



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN MECATRÓNICA

TEMA:

**“MÁQUINA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA PARA  
GATOS DOMÉSTICOS”**

**AUTOR:** Diego Mateo Trejo Chávez

**DIRECTOR:** Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría, MSc.

IBARRA – ECUADOR

# CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN

## CURRICULAR

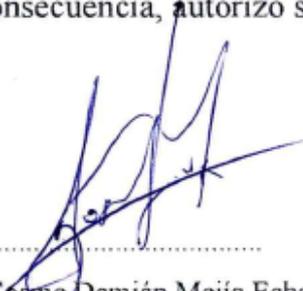
Ibarra, 01 de julio de 2024

Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

### **CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)  .....

Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría

C.C.: 100264281 .....



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003938378		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Trejo Chávez Diego Mateo		
DIRECCIÓN:	Carlos Proaño 17 y Lucila Benalcázar		
EMAIL:	dmtrejoc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0985559521

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Máquina Dosificadora Automática de comida y agua para gatos domésticos
AUTOR (ES):	Trejo Chávez Diego Mateo
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	01/07/2024
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. David Ojeda Peña, PhD Ing. Cosme Mejía Echeverría, MSc

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al día 1 del mes de Julio de 2024

EL AUTOR:

  
.....  
Trejo Chávez Diego Mateo

## DEDICATORIA

A mis queridos padres, Diego y Bethy, por su amor incondicional, pero sobre todo por el apoyo y paciencia que me tuvieron durante todo este proceso. Su ejemplo de perseverancia y trabajo duro ha sido mi mayor inspiración. Sin ellos este trabajo jamás habría sido posible.

A mis apreciados amigos, por su compañía y palabras de aliento que me han ayudado a mantenerme enfocado y motivado. Su amor y lealtad me hicieron comprender que la familia no necesariamente está formada por lazos de sangre.

Y a mis queridas mascotas, quienes fueron mi soporte emocional en muchos de los momentos más difíciles de mi vida, su compañía en las desveladas universitarias fueron mi mayor inspiración para la realización de este trabajo.

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas y entidades que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a mi tutor, el MSc. Cosme Mejía, por su invaluable orientación y apoyo a lo largo de este proyecto. Sus conocimientos y experiencia han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

Agradezco a mis profesores y compañeros tanto de la Universidad Técnica del Norte como de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por su colaboración y apoyo durante mi formación académica. Su camaradería y disposición para compartir conocimientos han sido de gran ayuda.

A mis padres por todo el amor y sabiduría compartida a lo largo de este proceso. Sus palabras de aliento en los momentos difíciles hicieron que este largo camino sea más sencillo de sobrellevar. Este logro es tan suyo como mío.

A todos mis amigos, especialmente Alejandro y Arianna, porque supieron ser aquellos hermanos que me ayudaron a mantener la motivación y el equilibrio en mi vida. A donde sea que vaya los llevaré siempre en mi corazón.

Finalmente, agradezco a mi psicóloga, la Dra. María Torres, quien fue la persona responsable de ayudarme a recobrar las sendas de mi camino cuando me encontraba perdido y me ayudó a volverme la mejor versión de mí mismo.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE GENERAL .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 Objetivo General .....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Justificación .....	2
1.4 Alcance.....	3
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	4
2.1 Estado del arte.....	4
2.1.1 Dispensadores Comerciales.....	4
2.1.2 Dispensadores desarrollados en Ecuador .....	9
2.2 Marco Teórico .....	9
2.2.1 Dosificación Volumétrica .....	10
2.2.2 Dosificación gravimétrica .....	10
2.2.3 Alimentación de la mascota.....	11
2.3 Síntesis del capítulo .....	14
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	15

3.1 Enfoque de investigación.....	15
3.2 Métodos aplicados .....	15
3.3 Tipo de investigación .....	16
3.4 Desglose de fases .....	16
3.4.1 Fase 1. Estudio teórico .....	17
3.4.2 Fase 2. Diseño .....	17
3.4.3 Fase 3. Implementación.....	18
3.4.4 Fase 4. Validación .....	19
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	20
4.1 Requerimientos de la máquina.....	20
4.2 Niveles de la máquina.....	21
4.2.1 Nivel 0.....	21
4.2.2 Nivel 1 .....	22
4.2.3 Nivel 2.....	23
4.3 Definición de módulos.....	24
4.4 Alternativas de Solución .....	25
4.4.1 Configuración.....	27
4.4.2 Suministro de agua.....	28
4.4.3 Dosificación de comida.....	30
4.5 Evaluación de opciones.....	32
4.6 Diseño del sistema .....	35
4.6.1 Microcontrolador.....	35
4.6.2 Sistema de Control automático .....	36
4.6.3 Código .....	39
4.7 Diseño de la Estructura .....	40
4.7.1 Base del comedero .....	41

