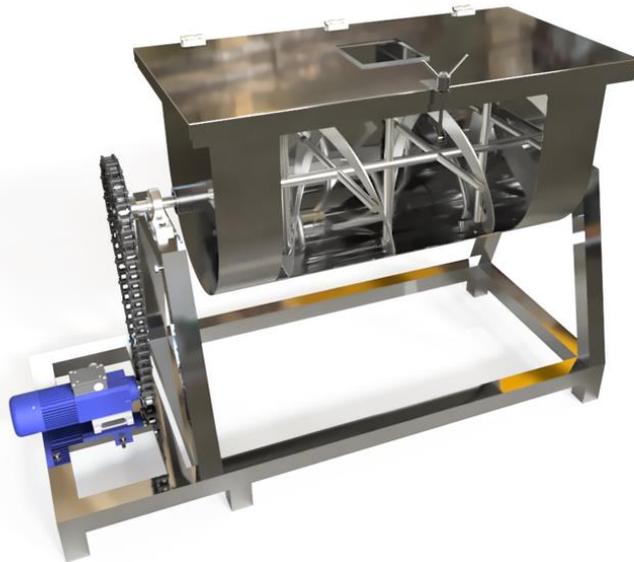


Figura 4: Mezcladora horizontal de cintas helicoidales

Fuente: Del autor

### 3.3.3. Máquina mezcladora vertical

Las mezcladoras verticales están diseñadas para la mezclar materiales con alta densidad y granos secos, utilizan la mitad del espacio de una máquina horizontal pero su altura requiere mucho más espacio. En el mercado existen dos tipos principales de mezcladoras verticales.

Se fabrican con tolva al piso y con tolva giratoria el diseño de las mezcladoras de tolva al piso permite que la carga de los ingredientes en la máquina sea más fácil ya que la tolva de carga queda a nivel del suelo. Las mezcladoras de tolva giratoria constan de un diseño que gira en su propio eje y deja al descubierto la boca de alimentación que se realiza mediante un tornillo sin fin, los dos tipos de mezcladores gracias a su diseño vertical se logra una limpieza más profunda evitando residuos de procesos anteriores ya que la descarga de estas se encuentra en el centro inferior de la máquina y la mezcla sale por efecto de la gravedad.

#### Ventajas

- La capacidad de producción es más elevada en comparación a una máquina horizontal.
- Ahorro de espacio.
- Fácil descarga de mezcla.

#### Desventajas

- Son robustas y tienen un costo más elevado
- Mayor complejidad de mantenimiento.
- Posible limitación en la variedad de ingredientes.

- Necesita de un motor adicional para la alimentación de la mezcla.



Figura 5: Máquina mezcladora vertical con tolva al piso

Fuente: [8]

### 3.4. TIPOS DE AGITADORES PARA MÁQUINAS HORIZONTALES

#### 3.4.1. Agitador de paletas

En una máquina mezcladora cuando se presenta la suspensión de sólidos bastante densos en líquidos ligeros o en mezclas poco espesas o líquidas, el mezclador con paletas es relativamente ineficaz. Por la disposición de las paletas el producto es arrastrado en un solo sentido. Esto ocasiona que un lado del recipiente se encuentre más presionado que otro, debido al empuje axial que se presenta.

En un agitador de paletas estas levantan y mueven los ingredientes para poder realizar la mezcla, esto hace que el agitador de paletas sea la mejor opción cuando se trata de ingredientes friables.

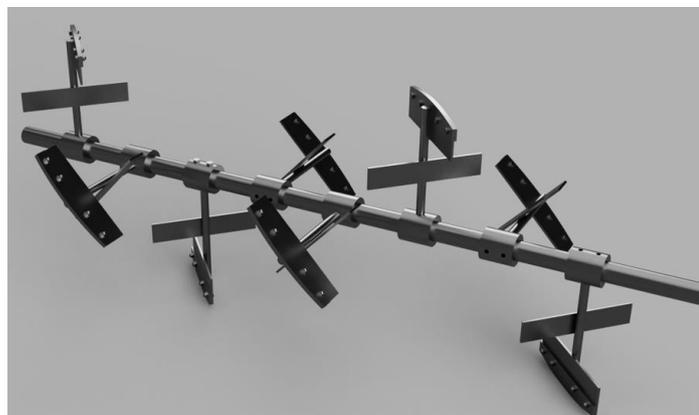


Figura 6: Agitador de paletas

Fuente: Del autor

### 3.4.2. Agitador de cintas helicoidales

Los agitadores de cintas helicoidales, existen diversas combinaciones de cintas para el arrastre de los ingredientes por lo general están compuestos por un par de cintas dispuestas para girar en sentidos contrarios una cinta interna y otra externa producen un contra flujo dentro del recipiente logrando una mezcla completamente homogénea, los agitadores de cintas helicoidales producen cizallamiento por lo que no son adecuadas para productos friables pero si son adecuadas para líquidos, sólidos, harinas, entre otros compuestos.

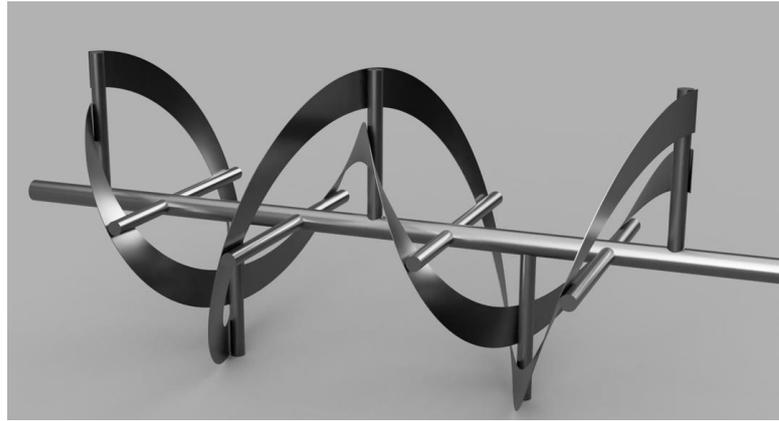


Figura: 7 Agitador de cintas helicoidales

Fuente: Del autor

### 3.4.3. Agitador combinado

Los agitadores combinados consisten son un arreglo de cintas y paletas dispuestos en el eje motriz, el diseño de este agitador está enfocado en la mezcla de productos delicados.

El principio de funcionamiento es similar al agitador de paletas con la diferencia que este al tener paletas externas y una cinta helicoidal interna se produce menos fricción entre los ingredientes a mezclar y por lo tanto generando menos energía térmica.

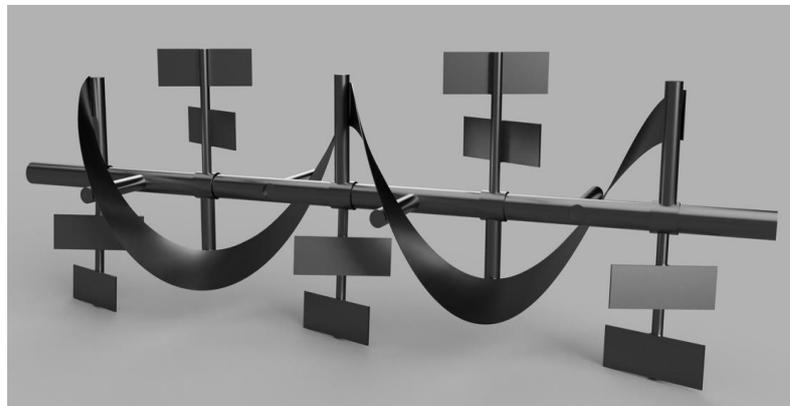


Figura 8: Agitador combinado

Fuente: Del autor

### **3.5. TIPOS DE MEZCLADO**

Para considerar un proceso de mezcla hay que considerar ciertos aspectos, que permitan producir un sistema adecuado y óptimo para la producción de alimentos balanceados para los animales del sector agropecuario, ya que dependiendo del animal se ejecuta el mezclado y de lo cual se obtiene el núcleo nutricional adecuado con los micronutrientes, enfatizando de tal forma al cuidado correspondiente de los animales como a su vez tener mayores y amplios conocimientos del proceso nutricional, vitamínico y cuidado de los animales, por lo que el tipo de mezclado influye mucho en su proceso final, este mismo obtendrá mayores o menores cantidades nutricionales en los núcleos alimenticios preparados. [9]

#### **3.5.1. Mezclado continuo**

El método de mezclado continuo está pensado para pequeñas producciones en la industria, este permite tener un proceso de mezclado en el cual se alimenta la máquina mezcladora de manera constante mientras pequeñas porciones ya homogenizadas se siguen descargando, además este método permite realizar cambios en los ingredientes o formulación de la mezcla para lograr un producto final con diferentes niveles de ingredientes según se requiera.

#### **3.5.2. Mezclado discontinuo:**

En este método se utilizan ciertas cantidades de ingredientes en cantidades determinadas según la capacidad de carga de la máquina mezcladora durante tiempos definidos, estos tiempos de mezcla dependen de los tipos de ingredientes y el nivel de homogenización requerido luego la mezcla se descarga del recipiente. Este proceso de mezcla se utiliza en la industria cuando la formulación de cada ingrediente permanece constante en cada lote.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. PARÁMETROS DE SELECCIÓN, DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO

Para la presente propuesta tecnológica se diseñó y construyó una máquina mezcladora de balanceado para aves con un sistema de mezcla de cintas helicoidales las cuales giran dentro de una sección cilíndrica, dichas cintas van sujetas a un eje macizo encargado de la transmisión, generando movimientos de rotación y traslación del balanceado. Esta propuesta tecnológica debe tener la capacidad de procesar 100 kg/h de balanceado en dos ciclos de 50kg.

Utilizando un sistema de reducción de velocidades en dos etapas dadas por, polea–correa y cadena-Catarina, el eje de transmisión y las cintas helicoidales giran con una velocidad adecuada, logrando la correcta homogenización de la mezcla. La potencia requerida para el accionamiento está dada por un motor eléctrico de 2 HP a 1750rpm.

### 4.2. DENSIDAD DE LA MEZCLA

Un factor de dimensionamiento a tener en cuenta para la sección cilíndrica o recipiente de la máquina es la densidad de la mezcla.

Para calcular la densidad se tomó una muestra del producto con el que trabajará la máquina de 4.50kg en un recipiente con dimensiones especificadas en la **figura. 4.1 Anexo III**

Conocidos los datos de la masa y las dimensiones del recipiente que contiene la mezcla se calcula el valor de la densidad mediante la ecuación 4.1. Definido en **Anexo III (sección 1)**.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

**Donde:**

$\rho$ : densidad [ $Kg/m^3$ ]

$m$ : masa [4.5kg]

$v$ : volumen [ $m^3$ ]

### 4.3.DIMENSIONAMIENTO DE COMPONENTES DE LA MEZCLADORA

#### 4.3.1. Dimensionamiento de la carcasa

El diseño del recipiente o carcasa de la mezcladora se basa en un tanque en forma de semicilindro, que es el encargado de contener los ingredientes para la homogenización de la mezcla y todos los elementos del sistema de mezclado que van sujetos a la carcasa como son el eje y las cintas helicoidales.

El volumen mínimo que la máquina mezcladora debe ser capaz de soportar se determina a partir de la ecuación 4.2. Definido en **Anexo III (sección 2)**, teniendo en cuenta que debe tener una capacidad de 50kg de mezcla ya que se realizan dos ciclos de mezcla para alcanzar los 100kg/h.

$$V_m = \frac{m}{\rho} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

**Donde:**

$V_m$ : Volumen de la mezcla [0,055m<sup>3</sup>]

$m$ : Masa de la mezcla [50 kg]

$\rho$ : Densidad de la mezcla  $\frac{900.54 \text{ kg}}{\text{m}^3}$

La carcasa de la máquina mezcladora se diseña para tener un nivel de llenado no superior al área del semicírculo del recipiente.

En la figura 9 se muestra una representación de la forma que obtendrá la carcasa, así como el nivel de llenado.

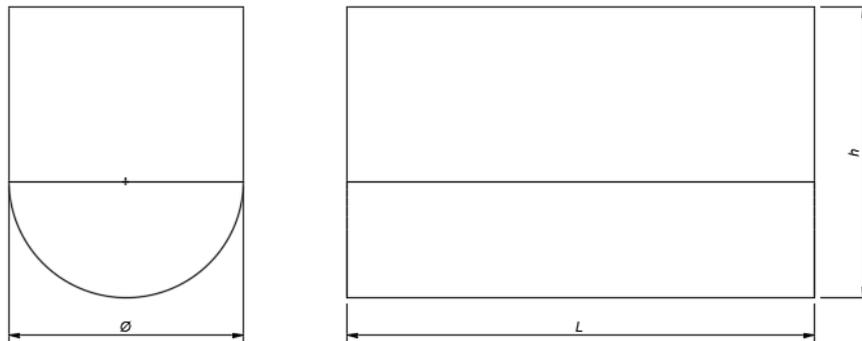


Figura 9: Representación del diseño de la máquina mezcladora

Fuente: Del autor

Teniendo en cuenta la capacidad de carga que debe tener el recipiente de mezcla y el límite de llenado se entiende que esta sección debe contener 50kg mezcla, por lo tanto, las dimensiones de la carcasa pueden calcularse a partir del volumen que ocupa esta carga. Definido en **Anexo III (sección 2)**

Para determinar las dimensiones del recipiente se da una relación aproximada entre el diámetro y la longitud del recipiente de 2:1 y una relación aproximada entre el diámetro y la altura de 1.2:1. Las relaciones de dimensiones para el diseño de la máquina mezcladora se las dan tentativamente ya que es una máquina horizontal por lo que su longitud será mayor a su diámetro y altura.

Por lo tanto, para calcular el volumen que ocupa la mezcla en el recipiente, se aplica la ecuación 4.3.

$$V_m = \frac{\pi * \phi^2}{8} * l \quad \text{Ec. (4.3)}$$

Igualando las ecuaciones 4.2 y 4.3 se obtiene la siguiente expresión.

$$\frac{m}{\rho} = \frac{\pi * \phi^2}{8} * 2.5 * \phi \quad \text{Ec. (4.4)}$$

A partir de la ecuación 4.4, podemos despejar el diámetro del recipiente de mezcla, obteniendo la ecuación 4.5. Definido en **Anexo III (sección 2)**.

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{8 * m}{2 * \pi * \rho}} \quad \text{Ec. (4.5)}$$

**Donde:**

**m:** Masa de la mezcla [50 kg]

**ρ:** Densidad de la mezcla  $\frac{900.54 \text{ kg}}{m^3}$

Como se había dicho anteriormente la longitud del recipiente tiene una relación aproximada entre el diámetro y longitud de 2:1, una vez obtenido el diámetro del recipiente se puede determinar la longitud del recipiente con la ecuación 4.6. Definido en **Anexo III (sección 2)**.

$$l = \phi * 2 \quad \text{Ec. (4.6)}$$

La relación entre el diámetro y la altura es de 1.2:1 por lo que se obtiene la altura del recipiente utilizando la ecuación 4.7. Definido en **Anexo III (sección 2)**.

$$h = 1.2 * \varnothing \quad \text{Ec. (4.7)}$$

Para mayor facilidad de construcción las dimensiones del recipiente se redondean y quedan como se muestra en la tabla 3:

Tabla 3. Dimensiones del recipiente

Parámetros de diseño de recipiente		
<b>Diámetro</b>	0.40	m
<b>Longitud</b>	0.80	m
<b>Altura</b>	0.50	m
<b>Volumen</b>	0.0555	$m^3$

#### 4.3.2. Análisis del espesor del recipiente

Para dimensionar y determinar el espesor del recipiente se debe tener en cuenta parámetros antes mencionados como la densidad de la mezcla  $900kg/m^3$ , la carga máxima del recipiente por cada ciclo  $50kg$ , las dimensiones del recipiente, además de propiedades mecánicas del material del recipiente, que para este caso se trabaja con el acero inoxidable A 304. El cálculo para determinar el espesor del recipiente se define en **Anexo III (Tabla 3)**.

En la figura 10 se muestra el diagrama de distribución de fuerzas ejercidas sobre el recipiente

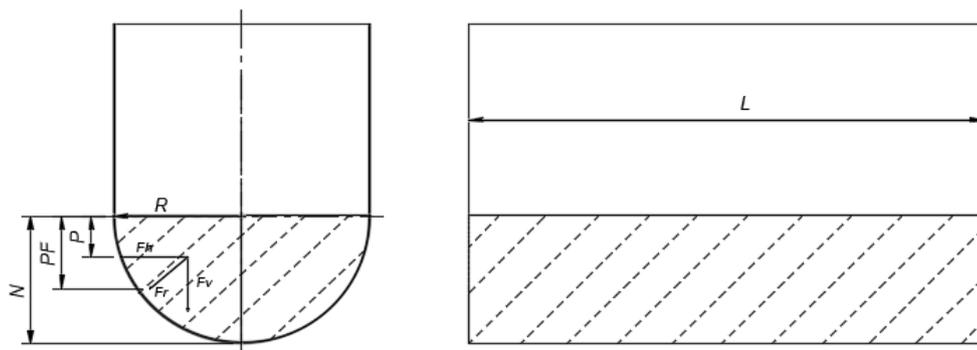


Figura 10: diagrama de distribución de fuerzas ejercidas sobre el recipiente

Fuente: Del autor

Primero es necesario determinar la fuerza que ejerce la mezcla sobre el recipiente se obtiene del producto entre la masa de la carga y la gravedad como se muestra en la ecuación 4.8.

$$F = m * g \quad \text{Ec. (4.8)}$$

**Donde:**

*F*: Fuerza ejercida por la carga sobre el recipiente [N]

*m*: Masa de la mezcla [50 kg]

*g*: gravedad [9.81 m/s<sup>2</sup>]

El área de la sección transversal es la misma que el área de llenado de la mezcla, esta sección transversal se encuentra utilizando la ecuación 4.10.

$$A = \pi * r * h + \pi * r^2 \quad \text{Ec. (4.9)}$$

Donde:

*r*: Radio de semicilindro [0.20m]

*h*: Altura de llenado en el semicilindro [0.20 m]

Con la fuerza que ejerce la mezcla sobre el recipiente y el área de la sección transversal se obtiene la presión interna ejercida por la carga de balanceado en las paredes del recipiente, esta presión se calcula utilizando la ecuación 4.10.

$$Pi = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. (4.10)}$$

**Donde:**

*F*: Fuerza ejercida por la carga sobre el recipiente [409.5 N]

*A*: Área de la sección transversal [0.251 m<sup>2</sup>]

Como en el diseño del recipiente de la máquina horizontal está pensado utilizar acero inoxidable 304, se determina que el acero inoxidable 304 tiene una tensión de fluencia de 235 MPa y según las normas de ingeniería y diseño la norma técnica ASME. [10]

Para la aplicación de acero inoxidable 304 en recipientes mezcladores se recomienda que la tensión de fluencia del acero no sea superior de la tensión de fluencia máxima. Por lo tanto, es

necesario determinar el esfuerzo de flexión máximo del acero inoxidable el cual se calcula utilizando la ecuación 4.11.

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma_{max}} \quad \text{Ec. (4.11)}$$

En componentes sometidos a una carga estática es necesario establecer un factor de seguridad capaz de brindar resistencia a los componentes mecánicos, se sabe que un factor de diseño de  $\eta = 1$  es el valor más bajo en el que el material está al límite antes de ceder [11], por lo tanto para este caso se considera un factor de diseño de  $\eta = 2$  para garantizar la durabilidad de los componentes mecánicos, por lo tanto el esfuerzo máximo de flexión se determina como se muestra en la ecuación 4.12

$$\sigma_{max} = 2 * S_y \quad \text{Ec. (4.12)}$$

**Donde:**

*S<sub>y</sub>*: Tensión de fluencia del acero 304 [235 MPa ]

Entonces el espesor del recipiente para la máquina mezcladora utilizando acero inoxidable 304 se obtiene aplicando la ecuación 4.13

$$t = Pi * r / (\sigma_{max}) \quad \text{Ec. (4.13)}$$

**Donde:**

*Pi*: Presión interna [ 1631.47 Pa]

*r*: Radio de semicilindro [0.2 m]

*σ*: Esfuerzo de flexión [470MPa]

#### **4.3.2. Diseño del sistema de mezcla o agitador**

El diseño del sistema de mezclado está compuesto por dos listones helicoidales, uno de ellos girando en sentido horario y el segundo girando en sentido anti horario, este sistema permite que la mezcla dentro del recipiente se desplace longitudinalmente en ambas direcciones, este tipo de agitador permite la homogenización deseada para la mezcla.

Parte fundamental de obtener una buena homogenización es la velocidad de giro de los listones helicoidales por lo que es necesario determinar esta velocidad, así como también la potencia necesaria para que los listones sean capaces de mover la carga dentro del recipiente.

Los parámetros a tener en cuenta para el diseño de los listones helicoidales son sus dimensiones, estas dimensiones van acorde a las dimensiones del recipiente de mezcla determinados en la tabla 3, al ser dos listones helicoidales uno externo con dimensiones no superiores al diámetro del recipiente y otro interno con dimensiones determinadas tentativamente, entonces se considera las siguientes dimensiones para el par de listones helicoidales en la tabla 4

Tabla 4. Dimensión de listones helicoidales

Ítem	Diámetro exterior	Diámetro interior
Listón Helicoidal 1	398 mm	300 mm
Listón Helicoidal 2	260mm	160mm

#### 4.3.2.1. Velocidad angular de los listones Helicoidales

Como se especificó en el anterior capítulo se asume que para obtener una buena homogenización de la mezcla esta debe girar a 40 rpm, entonces la velocidad angular de los listones se determina utilizando la ecuación 4.14. Definido en **Anexo III (sección 4)**

$$w = rpm * 2\pi/60s \quad \text{Ec. (4.14)}$$

#### 4.3.2.2. Velocidad lineal de los listones Helicoidales

Una vez encontrado el valor de la velocidad angular de los listones y teniendo en cuenta los diámetros de los listones se puede determinar la velocidad lineal en la superficie de cada listón aplicando la ecuación 4.15. Definido en **Anexo III (sección 4)**

$$Vl = w * (Dext - Dint)/4 \quad \text{Ec. (4.15)}$$

**Donde:**

*w*: Velocidad angular

*Dext*: Diámetro exterior del listón

*Dint*: Diámetro interior del listón

#### 4.3.2.3. Fuerza centrífuga que actúan sobre los listones

La fuerza centrífuga que se genera en los dos listones debido a su rotación dentro del recipiente se puede calcular a partir de la velocidad lineal antes calculada y la densidad del material, como se muestra en la ecuación 4.16. Definido en **Anexo III (sección 4)**

$$F = \rho * Vl * \left(\frac{\pi}{4}\right) * Dext^2 \quad \text{Ec. (4.16)}$$

**Donde:**

$\rho$ : Densidad de la mezcla [ $900 \frac{kg}{m^3}$ ]

$Vl$ : Velocidad lineal en la superficie de cada listón

$\left(\frac{\pi}{4}\right)$ : Area de la sección transversal del listón

$Dext^2$ : Diámetro exterior del listón

Las fuerzas centrífugas antes calculadas están en constante fricción entre los listones helicoidales y la mezcla de balanceado dentro del recipiente, esto produce el momento de torsión máximo sobre el eje, este se obtiene de la suma de cada una de las fuerzas centrífugas de cada listón y multiplicándolo por su longitud, como se muestra en la ecuación 4.17. Definido en **Anexo III (sección 4)**

$$Mmax = (FC1 + FC2) * L \quad \text{Ec. (4.17)}$$

**Donde:**

$Fc1$ : Fuerza centrífuga de listón helicoidal 1 [652.8 N]

$Fc2$ : Fuerza centrífuga de listón helicoidal 2 [222.2 N]

$L$ : Longitud del listón [0.788m ]

#### 4.3.3. POTENCIA REQUERIDA EN EL EJE PRINCIPAL

Tomando en cuenta las características de la mezcla, previamente detalladas, es necesario utilizar un sistema que permita transmitir grandes potencias al eje ya que este será el encargado de soportar los listones helicoidales que proporciona el momento de torsión máximo al eje, siendo esta la única carga que debe soportar el eje.

#### 4.3.3.1. potencia necesaria del motor

La potencia en hp que necesita el sistema de mezclado se obtiene a partir de la ecuación 4.18. Definido en **Anexo III (sección 5)**. En la que utilizaremos parámetros previamente calculados como la velocidad lineal de los listones, densidad de la mezcla, la fuerza centrífuga, y el factor de rozamiento, este factor depende del material que se va a mezclar y el material con el que esta mezcla tendrá un factor de rozamiento es decir el factor de rozamiento entre la mezcla y los listones helicoidales diseñados con acero inoxidable 304, para este caso se estima un factor de rozamiento promedio de 0.3 ya que según Paneque el factor de rozamiento que existe entre una mezcla principalmente de alimentos balanceados sobre recipientes metálicos va desde 0.25 a 0.35. [12]

$$P = \frac{(Mmax*w*\mu)}{746 W} \quad \text{Ec. (4.18)}$$

**Donde:**

***Mmax***: Momento de torsión máximo [634.7Nm]

***w***: Velocidad angular [ $2.094 \frac{rad}{s}$ ]

***μ***: Coeficiente de rozamiento [0.3]

#### 4.3.3.2. Selección del eje motriz

El eje motriz debe ser capaz de soportar cierta cantidad de torque sin llegar a fallar, una vez determinada la potencia necesaria del motor se calcula el torque que actúa sobre el eje motriz, además se debe considerar que las cargas que soportará este eje será únicamente la potencia del motor y el momento de torsión máximo que generan los listones helicoidales sobre el eje mediante la fricción de la mezcla con los listones, para determinar el torque en libras pulgada que soportara el eje este se obtiene mediante la ecuación 4.19.

$$\tau = \frac{63.025*hp}{rpm} \quad \text{Ec. (4.19)}$$

**Donde:**

***hp***: Potencia del motor [2hp]

***rpm***: revoluciones por minuto de los listones [40 rpm]

Los mezcladores de listones helicoidales y en general mezcladores o transportadores helicoidales se ven limitados por el torque que sus componentes pueden soportar, en la tabla 5 se muestran combinaciones de torsión que los elementos de estas máquinas pueden soportar.

Con la obtención del torque libras / pie se puede seleccionar el eje adecuado en la tabla 5 para soportar las cargas previamente mencionadas.

Tabla 5. Capacidad torsional para componentes en máquinas mezcladoras de listón helicoidal.

Fuente: [13]

Acoplamiento	Tubo		Ejes		Pernos				
Diámetro del Eje (Pulgadas)	Ced. 40		Torque (lb-Pulgadas)*		Diámetro del Perno (Pulgadas)	Pernos al Corte (lb-Pulgadas)▼		Resistencia de los Barrenos (lb-Pulgadas)	
	Tamaño (Pulgadas)	Torque (lb-Pulgadas)	Estándar CEMA (C-1018)	Estándar <del>7/16</del> (C-1045)		No. de Pernos		No. de Pernos	
						2	3	2	3
1	1½	3,140	<u>820</u>	999	¾	1,380	2,070	1,970	2,955
1½	2	7,500	<u>3,070</u>	3,727	½	3,660	5,490	5,000	7,500
2	2½	14,250	<u>7,600</u>	9,233	¾	7,600	11,400	7,860	11,790
2⅞	3	23,100	15,090	18,247	¾	<u>9,270</u>	13,900	11,640	17,460
3	3½	32,100	28,370	34,427	¾	16,400	24,600	<u>15,540</u>	23,310
3	4	43,000	28,370	34,427	¾	<u>16,400</u>	24,600	25,000	37,500
3⅞	4	43,300	42,550	51,568	¾	25,600	38,400	<u>21,800</u>	32,700

#### 4.3.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDADES

Se necesita una velocidad angular en el eje principal encargado de mover los listones helicoidales de aproximadamente 40 rpm ya que se definió en capítulos anteriores que esta es una velocidad adecuada para lograr la homogenización de la mezcla, la velocidad angular del motor es de 1720 rpm, por lo tanto, se implementa un sistema de reductor de velocidad. Este sistema está constituido por dos etapas, la primera es un sistema de poleas y correas, la segunda etapa se consigue mediante un sistema de piñones y cadenas ya que este sistema de reducción de velocidades tiene una menor tendencia al deslizamiento y son adecuadas para altas cargas de trabajo.

##### 4.3.4.1. Reducción de velocidad por Polea y Correa

La selección de polea y correa para la primera etapa de reducción de velocidad se selecciona utilizando el catálogo de Martin Flex en el cual se siguen una serie de pasos que se detallan a

continuación. En la figura 11 se muestra una representación del primer sistema de reducción de velocidad por polea y correas.

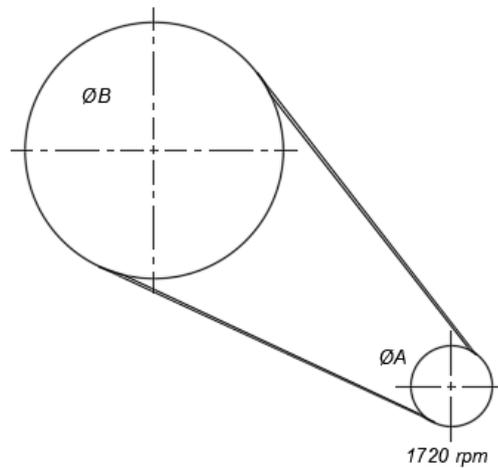


Figura 11: Sistema de reducción polea y correa

Fuente: Del autor

### Factor de servicio

Se debe determinar un factor de servicio de acuerdo a al nivel de exigencia que se le dará a la máquina mezcladora, en dicho factor de servicio se considera factores que se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Categorías de factor de servicio.

Fuente [13]

Categoría adecuada de factor de servicio	
SERVICIO INTERMITENTE — DE 1.0 A 1.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo Ligero — No más de 6 horas al día.</li> <li>• No debe exceder la carga promedio.</li> </ul>
SERVICIO NORMAL — DE 1.1 A 1.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio diario de 6 a 16 horas al día.</li> <li>• Donde las cargas de arranque o pico no excedan el 200% de la carga total.</li> </ul>
SERVICIO CONTINUO — DE 1.2 A 1.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donde la carga de arranque o pico sea mayor en un 200% a la carga total o donde las cargas de arranque o pico y las sobrecargas ocurran frecuentemente.</li> <li>• Servicio continuo 16 a 24 horas.</li> </ul>

Los factores de servicios típicos van de acuerdo al tipo de maquinaria y el tipo de unidad motriz para este caso el factor de servicio para la máquina es de 1.4 ya que se considera que la máquina tendrá un servicio intermitente de menos de 6 horas al día, además de disponer de una impulsora en la categoría de motores eléctricos. El factor de servicio que se utilizara para la selección del sistema de reducción se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Factor de servicio para la máquina mezcladora.

Fuente: [13]

FACTORES DE SERVICIOS TÍPICOS						
TIPOS DE MÁQUINAS DE TRANSMISIÓN	TIPOS DE UNIDADES MOTRICES					
Los tipos de máquinas impulsadas aquí listadas son solo una muestra representativa. Seleccione el equipo que se aproxime más a su aplicación.  <b>SI SE UTILIZAN RUEDAS LOCAS, AÑADA LO SIGUIENTE AL FACTOR DE SERVICIO:</b>  Rueda Loca en el lado suelto (adentro) Ninguno Rueda Loca en el lado suelto (afuera) 0.1 Rueda Loca en el lado apretado (adentro) 0.1 Rueda Loca en el lado apretado (afuera) 0.2	<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b> AC Torque Normal Jaula de Ardilla y Sincrono AC Fase Dividida DC Devanado en Derivación <b>Motores de Combustión interna</b>			<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b> AC Alto Torque AC Hi-Fase Dividida AC Repulsión-Inducción AC Monofásico Devanado en Serie AC Anillo de Deslizamiento DC Devanado Compuesto		
	SERVICIO INTERMITENTE	SERVICIO NORMAL	SERVICIO CONTINUO	SERVICIO INTERMITENTE	SERVICIO NORMAL	SERVICIO CONTINUO
Agitadores para Líquidos Sopladores y Aspiradoras Bombas centrífugas y Compresoras Ventiladores hasta 10 HP Transportadores de Trabajo Ligero	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Transportadores de Banda para arena, grano, etc. Amasadora Ventiladores de más de 10 HP Generadores Ejes de Línea Máquinas de Lavandería Máquinas-Herramientas Taladros, Prensas, Cortadores Máquinas de Imprenta Bombas Rotatorias de Desplazamiento Positivo Cribas Giratorias y Vibratorias	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Máquinas para Ladrillos Elevadores de Cangilones Excitadores Compresores de Pistones Transportadores (Rastras, Helicoidales, Tabillas) Molinos de Martillos Hidropulper Bombas de Pistones Sopladores de Desplazamiento Positivo Pulverizadores Máquinas para Madera y Sierras Maquinaria Textil	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Quebradoras (Giratorias-Mordaza-Rodillos) Molinos (Bolas, Rodillos) Grúas Calandrias de hule — Extrusoras — Molinos	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6
Equipo con Ahogador	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

### Potencia de diseño

La potencia de diseño es la potencia máxima para la que debe diseñarse el sistema. Esto garantiza el funcionamiento de las especificaciones bajo la máxima carga de trabajo teórica. Para el cálculo de la potencia de diseño se debe tener en cuenta, el factor de servicio típico para la unidad motriz, motor monofásico 220V que previamente se obtuvo con un valor de 1.4.