4.7.2 Tapa de la base .....	41
4.7.3 Tronco del Comedero .....	42
4.7.4 Base del sistema de dosificación .....	43
4.7.5 Tapa de la base superior .....	44
4.7.6 Tapa del comedero.....	44
4.7.7 Tapa del Bebedero .....	45
4.7.8 Tapa del Tronco .....	46
4.7.9 Rejilla de dosificación.....	46
4.7.10 Soporte de Teclado .....	47
4.7.12 Análisis de elementos finitos.....	48
4.8 Implementación del sistema.....	49
4.9 Resultados de las pruebas .....	51
4.10 Análisis de Resultados .....	52
4.10.1 Análisis del Bebedero.....	52
4.10.2 Análisis del Comedero .....	53
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
ANEXOS .....	61
ANEXO A. Datasheet del Arduino MEGA 2568 .....	61
ANEXO B. CÓDIGO DEL PROGRAMA.....	72
ANEXO C. ANÁLISIS ESTÁTICO DE ELEMENTOS FINITOS .....	87
ANEXO D. PLANOS.....	101
ANEXO E. HOJAS DE PROCESOS.....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Dispensadores automáticos en el mercado.....	5
Tabla II. Requerimientos calóricos diarios [17]. .....	12
Tabla III. Comparativa de la cantidad de comida por cada kg de peso .....	13
Tabla IV. Requerimientos de la máquina.....	20
Tabla V. Descripción de las funciones del nivel 1. ....	22
Tabla VI. Descripción de las funciones del nivel 2. ....	24
Tabla VII. Alternativas de Solución.....	26
Tabla VIII. Aplicación Móvil .....	27
Tabla IX. Teclado y Pantalla.....	28
Tabla X. Bomba de agua con sensor de distancia.....	28
Tabla XI. Boquilla que se abre por horarios .....	29
Tabla XII. Rejilla con Servomotor .....	30
Tabla XIII. Tornillo sin fin.....	31
Tabla XIV. Platos rotatorios.....	31
Tabla XV. Evaluación de cada Criterio.....	32
Tabla XVI. Evaluación de las alternativas de solución frente a la facilidad de configuración.....	33
Tabla XVII. Evaluación de las alternativas de solución frente a la Efectividad de la dosificación.....	33
Tabla XVIII. Evaluación de las alternativas de solución frente a las dimensiones de la máquina .....	34
Tabla XIX. Evaluación de las alternativas frente a todos los criterios .....	34
Tabla XX. Componentes usados en el sistema de automatización.....	36
Tabla XXI. Cálculo de consumo de Amperaje .....	37
Tabla XXII. Ensayos del bebedero .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Nivel 0 del funcionamiento de la máquina.....	21
Fig. 2. Nivel 1 del funcionamiento de la máquina.....	22
Fig. 3 Nivel 2 del funcionamiento de la máquina.....	23
Fig. 4 Módulos de la máquina .....	25
Fig. 5. Arduino Mega.....	35
Fig. 6. Fuente de Alimentación [24] .....	38
Fig. 7. Esquema del Circuito Eléctrico.....	39
Fig. 8. Diagrama de Flujo del programa.....	40
Fig. 9. Diseño CAD de la base de la máquina .....	41
Fig. 10. Diseño CAD de la tapa de la base .....	42
Fig. 11. Diseño CAD del tronco .....	43
Fig. 12. Diseño CAD de la base del sistema de dosificación .....	43
Fig. 13. Diseño CAD de la tapa de la base superior .....	44
Fig. 14. Diseño CAD de la Tapa del Comedero .....	45
Fig. 15. Diseño CAD de la tapa del bebedero .....	45
Fig. 16. Diseño CAD de la Tapa del Tronco.....	46
Fig. 17. Diseño CAD de la Rejilla de dosificación .....	47
Fig. 18. Diseño CAD del soporte del Teclado.....	47
Fig. 19. Ensamblaje del modelo CAD de la máquina .....	48
Fig. 20. Factor de seguridad de la estructura.....	49
Fig. 21. Máquina Dosificadora de comida y agua.....	50

## RESUMEN

La alimentación adecuada para gatos domésticos es un factor crítico para su salud, considerando el estilo de vida moderno que impide a los dueños estar presentes para alimentar a sus mascotas de manera adecuada. En este proyecto se propone como solución una máquina dosificadora automática de comida y agua que permite un control preciso y regular de la alimentación sin la presencia constante del dueño. La máquina está diseñada para dispensar porciones específicas de comida y agua según un horario programado, utilizando distintos sensores y actuadores controlados mediante un Arduino MEGA. Esta innovación no solo asegura el bienestar de las mascotas, sino que también reduce el desperdicio de comida y agua, ofreciendo una solución sostenible y rentable para los dueños de mascotas. El proyecto incluye el diseño, implementación y validación del sistema, demostrando su eficacia en mantener una nutrición equilibrada para gatos domésticos.

***Palabras clave:*** Gatos domésticos, Máquina dosificadora automática, comida y agua.

## ABSTRACT

Proper feeding for domestic cats is a critical factor for their health, considering the modern lifestyle that prevents owners from being present to adequately feed their pets. This project proposes a solution in the form of an automatic food and water dispensing machine that allows precise and regular feeding control without the owner's constant presence. The machine is designed to dispense specific portions of food and water according to a programmed schedule, using various sensors and actuators controlled by an Arduino MEGA. This innovation not only ensures the well-being of the pets but also reduces food and water waste, offering a sustainable and cost-effective solution for pet owners. The project includes the design, implementation, and validation of the system, demonstrating its effectiveness in maintaining balanced nutrition for domestic cats.

**Keywords:** *Domestic cats, Automatic dispensing machine, Food and water*

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

La alimentación correcta de los gatos consiste un factor importante para la salud del animal, debido a que estos animales son considerados de los más delicados, ya que una dieta inapropiada podría provocarles desde sobrepeso hasta enfermedades cardíacas de gran gravedad.

En la actualidad estas enfermedades se han vuelto más comunes debido a que los dueños de los animales domésticos pasan cada vez menos tiempo en el hogar por el ritmo de vida que llevan, por lo cual no pueden tener tanto control en la alimentación de sus mascotas provocando que estos lleven una alimentación desbalanceada y con poco control [1].

El presente proyecto tiene como finalidad ayudar a reducir este problema mediante un dosificador automático que permita al dueño llevar una dieta más controlada de su gato sin la necesidad de encontrarse presente durante todo el día para asegurarse que su animal se alimente de manera adecuada y en las dosis necesarias.

La alimentación en dosis adecuadas siempre ha ido un problema considerable para la salud de los animales felinos domésticos, problema que con el tiempo ha ido incrementando debido al ritmo de vida de las personas y el escaso tiempo que se le dedica al cuidado de las mascotas. Problema el cual se pretende reducir mediante un dosificador automático de comida y agua.

## **1.2 Objetivos**

### *1.2.1 Objetivo General*

Desarrollar una máquina dosificadora de comida y agua para gatos domésticos.

### *1.2.2 Objetivos específicos*

- Determinar los parámetros principales de dosificación de comida y agua.
- Diseñar la máquina dosificadora de comida y agua.
- Implementar el sistema diseñado.
- Validar el correcto funcionamiento del dispositivo.

## **1.3 Justificación**

Un dispensador automático de comida y agua para gatos permitiría que los dueños de mascotas se sientan más cómodos al asegurarse de que su mascota siempre tenga acceso a comida fresca y adecuada en momentos en los que ellos no pueden estar presentes para alimentarlos. Este proyecto puede ser especialmente útil en momentos donde los dueños se encuentren de vacaciones o en largas jornadas de trabajo.

Además, este permitiría a los dueños de mascotas controlar mejor las porciones y horarios de alimentación de sus gatos. Esto podría ser especialmente útil para gatos con problemas de peso o problemas de salud que requieren una dieta específica. A esto hay que sumar que el proyecto permitirá dispensar una cantidad específica de alimento en un momento determinado, lo que podría ayudar a reducir el desperdicio de comida y agua,

permitiendo un mejor control en costos de alimentación a largo plazo y de paso reducir el consumo de agua en el hogar ayudando al medioambiente.

De acuerdo con Sagrero y Castañeda la correcta dosificación de comida en gatos domésticos ayuda al control de enfermedades como el sobrepeso, además de que también puede evitar otras más graves tales como la diabetes y la enfermedad del tracto urinario, siendo estas las más comunes en gatos domésticos a lo largo de los últimos años [2].