Entonces la potencia de diseño está dada por la ecuación 4.20, definida en **Anexo III (sección 6)**.

$$PD = P[Hp] * Fs \quad \text{Ec. (4.20)}$$

**Donde:**

**PD:** Potencia de diseño

**P:** Potencia del motor [1hp]

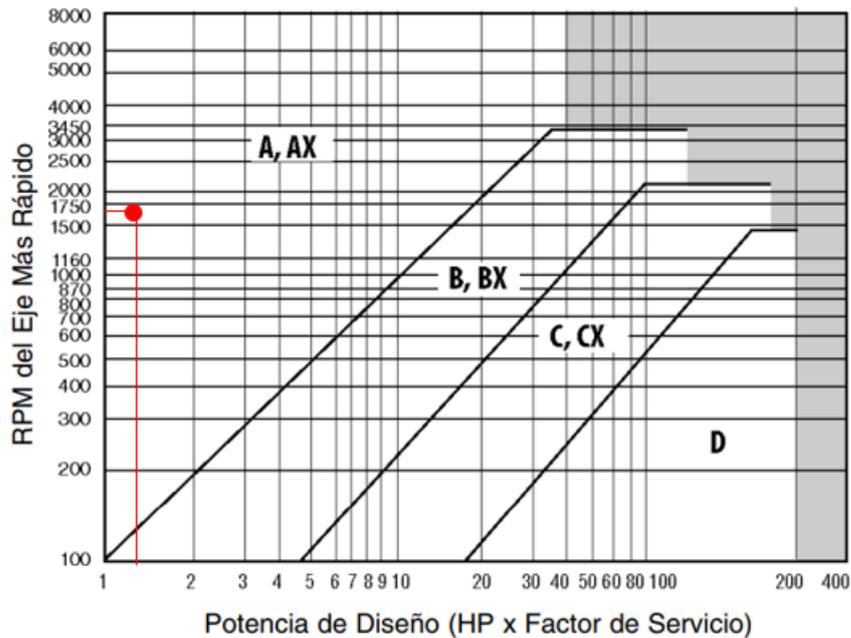
**Fs:** Factor de servicio: [1.4]

**Selección de sección de banda**

Con la potencia de diseño calculada en 2.4 hp y teniendo en cuenta que la velocidad del eje de la unidad motriz tiene 1720 rpm, se utiliza la tabla 8 del catálogo de Martin Flex “Bandas convencionales” para la selección de las bandas que sean capaces de soportar dicha potencia.

Tabla 8. Selección de bandas convencionales.

Fuente:[13]



El uso de bandas convencionales para la máquina mezcladoras es una decisión arbitraria ya que se pueden utilizar bandas de alta capacidad para garantizar una mayor durabilidad de estas bandas, sin embargo, las bandas convencionales cumplen adecuadamente con su función sin elevar más el costo.

### Diámetro mínimo para la polea motriz

El diámetro mínimo recomendado para la polea del motor se lo obtiene mediante la tabla 9 del catálogo de Martin Flex “diámetro mínimo recomendado para la polea del motor eléctrico”, tomando en cuenta que se sabe que la potencia del motor es de 2 HP y 1720 rpm. Con estos datos se obtiene que el diámetro mínimo para la polea del motor.

Tabla 9. Diámetro Mínimo Recomendado para la Polea del Motor Eléctrico.

Fuente: [13]

POTENCIA DEL MOTOR HP	RPM DEL MOTOR					
	575	695	870	1160	1750	3450
.50	2.50	2.50	2.50	—	—	—
.75	3.00	2.50	2.50	2.50	—	—
1.00	3.00	3.00	2.50	2.50	2.25	—
1.50	3.00	3.00	3.00	2.50	2.50	2.25
2.00	3.75	3.00	3.00	2.50	2.50	2.50
3.00	4.50	3.75	3.00	3.00	2.50	2.50
5.00	4.50	4.50	3.75	3.00	3.00	2.50
7.50	4.25	4.50	4.50	3.75	3.00	3.00
10.00	6.00	5.25	4.50	4.50	3.75	3.00
15.00	6.75	6.00	5.25	4.50	4.50	3.75
20.00	8.25	6.75	6.00	5.25	4.50	4.50
25.00	9.00	8.25	6.75	6.00	4.50	4.50*
* 30.00	10.00	9.00	6.75	6.75	5.25	—
40.00	10.00	10.00	8.25	6.75	6.00	—
50.00	11.00	10.00	9.00	8.25	6.75	—
60.00	12.00	11.00	10.00	9.00	7.50	—
75.00	14.00	13.00	10.00	10.00	9.00	—
100.00	18.00	15.00	13.00	13.00	10.00	—
125.00	20.00	18.00	15.00	13.00	11.00	—
150.00	22.00	20.00	18.00	13.00	—	—
200.00	22.00	22.00	22.00	—	—	—
250.00	22.00	22.00	—	—	—	—
300.00	27.00	27.00	—	—	—	—

### Selección de polea conducida mediante relación de transmisión

Se requiere determinar una combinación de poleas que permita una relación de velocidad de 6:1, considerando que el diámetro mínimo de la polea motriz es de 3 pulgadas o 76.2 mm con una velocidad angular de 1720 rpm.

La polea conducida se obtiene a partir de la ecuación 4.3 definido en **Anexo III (sección 6)**.

$$i = \frac{Da}{Db} = \frac{6}{1} \quad \text{Ec. (4.21)}$$

**Donde:**

*i*: Relación de transmisión

*Da*: Diametro de polea motriz [0.0557 m]

*Db* Diametro de polea conducida: [1.4]

### Revoluciones en polea conducida

Para determinar las revoluciones en la polea conducida se utiliza la ecuación 4.22. definido en **Anexo III (sección 6)**

$$w_b = \frac{w_a \cdot D_a}{D_b} \quad \text{Ec. (4.22)}$$

**Donde:**

***w<sub>a</sub>***: Velocidad angular de la polea a [1720 rpm]

***w<sub>b</sub>***: Velocidad angular de la polea b [rpm]

***D<sub>a</sub>***: Diametro de polea motriz [0.0557 m]

***D<sub>b</sub>***: Diametro de polea conducida [0.3342 m]

Se determina que la combinación de poleas queda en 3 pulgadas para la polea motriz y 17 pulgadas para la polea conducida obteniendo un reducción de velocidad de 1720 a 286 rpm con una relación de transmisión de  $i = 6/1$  para el primer sistema de reducción de velocidad. En la figura 12 se representa el primer sistema de transmisión por poleas.

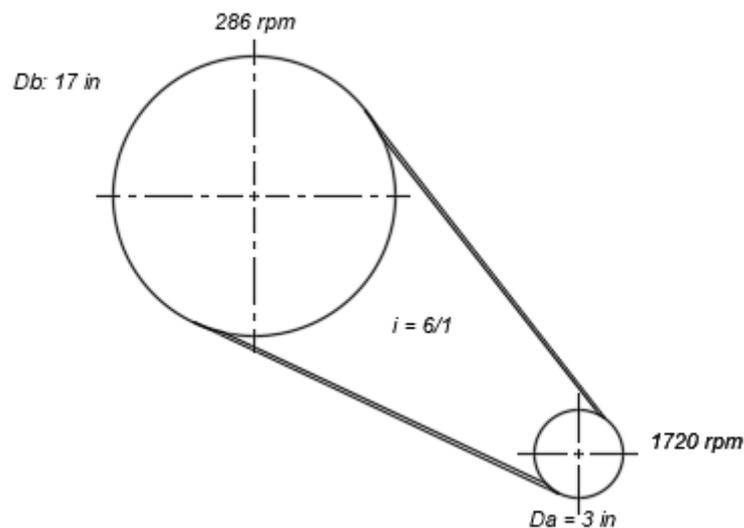


Figura 12: Primer sistema de transmisión por poleas

Fuente: Del autor

#### 4.3.4.2. Sistema de reducción cadena y Catarina

El segundo sistema de reducción de velocidad además de tener aproximadamente 40 rpm a la salida, también debe ser capaz de transmitir grandes potencias debido a la carga y densidad de la mezcla con la que se pretende trabajar, por lo cual se opta por utilizar un sistema de reducción por cadena y Catarina. La selección del sistema de reducción de velocidad se obtiene mediante

datos de aplicación y procedimiento de selección que se encuentran en el catálogo de Martin Flex. Definido en **Anexo III (sección 7)**

### **Tipo de carga**

Para determinar el factor de servicio correcto hay que tener en cuenta diferentes factores que están relacionados a este, en la tabla 10 se muestra el tipo de carga para la máquina a diseñar, por lo que se asume que el tipo de carga apropiado para una máquina mezcladora se selecciona mediante una carga de impacto moderado.

Tabla 10. Tipo de carga para la máquina mezcladora.

Fuente:[13]

<b>Clasificación de Servicio - Tabla I</b>
<b>Carga Uniforme</b> Agitadores para líquidos, Sopladores Centrifugos, Transportadores de Carga Uniforme, Elevadores de Carga Uniforme, Ventiladores Centrifugos, Generadores, Ejes de Línea de Carga Uniforme Irreversible, Bombas Centrifugas
<b>Carga de Impacto Moderado</b> Batidoras, Compresores Centrifugos, Transportadores de Carga Variable, Molinos, Hornos y Secadoras, Lavadoras y Secadoras, Ejes de Línea de Carga Variable, Máquinas de Carga Pulsante, Bombas Reciprocantes Triplex, Cribas Rotatorias de Carga Uniforme, Maquinaria para Trabajo en Madera.
<b>Carga de Impacto Pesado</b> Máquinas para Ladrillos, Compresores Reciprocantes, Máquinas de Carga Reversible o con Cargas de Impacto, Molinos de Martillos o Rodillos, Prensas, Bombas Reciprocantes Sencillas o Dobles.

### **Factor de servicio**

Con la selección de carga de impacto moderado se procede a seleccionar el factor de servicio este se muestra en la tabla 11, ya que se cuenta con un motor eléctrico se asume que el factor de servicio es 1.3.

Tabla 11. Factor de servicio para el segundo sistema de reducción de velocidad.

Fuente: [13]

CLASIFICACIÓN DE SERVICIO	TIPO DE LA UNIDAD MOTRIZ		
	Motor de Combustión Interna con Transmisión Hidráulica	Motor Eléctrico o Turbina	Motor de Combustión Interna con Transmisión Mecánica
Carga Uniforme	1.0	1.0	1.2
Carga de Impacto Moderado	1.2	1.3	1.4
Carga de Impacto Pesado	1.4	1.5	1.7

Las **Condiciones de Operación Desfavorables** que pudieran estar presentes deben ser compensadas agregando 0.2 al factor de servicio por cada condición desfavorable. Algunas de estas condiciones pueden ser las siguientes:

1. Ejes Múltiples — añada 0.2 por cada eje adicional.
2. Relaciones de velocidad excesivas — Mayores de 7:1.
3. Cargas de arranque pesadas con frecuentes arranques y paros.
4. Condiciones de alta temperatura, condiciones muy abrasivas o circunstancias que disminuyan la efectividad de la lubricación o que no permitan el uso de los procedimientos de lubricación recomendados.

### Potencia de diseño

La potencia de diseño para la máquina mezcladora se calcula de acuerdo al factor de servicio y la potencia del motor a utilizar como ya se mencionó en primer sistema de reducción por polea y correa la potencia de diseño se obtiene mediante la ecuación 4.20

### Selección piñón motriz

La potencia de diseño se es necesaria en las tablas de selección rápida del catálogo de Martin Flex en donde se debe seleccionar el paso de cadena más pequeña que tenga la capacidad de soportar la potencia requerida por el piñón motriz girando a la velocidad especificada

El número de cadena y el número de dientes se lo determina en la tabla 12, definida en **Anexo III (sección 7)** en esta tabla con la potencia de diseño 2.3 HP junto con el tipo de cadena que se desee, que para este segundo sistema de reducción se determina que el número de hileras para la cadena será de 1, y las revoluciones del piñón motriz 286 rpm, la cadena seleccionada se muestra en la tabla 13. definida en **Anexo III (sección 7)**

### Selección Catarina conducida

El número de dientes de la Catarina conducida depende del número de dientes del piñón motriz y de la velocidad que se requiera en el eje conectado a la Catarina, en este caso 40 rpm se selecciona la Catarina conducida para un motor de 1720 rpm bajo carga, las condiciones de trabajo son bajo carga de impacto moderado no mayor a 6 horas y con buena lubricación. Utilizando la ecuación 4.23 se determina el número de dientes de la Catarina conducida definido en **Anexo III (sección 7)**.

$$C \text{ conducida} = C \text{ motriz} * \frac{rpm \text{ motriz}}{286 rpm} \quad \text{Ec.}$$

(4.23)

**Donde:**

*C conducida*: numero de dientes de la catarina conducida

*C motriz*: Numero de dientes de la catarina motriz [17 dientes]

*rpm motriz*: Revoluciones del motor [1720 rpm]

Una vez calculado el número de dientes de la Catarina conducida, utilizando la tabla 14 se determina el diámetro y tipo de Catarina.

#### Calculo del largo de la cadena en pasos

El cálculo del largo de la cadena se determina mediante la ecuación 4.24 definido en **Anexo III (sección 7)**. Para resolver la ecuación se necesitan los numero de dientes tanto del piñón motriz como de la Catarina conducida, también es necesario el valor A el cual se encuentra tabulado en la tabla 4.15

$$C = 2C + \frac{N-n}{2} + \frac{A}{2} \quad \text{Ec. (4.24)}$$

**Donde:**

*C*: Distancia entre Centros de los Ejes en Pasos [34 pasos]

*N conducida*: numero de dientes de la catarina conducida [102 dientes]

*n*: Numero de dientes de la catarina motriz [17 dientes]

*A*: Valor tabulado para  $(N - n)$ : [183.01]

#### Distancia entre centros de los ejes

La distancia máxima entre centros de los ejes no debe superar el paso de la Catarina multiplicado por 80 es decir no mayor a 80 veces el paso de la Catarina. La distancia entre centros de los ejes aproximada en pulgadas se obtiene mediante la ecuación 4.25 definido en **Anexo III (sección 7)**

$$C = \frac{P}{8} \{ 2L - N - n + \sqrt{(2L - N - n)^2 - 0.81(N - n)^2} \} \quad \text{Ec. (4.25)}$$

**Donde:**

*C: Distancia entre Centros de los Ejes*

*L: largo de la cadena en pasos [271 pasos]*

*N conducida: numero de dientes de la catarina conducida [102 dientes]*

*n: Numero de dientes de la catarina motriz [17 dientes]*

*A: Valor tabulado para  $(N - n)$ : [183.01]*

*P: Paso de la cadena [1/2]*

#### 4.3.5. ANÁLISIS DE TENSIÓN ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA

El análisis de la estructura que soporta el recipiente de la máquina mezcladora se lo realizó en el programa Autodesk Fusion 360 mediante un análisis de elementos finitos, este nos ayuda a predecir de forma computarizada y aproximada el comportamiento ante las cargas y las vibraciones a las que esta estructura estará sometida. El diseño estructural de la máquina mezcladora se presenta en la figura 13.

Para la construcción de la estructura se utiliza perfiles estructurales de 90° ASTM A36 de 2 mm de espesor.

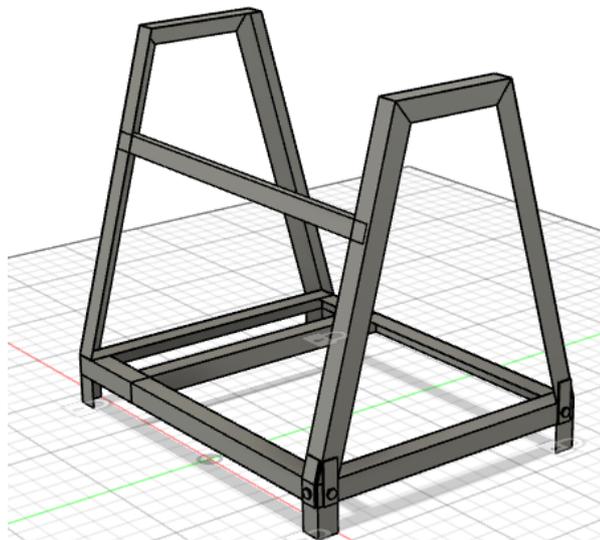


Figura 13: Diseño estructural de la máquina mezcladora

Fuente: Del autor

Las fuerzas que soporta la estructura son las que transmite el eje motriz a través de las chumaceras de silleta hacia abajo, la sumatoria del peso total de la mezcla distribuida a lo largo del recipiente, el peso del recipiente, el eje, los listones helicoidales y la Catarina conducida.

Estos pesos corresponden a las fuerzas aproximadas que se detallan en la tabla 12 obtenidos mediante la fórmula 4.26, definido en **Anexo III (sección 8)**.

$$W = m * a \quad \text{Ec. (4.26)}$$

**Donde:**

*m*: Masa de la mezcla [50 kg]

*a*: Aceleracion [9.8 m/s<sup>2</sup>]

Tabla 12. Fuerzas estáticas ejercidas sobre la estructura

Carga	Fuerza en Newton
Mezcla (50kg)	490,00 N
Recipiente (9.29 kg)	91,00 N
Listones helicoidales (3.47)	34,00 N
Eje (24.41kg)	239,00 N
Catarina conducida (2.5 kg)	24,50 N
Ejes de sujeción (4.5kg)	44,10N
	922,60 N

#### 4.3.6. SISTEMA ELÉCTRICO

##### 4.3.6.1. Diseño esquemático de conexiones:

Se determina el esquema eléctrico de conexiones del circuito de fuerza para el motor de 2 Hp, de igual manera se debe implementar un correcto control de mando para la operación de la máquina mezcladora, en la figura 14 se muestra el esquema eléctrico.

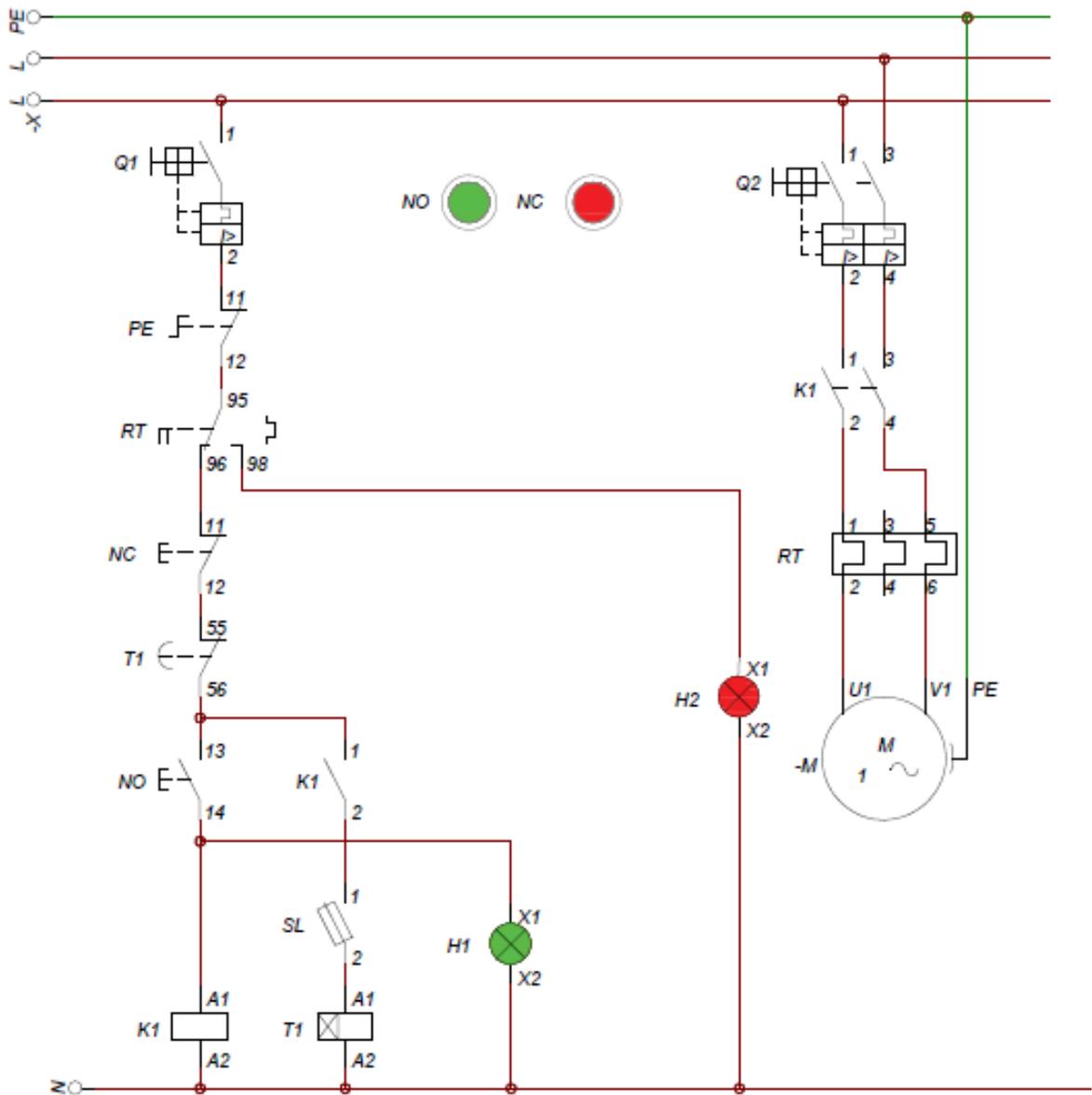


Figura 14 Diseño esquemático de conexiones.

Fuente: Del autor

#### 4.3.6.2. Elementos eléctricos de protección y maniobra

- Cable de alimentación y cables secundarios
- Interruptor termomagnético trifásico
- Contactor trifásico
- Relé térmico
- Temporizador ON
- Luces piloto: verde, rojo
- Pulsador NO

- Pulsador NC
- Pulsador tipo Z DE STOP
- Selector

#### 4.3.6.3. Dimensionamiento del conductor para el arranque del motor

De acuerdo al artículo 430-22 del NEC, el conductor que alimenta el motor en este caso de 2 Hp monofásico en servicio continuo, tendrán una ampacidad no menor del 125% de su corriente nominal del motor a plena carga. [14]

En la tabla 13 se muestra el porcentaje de la corriente nominal en la placa del motor especificado para funcionar durante tiempos determinados.

Tabla 13. Porcentaje de corriente nominal.

Fuente: [14]

Clasificación del Servicio	Porcentaje de la Corriente Nominal en la Placa del Motor Especificado para Funcionar Durante el Tiempo de:			
	5 min.	15 min.	30 y 60 min.	Continuo
Servicio de Corta Duración: válvulas, rodillos para elevación o descenso, etc.	110	120	150	-
Servicio Intermitente: elevadores de pasajeros y de carga, cabezales de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (para soldadores de arco, véase 630.11)	85	85	90	140
Servicio Periódico: rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio Variable	110	120	150	200

Entonces la corriente de diseño para los conductores y protecciones del circuito eléctrico se establece en 13.60 A que es la corriente nominal del motor de 2HP a 220 V por el porcentaje de corriente de factor de servicio que es un 140%, dando una corriente de diseño de 20 amperios

Se concluye que factor de servicio es de 140% y el factor de corrección de temperatura ambiente 30°c es de 1, se requiere un cable SUCRE 2X12 AWG, con 3m de largo para el cable

alimentador, en cuanto a los cables secundarios escogemos el calibre AWG 14, para los alimentadores secundarios se estima 1m de largo de tres colores diferentes para diferenciar los circuitos.

#### 4.3.6.4. Dimensionamiento de interruptor termomagnético

Para la selección de este elemento de protección contra corto circuito se la determina según la corriente de diseño que se calculó, se implementa con el uso del catálogo STROM-CHIN 2021.

Tabla 14. Tipo de interruptor termomagnético.

Fuente: [15]

<b>Tipo de interruptor termomagnético</b>					
<b>Norma:</b>	<b>IEC/EN60898-1</b>				
<b>Código</b>	<b>Referencia</b>	<b>#Polos</b>	<b>Amperaje</b>	<b>Vol. Max</b>	<b>Capacidad de ruptura</b>
STR-STM263H232	STM2-63H-3-32	3	32A	400v	10KA
STR-STM266H210	STM2-66H-2-10	2	10A	400v	10KA

#### 4.3.6.5. Dimensionamiento de contactores:

Según la normativa NEC sección 430.87 enlista las situaciones donde todos los motores de carga continua deben usar un controlador para el motor, las normativas NEC puede clasificar según tamaños, según su amperaje de trabajo nominal o con la corriente de diseño establecida para el trabajo óptimo. [14]

Tabla 15. Contactores AC magnéticos.

Fuente: [15]

<b>Código</b>	<b>Referencia</b>	<b>Voltaje de bobina</b>	<b>Contactos</b>	<b>Amperios</b>
STR-STC20911220	STC2-0911	220 VAC	2NO+2NC	32 A

#### 4.3.6.6. Dimensionamiento temporizador

Para determina el temporizador encargado de controlar los ciclos de mezclado de la máquina mezcladora se necesita solo tener conocimiento del voltaje con el que se va a trabajar que para la presente propuesta es de 220 V.

Tabla 16. Temporizadores.

Fuente: [15]

<b>TEMPORIZADORES</b>				
<b>Código</b>	<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rangos</b>	<b>Voltaje</b>
STR-ST3PAD22	ST3P A-D	TIMER	1s/30s/1min/30min	220 V AC

#### 4.3.6.7. Dimensionamiento luces piloto

Para seleccionar las luces piloto al igual que el temporizador es necesario conocer el voltaje de trabajo el cual es 220V.

Tabla 17. Luces piloto 22mm.

Fuente: [15]

<b>Luces piloto 22mm.</b>			
<b>Código</b>	<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Color</b>
STR-AD222DSG	ADD22-22DS-G	Luz Piloto (led) 110V/220V	Verde
STR-AD222DSR	AD22-22DS-R	Luz Piloto (led) 110V/220V	Rojo

#### 4.3.6.8. Dimensionamiento pulsadores y selector

El circuito de control debe contener un pulsador NO y NC para su correcto funcionamiento, por lo tanto, se seleccionan mediante el uso de catálogo STROM-CHIN 2021.

Tabla 18. Bases metálicas de 22mm.

Fuente: [15]

<b>Bases metálicas de 22mm.</b>			
<b>Código</b>	<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Contactos</b>
CHT-574862	NP2	Pulsador Hongo Sin Retenida 110V/220V	NC
CHT-574816	NP2- EA31	Pulsador verde 110V/220V	1 NC
CHT-574817	NP2- EA42	Pulsador rojo 110V/220V	1 NO
CHT-574823	NP2-EJ21	Selector 2 posiciones	1 NO

#### 4.3.6.9. Selección de relé térmico

El circuito de fuerza debe constar con un relé térmico que proteja al motor en caso de ocurrir una sobre tensión o un fallo de fase.

Tabla 19. Selección de relé térmico.

Fuente: [15]

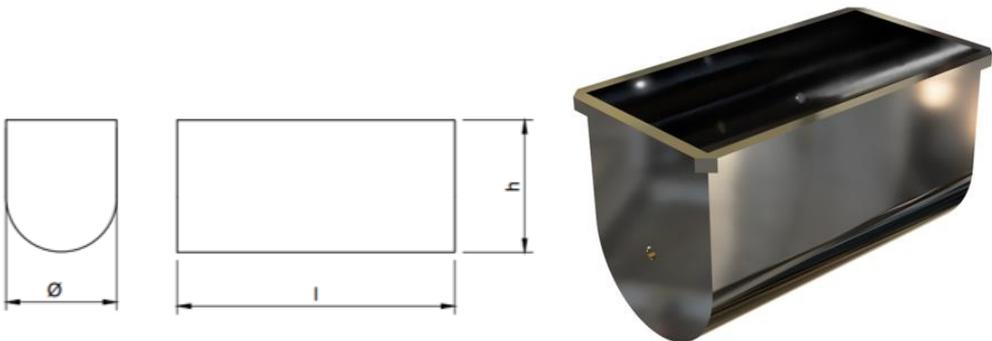
<b>Relé térmico tipo NR2</b>		
<b>Código</b>	<b>Referencia</b>	<b>Regulación térmica (Amp)</b>
CHT-268115	NR2.36	23 a 32 A

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. DIMENSIONAMIENTO DEL RECIPIENTE

El diseño del recipiente de la máquina mezcladora tanto las dimensiones y el espesor del recipiente fue diseñado para trabajar con una carga de 100 kg/h sin la existencia de deformaciones en la lámina de acero, por lo que después de realizar pruebas con carga de balanceado en la máquina mezcladora se concluye que el diseño es el adecuado para contener dicha carga y mezclar el balanceado sin deformación del recipiente.

Tabla 20. Diseño de recipiente de máquina mezcladora

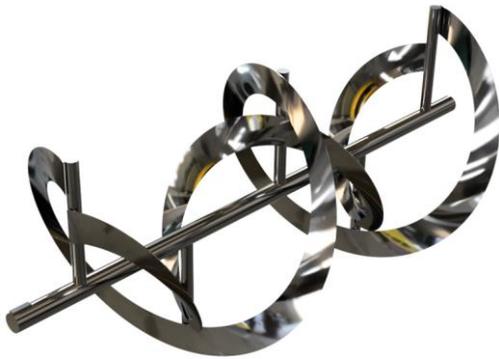
DIMENSIONES DEL RECIPIENTE			
			
Figura 15. Dimensiones del recipiente. Fuente: del autor			
Nombre	Símbolo	Ecuación	Resultado
Diámetro	$\varnothing_T$	Ec. (4.5)	0.40 (m)
Longitud	l	Ec. (4.6)	0.8 (m)
Altura	h	Ec. (4.7)	0.50 (m)
Espesor del recipiente	t	Ec. (4.13)	1 (mm)

### 5.2. CINTAS HELICOIDALES

El tipo de mezclador de cintas helicoidales fue diseñado para el tipo de mezcla con la que trabaja la empresa Avícola AVITENIC, el mezclador de cintas helicoidales debe girar con normalidad generando turbulencia dentro del recipiente y moviendo la mezcla longitudinalmente de izquierda a derecha, los resultados coinciden con lo mencionado en capítulos anteriores concluyendo que el mezclador de cintas helicoidales es el adecuado para trabajar con dicha mezcla.

En la tabla 21 se muestran las dimensiones de las cintas helicoidales, su velocidad angular y el momento máximo de torsión sobre el eje aplicando las diferentes ecuaciones mencionadas en el capítulo 4.

Tabla 21. Dimensiones de las cintas helicoidales

<b>DIMENSIONES DE LAS CINTAS HELICOIDALES</b>			
			
<p>Figura 16. Cintas helicoidales Fuente: del autor</p>			
<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Resultado</b>
Diámetro listón helicoidal 1	$\varnothing_T$	Ec. (4.5)	0.38 (m)
Diámetro listón helicoidal 2	l	Ec. (4.6)	0.26 (m)
Velocidad angular de los listones	w	Ec. (4.14)	$2.094 \frac{rad}{s}$
Momento de torsión máximo sobre el eje	Mmax	Ec. (4.17)	634.7Nm

### 5.3. SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD

La reducción de velocidades para la máquina mezcladora está conformado por dos sistemas, el primero es un sistema de reducción por polea y correas, encargado de reducir significativamente la velocidad del motor con una relación de velocidad de 6:1, para luego pasar al segundo sistema de reducción piñón y Catarina con una relación de velocidad de 6:1 este está diseñado para reducir la velocidad hasta 40 rpm además de transmitir torque al eje conectado a las cintas helicoidales. Se constató con la ayuda de un tacómetro que la velocidad en el eje del mezclador es de 45 rpm, dicha velocidad se acerca a la velocidad requerida para la homogenización de la mezcla. En la figura 16 se muestra el sistema de reducción de velocidad seleccionado para la máquina.