#### **1.4 Alcance**

El proyecto funcionará mediante un recipiente en el que se almacenará la comida, la cual se encontrará conectada a un mecanismo de dispensación que se activará mediante un temporizador, además de contar con un mecanismo para controlar que la cantidad de comida suministrada sea la adecuada. Para el suministro de agua se contará con un sistema de dosificación independiente que se activará con un sensor de proximidad cuando se detecte al gato cerca. Todo el mecanismo se alimentará de una fuente de corriente de 110V la cual está presente en todos los hogares. La cantidad de comida se calculará mediante un algoritmo que relacione el peso del animal (el cuál debe ser suministrado por el usuario) junto con la cantidad de comida requerida.

La estructura del alimentador se diseñará en SolidWorks priorizando un diseño portable para que quepa en cualquier hogar, además de que deberá ser desmontable para facilitar el mantenimiento en caso de ser necesario. Además, también se usarán diferentes tornillos estandarizados para el ensamble de la máquina y diferentes componentes electrónicos para la elaboración de la placa que permita la automatización de este sistema.

## CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Estado del arte

En el mercado existen diferentes tipos de dispensadores, pudiendo dividirse en dos tipos, los automáticos y por gravedad. En la actualidad los dispensadores automáticos tienen una gran acogida en el campo comercial por su factibilidad y prestaciones que posee, pero éstos no pueden ser adquiridos por tener un precio elevado. Esto impide que algunos propietarios de mascotas puedan poseer un dispensador para tener una alimentación balanceada y equilibrada para su mascota [3]. Además de que son escasos los dispensadores que cuenten con el suministro de comida y agua de manera simultánea, ya que en su gran mayoría se fabrican por separado, haciendo que el costo de adquisición de estos sea mucho más elevado.

#### 2.1.1 *Dispensadores Comerciales*

En el mercado existen una gran cantidad de dispensadores de comida para gatos con diferentes prestaciones y precios variables, existen desde los más simples que funcionan simplemente con el almacenamiento de comida y caída por gravedad, hasta algunos más complejos que incluyen procesos automatizados con el uso de sensores y actuadores. Además, también existen algunas fuentes dispensadoras de agua que funcionan de manera automática, la mayoría de ellas utilizan una bomba de agua y se mantienen encendidas de manera indefinida. Cada uno de los dispensadores tienen ciertas particularidades que las diferencian de otros, tal como se puede evidenciar en la Tabla I. que presenta una lista de algunos dispensadores automáticos de diferentes marcas con todas sus características.

Tabla I. Dispensadores automáticos en el mercado

Nombre	Precio	Fabricante	Descripción
<p>Dispensador Wifi de alimento para mascotas</p> 	\$127,99	Steren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se maneja desde una aplicación móvil.</li> <li>• Almacena hasta 4 litros de alimento seco.</li> <li>• Incluye una cámara UHD 2k y grabadora de voz.</li> <li>• Se vincula por Wifi.</li> <li>• Dispensa únicamente alimento [4].</li> </ul>
<p>Club P&amp;G alimentador automático con pantalla</p> 	\$64,99	Club P&G	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se maneja a través de una pantalla con botones.</li> <li>• Dispensa de 1 a 4 comidas al día.</li> <li>• El usuario programa la cantidad de comida.</li> <li>• Puede grabar un mensaje de voz para llamar a la mascota.</li> <li>• -u tamaño es de 32 cm de alto x 17 cm de ancho x 28 cm de profundidad.</li> <li>• Dispensa alimento únicamente.</li> <li>• Capacidad de 3.5 litros [5].</li> </ul>

Comederos Automáticos \$77,99

Inteligente para Gatos y

Perros



Honey

Guardian

- Se maneja desde una aplicación móvil.
- Se vincula por Wifi.
- Capacidad de 6 litros.
- El alimentador contiene una bolsa desecante y una tira de sellado para mantener los alimentos frescos.
- Puede grabar una voz personal de hasta 10 segundos para llamar a las mascotas para que coman.
- Dispensa alimento únicamente [6].

Comedero para perros y \$39,90

gatos Lebistro



Lebistro

- Dispensa alimento únicamente.
- Funciona por caída de alimento.
- No es automático.
- Tiene capacidad de 2,5 litros [7].

Alimentador automático \$89,98

para gatos WellToBe

WellToBe

- Controlado por aplicación móvil.
- Se conecta mediante Wifi.



- Tiene una capacidad de 4 litros.
- Tiene un peso de 2,25 kg.
- Puede suministrar hasta 6 comidas al día de manera programable.
- Funciona con baterías y también por corriente DC.
- Las baterías no están incluidas.
- Suministra alimento únicamente [8].

Dispensador de agua para mascotas \$20

Logo

- Funciona con corriente DC.
- Tiene capacidad de 3 litros.
- Sus dimensiones son de 20x17x15.5cm.
- No se controla mediante horarios.
- Funciona continuamente.
- Suministra agua únicamente [9].



Fuente para mascotas Veken de 95 oz/2,8 L \$35,99

Veken

- Funciona mediante una bomba de agua.
- Tiene una capacidad de 2,8 litros.
- Funciona mediante corriente DC.
- Suministra agua únicamente.



Estación dispensadora de \$28,05  
agua para mascotas

TENINYU

- No se controla mediante horarios [10].



Dispensador automático \$47,99  
de alimentos y agua para  
gatos

Gardner  
Pet

- Funciona mediante gravedad.
- Suministra agua únicamente.
- Fabricado en plástico.
- Tiene la capacidad de almacenar 1 galón.
- No tiene ningún tipo de control [11].



- Funciona mediante gravedad.
- Suministra comida y agua.
- No tiene ningún tipo de control.
- Fabricado en acero inoxidable.
- Tiene capacidad de 3 litros para agua y 1.3 kg para comida.
- No necesita estar conectado a ninguna fuente.
- El recipiente de agua puede acomodarse en distintas posiciones [12].

### *2.1.2 Dispensadores desarrollados en Ecuador*

En Ecuador se han realizado algunos proyectos orientados a la dosificación automática de comida para mascotas, como puede ser el caso de la tesis de Pillacela, M. y Noles, J. de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, pero este proyecto se centra especialmente en perros y solo cuenta con la dosificación de comida, mas no de agua, dándole mayor prioridad al control remoto del dispensador por parte del usuario[3]. También está el caso del pequeño proyecto de la Universidad Católica de Cuenca por Icaza, Padilla, Pozo, Gabino & Pesantez que consiste en un alimentador automático para perros con el uso de materiales reciclables y el diseño de un tornillo sin fin para el suministro del alimento [13].

Como se puede ver, existen varios productos e investigaciones que presentan similitud con el presente proyecto, sin embargo, en su mayoría no cumplen con las especificaciones planteadas previamente, por lo cual se logrará solucionar diferentes problemáticas mediante el desarrollo del dispensador automático de comida y agua para gatos.

## **2.2 Marco Teórico**

En todo proceso que se refiere al suministro de algún producto se requiere el control de proporciones determinadas de acuerdo con las especificaciones del usuario. En función de esas proporciones se pueden distinguir diferentes técnicas de dosificación.

Bulker, por ejemplo, ofrece dos tipos de dosificación: volumétrica y gravimétrica. Ambas dosificaciones pueden trabajar en continuo o por lotes. Están especialmente diseñadas

para productos granulados y en polvo, adaptándose a gran variedad de densidades y granulometrías [14].

### *2.2.1 Dosificación Volumétrica*

En caso de que la precisión no sea indispensable, la dosificación volumétrica suele ser la alternativa más seleccionada debido a su fiabilidad y el bajo costo económico. Para este proceso lo más común es usar medios mecánicos como sinfines, válvulas rotativas, cintas transportadoras u otros elementos unidos a una tolva fija, depósito o silo. El dispositivo de accionamiento suele ser un motorreductor o un sistema vibrante. En este tipo de dosificación usualmente se requiere de un control de volumen de producto medido usualmente en kilos/hora.

Dicho control lo podemos realizar mediante variadores mecánicos o electrónicos, gestionando las revoluciones del sistema o ciclos y por tanto la producción [14].

### *2.2.2 Dosificación gravimétrica*

Este proceso utiliza elementos de las mismas características que las de la dosificación volumétrica. La diferencia es que en este tipo se utilizan células de pesaje para una lectura en tiempo real del peso, permitiendo un control más preciso de la producción. La dosificación gravimétrica tiene la capacidad de regular la velocidad de dosificación de manera automática para mantenerla dentro de los rangos establecidos.

Se denomina que la dosificación gravimétrica trabaja por pérdida de peso cuando estas células se encuentran vinculadas al conjunto tolva-dosificador.