Tabla 22. Componentes mecánicos del sistema de reducción de velocidad

<b>Componentes mecánicos del sistema de reducción de velocidad</b>		
 <p>Figura 17. Polea motriz. Fuente: del autor</p>	<b>Modelo</b>	polea 2B34TB
	<b>Diámetro</b>	1.96 in
 <p>Figura 18. Polea conducida. Fuente: del autor</p>	<b>Modelo</b>	polea 2B154TB
	<b>Diámetro</b>	14 in
 <p>Figura 19. Piñón motriz. Fuete del autor</p>	<b>Modelo</b>	Catarina tipo Bs de 17 dientes (60BS17HT)
	<b>Paso</b>	1 in
 <p>Figura 20. Catarina conducida. Fuente: del autor</p>	<b>Modelo</b>	Catarina QD tipo B de 102 dientes (60SF84)
	<b>Paso</b>	1 in



Figura 21. Sistema de reducción de velocidad. Fuente: Del autor

#### 5.4. HOMOGENIZACIÓN DE LA MEZCLA

Después de cumplir con los parámetros anteriormente mencionados en este capítulo, se realiza la prueba de homogeneidad de la mezcla, se realizó 2 pruebas en la máquina mezcladora y los resultados fueron comparados con una muestra de balanceado homogénea previamente procesada por la empresa Avícola AVITECNIC. La aprobación de homogeneidad de estas dos pruebas fue dada por parte de la propia empresa por lo que se determina que la máquina cumple con la homogenización del balanceado de forma adecuada.



Figura 22. Prueba de homogeneidad

## 5.5. ANÁLISIS DE TENSIÓN ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

El diseño y selección de materiales de la estructura de la máquina mezcladora debe ser capaz de soportar todas las cargas estáticas que se mencionan en la tabla 12 sin demostrar ninguna deformación en esta estructura, por lo que se realiza un análisis de elementos finitos en el cual podemos observar la resistencia de la estructura.

Una vez calculada la fuerza total que ejercen estas cargas sobre la estructura se establece la sección de la estructura encargada de soportar estas cargas, dicho esto las cargas se fijan en la sección plana superior de la estructura como se muestra en la figura 23.

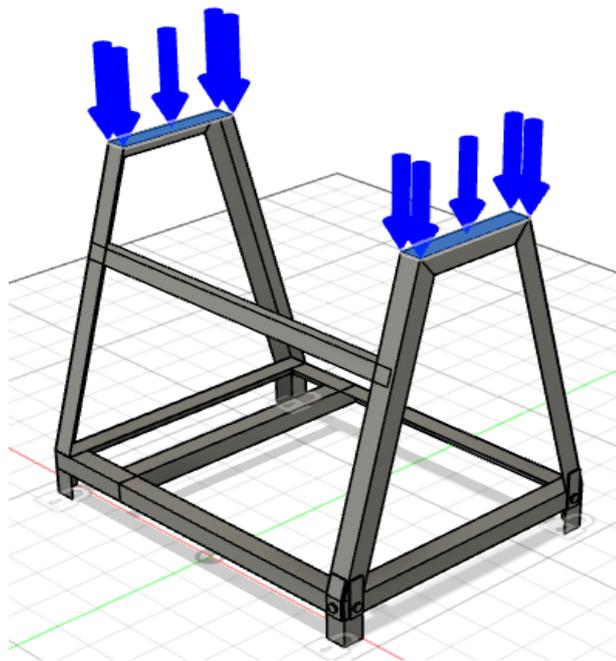


Figura 23: Sección que soporta cargas estáticas

Fuente: Del autor

### 5.5.1. Factor de seguridad

En la figura 24, se muestra el factor de seguridad que tiene la estructura una vez realizado el análisis de tensión estática bajo carga. Esta soporta 922.6 N o 144.17 kg de peso con un factor de seguridad mínimo de 3.7, esto indica que la estructura está diseñada para soportar dicha carga sin problemas.

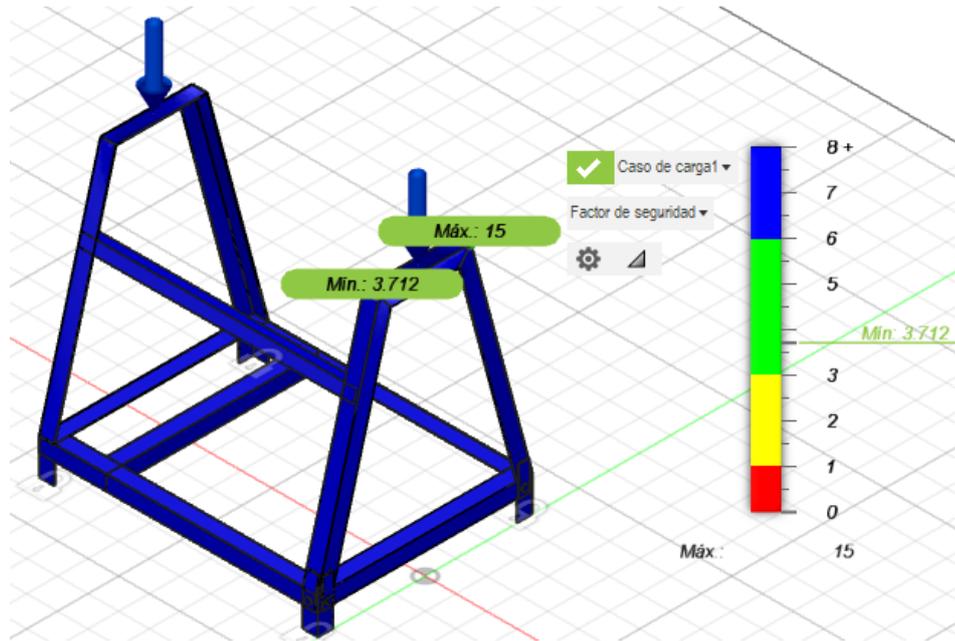


Figura 24: Factor de seguridad de la estructura

Fuente: Del autor

### 5.5.2. Esfuerzo de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises sometido de la estructura bajo carga estática desde va desde  $4.56 \times 10^{-07}$  MPa a 66.87 MPa como se muestra en la figura 25.

El esfuerzo de Von Mises mínimo en ciertas regiones de la estructura indica que estas no están sometidas prácticamente a ningún esfuerzo ya que  $4.56 \times 10^{-07}$  MPa es un esfuerzo extremadamente bajo y estas áreas están fuera de peligro de cualquier fallo, por otro lado el esfuerzo máximo que se puede observar es de 66.87 MPa, este esfuerzo se compra con las propiedades mecánicas del material, para este caso la estructura fue diseñada con acero estructural A36 el cual el límite de resistencia se encuentra entre los 250 a 400 MPa dependiendo del fabricante y para esta comparación se toma el valor de 250 MPa y se determina que el esfuerzo máximo de Von Mises en el análisis esta significativamente por debajo del límite de resistencia del acero A36.

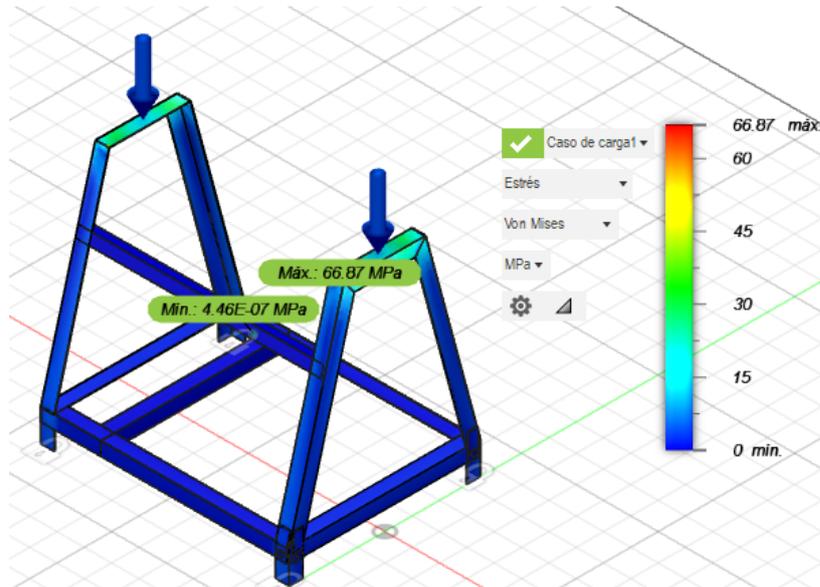


Figura 25: Esfuerzo sometido de la estructura bajo carga

Fuente: Del autor

### 5.5.3. Desplazamiento máximo

En la figura 26 se indica el desplazamiento máximo de la estructura bajo carga estática esta muestra que el desplazamiento máximo que puede existir es de 0.5564 milímetros, sin embargo, esto llegaría a suceder si se proporciona cargas excesivas a la estructura que superen el factor de seguridad.

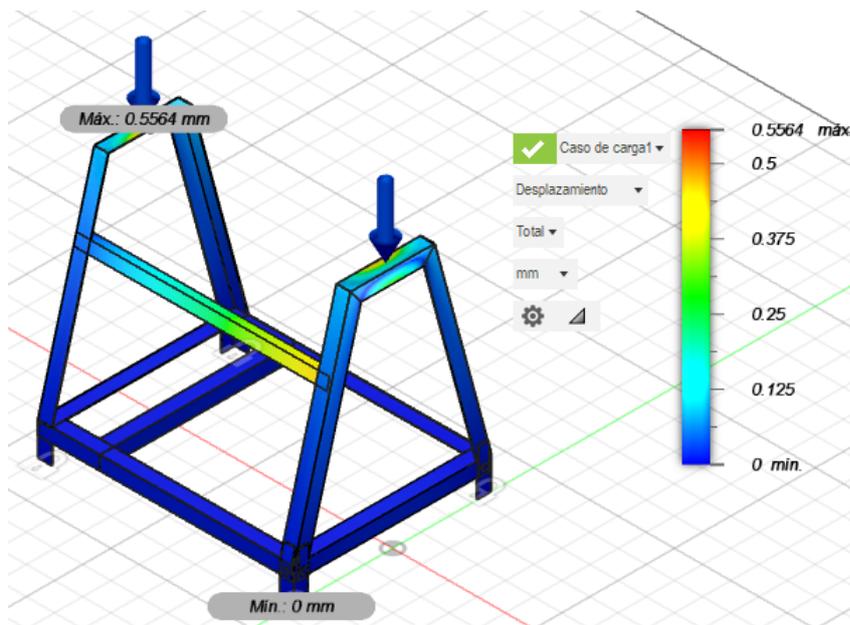


Figura 26: Desplazamiento máximo de la estructura bajo carga estática

Fuente: Del autor

## 6. ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

En cuanto al análisis económico de la mezcladora horizontal, se determinará el monto económico necesario para llevar a cabo la realización de la misma, teniendo en cuenta así los factores que inciden directamente sobre los gastos de fabricación y construcción de la máquina. Este monto se clasifica en costos directos e indirectos.

### Los costos directos:

Son aquellos que están relacionados directamente en el proceso de fabricación de la máquina.

Consideramos los siguientes costos:

- Materia prima
- Componentes complementarios
- Costos de maquinado
- Costos de montaje

### Los costos indirectos

Son los otros costos necesarios para culminar la máquina. Se considera los siguientes costos indirectos:

- Materiales indirectos
- Costos de ingeniería
- Gastos imprevistos

## 6.1. COSTOS DIRECTOS

### 6.1.1. Costos materia prima

Son los materiales utilizados para fabricar cada elemento que conforma la máquina, en la tabla 23 se muestra el costo de la materia prima.

Tabla 23. Materia prima

<b>MATERIA PRIMA</b>			
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Costo (USD)</b>
Plancha de acero inoxidable A304 1220x2240x1 mm	1	125,00	125,00
Plancha de acero inoxidable A304 1220x2240x2 mm	1	170,00	170,00
Plancha de acero ASTM A36 600x400x2 mm	1	40,00	40,00
Ángulo en acero AISI 304 25x3 mm	8 m	7,9,00	63,00
Eje macizo de acero A304 1 1/4"	1,1 m	54,00	54,00
Eje macizo de acero A304 3/4"	2 m	35,00	35,00
<b>Subtotal</b>			<b>487,00</b>

## 6.2.COSTOS DE COMPONENTES COMPLEMENTARIOS

Estos componentes son aquellos que no necesitan ser alterados para la construcción de la máquina. Los costos de estos componentes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 24. Componentes complementarios

<b>COMPONENTES COMPLEMENTARIOS</b>			
<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo (USD)</b>
Motor WEG, 2HP, 1725rpm, 60Hz	1	85,00	85,00
Chumacera tipo silleta 1 1/4 in	2	10,00	20,00
Chumacera tipo silleta 3/4 in	2	6,00	12,00
Piñón (60BS17HT)	1	12,00	12,00
Catarina QD (60SF84)	1	45,00	45,00
Cadena de rodillos de 1/2" de paso	2 m	5,00	10,00
Polea 3 in	1	4,00	4,00
Polea 15 in	1	16,00	16,00
Correa	2	4,00	8,00
Bisagras de 3 acciones 1/2"	2	5,35	10,70
Luz piloto	2	1,25	3,75
Selector de dos posiciones	1	2,68	8,04
Contactador Mc 22A	1	27,40	27,40
Interruptor termomagnético 30 A	1	20,00	20,00
Relés encapsulados de 8 pines	2	6,21	12,42
Bases de relés de 8 pines	2	2,63	5,26
Base adhesiva	20	0,18	3,60
Amarra plástica	1 funda	0,89	0,89
Terminales	20	0,11	2,20
Cable flexible # 12 AWG	5m	0,54	2,7
Cable flexible # 18 AWG	3 m	0,26	0,78
Cable concéntrico 2x12AWG	5 m	1,40	7,00
Riel DIN	1	1,00	1,00
Perno 3/8 x 1 1/2"	4	0,40	1,60
Perno 9/16 x 1 1/2"	2	0,40	0,80
Perno 9/16 x 4"	2	0,40	0,80
Perno 3/4 x 4"	4	0,40	1,60
Perno 1/4 x 1 1/2"	4	0,40	1,60
Grasero	3	0,40	1,20
Electrodos	1	4,00	4,00
Disco de corte	3	3,25	9,75
Pintura	2 lt.	4,00	8,00
Thiñer	1 lt.	2,00	2,00
Lijas para hierros	3	0,75	2,25
		<b>Subtotal</b>	<b>351,84</b>

### 6.2.1. Costos de mano de obra

En la tabla 25 se muestran los costos necesarios de mano de obra para la construcción de la máquina mezcladora con una duración total de 20 días.

Tabla 25. Costos de mano de obra

<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>Maquinaria</b>	<b>Mano de obra por hora</b>	<b>N° Horas</b>	<b>Costo (USD)</b>
Cizalla manual	7,00	2,00	14,00
Plasma	12,00	1,00	12,00
Roladora	8,00	10,00	80,00
Máquina CNC	10,00	1,00	10,00
Suelda eléctrica	8,00	25,00	200,00
Dobladora	6,00	3,00	18,00
Amoladora	8,00	7,00	56,00
Torno	15,00	10,00	150,00
Compresor	8,00	6,00	48,00
Taladro	8,00	5,00	40,00
Pulidora	8,00	4,00	32,00
		<b>Subtotal</b>	<b>660,00</b>

### 6.2.2. Costos de transporte

El servicio de transporte se utilizó para transportar los materiales con los cuales se construyeron la máquina desde la ciudad de Ambato a la ciudad de Latacunga y para transportar la máquina una vez terminada a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Tabla 26. Costos de transporte

<b>TRANSPORTE</b>	
<b>Servicio</b>	<b>Costo (USD)</b>
Transporte de materiales	40,00
Transporte de máquina	10,00
<b>Subtotal</b>	<b>50,00</b>

### 6.2.3. COSTO DIRECTO TOTAL

Tabla 27. Total, de costos directos

<b>COMPONENTE DEL COSTO</b>	<b>Valor (USD)</b>
Materia Prima	487,00
Componentes complementarios	325.84
Mano de obra	660,00
Transporte	50,00
<b>Subtotal</b>	<b>1578.84</b>

### 6.3.COSTOS INDIRECTOS

#### 6.3.1. Costos de materiales indirectos

En la tabla 28 se detallan los costos indirectos, estos costos no se involucran directamente con la fabricación de la máquina mezcladora sin embargo son procesos fundamentales para el diseño y puesta en marcha de la propuesta.

Tabla 28. Costos indirectos

<b>Campo</b>	<b>Valor (USD)</b>
Dibujo y plano	150,00
Imprevistos	100,00
<b>Subtotal</b>	<b>250,00</b>

### 6.4. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA

Este es el resultado de los costos directos e indirectos que están involucrados en el diseño y fabricación de la máquina mezcladora. El resultado final se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 29. Costo total de la máquina

<b>COMPONENTE DEL COSTO</b>	<b>Valor (USD)</b>
Directo	1578.84
Indirecto	250,00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1828.84</b>

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. CONCLUSIONES**

- La búsqueda bibliográfica sobre procesos de mezclado para la homogenización de alimentos para aves ha sido fundamental permitiendo adquirir los conocimientos necesarios para determinar el tipo de sistema de mezcla necesario a implementar en la máquina mezcladora, siendo este un agitador horizontal de cintas helicoidales, logrando satisfacer las necesidades de la empresa Avícola AVITECNIC del Ecuador.
- La consecución del objetivo principal de esta propuesta tecnológica ha sido satisfactoria, culminando con la implementación de una máquina mezcladora de alimentos balanceados para la empresa Avícola AVITECNIC del Ecuador, A través de esta propuesta tecnológica se logró alcanzar resultados significativos que contribuyen al mejoramiento del tiempo y la productividad en el proceso de homogenización de balanceado en un 99.5 % ya que se reducen las pérdidas de esta mezcla de 5kg a 0,5 kg por cada 100 kg de producto.
- El proceso de diseño y construcción de los elementos y mecanismos que componen la máquina mezcladora de alimentos se llevó a cabo aplicando principios de ingeniería y tecnologías adecuadas para garantizar la seguridad estructural y mecánica del equipo, además de su funcionalidad y adaptabilidad de acuerdo a los requerimientos específicos de la empresa Avícola AVITECNIC del Ecuador logrando resultados exitosos en el proceso de homogenización de alimentos balanceados para aves.
- Se realizaron pruebas para evaluar la calidad de homogeneidad de la mezcla en las cuales se obtuvieron resultados satisfactorios cumpliendo con los estándares de calidad requeridos por la empresa, y se ha comprobado que la funcionalidad de los componentes dimensionados para la máquina mezcladora es la deseada.

### **7.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar herramientas tecnológicas para el análisis del funcionamiento mecánico y estructural que servirá como guía para el dimensionamiento de los componentes de la máquina mezcladora.

- Para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina mezcladora y mantener los componentes mecánicos en buen estado se recomienda la revisión periódica y mantenimiento adecuado de los elementos que componen el equipo.
- En la máquina se puede considerar la implementación de un control automatizado para facilitar la carga y descarga del producto balanceado contribuyendo en la continua productividad de la empresa.

## 8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] UNESCO, «UNESDOC,» 07 1996. [En línea]. Available: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000105765\\_spa..](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000105765_spa..) [Último acceso: 03 07 2023].
- [2] UNESCO, «Instituto de estadística de la UNESCO,» 2013. [En línea]. Available: <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/isced-fields-of-education-and-training-2013-sp.pdf>.
- [3] A. NACIONAL, «Gob.ec,» 27 Junio 2017. [En línea]. Available: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Sanidad%20Agropecuaria.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Sanidad%20Agropecuaria.pdf). [Último acceso: 04 Julio 2023].
- [4] Europeo, Parlamento, «REGLAMENTO (CE) No 1935/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO,» Diario Oficial de la Unión Europea, 2004.
- [5] M. d. t. y. r. humanos, 22 enero 1998. [En línea]. Available: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/Reglamento-de-Seguridad-del-Trabajo-contra-Riesgos-en-Instalaciones-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica.pdf>.
- [6] METALTECO, «METALTECO,» JULIO 2023. [En línea]. Available: <https://metalteco.com/mezcladora-tipos-ventajas-funcionamiento-1/>.
- [7] Y. NomeSperez, «Engormix,» 26 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/MA-balanceados/fotos/mezclador-horizontal-ph54032/p0.htm>.
- [8] «Made in china,» Enero 2023. [En línea]. Available: [https://es.made-in-china.com/co\\_kdmachine/product\\_High-Efficiency-Plastic-Raw-Material-PP-PE-Pet-Granules-Flakes-Dryer-Blender-Mixer-Plastic\\_uounegnroy.html](https://es.made-in-china.com/co_kdmachine/product_High-Efficiency-Plastic-Raw-Material-PP-PE-Pet-Granules-Flakes-Dryer-Blender-Mixer-Plastic_uounegnroy.html).
- [9] D. t. d. MEOSA, «Engormix,» 16 Junio 2006. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/mezcladoras-proceso-mezclado-t26431.htm#:~:text=Los%20dos%20tipos%20de%20mezcladoras,la%20producci%C3%B3n%20de%20alimentos%20especializados..> [Último acceso: 04 Julio 2023].

- [10] T. A. S. o. M. Engineers, «ASME setting the standard,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/stp-pt-094-determination-stress-strain-curves-304-304l-316-316l-strain-based-design-criteria/2022/drm-enabled-pdf>.
- [11] E. d. c. d. SafetyCulture, «safetyculture,» 03 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://safetyculture.com/es/temas/factor-de-seguridad/>.
- [12] D. P. P. Paneque-Rondón, «Determinación de los parámetros de diseño,» *Universidad Agraria de La Habana,*, vol. 12, p. 70, 2022.
- [13] M. S. & Gear, «The Big Catalog,» [En línea]. Available: [https://www.martinsprocket.com/docs/catalogs/power%20transmission/\\_power%20transmission%20catalog/the-big-catalog-%28full%29.pdf](https://www.martinsprocket.com/docs/catalogs/power%20transmission/_power%20transmission%20catalog/the-big-catalog-%28full%29.pdf).. [Último acceso: 08 Mayo 2023].
- [14] A. I. C. d. N. T. y. C. National Fire Protection Association (Estados Unidos). National Electrical Code (Autor, «Union Europea,» 2009. [En línea]. Available: [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tbt/fr/search/?tbtaction=get.project&Country\\_ID=DOM&num=223&dspLang=FR&basdatedeb=&basdatefin=&baspays=DOM&baspays2=DOM&basnotifnum=223&basnotifnum2=223&bastypepays=DOM&baskeywords=&project\\_type\\_num=1&project\\_t](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tbt/fr/search/?tbtaction=get.project&Country_ID=DOM&num=223&dspLang=FR&basdatedeb=&basdatefin=&baspays=DOM&baspays2=DOM&basnotifnum=223&basnotifnum2=223&bastypepays=DOM&baskeywords=&project_type_num=1&project_t). [Último acceso: 06 07 2023].

# **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**INFORME COMPILATIO**

<b>Facultad:</b>	Ciencias de la ingeniería y aplicadas
<b>Carrera:</b>	Ingeniería electromecánica
<b>Nombre del docente evaluador que emite en informe:</b>	Ing. M.Sc. Luis Navarrete
<b>Documento evaluado:</b>	Propuesta tecnológica presentada previo a la obtención del título de ingeniero en sistemas de información.
<b>Autores del documento:</b>	Mina Topa Maycol Alexander Gómez Chachapoya Darío Javier
<b>Programa de similitud según el programa utilizado:</b>	Sistema Cenet
<b>Observaciones:</b> Calificación de originalidad atendidos a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.</li> </ul>	4%
<b>Fecha de realización del informe</b>	08/08/2023
<b>Captura de pantalla del documento analizado</b>	
	
<p>TESIS Mina Maycol_Dario Gomez</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: inline-block;"> <p><b>4%</b> Similitudes</p> <p><b>&lt; 1%</b> Texto entre comillas (w similitudes entre comillas)</p> <p><b>1%</b> Idioma no reconocido</p> </div>	
<p>Nombre del documento: TESIS Mina Maycol Dario Gomez.docx</p> <p>ID del documento: 668f36e7e6b0e6f9de580ac013a8e1116779254</p> <p>Tamaño del documento original: 3,75 KB</p>	<p>Depositante: LUIS MIGUEL NAVARRETE LOPEZ</p> <p>Fecha de depósito: 8/8/2023</p> <p>Tipo de carga: interface</p> <p>Fecha de fin de análisis: 8/8/2023</p>
	<p>Número de palabras: 11.218</p> <p>Número de caracteres: 74.224</p>
 <p>Ing. M.Sc. Luis Navarrete</p> <p><b>C.C. 180374728-4</b></p>	



# TESIS Mina Maycol\_Dario Gomez

4%  
Similitudes



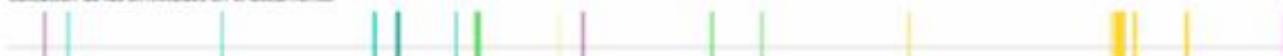
< 1% Texto entre comillas  
0% similitudes entre comillas  
1% idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS Mina Maycol\_Dario Gomez.docx  
ID del documento: 648734e7e4b0e670e090b0273e804916f49815d  
Tamaño del documento original: 3,75 MB

Depositante: LUIS MIGUEL NAVARRETE LOPEZ  
Fecha de depósito: 8/8/2023  
Tipo de carga: interfase  
fecha de fin de análisis: 8/8/2023

Número de palabras: 11.218  
Número de caracteres: 74.224

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes

### Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec/">repositorio.uta.edu.ec</a>   Máquina mezcladora de alimentos balanceado para la abla... <a href="http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/123456789/2750/304-MTC-233-TE30.pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/123456789/2750/304-MTC-233-TE30.pdf</a>	2%		Palabras idénticas: 2% (187 palabras)
2	Diseño y construcción de una mezcladora y dosificadora de suplemento multivitr... <a href="http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/10004508/340-4127.pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/10004508/340-4127.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (88 palabras)
3	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec/">repositorio.uta.edu.ec</a>   Implementación de una máquina mezcladora para balance... <a href="http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/270005396/674-000777.pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/270005396/674-000777.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (72 palabras) 1 fuente similar
4	<a href="http://metaltaco.com/">metaltaco.com</a>   Mezcladora: Tipos, Ventajas y Funcionamiento (Parte 1) <a href="http://metaltaco.com/mezcladora-tipos-ventajas-funcionamiento-1/">http://metaltaco.com/mezcladora-tipos-ventajas-funcionamiento-1/</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (45 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario <a href="#">miva11</a> El documento pertenece de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
2	190.15.139.147 <a href="http://190.15.139.147/handle/document/270005396/674-000777.pdf">http://190.15.139.147/handle/document/270005396/674-000777.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
3	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec/">repositorio.uta.edu.ec</a>   Diseño e implementación de una máquina mezcladora de b... <a href="http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/123456789/423/1.html_mecanica-10-.pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/123456789/423/1.html_mecanica-10-.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec/">repositorio.uta.edu.ec</a>   Diseño de un molino de rodillos triturador de grano. <a href="http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/270005396/674-001781.pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/270005396/674-001781.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec/">repositorio.uta.edu.ec</a>   Estudio de factibilidad para la creación de un centro de pro... <a href="http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/270005396/674-001128.pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/handle/document/270005396/674-001128.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

### Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- [http://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/jp0000105765\\_spa](http://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/jp0000105765_spa)
- <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/iced-fields-of-education-and-training-2013-sp.pdf>
- <https://www.engormix.com/MA-balanceados/fotos/mezclador-horizental-ph54032/p0.htm>
- [https://les.made-in-china.com/co\\_3dmachine/product\\_High-Efficiency-Plastic-Raw-Material-PP-PE-Pet-Granules-Flakes-Dryer-Blender-Mixer-Plastic\\_30096909.html](https://les.made-in-china.com/co_3dmachine/product_High-Efficiency-Plastic-Raw-Material-PP-PE-Pet-Granules-Flakes-Dryer-Blender-Mixer-Plastic_30096909.html)
- <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/stp-pr-094-determination-stress-strain-curves-304-304l-316-316l-strain-based-design-criteria/2022/dm...>

**ANEXO II**  
**CATALOGOS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
INGENIERÍA Y ALICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA



ANEXO II

**Tabla 1.** Catálogo de planchas de acero inoxidable

**PLANCHA  
ACERO INOXIDABLE**



Tipo de estructura	Tipo de Composición	Descripción de acero a AISI*	Descripción de acero a AISI**	Descripción de acero a DIN***	COMPOSICIÓN QUÍMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenítico	17 Cr-5Ni-7Mn	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 ~ 7,50	0,05	0,030	3,50 ~ 5,5
	18 Cr-6Ni-10Mn	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 ~ 10,00	0,06	0,030	4,00 ~ 6,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 ~ 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3955	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 ~ 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4845	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 ~ 22,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-12Ni-7,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4404	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	SUS 316 31		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 ~ 15,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 ~ 15,00
18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00	
18Cr-9Ni-4Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00	
Ferrítico	13Cr-Al	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	16Cr	SUS 429	429	4009	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensítico	13Cr-low Si	SUS 403	403	4024	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 32	420	4021	0,26 ~ 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 ~ 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-LAl	SUS 631	631		0,09 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 ~ 7,75

ANEXO II

**Tabla 2.** Propiedades de acero ANSI A304

## PLANCHAS ACERO INOXIDABLE

### Norma: AISI 304

#### Especificaciones Generales:

ESPEORES	desde 0,40-15mm
DIMENSIONES	1220 x 2440mm (estándar)
	1220 x otros largos (especial)

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



Descripción: Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

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

#### PROPIEDADES MECÁNICAS

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

ANEXO II

**Tabla 3.** Catálogo de planchas de acero

## PLANCHAS



MÉTODO PRÁCTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

----- NOMENCLATURA

L = Largo (mm)

A = Ancho (mm)

E = Espesor (mm)

Peso = Kgs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7,85}{1.000,00}$$

Ejemplo:  $(L = 1220\text{mm} \times A = 2440\text{mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7,85 = 23,368\text{ Kg}$   
1.000,00

PLANCHAS

Reducción de Fracciones de Pulgadas a milímetros		
Pulgadas = Milímetros	Pulgadas = Milímetros	Pulgadas = Milímetros
1/128 = 0.20	25/64 = 9.92	27/32 = 21.43
1/64 = 0.40	13/32 = 10.32	55/64 = 21.83
3/128 = 0.60	27/64 = 10.72	7/8 = 22.23
1/40 = 0.64	7/16 = 11.11	57/64 = 22.62
1/32 = 0.79	29/64 = 11.51	29/32 = 23.02
1/25 = 1.02	15/32 = 11.91	59/64 = 23.42
3/64 = 1.19	31/64 = 12.30	15/16 = 23.81
1/20 = 1.27	1/2 = 12.70	61/64 = 24.21
1/16 = 1.59	33/64 = 13.10	61/32 = 24.61
5/64 = 1.96	17/32 = 13.49	63/64 = 25.00
3/32 = 2.38	35/64 = 13.89	1 = 25.40
7/64 = 2.78	9/16 = 14.29	11/10 = 27.00
1/8 = 3.18	37/64 = 14.68	11/8 = 28.60
9/64 = 3.57	19/32 = 15.08	18/16 = 30.20
5/32 = 3.97	39/64 = 15.48	11/4 = 31.70
11/64 = 4.37	5/8 = 15.88	15/16 = 33.30
3/16 = 4.76	41/64 = 16.27	13/8 = 34.90
13/64 = 5.16	21/32 = 16.67	17/16 = 36.50
7/32 = 5.56	46/64 = 17.07	11/2 = 38.10
15/64 = 5.95	11/16 = 17.46	19/10 = 39.70
1/4 = 6.35	45/64 = 17.86	15/8 = 41.30
17/64 = 6.75	23/32 = 18.26	111/16 = 42.90
9/32 = 7.14	47/64 = 18.65	13/4 = 44.40
19/64 = 7.54	3/4 = 19.05	113/16 = 46.00
5/16 = 7.94	49/64 = 19.45	17/8 = 47.60
21/64 = 8.33	25/32 = 19.84	115/16 = 49.20
11/32 = 8.73	51/64 = 20.24	2 = 50.80
23/64 = 9.13	13/16 = 20.64	
3/8 = 9.53	53/64 = 21.03	

Dimensiones en (mm)			Pesos
Ancho	Largo	Espesor	Kg
1220	2440	2	46.74
1220	2440	3	70.10
1220	2440	4	93.47
1500	2440	4	114.92
1220	2440	5	116.84
1500	2440	5	143.86
1220	2440	6	140.21
1500	2440	6	172.39
1220	2440	8	186.94
1500	2440	8	228.85
1220	2440	10	233.68
1500	2440	10	287.31
1220	6000	12	669.54

ANEXO II

**Tabla 4.** Catálogo de ejes de acero inoxidable

## EJES ACERO INOXIDABLE

**Especificaciones Generales:**

Norma: AISI 304

Descripción: Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intercristalina hasta 300 C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas, si se emplea con la superficie pulida espejo.