Por el contrario, se denomina trabajo por ganancia cuando los dispositivos dosificadores son los que alimentan una tolva o un depósito equipado con dichas células [14].

### *2.2.3 Alimentación de la mascota*

Los gatos son animales carnívoros, por lo que tienen que incluir la carne en su dieta. A diferencia de los perros, los gatos nunca podrían ser vegetarianos o veganos. Los felinos toman como fuente de energía principal las proteínas y necesitan mayores cantidades de éstas que las que necesitan los perros [15].

De acuerdo con Purina, los alimentos secos son una alternativa muy popular debido a que los granos contienen la cantidad equilibrada de nutrientes y tienen una textura crujiente que ayuda a mantener la salud bucal del gato. Tienen una mayor concentración de nutrientes que los alimentos húmedos, por lo que hay que servirlos en menor cantidad [15].

Brindar el alimento a los felinos mediante horarios permite al propietario del gato controlar la duración y la cantidad de las comidas. Esta técnica de distribución de alimentos es la que mejor se adapta a la seguridad alimentaria permitiendo conservar su frescura. Por el contrario, dejar el alimento en el comedero de manera prolongada puede suponer una situación de riesgo bacteriológico y provocar una pérdida de palatabilidad por el deterioro de sus cualidades organolépticas. Si el dueño de la mascota prefiere alimentar a su gato fraccionando los horarios de comida, deberá alimentarlo dos veces al día por lo mínimo. Sin embargo, un aumento de la frecuencia de las comidas puede ayudar a controlar el hambre y disminuir el comportamiento de petición [16].

Cuando se controla la cantidad de comida, es indispensable que una vez que se haya consumido el alimento, no se ofrezca ninguna otra ración hasta la siguiente comida. En caso de que haya un solo gato en el hogar, el fraccionamiento controlado permite regular el peso del felino dejando que realice varias comidas al día. [16].

La alimentación fraccionada tiene muchas ventajas. Permite que el propietario controle cuánto consume el gato al cabo del día. El consumo de alimento es a menudo un buen marcador de la salud y permite que el propietario evalúe su bienestar [16].

Respecto a las calorías, se han realizado muchísimas estimaciones. En general, se calculan 60 kcal/kilo/día para los adultos jóvenes y unas 380 kcal/kg/día para los cachorros recién nacidos. De cualquier forma, la tabla de requerimientos diarios da una buena idea de sus necesidades calóricas [17].

Tabla II. Requerimientos calóricos diarios [17].

	Kcal/kilogramo/día
Adultos en mantenimiento	90
Macho castrado	80
Hembra castrada	80
Hembra preñada	100
Hembra en lactación	250

Claro que la cantidad de kcal dependerá de la marca de comida que se use para alimentar a la mascota, sin embargo, en la Tabla III se establece una comparativa entre

diferentes fuentes que brindan una guía para suministrar la cantidad de comida de acuerdo con peso del gato, teniendo en cuenta que es un gato adulto.

Tabla III. Comparativa de la cantidad de comida por cada kg de peso

Peso del animal	Mirringo [18]	Kiwoko[19]	Kivet [20]	Patihuellas [21]
3 – 4 kg	42 – 45 g	45 – 55 g	30 – 40 g	47,5 – 55 g
4 – 5 kg	45 – 48,5 g	55 – 65 g	40 – 50 g	55 – 65 g
5 kg en adelante	48,5 – 53 g	65 – 67 g	50 – 60 g	65 – 66 g

Además, el agua es esencial para todos los seres vivos, también para los gatos. Aunque los gatos fueron originariamente animales del desierto y, debido a eso, puedan aguantar bastante la orina, pueden tener problemas en la vejiga o cistitis si no beben la suficiente agua. Por lo tanto, se debe asegurar que el gato dispone día y noche de agua fresca y limpia para beber, en un recipiente o una fuente de agua [15].

Los animales disponen de tres fuentes para satisfacer sus necesidades de agua:

- El agua que se les ofrece directamente para beber
- El agua contenida en los alimentos
- El agua sintetizada por el metabolismo energético.

Las necesidades de agua en los gatos varían entre 55 y 70 ml/kg de peso/día. Las necesidades varían en función del consumo de materia seca: 2 ml de agua por gramo de materia seca ingerida. También, el agua debe ser apetecible: los gatos son muy sensibles a los olores y algunos prefieren beber en el inodoro o en el fregadero. A algunos les gusta

más beber de fuentes de agua electrónicas. Los alimentos húmedos o líquidos también promueven el consumo de agua [16].