Aplicaciones: Industrias alimenticias, cervecera, azucarera, utensillos domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc...

Largo: 6 mts




COMPOSICIÓN QUÍMICA						
%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20

DIMENSIONES	
DIAMETRO	
3/16"	
1/4"	
5/16"	
3/8"	
1/2"	
5/8"	
3/4"	
1"	
1-1/4"	
1-1/2"	
2"	
2-1/2"	
3"	
3-1/2"	
4"	
5"	
6"	

PROPIEDADES MECÁNICAS			
RESISTENCIA MECÁNICA (N/mm <sup>2</sup> )	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm <sup>2</sup> )	Elongación % Min.	DUREZA ROCKWELL B
520	220	20	249 - 278

DIS





ANEXO II

**Tabla 6.** Catálogo de ángulos de acero

PERFILES

## PERFILES ESTRUCTURALES

### ÁNGULOS "L" DOBLADO

**Especificaciones Generales:**

<b>Norma:</b>	NTE INEN 1623
<b>Calidad:</b>	ASTM A36
<b>Largo Normal:</b>	6,00m y medidas especiales
<b>Espesores:</b>	Desde 2,00mm - 12mm
<b>Acabado:</b>	Acero Negro

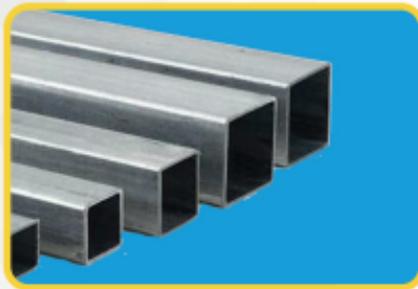
Ángulos de alas iguales

Descripción	b mm	h mm	e mm	Masa Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	d1 cm	d2 cm	Ángulo α (°)	Eje X - X				Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V		
									Ix	Wx	rx	Iy	Wy	ry	Iu	Wu	ru	Iv	Wv	rv	
									cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm										
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37	
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34	
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,82	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47	
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45	
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57	
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55	
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52	
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,82	0,65	0,78	
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75	
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73	
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71	
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,96	
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,86	1,57	7,01	1,86	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96	
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	8,01	2,54	1,56	8,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94	
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91	
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,90	12,34	2,84	1,90	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16	
L 60x 4	60	60	4	3,53	4,50	1,70	1,70	45,00	15,96	3,71	1,70	15,96	3,71	1,70	26,04	6,14	2,40	5,88	2,77	1,14	
L 60x 5	60	60	5	4,34	5,54	1,75	1,75	45,00	19,33	4,55	1,87	19,33	4,55	1,87	31,72	7,48	2,39	6,95	3,27	1,12	
L 75x 3	75	75	3	3,40	4,33	2,02	2,02	45,00	24,55	4,48	2,38	24,55	4,48	2,38	39,72	7,49	3,03	9,38	3,53	1,47	
L 75x 4	75	75	4	4,47	5,70	2,07	2,07	45,00	31,94	5,88	2,37	31,94	5,88	2,37	51,90	9,79	3,02	11,99	4,51	1,45	
L 75x 5	75	75	5	5,52	7,04	2,12	2,12	45,00	38,96	7,24	2,35	38,96	7,24	2,35	63,56	11,99	3,01	14,35	5,40	1,43	
L 75x 6	75	75	6	6,53	8,33	2,17	2,17	45,00	45,60	8,56	2,34	45,60	8,56	2,34	74,73	14,09	2,99	16,46	6,20	1,41	
L 80x 4	80	80	4	4,79	6,10	2,20	2,20	45,00	38,00	6,72	2,53	38,00	6,72	2,53	63,30	11,19	3,22	14,70	5,19	1,55	
L 80x 5	80	80	5	5,91	7,54	2,25	2,25	45,00	47,65	8,28	2,51	47,65	8,28	2,51	77,64	13,72	3,21	17,65	6,23	1,53	
L 80x 6	80	80	6	7,00	8,93	2,30	2,30	45,00	55,86	9,79	2,50	55,86	9,79	2,50	91,39	16,16	3,20	20,32	7,17	1,51	
L 80x 8	80	80	8	9,11	11,61	2,40	2,40	45,00	71,03	12,68	2,47	71,03	12,68	2,47	117,22	20,72	3,18	24,85	8,78	1,46	
L 80x 10	80	80	10	11,09	14,14	2,50	2,50	45,00	94,59	15,39	2,45	94,59	15,39	2,45	140,84	24,90	3,16	28,34	10,04	1,42	
L 100x 5	100	100	5	7,48	9,54	2,75	2,75	45,00	95,23	13,13	3,16	95,23	13,13	3,16	154,50	21,86	4,03	35,90	10,13	1,94	

ANEXO II

**Tabla 7.** Catálogo de tubo cuadrado de acero

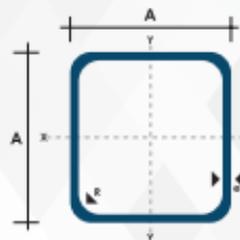
### TUBO MECÁNICO CUADRADO



#### Especificaciones Generales:

<b>Norma:</b>	NTE INEN 2415
<b>Calidad:</b>	JIS 3141 SPCC SD
<b>Acabado:</b>	Acero negro o galvanizado
<b>Largos:</b>	6,00m y medidas especiales
<b>Dimensiones:</b>	Desde 12mm a 50mm
<b>Espesores:</b>	Desde 0,80mm a 1,50mm

NOMENCLATURA	
<b>Área</b>	Área de la selección transversal del tubo, cm <sup>2</sup>
<b>I</b>	Momento de inercia de la sección, cm <sup>4</sup>
<b>W</b>	Módulo resistente de la sección, cm <sup>3</sup>
<b>i</b>	Radio de giro de la sección, cm



Dimensiones			Área		Ejes X-Xe Y-Y	
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm <sup>3</sup>
12	0,8	0,30	0,37	0,09	0,14	0,48
12	1,0	0,37	0,50	0,11	0,18	0,47
15	0,8	0,36	0,45	0,15	0,20	0,58
15	1,0	0,45	0,61	0,20	0,26	0,57
20	0,8	0,49	0,61	0,38	0,38	0,79
20	1,0	0,60	0,83	0,50	0,50	0,77
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
25	0,8	0,61	0,77	0,61	0,61	0,99
25	1,0	0,76	1,05	0,80	0,80	0,98
25	1,2	0,90	1,14	0,87	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	0,97	0,97	0,95
30	0,8	0,74	0,93	0,89	0,89	1,19
30	1,0	0,92	1,27	1,18	1,18	1,18
30	1,2	1,09	1,38	1,28	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	1,47	1,47	1,15
40	0,8	0,99	1,25	1,61	1,61	1,60
40	1,0	1,23	1,71	2,16	2,16	1,59
40	1,2	1,47	1,86	2,34	2,34	1,59
40	1,5	1,82	2,25	2,74	2,74	1,56
50	1,2	1,84	2,34	3,72	3,72	1,99
50	1,5	2,29	2,85	4,42	4,42	1,97

**ANEXO III**  
**METODOLOGÍA**



**ANEXO III ( sección 1) Densidad de la mezcla**

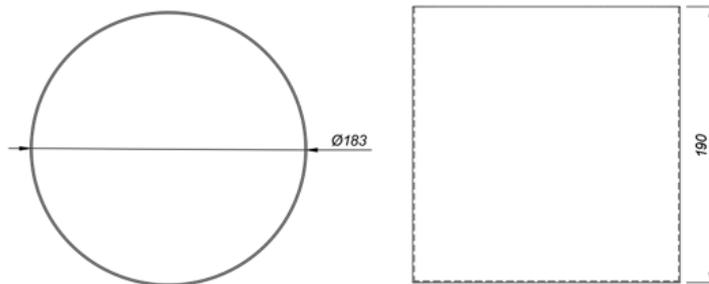


Figura 4.1 Dimensiones de recipiente para cálculo de densidad

**Densidad de la mezcla**

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

**Volumen del recipiente**

$$V = \pi r^2 h$$

$$r = 9,15 \text{ cm}$$

$$V = \pi (0,0915 \text{ m})^2 * 0.19 \text{ m}$$

$$V = 0,004997 \text{ m}^3$$

**Densidad de la mezcla**

$$\rho = 900,54 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$



**ANEXO III (sección 2) Dimensionamiento del recipiente**

**Volumen mínimo para la mezcla**

$$V_m = \frac{m}{\rho} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

$$V_m = 0.055m^3$$

**Diámetro del recipiente de mezcla**

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot m}{2 \cdot \pi \cdot \rho}} \quad \text{Ec. (4.5)}$$

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 50kg}{2.5 \cdot \pi \cdot 900 kg/m^3}}$$

$$\phi = 0.38m \approx 0.40$$

**Longitud del recipiente**

$$l = \phi \cdot 2 \quad \text{Ec. (4.6)}$$

$$l = 0.40m \cdot 2$$

$$l = 0.80m$$

**Altura del recipiente**

$$h = 1.2 \cdot \phi \quad \text{Ec. (4.7)}$$

$$h = 1.2 \cdot 0.40m$$

$$h = 0.48m \approx 0.50m$$



**ANEXO III ( sección 3) Análisis del espesor del recipiente**

**Fuerza que ejerce la mezcla sobre el recipiente**

$$F = m * g \quad \text{Ec. (4.8)}$$

$$F = 409.5 \text{ N}$$

**Área de la sección transversal**

$$A = \pi * r * h + \pi * r^2 \quad \text{Ec. (4.9)}$$

$$A = 0.251 \text{ m}^2$$

**Presión interna ejercida por la carga de balanceado**

$$P_i = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. (4.10)}$$

$$P_i = 1631.47 \text{ Pa}$$

**Tensión de fluencia máxima**

$$\sigma_{max} = 2 * S_y \quad \text{Ec. (4.12)}$$

$$\sigma_{max} = 2 * 235 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max} = 470 \text{ MPa}$$

**Espesor del recipiente**

$$t = P * r / (\sigma_{max}) \quad \text{Ec. (4.13)}$$

$$t = 1631.47 \text{ Pa} * 0.20 \text{ m} / (470 \text{ MPa})$$

$$t = 0.69 \text{ mm} \approx 1 \text{ mm}$$



**ANEXO III ( sección 4) Diseño del sistema de mezcla**

**Velocidad angular de los listones Helicoidales**

$$w = rpm * 2\pi/60s \quad \text{Ec. (4.14)}$$

$$w = 40 rpm * 2\pi/60s$$

$$w = 2.094 \frac{rad}{s}$$

**Velocidad lineal de los listones Helicoidales**

$$Vl = w * (Dext - Dint)/4 \quad \text{Ec. (4.15)}$$

**Velocidad lineal del listón helicoidal 1**

$$Vl = 2.094 \frac{rad}{s} * (0.398m - 0.30m)/4$$

$$Vl = 1.37 \frac{m}{s}$$

**Velocidad lineal del listón helicoidal 2**

$$Vl = 2.094 \frac{rad}{s} * (0.26m - 0.16m)/4$$

$$Vl = 0.97 \frac{m}{s}$$

**Fuerza centrífuga que actúan sobre los listones**

$$F = \rho * Vl * \left(\frac{\pi}{4}\right) * Dext^2 \quad \text{Ec. (4.16)}$$

**Fuerza centrífuga de listón helicoidal 1**

$$Fc1 = 900 \frac{kg}{m^3} * 1.37 \frac{m}{s} * \left(\frac{\pi}{4}\right) * 0.398m^2$$

$$Fc1 = 652.8 N$$

**Fuerza centrífuga de listón helicoidal 2**

$$Fc2 = 900 \frac{kg}{m^3} * 0.97 \frac{m}{s} * \left(\frac{\pi}{4}\right) * 0.260m^2$$

$$Fc2 = 222.2 N$$

**Momento de torsión máximo sobre el eje**

$$M_{max} = (FC1 + FC2) * L$$

**Ec. (4.17)**

$$M_{max} = (652.8 N + 222.2 N) * 0.788m$$

$$M_{max} = 634.7Nm$$



**ANEXO III ( sección 5) Potencia requerida en el eje principal**

**Potencia necesaria del motor**

$$P = \frac{M_{max} * \omega * \mu}{746 W} \quad \text{Ec. (4.18)}$$

$$P = \frac{634.7 Nm * 2.09 \frac{rad}{s}}{746 W}$$

$$P = 1.75 hp \cong 2hp$$

**Torque del motor**

$$\tau = \frac{5252 * 2hp}{1700 rpm}$$

$$\tau = 6.17 \frac{lb}{ft} = 8.36 Nm$$

**Selección del eje motriz, Torque en libras – pulgada**

$$\tau = \frac{63.025 * hp}{rpm} \quad \text{Ec. (4.19)}$$

$$\tau = \frac{63.025 * 2hp}{40 rpm}$$

$$\tau = 3.15 lb/in$$



**ANEXO III ( sección 6) Diseño del sistema de reducción de velocidades**

**Reducción de velocidad por Polea y Correa**

**Potencia de diseño**

$$PD = P[Hp] * Fs \quad \text{Ec. (4.20)}$$

$$PD = 2 \text{ hp} * 1.4$$

$$PD = 2.4 \text{ hp}$$

**Selección de polea conducida mediante relación de transmisión**

$$i = \frac{Da}{Db} = \frac{1}{6} \quad \text{Ec. (4.21)}$$

$$Db = 6 (Da)$$

$$Db = 6 (0.0557 \text{ m})$$

$$Db = 0.3342 \text{ m} = 13.15 \text{ in}$$

**Revoluciones en polea conducida**

$$wb = \frac{wa * Da}{Db} \quad \text{Ec. (4.22)}$$

$$wb = \frac{1720 \text{ rpm} * 0.0557 \text{ m}}{0.3342 \text{ m}}$$

$$wb = 286 \text{ rpm}$$



**ANEXO III ( sección 7) Selección de cadena Catarina**

**Potencia de diseño**

$$PD = P[Hp] * Fs \quad \text{Ec. (4.20)}$$

$$PD = 2 \text{ hp} * 1.3$$

$$PD = 2.3 \text{ hp}$$

**Tabla 12.** Tabla de selección rápida del número de cadena y dientes del piñón motriz

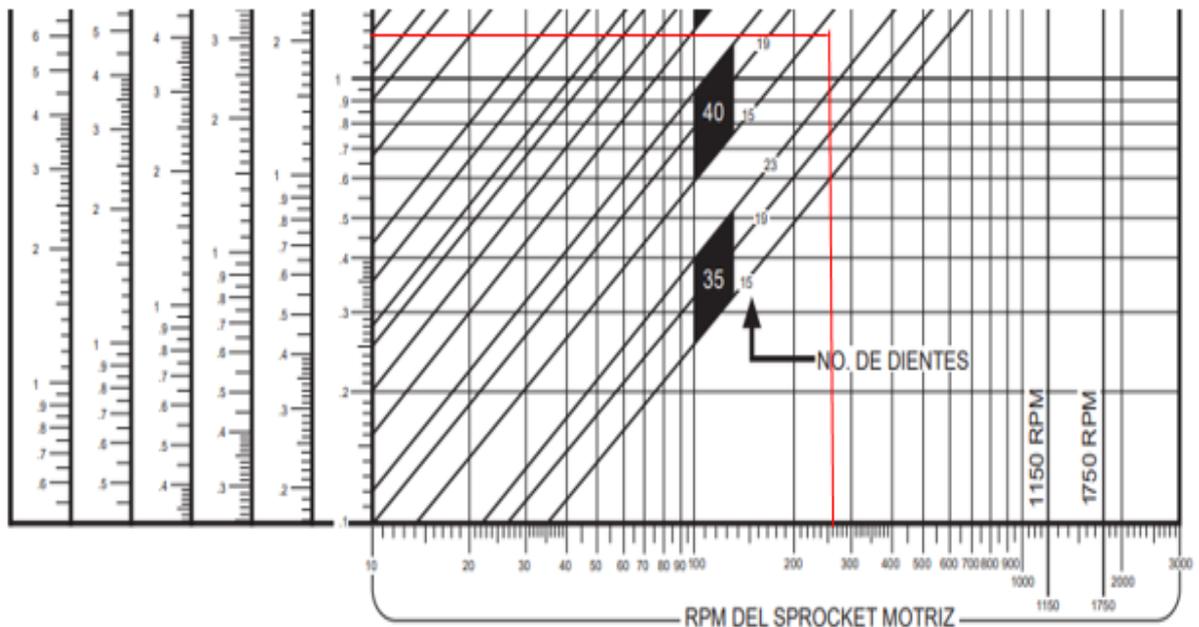


Tabla 4.9. Selección de piñón motriz



## Diámetros de Sprockets

# No. 40

## de Paso 1/2"

**DIÁMETROS DE SPROCKETS DE CADENA DE RODILLOS**

No. de Dientes	Diámetro de Paso	Diámetro Exterior	Diámetro Calibre	No. de Dientes	Diámetro de Paso	Diámetro Exterior	Diámetro Calibre	No. de Dientes	Diámetro de Paso	Diámetro Exterior	Diámetro Calibre
5	.851	.988	.497	71	11.304	11.592	10.988	136	21.647	21.941	21.334
6	1.000	1.166	.688	72	11.463	11.752	11.151	137	21.806	22.100	21.492
7	1.152	1.338	.812	73	11.622	11.911	11.306	138	21.965	22.259	21.653
8	1.307	1.507	.995	74	11.781	12.070	11.468	139	22.124	22.419	21.810
9	1.462	1.674	1.127	75	11.940	12.229	11.625	140	22.284	22.578	21.971
10	1.618	1.839	1.305	76	12.099	12.389	11.786	141	22.442	22.737	22.129
11	1.775	2.003	1.444	77	12.258	12.548	11.943	142	22.602	22.896	22.289
12	1.932	2.166	1.614	78	12.417	12.707	12.105	143	22.761	23.055	22.447
13	2.089	2.328	1.761	79	12.576	12.866	12.261	144	22.920	23.214	22.607
14	2.247	2.490	1.934	80	12.736	13.026	12.423	145	23.079	23.374	22.765
15	2.405	2.652	2.079	81	12.895	13.185	12.580	146	23.238	23.533	22.926
16	2.563	2.814	2.250	82	13.054	13.344	12.742	147	23.398	23.692	23.088
17	2.721	2.974	2.397	83	13.213	13.503	12.898	148	23.557	23.851	23.244
18	2.879	3.136	2.567	84	13.372	13.663	13.059	149	23.716	24.010	23.402
19	3.038	3.292	2.715	85	13.531	13.822	13.216	150	23.875	24.170	23.562
20	3.196	3.457	2.883	86	13.690	13.981	13.373	151	24.034	24.329	23.720
21	3.355	3.618	3.033	87	13.849	14.140	13.534	152	24.193	24.488	23.880
22	3.513	3.778	3.201	88	14.009	14.299	13.696	153	24.352	24.647	24.038
23	3.672	3.938	3.351	89	14.168	14.459	13.853	154	24.512	24.806	24.199
24	3.831	4.098	3.518	90	14.327	14.618	14.014	155	24.672	24.965	24.357

Numero de dientes de la Catarina conducida

$$C \text{ conducida} = C \text{ motriz} * \frac{rpm \text{ motriz}}{286 rpm} \quad \text{Ec. (4.23)}$$

$$C \text{ conducida} = 17 * \frac{1720}{286 rpm}$$

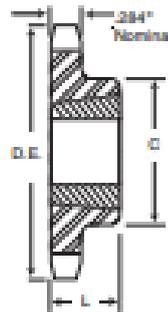
$$C \text{ conducida} = 102 \text{ dientes}$$

Selección Catarina conducida

Tabla 14. Selección Catarina conducida

<h1 style="margin: 0;">No. 40</h1> <h2 style="margin: 0;">Paso 1/2"</h2>	<h1 style="margin: 0;">Sprockets de Acero en Existencia</h1>	
--	--	--

Sencillo - Buje Taper con Dientes Endurecidos



BUJE TAPER TIPO B

**SABER TOOTH**

No. de Dientes	Número de Paso
14	40BT014H
15	40BT015H
16	40BT016H
17	40BT017H
18	40BT018H
19	40BT019H
20	40BT020H
21	40BT021H
22	40BT022H
23	40BT023H
24	40BT024H
25	40BT025H
26	40BT026H
28	40BT028H
30	40BT030H

Sencillo - Buje Taper

No. de Dientes	Número de Paso	Buje	Dimensiones		Barrido Máximo	Dimensiones		Tipo	Peso Aprox. (lb)	
			Estator	De Paso		L	C		200 Sprocket	200 Buje
14	40BT014	1000	2.491	2.247	1	5	*1%	0	.3	.3
15	40BT015	1000	2.652	2.405	1	5	1%	0	.4	.3
16	40BT016	1000	2.814	2.563	1	5	1%	0	.5	.3
17	40BT017	1210	2.975	2.721	1 1/2	5	*2%	0	.5	.3
18	40BT018	1210	3.135	2.879	1 1/2	5	*2%	0	.6	.6
19	40BT019	1210	3.296	3.038	1 1/2	5	2%	0	.7	.6
20	40BT020	1610	3.457	3.196	1 1/2	5	*2%	0	.7	.9
21	40BT021	1610	3.617	3.355	1 1/2	5	2%	0	.8	.9
22	40BT022	1610	3.778	3.513	1 1/2	5	2%	0	.9	.9
23	40BT023	1610	3.938	3.672	1 1/2	5	3%	0	1.0	.9
24	40BT024	1610	4.098	3.831	1 1/2	5	3%	0	1.4	.9
25	40BT025	1610	4.258	3.989	1 1/2	5	3%	0	1.5	.9
26	40BT026	1610	4.418	4.148	1 1/2	5	3%	0	1.7	.9
28	40BT028	1610	4.738	4.465	1 1/2	5	3%	0	1.8	.9
30	40BT030	1610	5.057	4.783	1 1/2	5	3%	0	1.9	.9
32	40BT032	1610	5.377	5.101	1 1/2	5	3%	0	1.9	.9
35	40BT035	1610	5.855	5.579	1 1/2	5	3%	0	2.3	.9
36	40BT036	1610	6.015	5.737	1 1/2	5	3	0	2.4	.9
40	40BT040	1610	6.653	6.373	1 1/2	5	3	0	2.8	.9
42	40BT042	1610	6.972	6.691	1 1/2	5	3	0	2.9	.9
45	40BT045	1610	7.451	7.168	1 1/2	5	3	0	3.5	.9
48	40BT048	1610	7.929	7.645	1 1/2	5	3	0	4.0	.9
54	40BT054	1610	8.885	8.599	1 1/2	5	3	0	4.9	.9
60	40BT060	1610	9.841	9.554	1 1/2	5	3	0	6.0	.9
70	40BT070	2012	11.424	11.145	2	15	3%	0	8.2	1.7
72	40BT072	2012	11.752	11.483	2	15	3%	0	9.0	1.7
80	40BT080	2012	13.026	12.736	2	15	3%	0	10.8	1.7
84	40BT084	2012	13.663	13.372	2	15	3%	0	11.5	1.7
96	40BT096	2012	15.573	15.292	2	15	3%	0	14.6	1.7
112	40BT112	2517	18.122	17.808	2 1/2	15	4%	0	20.5	1.7

### Calculo del largo de la cadena en pasos

$$L = 2C + \frac{N-n}{2} + \frac{A}{2} \quad \text{Ec. (4.24)}$$

### Distancia entre centros de los ejes en pasos

$$C = \frac{N \text{ dientes}}{\text{paso}}$$

$$C = \frac{17in}{\frac{1}{2}} = 34$$

### Largo de la cadena

$$L = 2C + \frac{N - n}{2} + \frac{A}{2}$$

$$L = 2(34) + \frac{102 - 17}{2} + \frac{183.01}{2}$$

$$L = \frac{253}{2} = 126 \text{ pasos}$$

**Tabla 15:** Valores de A para cálculo del largo de la cadena

N-n	A	N-n	A	N-n	A	N-n	A	N-n	A	N-n	A
1	.03	32	25.94	63	100.54	94	223.82	125	395.79	156	616.44
2	.10	33	27.58	64	103.75	95	228.61	126	402.14	157	624.37
3	.23	34	29.28	65	107.02	96	233.44	127	408.55	158	632.35
4	.41	35	31.03	66	110.34	97	238.33	128	415.01	159	640.38
5	.63	36	32.83	67	113.71	98	243.27	129	421.52	160	648.46
6	.91	37	34.68	68	117.13	99	248.26	130	428.08	161	656.59
7	1.24	38	36.58	69	120.60	100	253.30	131	434.69	162	664.77
8	1.62	39	38.53	70	124.12	101	258.39	132	441.36	163	673.00
9	2.05	40	40.53	71	127.69	102	263.54	133	448.07	164	681.28
10	2.53	41	42.58	72	131.31	103	268.73	134	454.83	165	689.62
11	3.06	42	44.68	73	134.99	104	273.97	135	461.64	166	698.00
12	3.65	43	46.84	74	138.71	105	279.27	136	468.51	167	706.44
13	4.28	44	49.04	75	142.48	106	284.67	137	475.42	168	714.92
14	4.96	45	51.29	76	146.31	107	290.01	138	482.39	169	723.46
15	5.70	46	53.60	77	150.18	108	295.45	139	489.41	170	732.05
16	6.48	47	55.95	78	154.11	109	300.95	140	496.47	171	740.68
17	7.32	48	58.36	79	158.09	110	306.50	141	503.59	172	749.37
18	8.21	49	60.82	80	162.11	111	312.09	142	510.76	173	758.11
19	9.14	50	63.33	81	166.19	112	317.74	143	517.98	174	766.90
20	10.13	51	65.88	82	170.32	113	323.44	144	525.25	175	775.74
21	11.17	52	68.49	83	174.50	114	329.19	145	532.57	176	784.63
22	12.26	53	71.15	84	178.73	115	334.99	146	539.94	177	793.57
23	13.40	54	73.86	85	183.01	116	340.84	147	547.36	178	802.57
24	14.59	55	76.62	86	187.34	117	346.75	148	554.83	179	811.61
25	15.83	56	79.44	87	191.73	118	352.70	149	562.36	180	820.70
26	17.12	57	82.30	88	196.16	119	358.70	150	569.93	181	829.85
27	18.47	58	85.21	89	200.64	120	364.76	151	577.56	182	839.04
28	19.86	59	88.17	90	205.18	121	370.86	152	585.23	183	848.29
29	21.30	60	91.19	91	209.76	122	377.02	153	592.96	184	857.58
30	22.80	61	94.25	92	214.40	123	383.22	154	600.73	185	866.93
31	24.34	62	97.37	93	219.08	124	389.48	155	608.56		

**Distancia entre centros de los ejes**

$$C = \frac{P}{8} \{ 2L - N - n + \sqrt{(2L - N - n)^2 - 0.81(N - n)^2} \} \quad \text{Ec. (4.25)}$$

$$C = \frac{0.5}{8} \{ 2(126) - 102 - 17 + \sqrt{(2(126) - 102 - 17)^2 - 0.81(102 - 17)^2} \}$$

$$C = \frac{0.5}{8} \{ 167 + \sqrt{27889 - 5852.25} \}$$

$$C = 19 \text{ in} = 0.50 \text{ m}$$



**ANEXO III ( sección 8) fuerzas que soporta la estructura**

**Fuerza que ejerce el peso de la mezcla distribuida en el recipiente en la estructura**

$$W = m * a \quad \text{Ec. (4.26)}$$

$$W = 50 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 490 \text{ N}$$

**Fuerza que ejerce el peso del recipiente en la estructura**

$$\text{Volumen} = L * h * \text{espesor} = 19680 \text{ c}^3$$

$$\text{Peso} = \frac{2768 \text{ c}^3 * 7.85}{1000} = 21.72 \text{ kg}$$

$$W = m * a$$

$$W = 9.29 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 91 \text{ N}$$

**Fuerza que ejerce el peso de los listones helicoidales en la estructura**

$$\text{Volumen} = L * h * \text{espesor} = 443 \text{ c}^3$$

$$\text{Peso} = \frac{443 \text{ c}^3 * 7.85}{1000} = 3.47 \text{ kg}$$

$$W = 3.47 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 34 \text{ N}$$

**Fuerza que ejerce el peso del eje en la estructura**

$$\text{Peso} = \frac{\pi * 3.1 \text{ cm}^2 * 110 \text{ cm} * 7.85}{1000} = 24.41 \text{ kg}$$

$$W = 24.41 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 239 \text{ N}$$

**Fuerza que ejerce el peso de la Catarina en la estructura**

$$\text{Peso} = 2.5 \text{ kg}$$

$$W = 2.5 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 24.5 \text{ N}$$

**Fuerza que ejerce el peso de los ejes de sujeción en la estructura**

$$\text{Peso} = 4.5 \text{ kg}$$

$$W = 4.5 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 44.1 \text{ N}$$

**ANEXO IV**  
**MANUAL DE SERVICIO Y MANTENIMIENTO**

## INSTRUCCIONES DE SERVICIO Y MANTENIMIENTO

### MÁQUINA MEZCLADORA HORIZONTAL DE ALIMENTOS BALANCEADOS



## 1. INTRODUCCIÓN

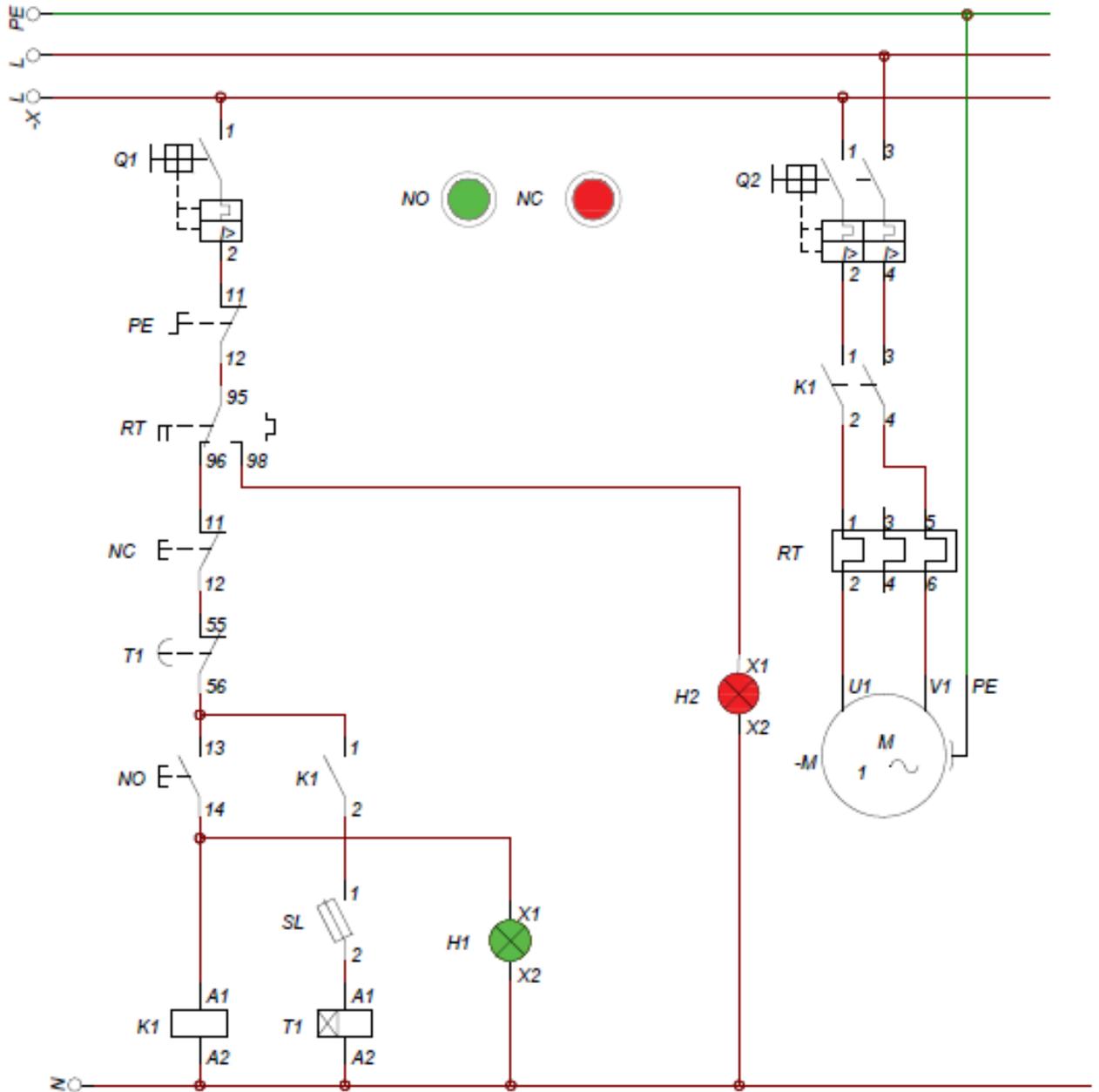
El presente manual indica el funcionamiento y mantenimiento correcto de la máquina mezcladora además de todos sus componentes eléctricos y mecánicos.