Igual que con la comida, los gatos beben entre 12 y 16 veces a lo largo del día, pero las cantidades son pequeñas: cada vez beben entre 10 ml y 12 ml. Existen grandes variaciones entre individuos, ligadas a la suma de los efectos fisiológicos mencionados antes [16].

### **2.3 Síntesis del capítulo**

En este capítulo se analizaron los diferentes tipos de mecanismos de dosificación que existen de acuerdo con las necesidades, destacando principalmente los volumétricos y gravimétricos. Además, se hizo un breve repaso por los diferentes dispensadores comerciales tanto de agua como de comida para tener una idea de las características de los productos similares que se puede encontrar en el mercado.

Finalmente se hizo un repaso por algunas bibliografías para analizar las cantidades de comidas que se suministran al día y determinar la cantidad de alimento que debe suministrarse al gato de acuerdo con su peso.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Enfoque de investigación

Para el desarrollo del presente trabajo, se utilizará un enfoque **cualitativo** ya que será necesario un análisis sistemático de las posibles soluciones, lo cual facilitará la recolección e interpretación de resultados de una forma dinámica.

Este enfoque permitirá aplicar el estudio en un entorno natural no intrusivo, tomando en cuenta a los actores, en este caso los gatos domésticos, desarrollando su estudio en su ambiente natural.

Por otro lado, los datos obtenidos (lo particular) como resultado del proyecto enriquecerán futuros desarrollos o construcciones teóricas (lo general), enfocado en su descubrimiento y no en comprobación de teorías.

### 3.2 Métodos aplicados

Con la finalidad de que la investigación sea íntegra es importante combinar varios métodos que ayuden a recabar mayores y mejores evidencias, así como reforzar los resultados del presente proyecto.

Se utilizarán tanto métodos teóricos como empíricos, en el caso de los **teóricos** permitirán el estudio del estado del arte, revisión de conceptos y características técnicas del objeto de estudio, apoyándose en procesos analíticos y sintéticos.

Dentro de los métodos teóricos el que más se adapta al proyecto propuesto es el **método sistémico**, ya que, para el desarrollo del proyecto, primeramente, se determinarán

los componentes y las relaciones entre ellos, lo que permitirá definir la estructura y jerarquía entre cada uno, así como la dinámica del comportamiento del sistema en su totalidad, donde los componentes dependen unos de otros.

Los **métodos empíricos** permitirán describir las características del proyecto basados en la experiencia, la observación y la medición de los resultados.

En el caso del proyecto la **observación** se la realizará de manera científica, por lo que deberá ser selectiva, es decir se deberá determinar la parte específica del objeto de estudio, a la vez sistémica, caracterizándose por hacer análisis y pruebas de resultados de manera reiterada, así como objetiva centrándose en lo real, lo que se observa y no con base a supuestos.

### **3.3 Tipo de investigación**

Por la naturaleza del proyecto, el tipo de investigación que se utilizará es la **investigación aplicada** ya que se busca la solución a un problema práctico como es la alimentación automatizada y controlada de los gatos domésticos, durante el desarrollo del proyecto se buscará información principalmente empírica, sin embargo, el trabajo se sustentará en una base sólida de conocimientos y estudios teóricos, que serán la base para la implementación y el desarrollo de las diferentes etapas de proyecto.

### **3.4 Desglose de fases**

El desarrollo del proyecto debe enfocarse al cumplimiento de los objetivos específicos, por lo que se desarrollarán las siguientes fases:

### *3.4.1 Fase 1. Estudio teórico*

Mediante la conceptualización y revisión bibliográfica se obtendrán los conocimientos teóricos base para el desarrollo del proyecto, en esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Actividad 1. Estudio del estado del arte. Se analizará las investigaciones y desarrollos actuales, similares al proyecto propuesto.
- Actividad 2. Redacción del marco teórico y referencial. Mediante revisión bibliográfica, se estudiará los parámetros principales para la dosificación de comida y agua, así como las diferentes alternativas de implementación, garantizando el diseño técnico y el éxito de la solución.

### *3.4.2 Fase 2. Diseño*

En esta fase se diseñará la máquina dosificadora de comida y agua, para lo cual se desarrollarán estas actividades.