La máquina mezcladora horizontal se constituye por un sistema de mezcla de cintas helicoidales ideales para mezclas de harinas, granos, líquidos entre otros compuestos no frágiles con una capacidad de 100 kg/h en dos ciclos de mezclado de 50 kg. La máquina mezcladora puede funcionar de forma manual manipulando los pulsadores ON y OFF y de forma automática mediante un temporizador con un rango de 1seg hasta 30 min, de esta forma el operador seleccionara el tiempo adecuado para obtener la homogeneidad de la mezcla.

### 1.2.Componentes eléctricos

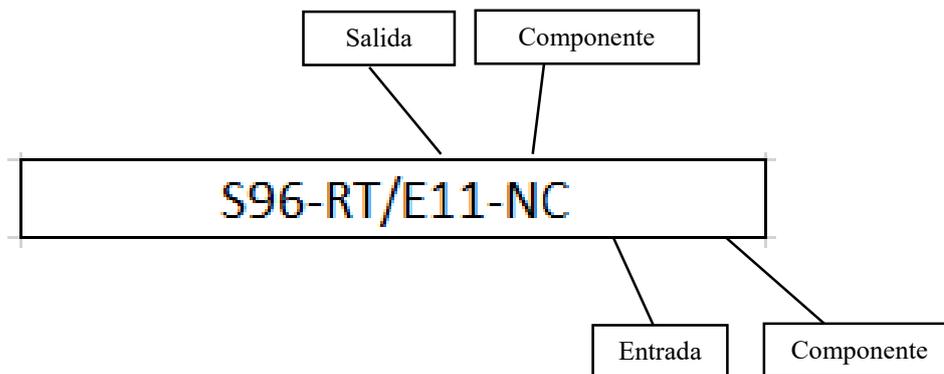
Ítem	Componente	Rango/ Capacidad	Costo USD
1	Interruptor termomagnético trifásico (CHINT )	32 A	8,00
2	Interruptor termomagnético bifásico (CHINT)	10 A	6,00
5	Contactador AC trifásico 2NO+2NC (EBASSE)	32A	14,00
6	Temporizador (Camsco)	1s/30s/1min/30min 220V	24,00
7	Luz Piloto (led verde)	110V/220V	2,00
8	Luz Piloto (led rojo)	110V/220V	2,00
9	Pulsador Hongo Sin Retenida 1NC	110V/220V	4,00
10	Pulsador rojo 1NC	110V/220V	2,00
11	Pulsador verde 1NO	110V/220V	2,00
12	Selector 2 posiciones 1NO	110V/220V	3,00
13	Relé térmico tipo NR2 (CHINT )	23 a 32 A	12,30
14	Cable de alimentación	2X12 AWG	4,00
15	Cable de conexión	14 AWG	2,00
			<b>61,30</b>

### 1.3. Diagrama eléctrico de conexiones



#### 1.4. Etiquetado de componentes eléctricos

Cada cable y componente eléctrico se encuentra etiquetado mediante códigos referenciales de acuerdo al diagrama eléctrico como se muestra en la siguiente imagen.



La etiqueta se puede leer de la siguiente forma: Salida 96 del relé térmico hacia la entrada 11 del pulsador NC.

#### 1.5. Componentes mecánicos

Ítem	Componente	Cantidad
1	Motor WEG, 1HP, 1725rpm, 60Hz	1
2	Cadena de rodillos de ½" de paso	1
5	Correa dentada	2
6	Polea 17 in	1
7	Polea 3 in	1
8	Catarina QD (60SF102)	1
9	Piñón (60BS17HT)	1
10	Chumacera tipo silleta 1 1/4 in	2
11	Chumacera tipo silleta 3/4 in	2
12	Eje macizo de acero A304 (1 1/8 in x 1300 mm)	1

## 2. SERVICIO

### 2.1. Instrucciones generales de seguridad

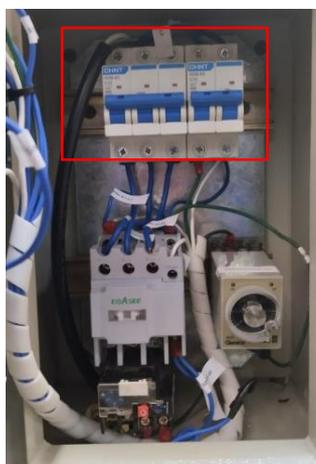
- No sobrepasar los límites de llenado en el recipiente, este no debe ser superior a 50kg por cada lote.
- La máquina está compuesta por componentes mecánicos en movimiento. Nunca introducir objetos o las mano mientras la mezcladora se encuentra en marcha.
- No rociar directamente el motor con agua, la protección del motor es contra polvo y pequeñas salpicaduras de agua con IP55.
- No introducir nunca las manos en la caja de conexiones cuando la máquina se encuentra en marcha.
- Evitar utilizar productos abrasivos dentro del recipiente y los componentes móviles, estos productos deterioran las partes mecánicas

### 2.2. Verificación para el arranque

- La máquina debe estar alimentada con un voltaje de 220V
- Verificar que no exista obstrucciones en los componentes mecánicos en movimiento como polea, Catarina, cadena recipiente de mezcla.
- Comprobar que no exista objetos extraños en el recipiente de mezcla.

### 2.3. Arranque

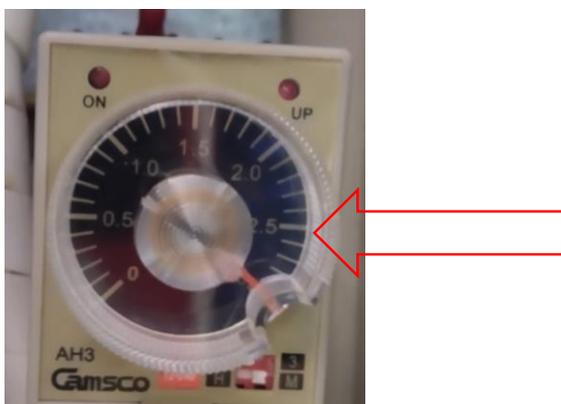
- Subir los breakers termomagnéticos.



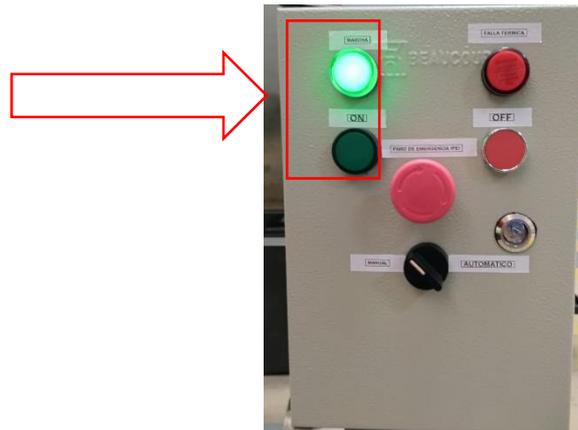
- Ubicar el selector en automático o manual de acuerdo a preferencias del operador



- Si el selector está en modo automático, modifique el tiempo en el temporizador de acuerdo a los requerimientos de la mezcla.



- Arrancar la máquina con el pulsador ON (color verde) en vacío antes de cargar el producto y verificar que la luz piloto verde este encendida.



- El producto debe ser cargado en vacío con el motor en marcha, nunca se debe cargar el producto con el motor apagado.
- Cerrar la tapa del recipiente de mezcla para evitar salpicaduras de la mezcla sobre la máquina.



- Al terminar la homogenización, abrir la tolva de desfogue y descargar el producto con la máquina en marcha.
- Si la máquina está trabajando en modo automático, en el lapso de 30 minutos la máquina se detendrá automáticamente, si la mezcladora está en trabajo manual el operador se encargará de apagarla con el pulsador STOP (Color rojo).



- Al terminar de descargar el producto cerrar la tolva de desfogue y volver a cargar el nuevo lote con la máquina en marcha.

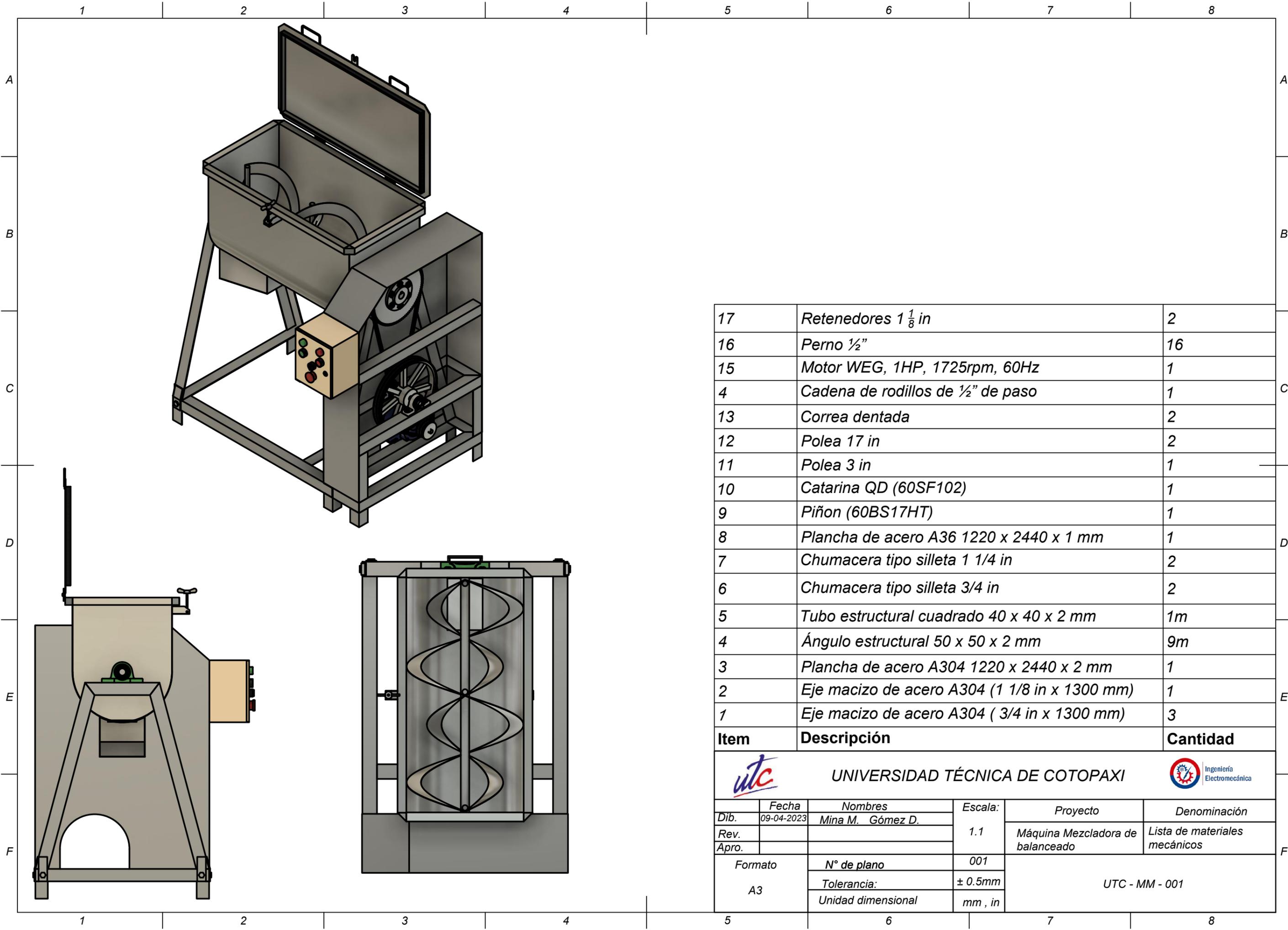
#### **2.4.Parada**

- Apagar motor cuando el recipiente de mezcla se encuentre vacío.
- Bajar los dos breakers termomagnéticos y desconectar de la fuente de alimentación a la máquina
- Limpiar el recipiente y las cintas helicoidales con escobillas de cerdas suaves para no rayar el recipiente.

### **3. MANTENIMIENTO**

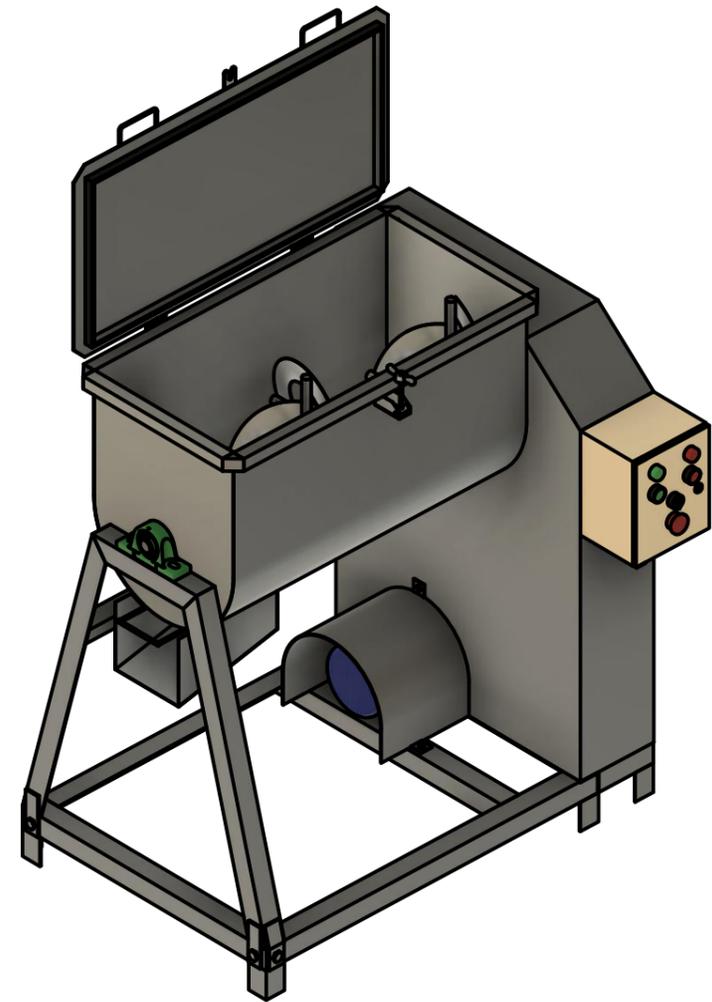
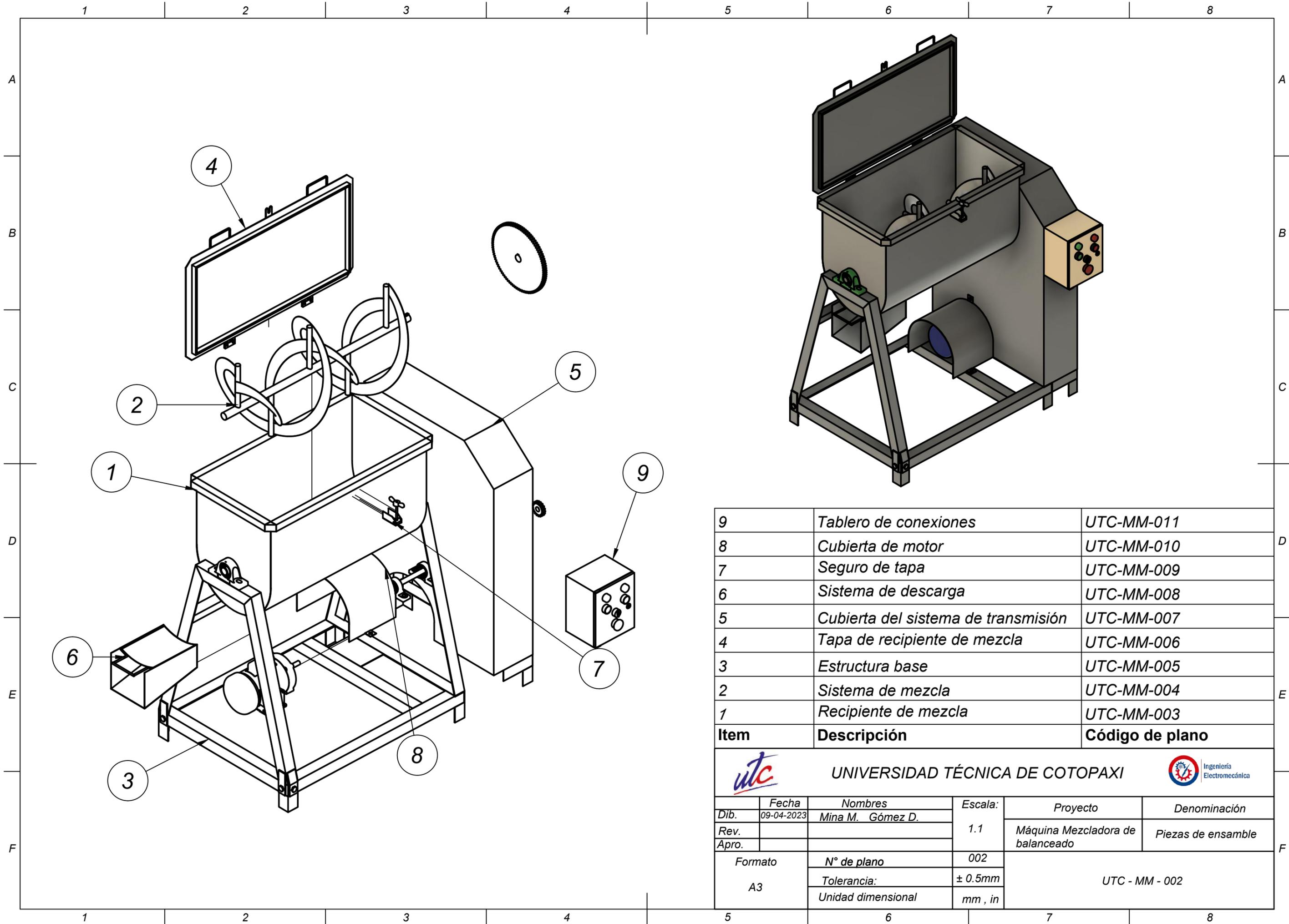
- Limpiar residuos de polvo sobre la estructura y componentes móviles de la máquina una vez a la semana. Verifique que la máquina se encuentre desconectada de la fuente de alimentación antes de cualquier mantenimiento.
- Revisar una vez cada 15 días que la polea motriz se encuentre alineada con la polea conducida y de igual manera con el piñón y la Catarina.
- Limpiar y engrasar las chumaceras y cadena cada 200 horas de trabajo, se recomienda utilizar aceite con grado recomendado SAE 20.

**ANEXO V**  
**PLANOS DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA**



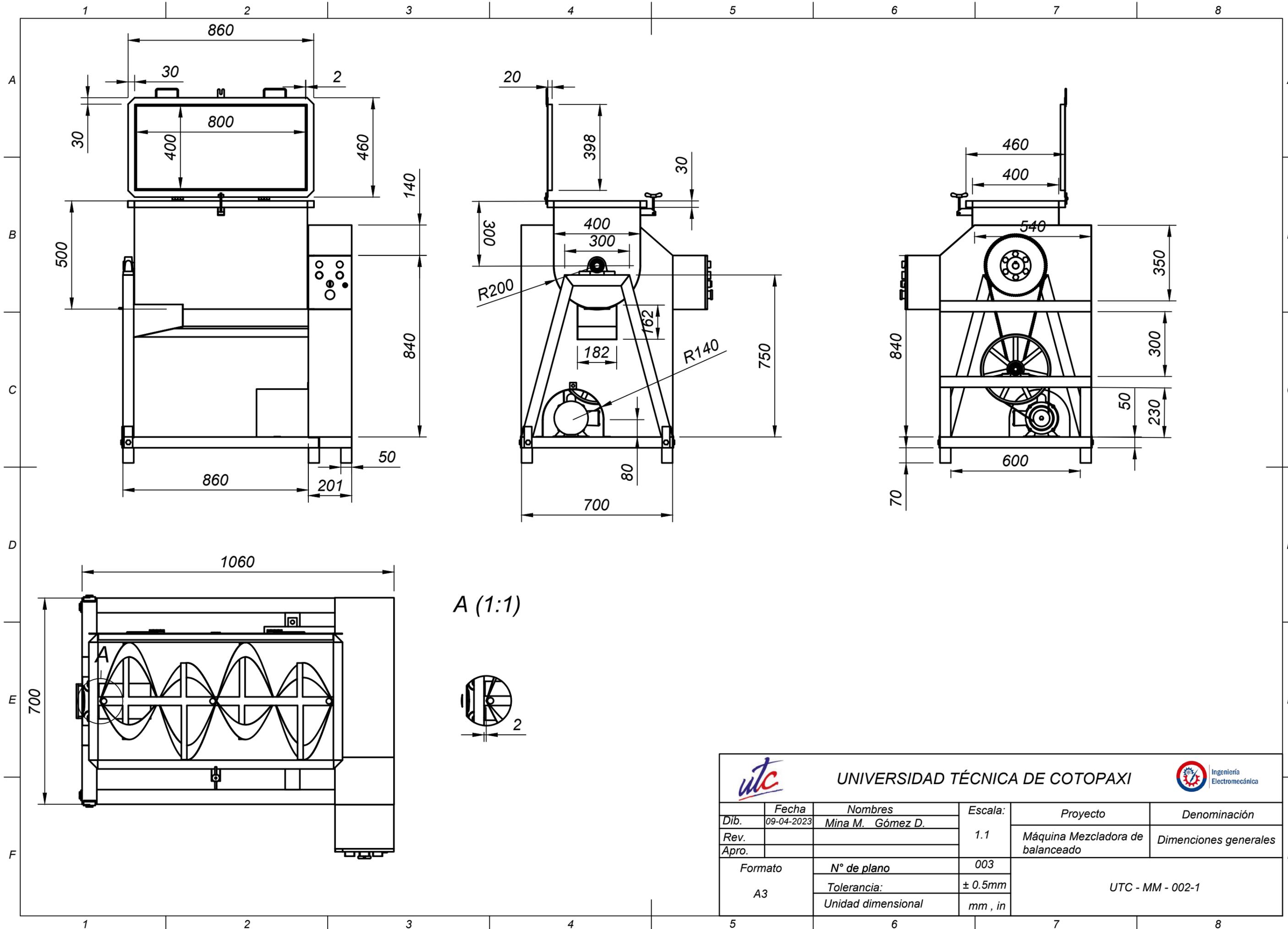
17	Retenedores 1 $\frac{1}{8}$ in	2
16	Perno $\frac{1}{2}$ "	16
15	Motor WEG, 1HP, 1725rpm, 60Hz	1
4	Cadena de rodillos de $\frac{1}{2}$ " de paso	1
13	Correa dentada	2
12	Polea 17 in	2
11	Polea 3 in	1
10	Catarina QD (60SF102)	1
9	Piñon (60BS17HT)	1
8	Plancha de acero A36 1220 x 2440 x 1 mm	1
7	Chumacera tipo silleta 1 1/4 in	2
6	Chumacera tipo silleta 3/4 in	2
5	Tubo estructural cuadrado 40 x 40 x 2 mm	1m
4	Ángulo estructural 50 x 50 x 2 mm	9m
3	Plancha de acero A304 1220 x 2440 x 2 mm	1
2	Eje macizo de acero A304 (1 1/8 in x 1300 mm)	1
1	Eje macizo de acero A304 ( 3/4 in x 1300 mm)	3

Item	Descripción	Cantidad
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 		
Dib.	Fecha	Nombres
Rev.		
Apro.		
Escala:		Proyecto
Formato		N° de plano
A3		Tolerancia:
		Unidad dimensional
		Denominación
		Lista de materiales mecánicos
		UTC - MM - 001

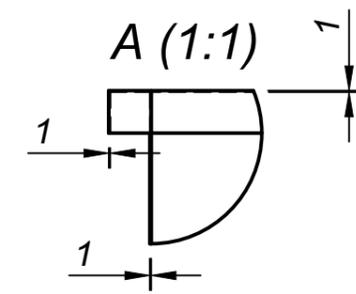
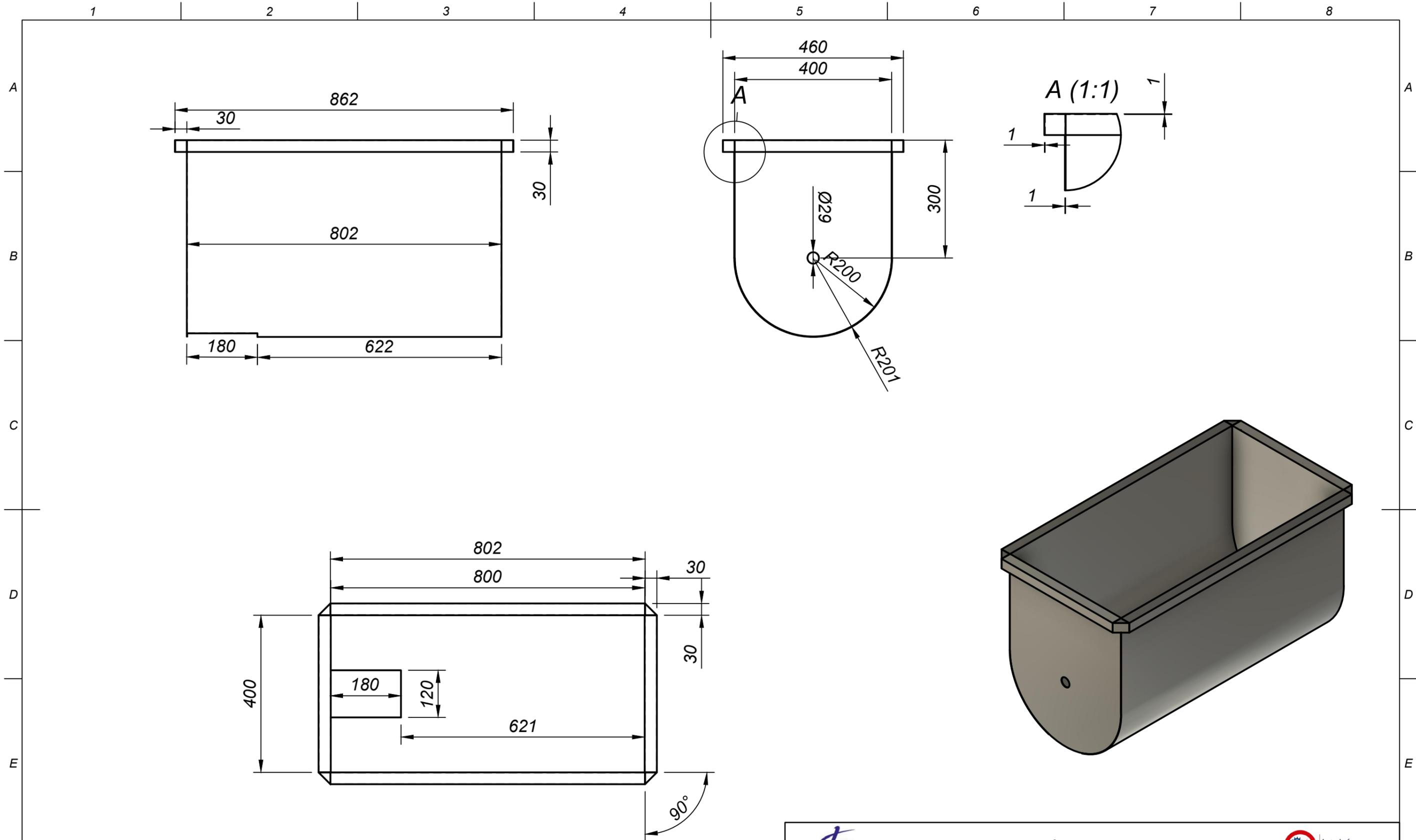


9	Tablero de conexiones	UTC-MM-011
8	Cubierta de motor	UTC-MM-010
7	Seguro de tapa	UTC-MM-009
6	Sistema de descarga	UTC-MM-008
5	Cubierta del sistema de transmisión	UTC-MM-007
4	Tapa de recipiente de mezcla	UTC-MM-006
3	Estructura base	UTC-MM-005
2	Sistema de mezcla	UTC-MM-004
1	Recipiente de mezcla	UTC-MM-003
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código de plano</b>

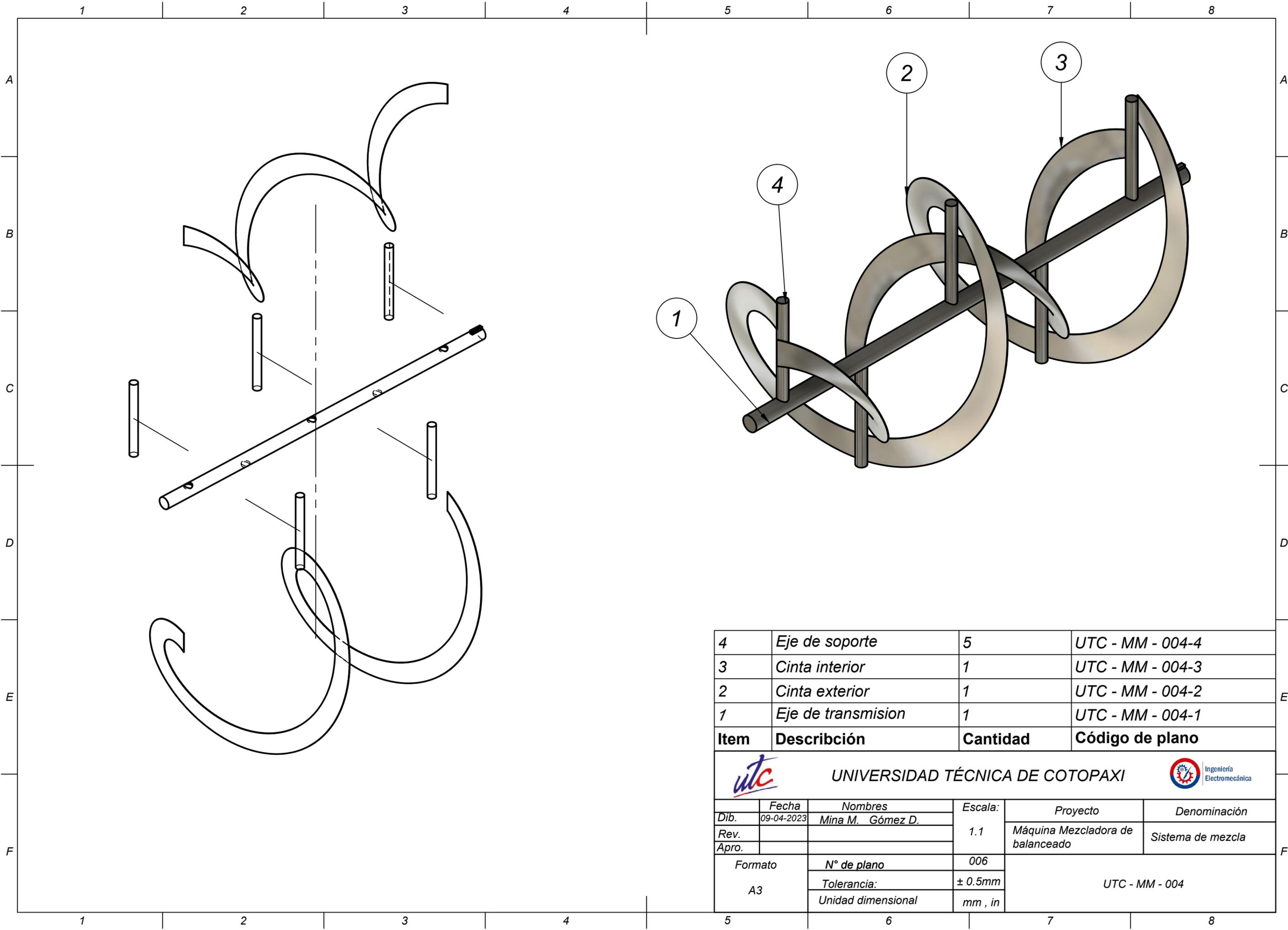
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación	
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.		1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Piezas de ensamble
Apro.						
Formato		N° de plano	002	<b>UTC - MM - 002</b>		
A3		Tolerancia:	± 0.5mm			
		Unidad dimensional	mm , in			



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Dimensiones generales
Apro.					
Formato		N° de plano	003	UTC - MM - 002-1	
A3		Tolerancia:	± 0.5mm		
		Unidad dimensional	mm , in		

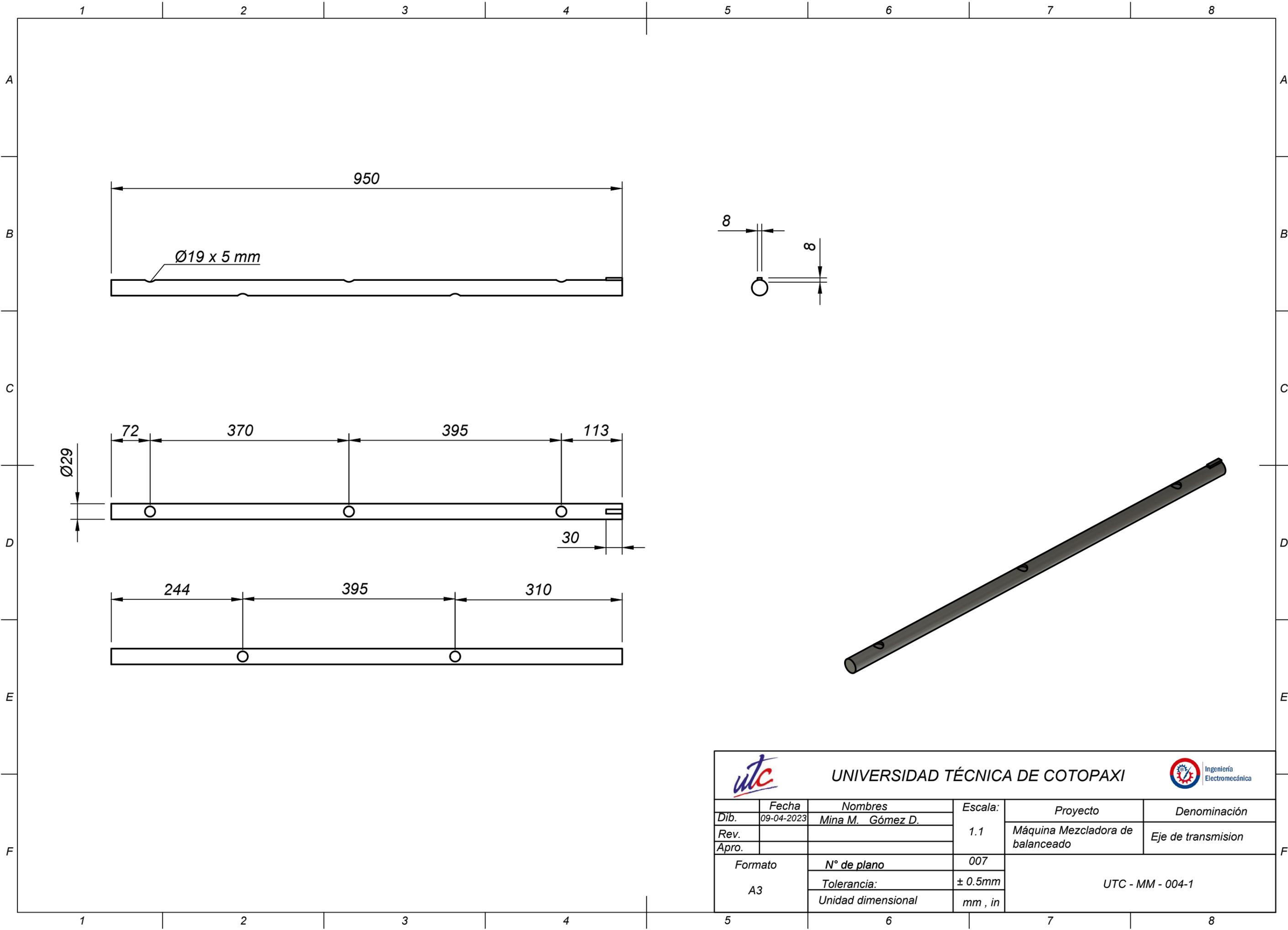


		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación	
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Recipiente de mezcla	
Apro.						
Formato		N° de plano	004	UTC - MM - 003		
A3		Tolerancia:	± 0.5mm			
		Unidad dimensional	mm , in			

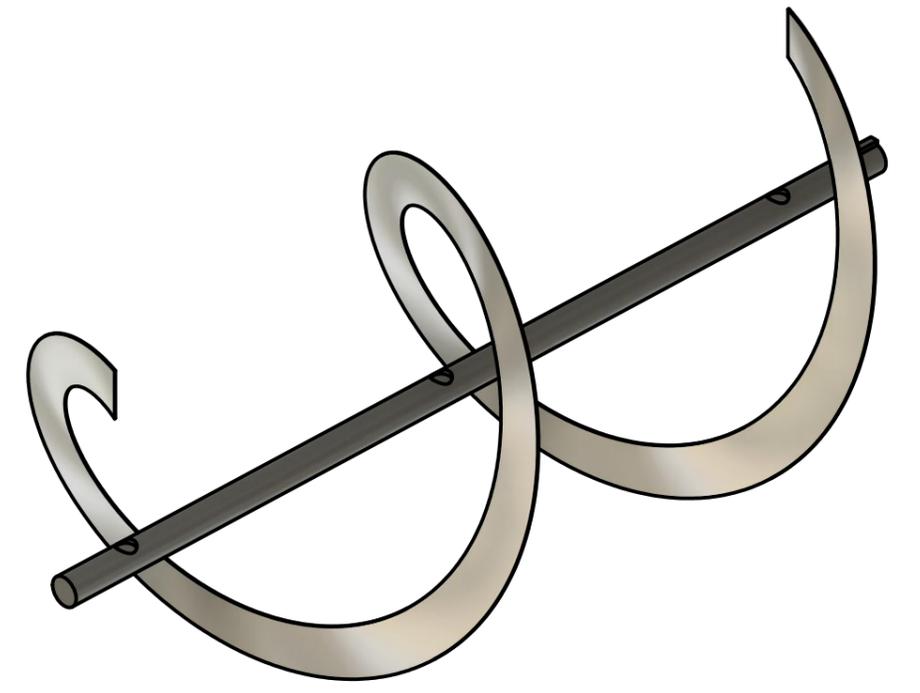
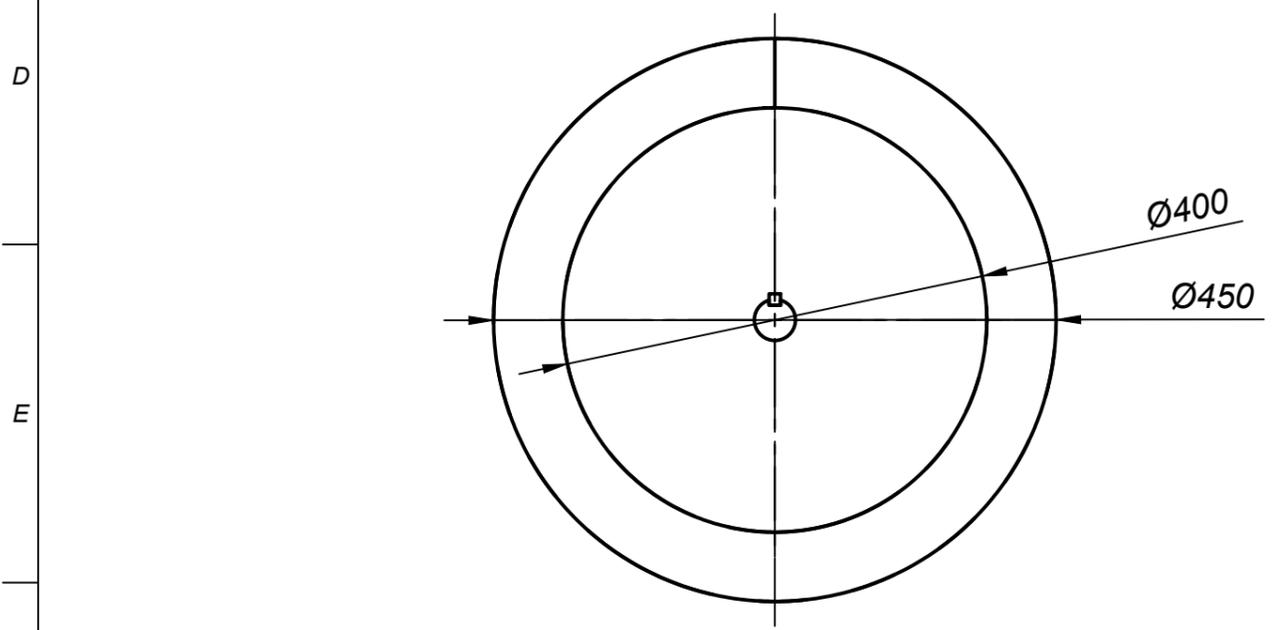
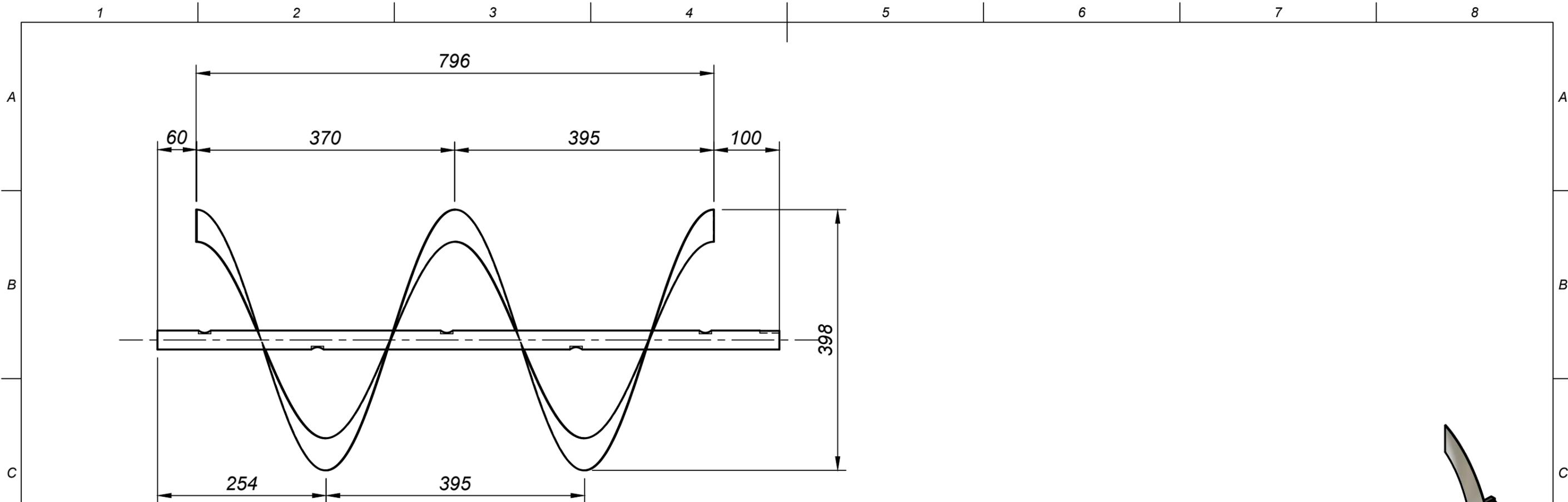


4	Eje de soporte	5	UTC - MM - 004-4
3	Cinta interior	1	UTC - MM - 004-3
2	Cinta exterior	1	UTC - MM - 004-2
1	Eje de transmision	1	UTC - MM - 004-1
Item	Descripción	Cantidad	Código de plano

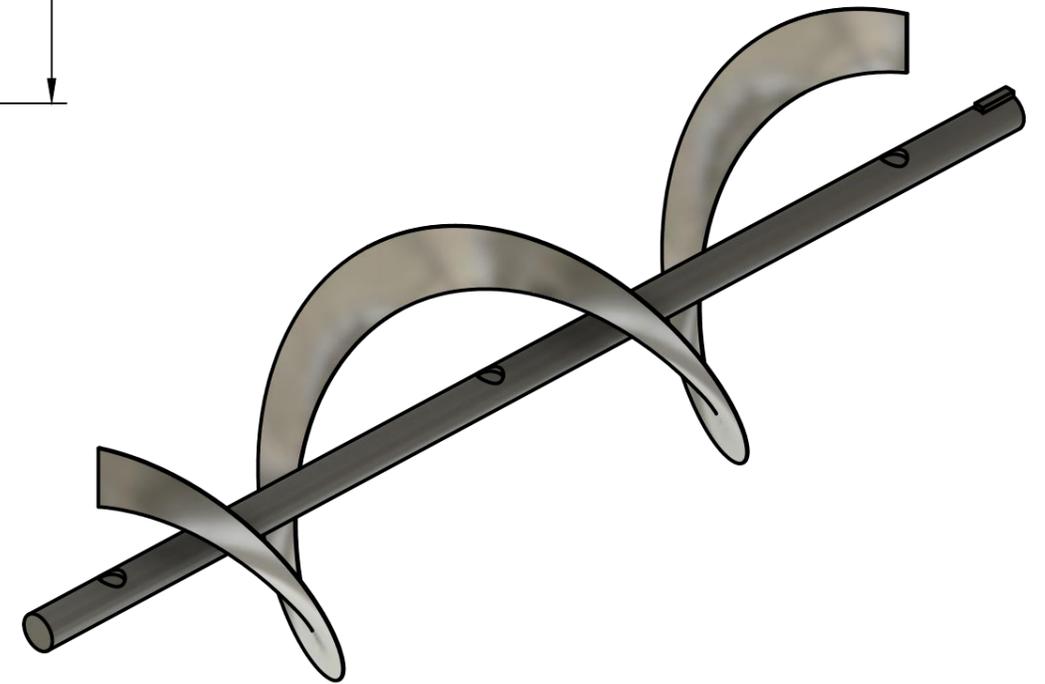
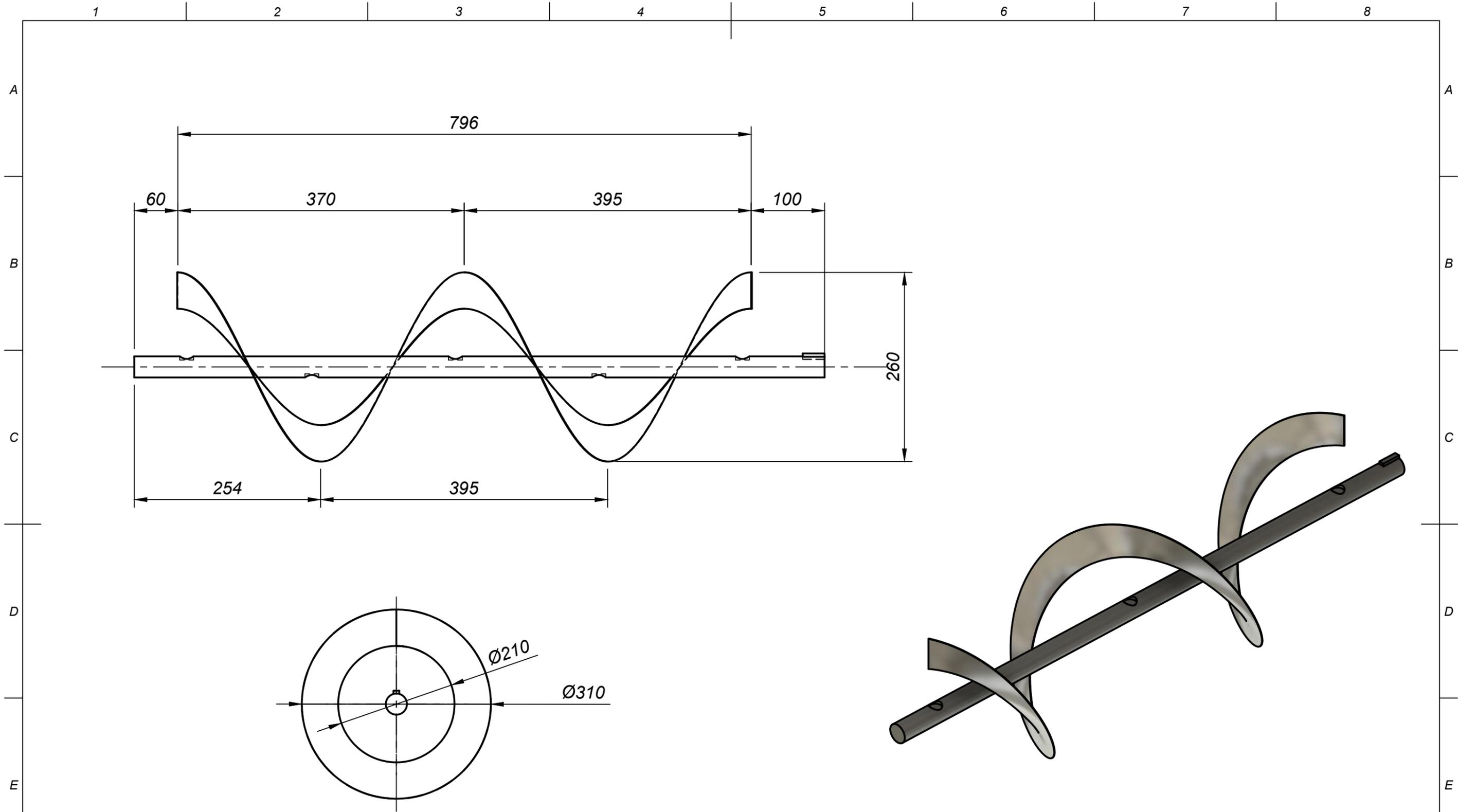
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación	
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.		1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Sistema de mezcla
Apro.						
Formato		N° de plano	006	UTC - MM - 004		
A3		Tolerancia:	± 0.5mm			
		Unidad dimensional	mm , in			



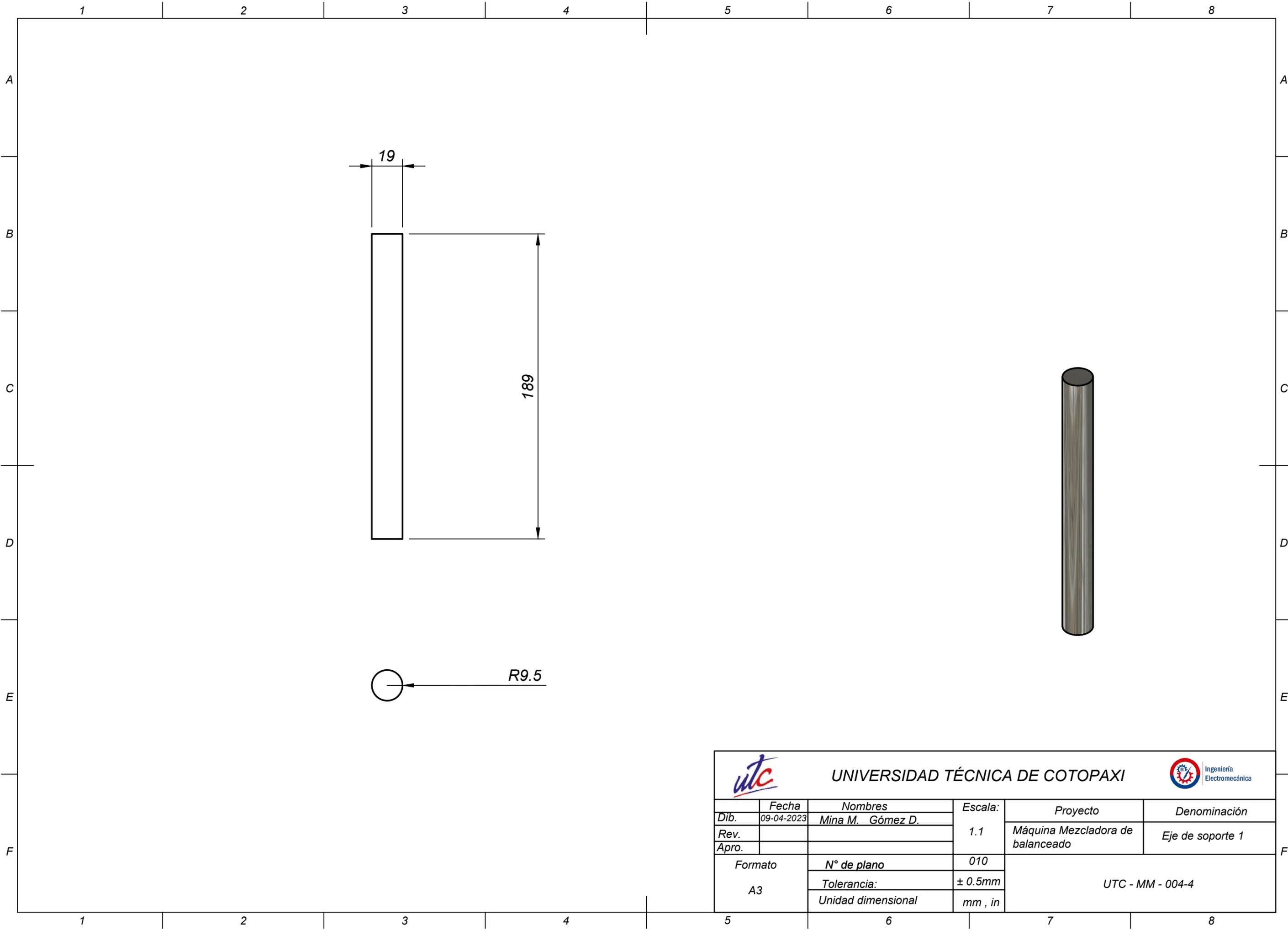
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>		
Dib. 09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Eje de transmision		
Rev.						
Apro.						
<i>Formato</i>	<i>N° de plano</i>	007	UTC - MM - 004-1			
A3	<i>Tolerancia:</i>	$\pm 0.5\text{mm}$				
	<i>Unidad dimensional</i>	mm , in				



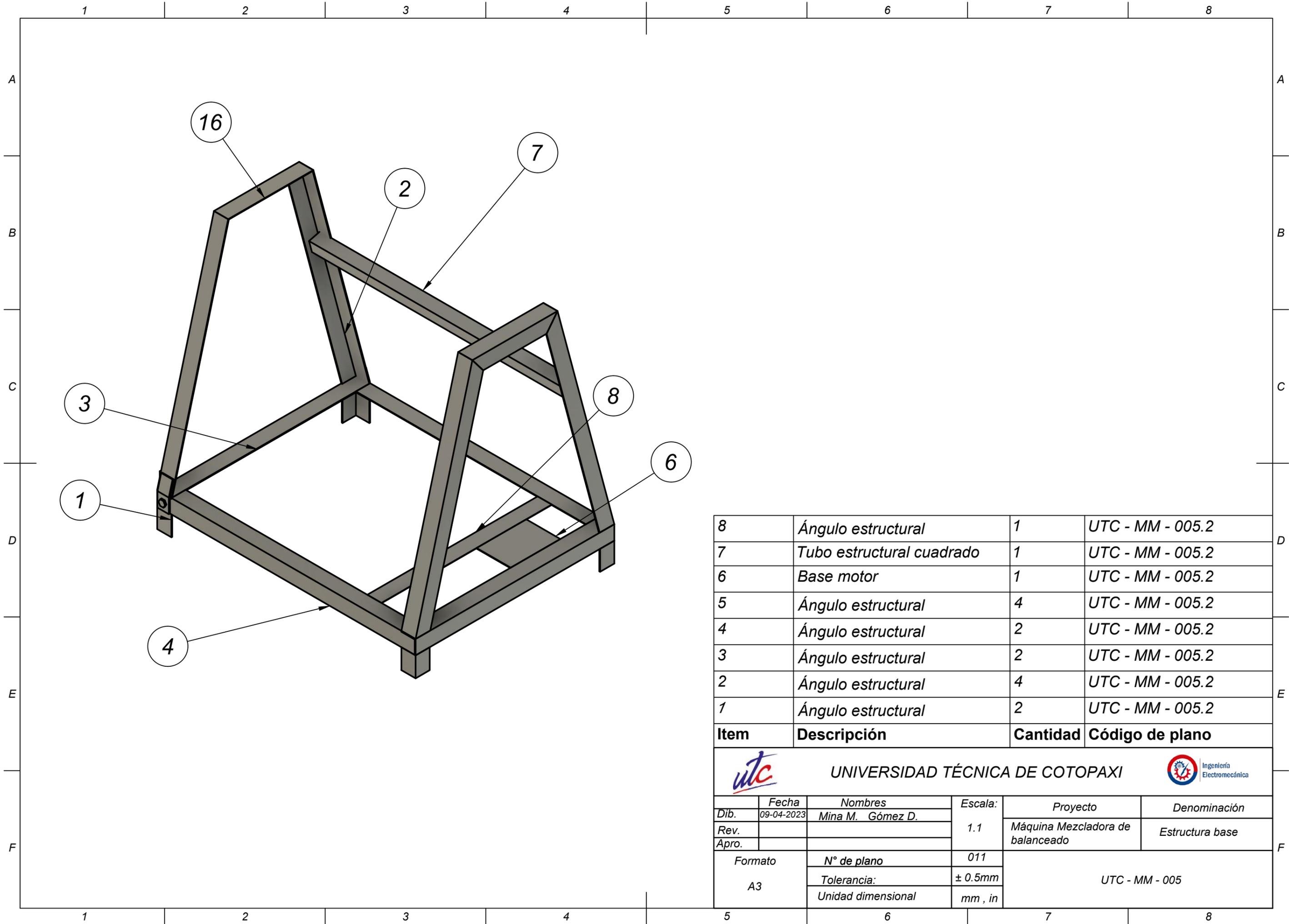
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				Ingeniería Electromecánica			
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación	UTC - MM - 004-2			
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.					1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Cinta exterior
Apro.									
Formato		N° de plano	008						
A3		Tolerancia:	± 0.5mm						
		Unidad dimensional	mm , in						



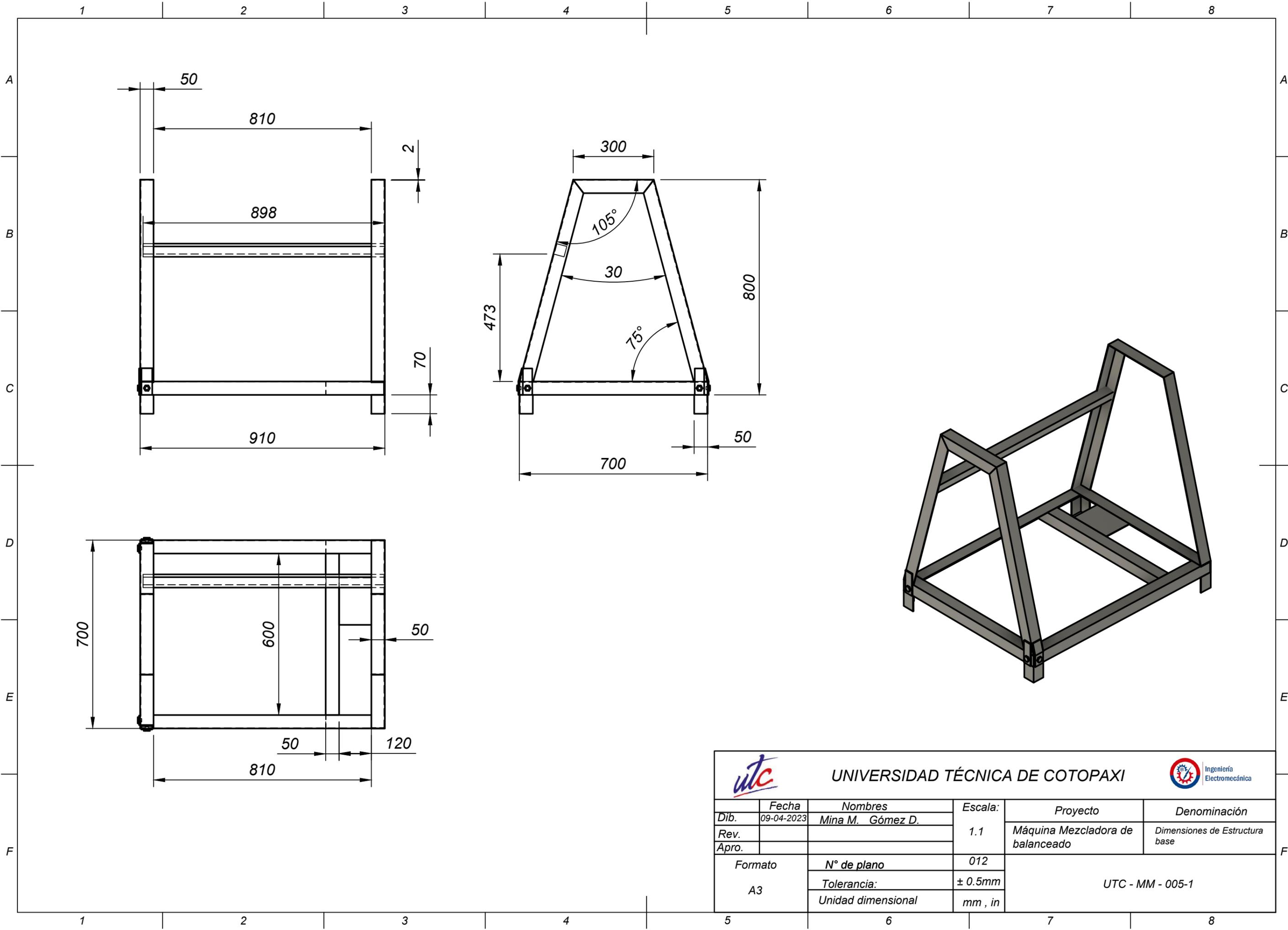
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Dib.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>	
<i>Rev.</i>	09-04-2023	Mina M. Gómez D.		1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Cinta interior
<i>Apro.</i>						
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>		UTC - MM - 004-3		
A3		Tolerancia:				
		Unidad dimensional				
		009				
		± 0.5mm				
		mm , in				



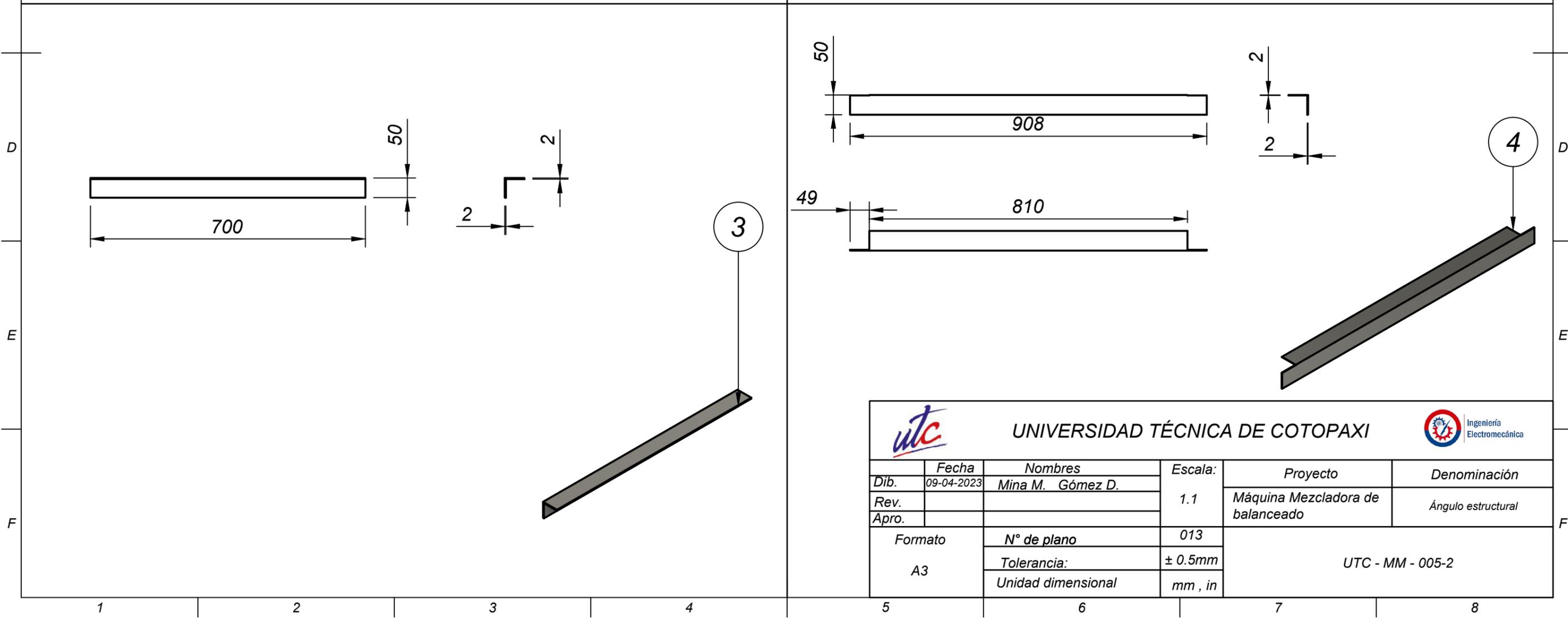
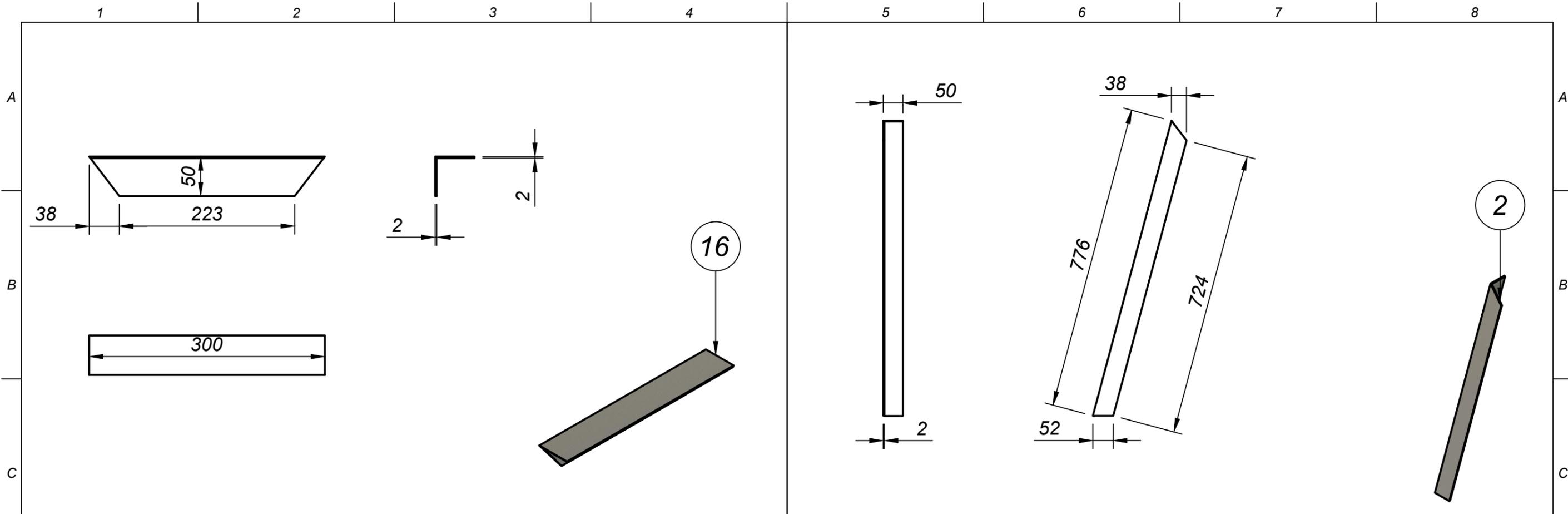
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>		
<i>Dib.</i>	<i>Mina M. Gómez D.</i>			<i>Máquina Mezcladora de balanceado</i>	<i>Eje de soporte 1</i>	
<i>Rev.</i>						
<i>Apro.</i>						
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>	<i>010</i>	<i>UTC - MM - 004-4</i>		
<i>A3</i>		<i>Tolerancia:</i>	<i>± 0.5mm</i>			
		<i>Unidad dimensional</i>	<i>mm , in</i>			



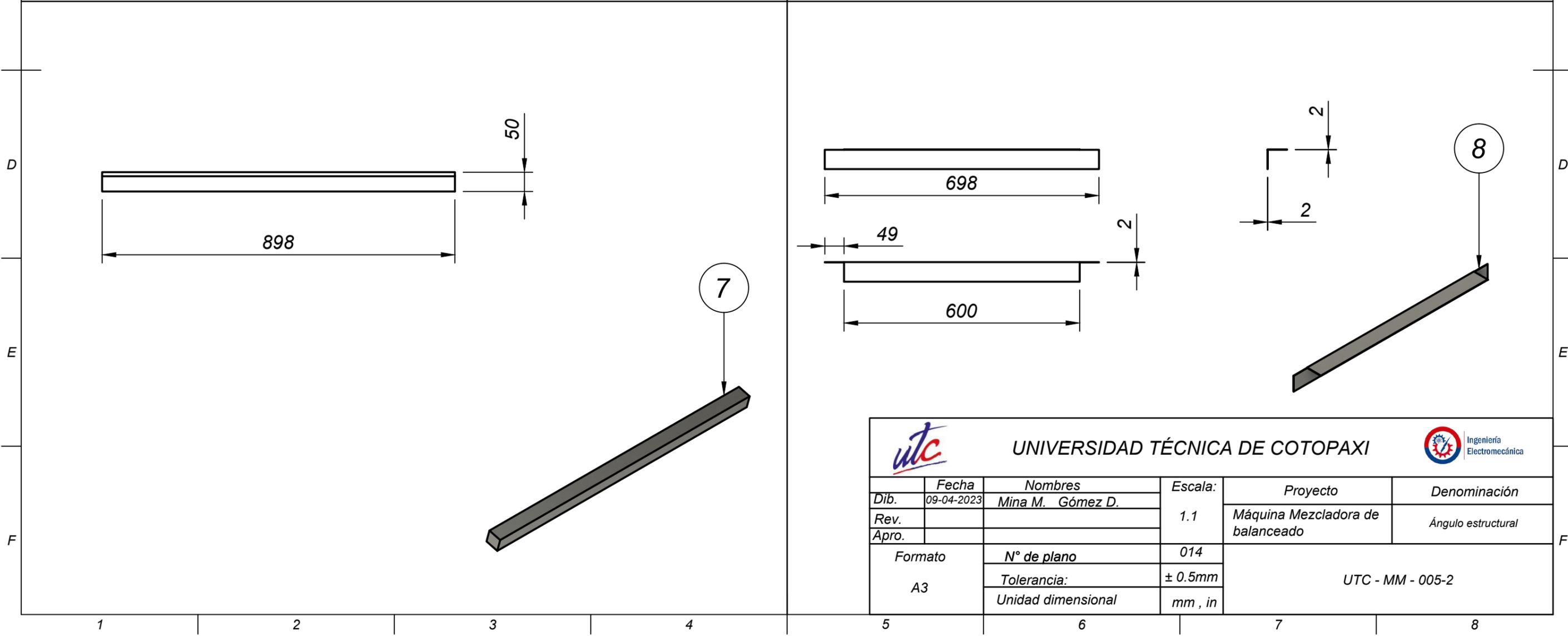
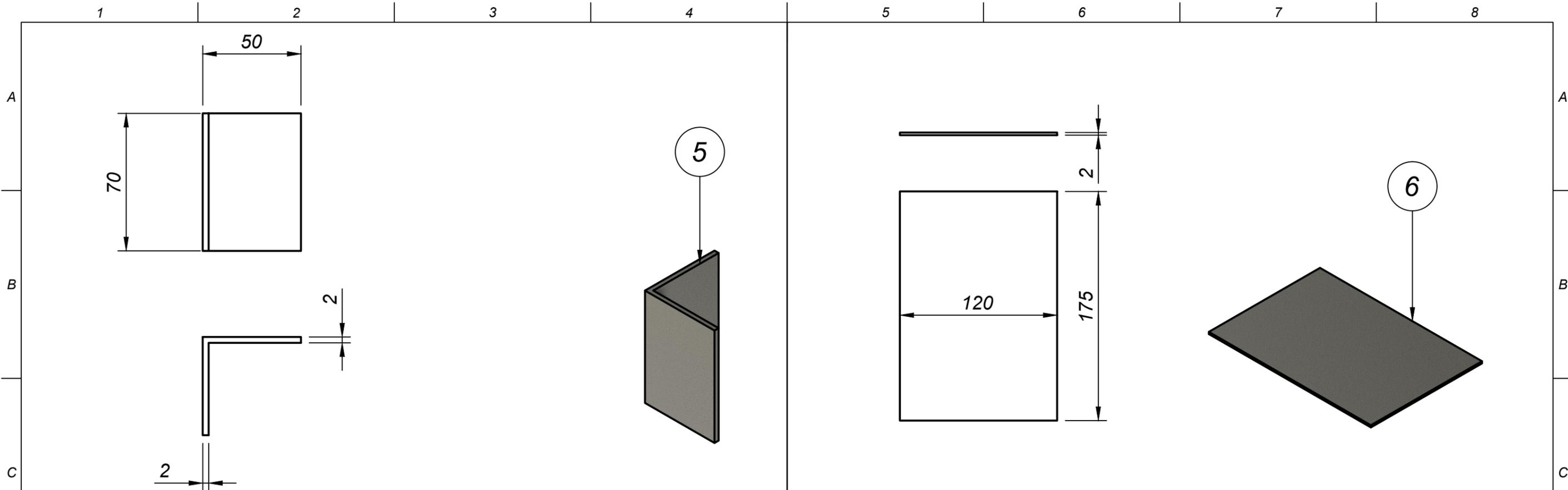
8	Ángulo estructural	1	UTC - MM - 005.2		
7	Tubo estructural cuadrado	1	UTC - MM - 005.2		
6	Base motor	1	UTC - MM - 005.2		
5	Ángulo estructural	4	UTC - MM - 005.2		
4	Ángulo estructural	2	UTC - MM - 005.2		
3	Ángulo estructural	2	UTC - MM - 005.2		
2	Ángulo estructural	4	UTC - MM - 005.2		
1	Ángulo estructural	2	UTC - MM - 005.2		
Item	Descripción	Cantidad	Código de plano		
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 					
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Estructura base
Apro.					
Formato		N° de plano	011	UTC - MM - 005	
A3		Tolerancia:	± 0.5mm		
		Unidad dimensional	mm , in		



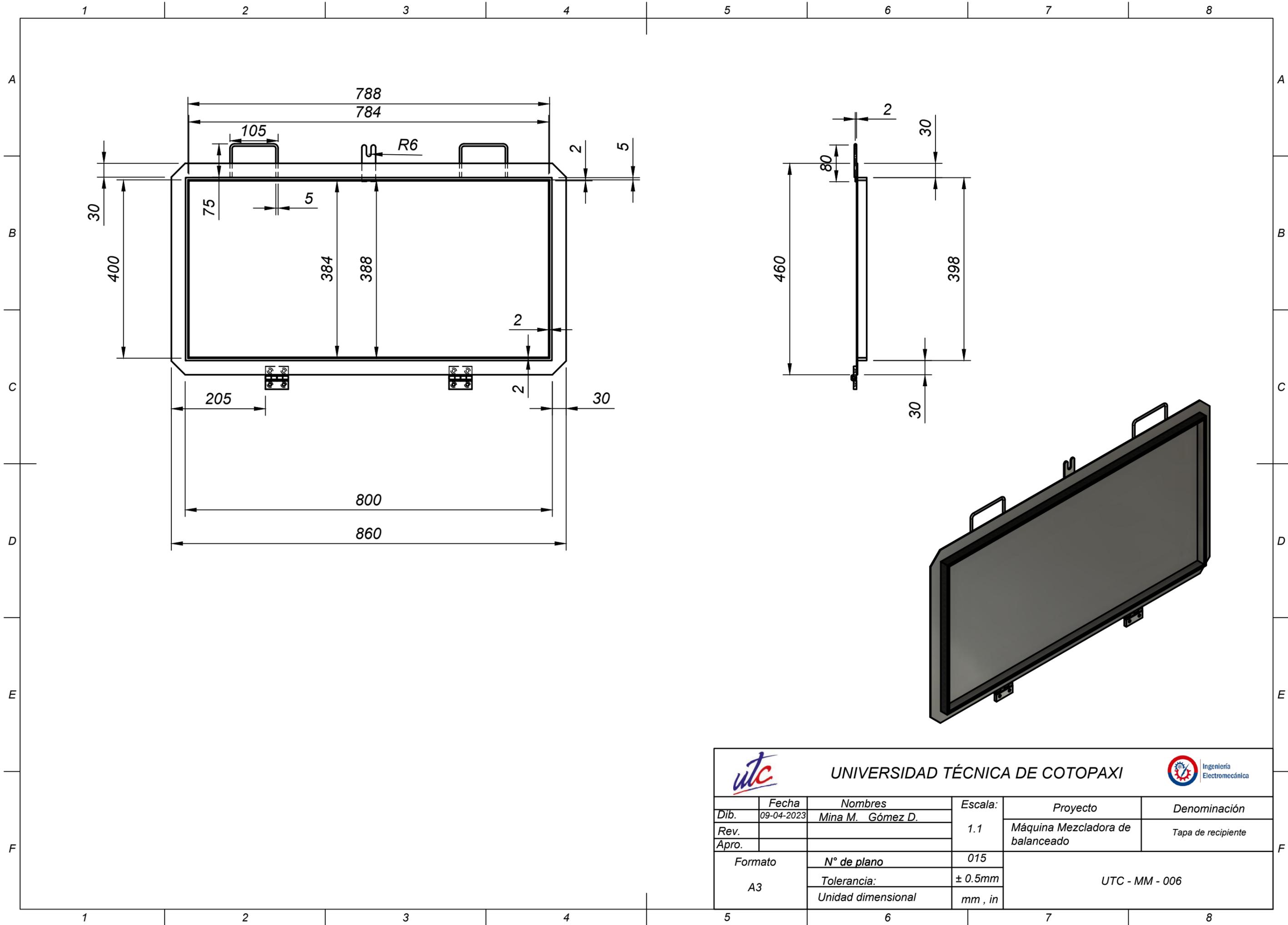
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Dib.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>	
	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Dimensiones de Estructura base	
<i>Rev.</i>						
<i>Apro.</i>						
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>	012	UTC - MM - 005-1		
A3		<i>Tolerancia:</i>	± 0.5mm			
		<i>Unidad dimensional</i>	mm , in			



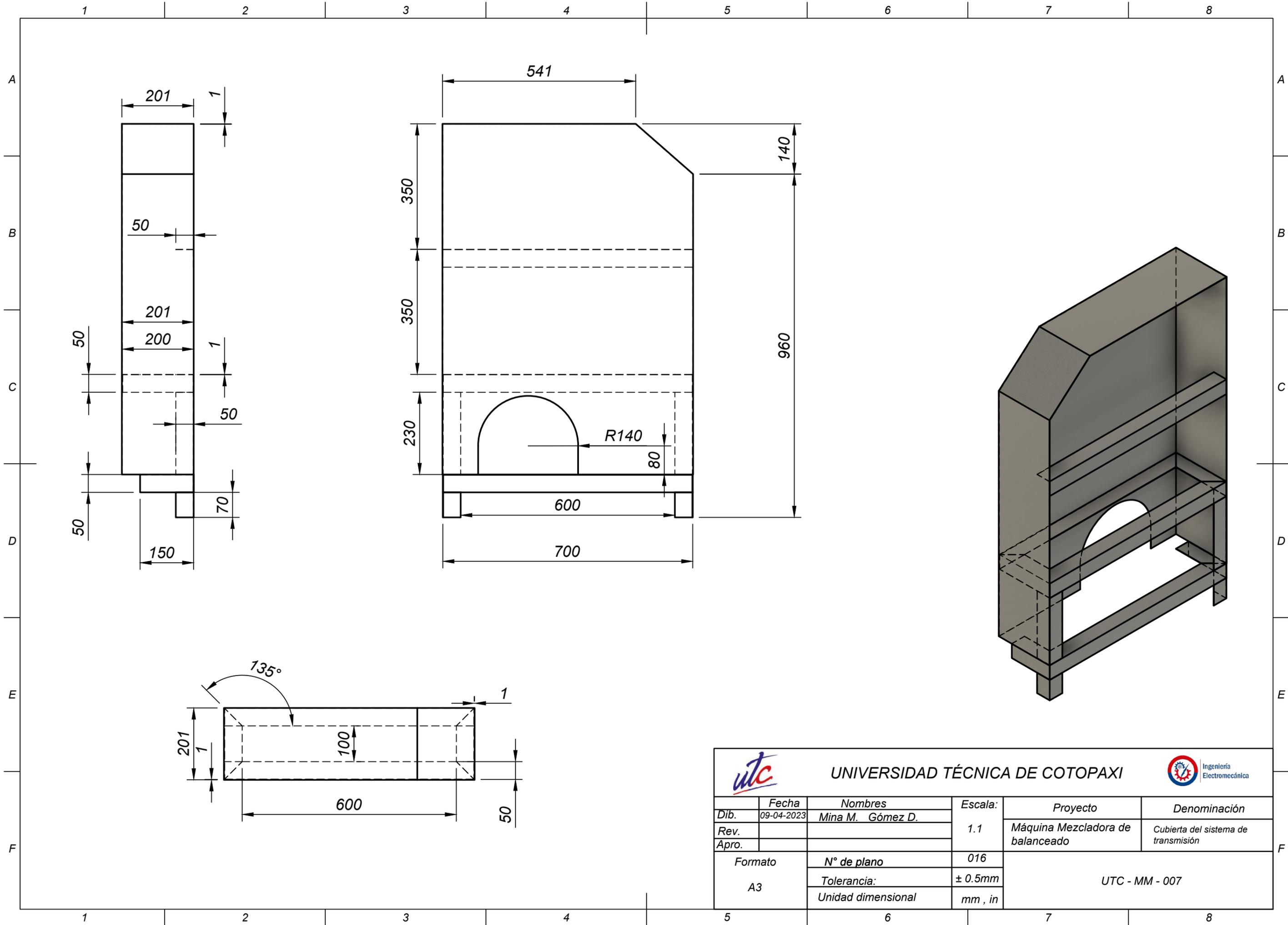
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Ángulo estructural
Apro.					
Formato		N° de plano	013	UTC - MM - 005-2	
A3		Tolerancia:	± 0.5mm		
		Unidad dimensional	mm , in		



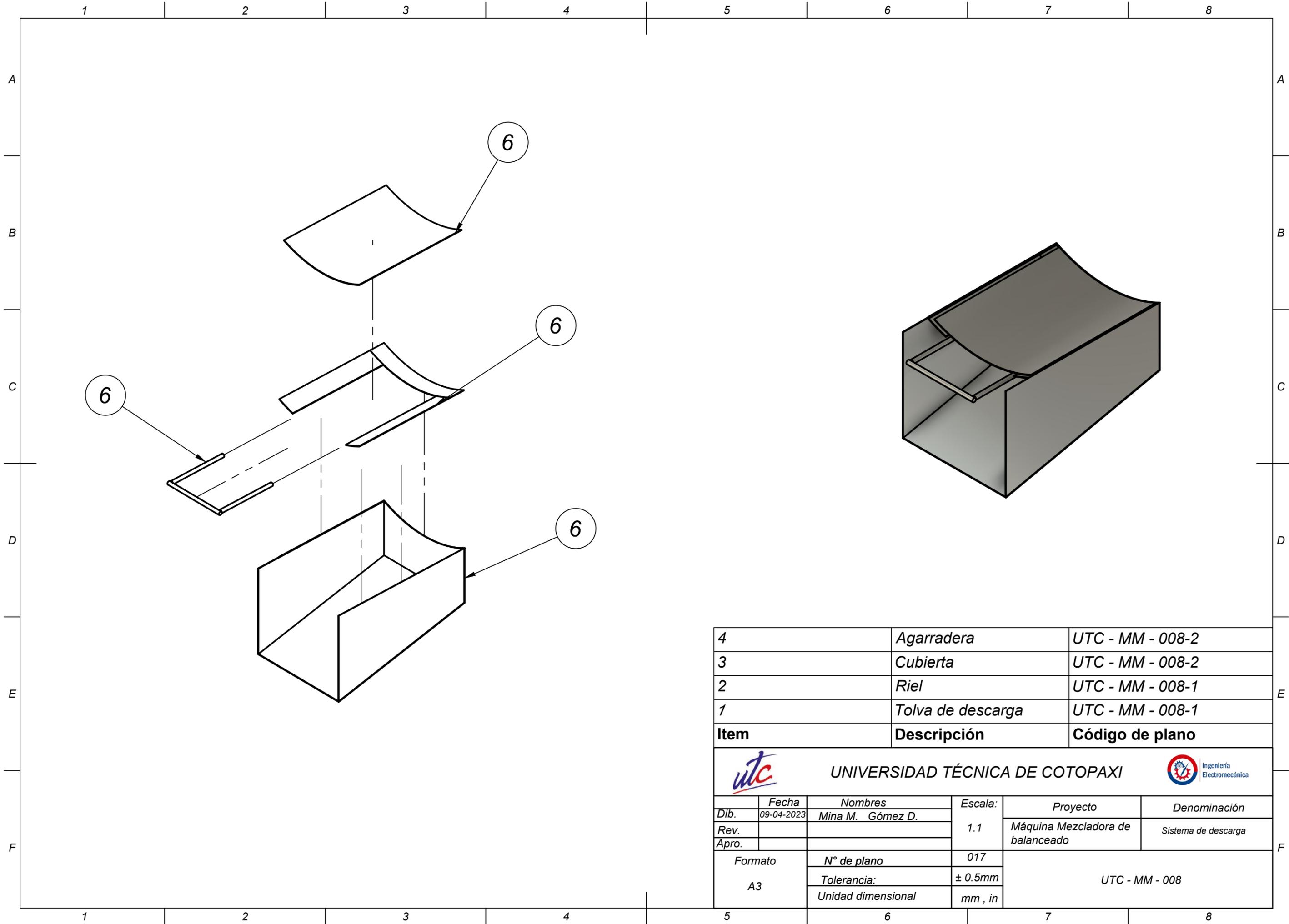
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>	
Dib. 09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Ángulo estructural	
Rev.					
Apro.					
<i>Formato</i>	<i>N° de plano</i>	014		UTC - MM - 005-2	
A3	<i>Tolerancia:</i>	± 0.5mm			
	<i>Unidad dimensional</i>	mm , in			



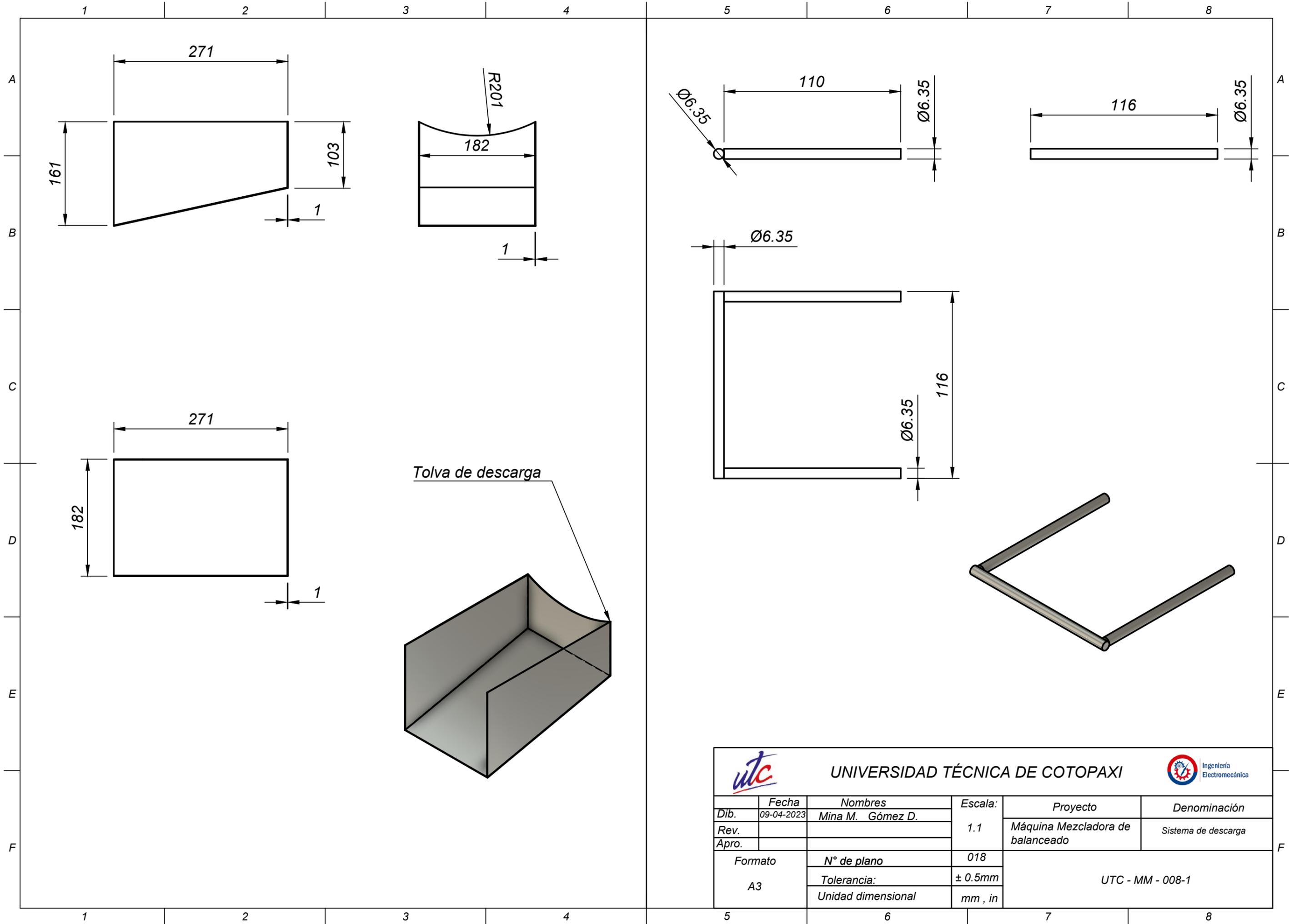
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>					
<i>Dib.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>		
<i>Rev.</i>	09-04-2023	Mina M. Gómez D.		1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Tapa de recipiente	
<i>Apro.</i>							
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>		<i>015</i>			
A3		<i>Tolerancia:</i>		± 0.5mm			
		<i>Unidad dimensional</i>		mm , in			
				<b>UTC - MM - 006</b>			



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Dib.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>	
	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Cubierta del sistema de transmisión	
<i>Rev.</i>						
<i>Apro.</i>						
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>		UTC - MM - 007		
A3		Tolerancia:				
		Unidad dimensional				
		016				
		± 0.5mm				
		mm , in				

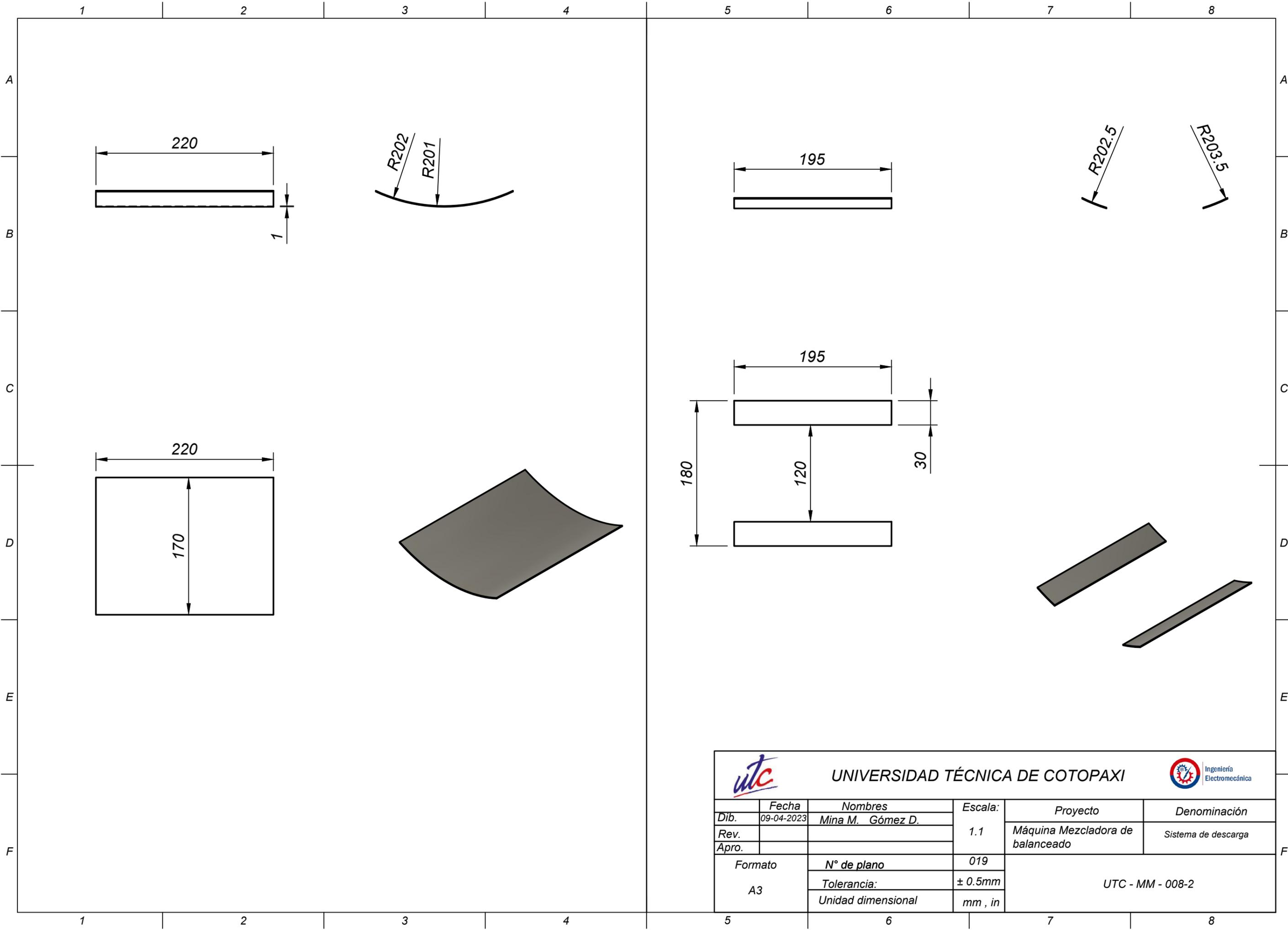


4	Agarradera	UTC - MM - 008-2			
3	Cubierta	UTC - MM - 008-2			
2	Riel	UTC - MM - 008-1			
1	Tolva de descarga	UTC - MM - 008-1			
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código de plano</b>			
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> 					
<i>Dib.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i> 1.1	<i>Proyecto</i> Máquina Mezcladora de balanceado	<i>Denominación</i> Sistema de descarga
<i>Rev.</i>	09-04-2023	Mina M. Gómez D.			
<i>Apro.</i>					
<i>Formato</i>	<i>N° de plano</i>			017	UTC - MM - 008
A3	<i>Tolerancia:</i>		± 0.5mm		
	<i>Unidad dimensional</i>		mm , in		

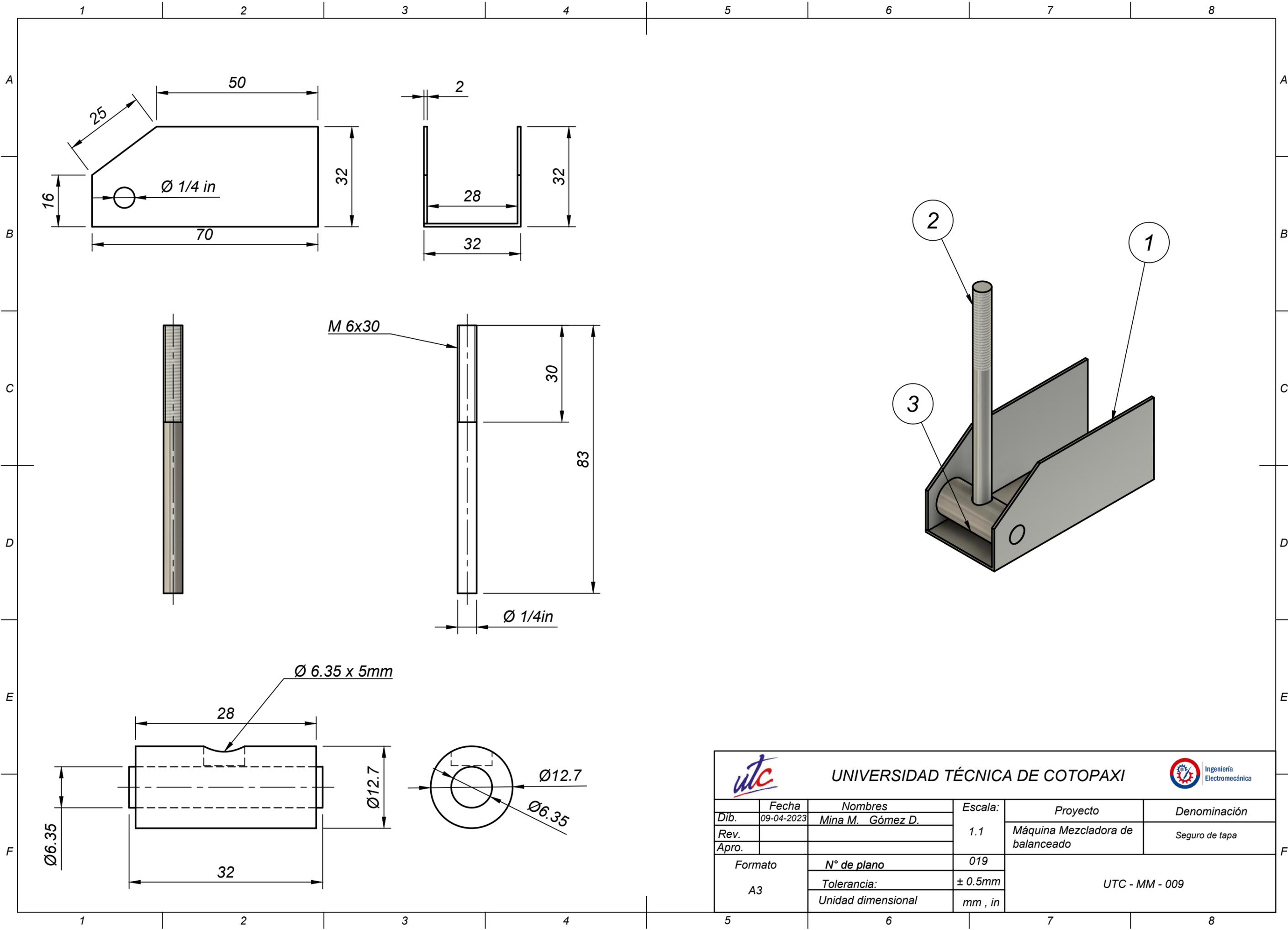


Tolva de descarga

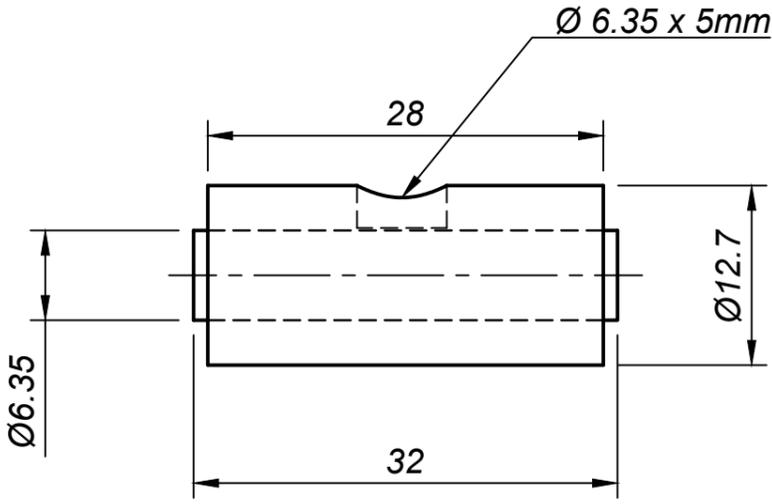
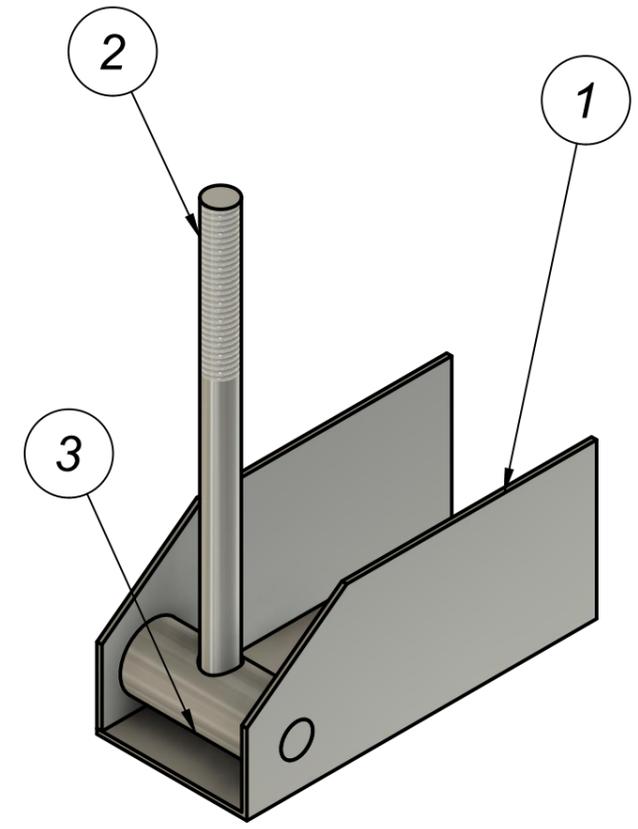
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación	
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.		1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Sistema de descarga
Apro.						
Formato		N° de plano	018	UTC - MM - 008-1		
A3		Tolerancia:	± 0.5mm			
		Unidad dimensional	mm , in			



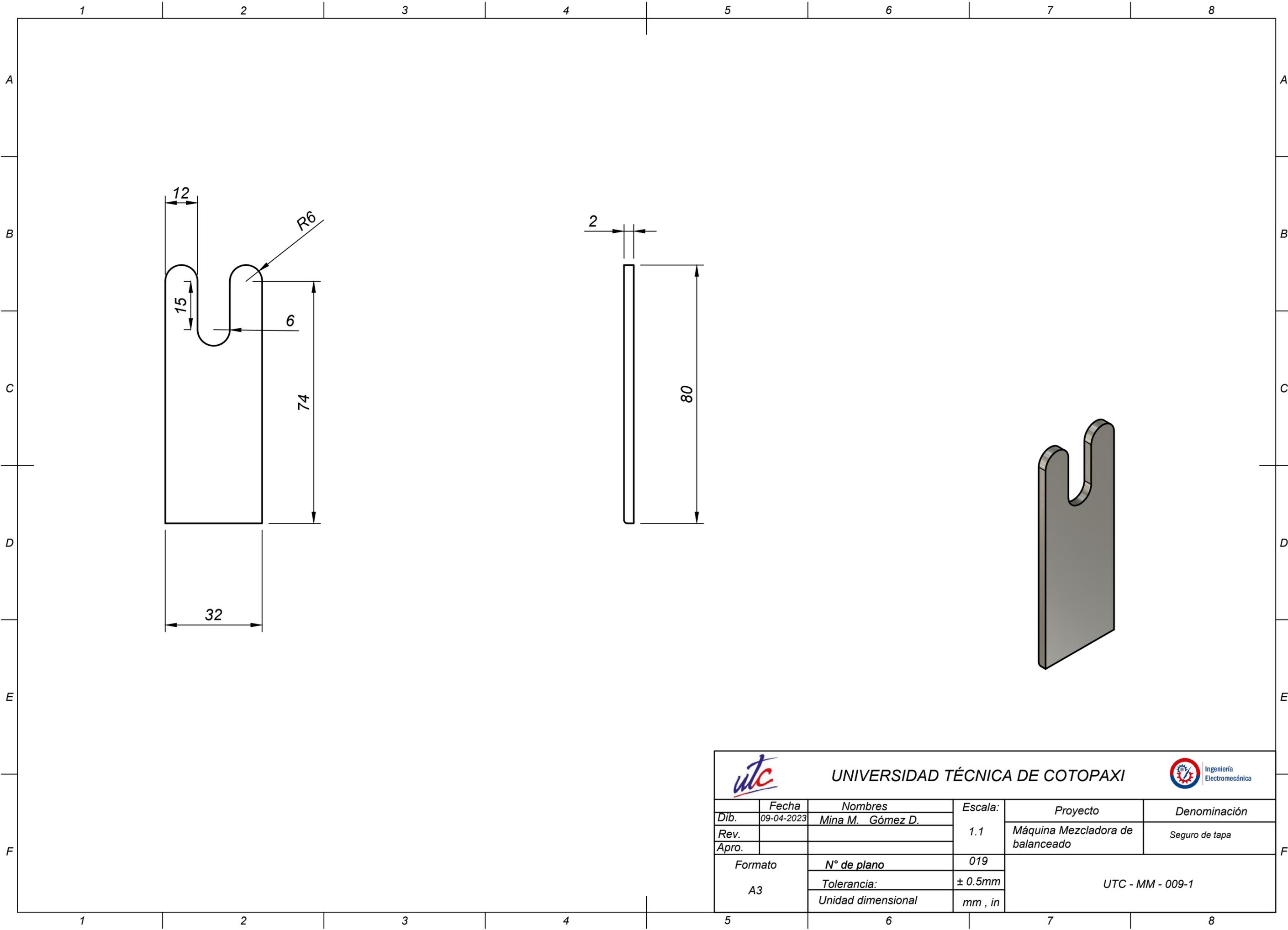
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>		
<i>Dib.</i>	<i>Mina M. Gómez D.</i>			1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Sistema de descarga
<i>Rev.</i>						
<i>Apro.</i>		<i>Formato</i>	<i>N° de plano</i>	UTC - MM - 008-2		
		A3	<i>Tolerancia:</i>			± 0.5mm
			<i>Unidad dimensional</i>			mm , in



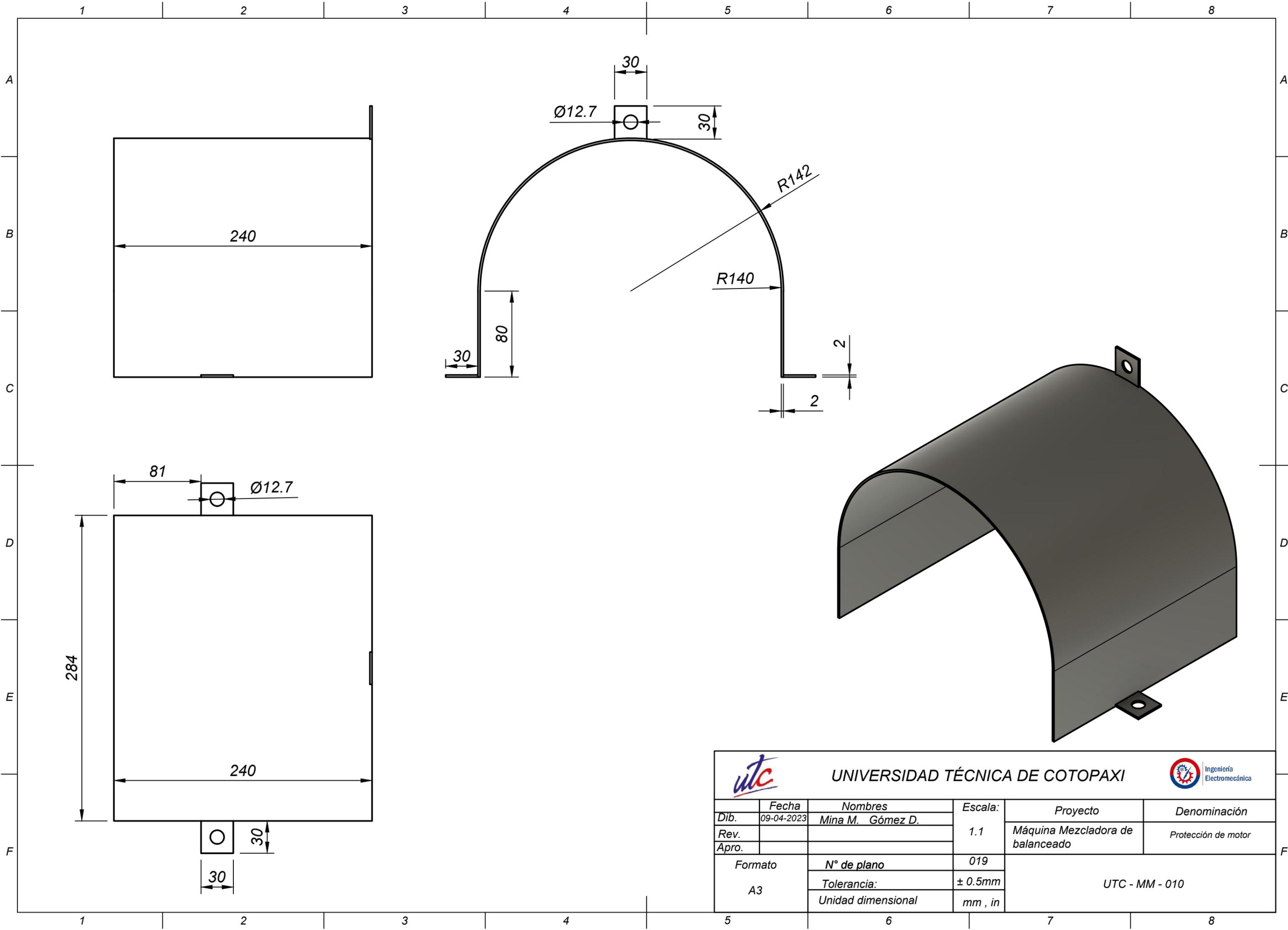
M 6x30



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación	
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Seguro de tapa	
Apro.						
Formato		N° de plano	019	UTC - MM - 009		
A3		Tolerancia:	$\pm 0.5mm$			
		Unidad dimensional	mm , in			

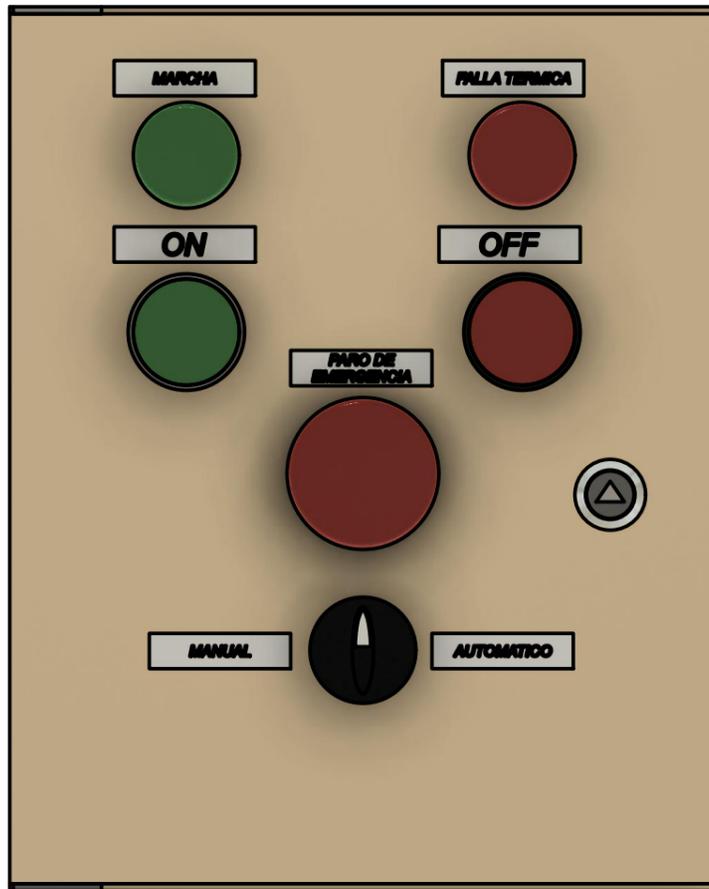


		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>		
<i>Dib.</i>	<i>Mina M. Gómez D.</i>		1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Seguro de tapa	
<i>Rev.</i>						
<i>Apro.</i>						
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>	UTC - MM - 009-1			
A3		<i>Tolerancia:</i>				
		<i>Unidad dimensional</i>				
		019				
		± 0.5mm				
		mm , in				

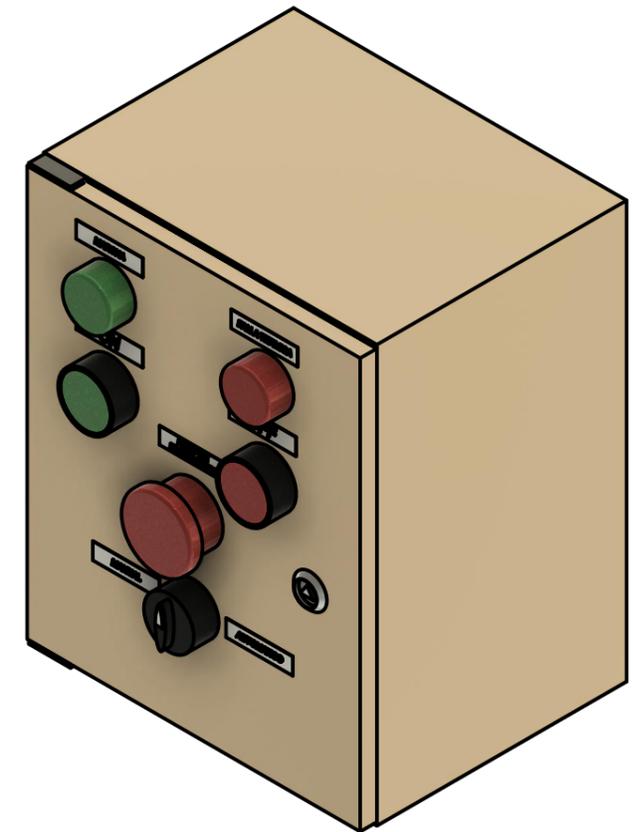
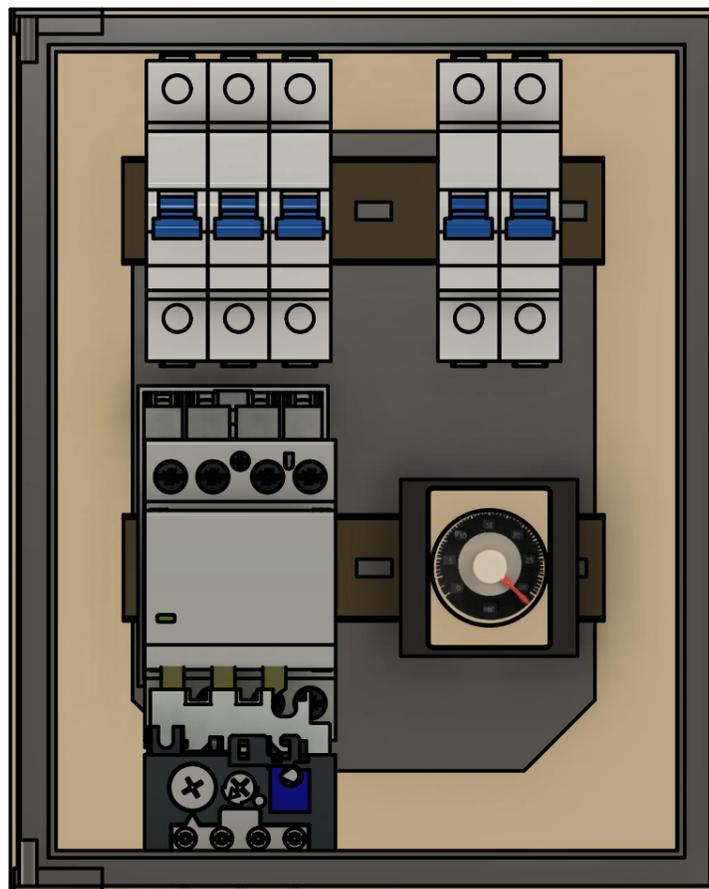


		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>		
Dib. 09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Protección de motor		
Rev.						
Apro.						
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>		<b>UTC - MM - 010</b>		
A3		019				
		± 0.5mm				
		<i>Unidad dimensional</i>		mm , in		

EXTERNAL LAYOUT  
FRONTAL EXTERIOR

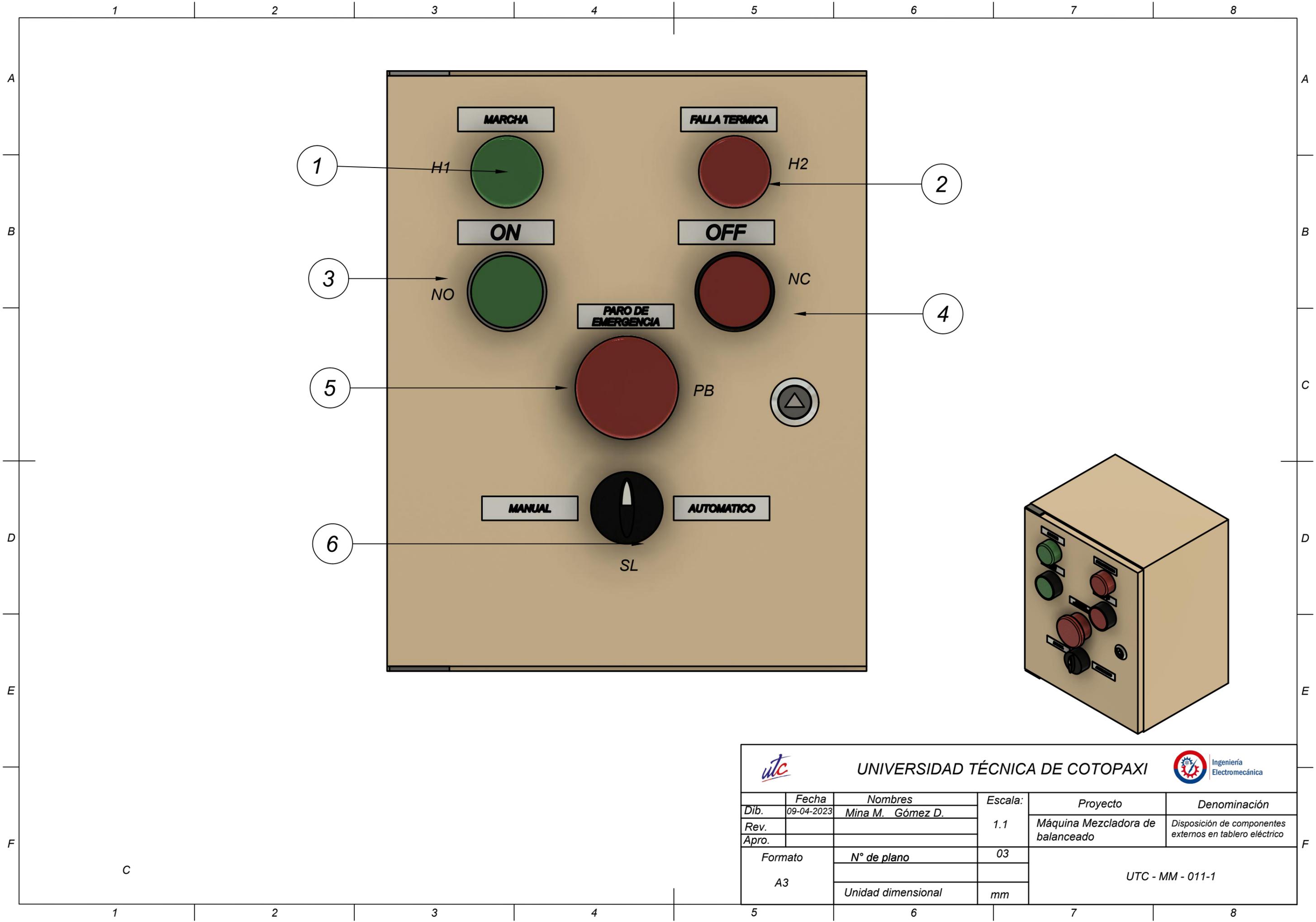


FRONTAL INTERIOR

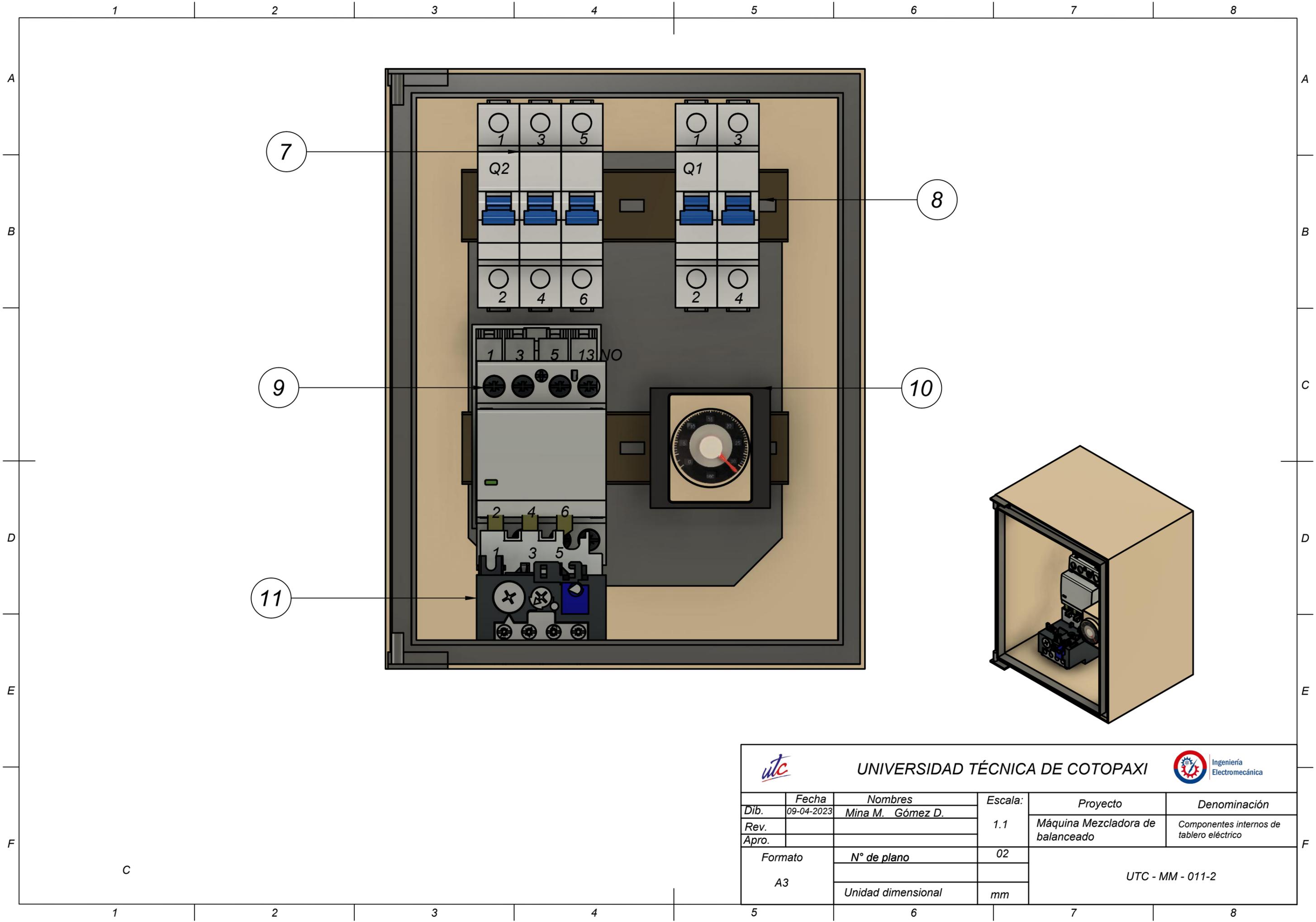


11	Relé térmico tipo NR2 23 a 32 A	1
10	Temporizador 1s/30s/1min/30min 220V	1
9	Contactador AC trifásico 2NO+2NC (EBASSE)	1
8	Interruptor termomagnético Bifásico 10A	1
7	Interruptor termomagnético trifásico 32A	1
6	Selector 2 posiciones 1NO 110/220V	1
5	Pulsador Hongo Sin Retenida 1NC 110/220V	1
4	Pulsador rojo 1NC 110/220V	1
3	Pulsador verde 1NO 110/220V	1
2	Luz Piloto (led rojo) 110/220V	1
1	Luz Piloto (led verde) 110/220V	1

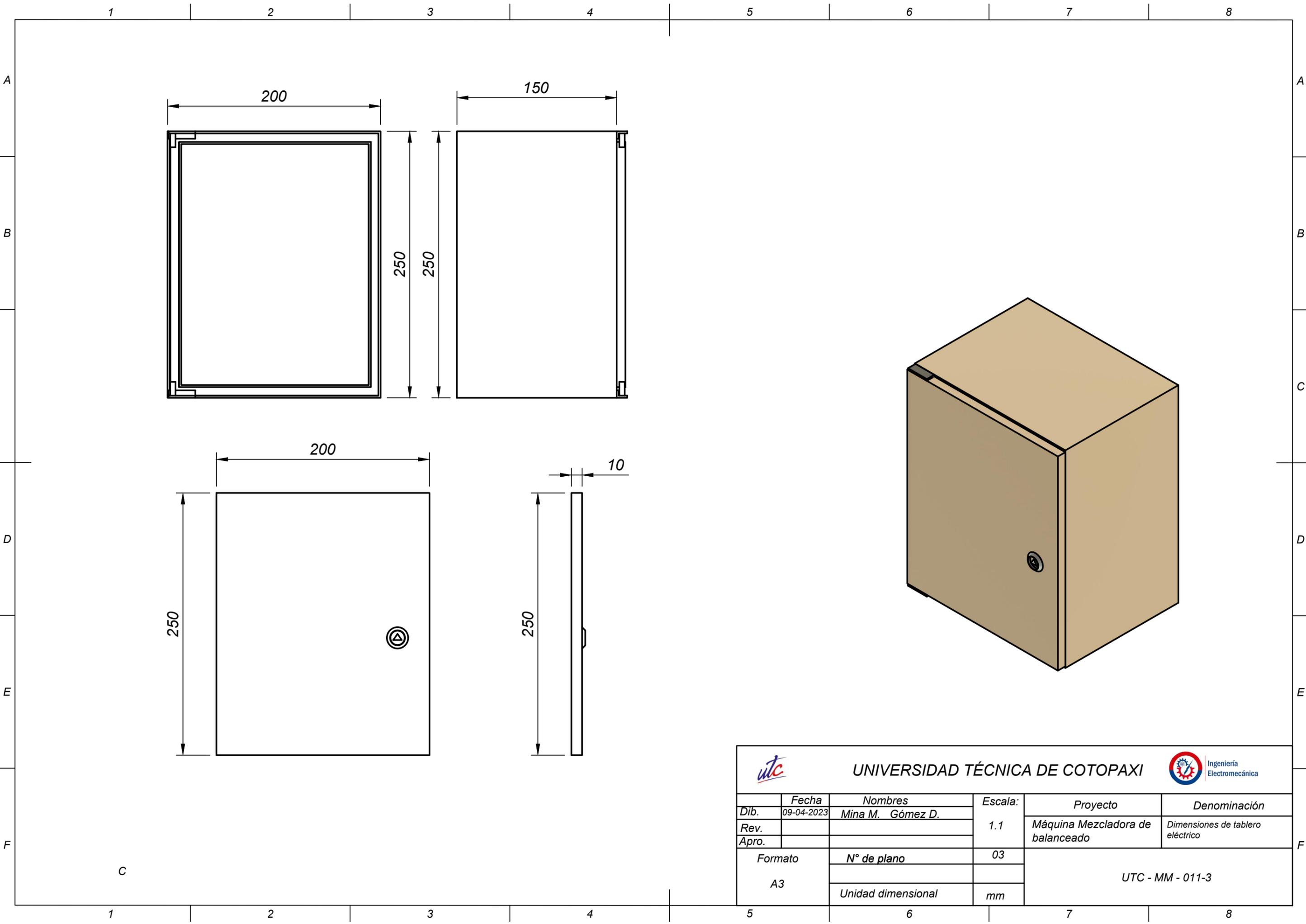
Item	Descripción	Cantidad			
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>  Ingeniería Electromecánica					
Dib.	Fecha	Nombres	Escala:	Proyecto	Denominación
Rev.	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Componentes eléctricos
Apro.					
Formato	N° de plano		01	UTC - MM - 011	
A3	Unidad dimensional		mm		



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>		
Dib. 09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Disposición de componentes externos en tablero eléctrico		
Rev.						
Apro.		03	UTC - MM - 011-1			
<i>Formato</i>	<i>N° de plano</i>					
A3		<i>Unidad dimensional</i>	mm			



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Dib.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>	
	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Componentes internos de tablero eléctrico	
<i>Rev.</i>						
<i>Apro.</i>						
<i>Formato</i>	<i>N° de plano</i>		02	UTC - MM - 011-2		
A3	<i>Unidad dimensional</i>		mm			



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>				
<i>Dib.</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombres</i>	<i>Escala:</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Denominación</i>	
	09-04-2023	Mina M. Gómez D.	1.1	Máquina Mezcladora de balanceado	Dimensiones de tablero eléctrico	
<i>Rev.</i>						
<i>Apro.</i>						
<i>Formato</i>		<i>N° de plano</i>		<b>UTC - MM - 011-3</b>		
A3						
		<i>Unidad dimensional</i>				
		mm				