- Actividad 1. Estudio de requerimientos de la máquina. Se evaluará mediante diagramas funcionales las diferentes alternativas de solución.
- Actividad 2. Diseñar el esquema de funcionamiento. Mediante un diseño en niveles, se detallará los elementos que utilizará la máquina, las funciones, configuración y el resultado final esperado.
- Actividad 3. Definición de módulos. Se definirá el número de módulos, tomando en cuenta la configuración, el sistema de almacenamiento, dosificación de comida y el suministro de agua.

- Actividad 4. Alternativas de solución. Se realizará un estudio comparativo de las diferentes alternativas de solución, tomando en cuenta los módulos previamente definidos.
- Actividad 5. Evaluación de opciones. Una vez planteadas las alternativas, se realizará una evaluación y análisis técnico, tomando en cuenta la factibilidad y efectividad de la solución, llegando a determinar cuál es la mejor opción.
- Actividad 6. Diseño del sistema. Se determinará los elementos a utilizar para la implementación de la solución propuesta, tomando en cuenta la compatibilidad del microcontrolador con los componentes eléctricos para el Sistema de control automático.
- Actividad 8. Desarrollo del código. Se determinará el software adecuado para la programación de los microcontroladores, se desarrollará los diagramas de flujo y finalmente la programación para el control y funcionamiento de la máquina.
- Actividad 9. Diseño CAD de la estructura. Definido el software adecuado para la elaboración de la estructura de la máquina, se procederá al diseño CAD de las piezas y el análisis de elementos finitos de la estructura.

### *3.4.3 Fase 3. Implementación*

Una vez que se cuente con el diseño, se procederá a la implementación de la propuesta.

- Actividad 1. Implementación del circuito eléctrico. Luego de determinar el esquema del circuito y probar su funcionamiento, se procederá a la elaboración del circuito en una baquelita perforada.

- Actividad 2. Cargar el código al microcontrolador y verificar el funcionamiento del sistema de automatización con todos sus sensores y actuadores.
- Actividad 3. Impresión de las piezas en 3D y posterior ensamblaje de la máquina con su microcontrolador, sensores y actuadores respectivos.

#### *3.4.4 Fase 4. Validación*

Validar el correcto funcionamiento del dispositivo.

- Actividad 1. Realizar al menos 10 pruebas de dosificación de comida en distintos horarios y documentar la cantidad de comida dispensada con la ayuda de una balanza digital.
- Actividad 2. Realizar al menos 10 simulaciones del acercamiento del felino para verificar el funcionamiento del bebedero y documentar cualquier observación.
- Actividad 3. Realizar una tabla donde se registren los valores de dosificación de comida reales frente a los deseados y calcular el error medio.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1 Requerimientos de la máquina

Para realizar el diseño de esta máquina se hizo uso de diagramas funcionales que permitan evaluar las diferentes alternativas de solución que se pueden implementar de acuerdo con los requerimientos que se establecen a continuación en la Tabla IV.

Tabla IV. Requerimientos de la máquina

<b>Requerimientos</b>	<b>Descripción</b>
Dimensiones de máquina	Debe ser de un tamaño relativamente pequeño puesto que es para el hogar y debe ser fácil de mover.
Eléctrico	Debe ser alimentado por corriente 110V para que funcione de manera ininterrumpida.
Automático	El sistema debe funcionar de manera automática una vez que el usuario haya establecido los parámetros iniciales.
Fácil operación	Debe tener un sistema versátil para que el usuario pueda configurarlo con facilidad.
Estético	Es importante que presente un diseño simple para que el gato no tenga miedo de acercarse al alimentador, pero que a su vez sea estético para que pueda competir con los dispensadores comerciales.

Almacenamiento necesario

El alimentador debe tener el almacenamiento necesario para poder almacenar una cantidad de comida que dure al menos 3 días y en el caso del agua debe almacenar una cantidad que dure mínimo un día.

Funcionamiento

La máquina debe dosificar una cantidad de comida determinada de acuerdo con el peso del animal que será configurado por el usuario y se suministrará en diferentes horarios. No es necesario que el suministro de agua sea dado en horarios establecidos.

---

## 4.2 Niveles de la máquina

Una vez establecidos los requerimientos, es necesario realizar un esquema del funcionamiento que tendrá la máquina, para esto se establece un nivel 0 inicial donde se detallan los elementos que utiliza la máquina y el resultado final que se obtiene a nivel general, llegando así hasta un nivel 2 donde se detallan todos los procesos que realizará la máquina y como será su funcionamiento tal y como se muestra a continuación.

### 4.2.1 Nivel 0

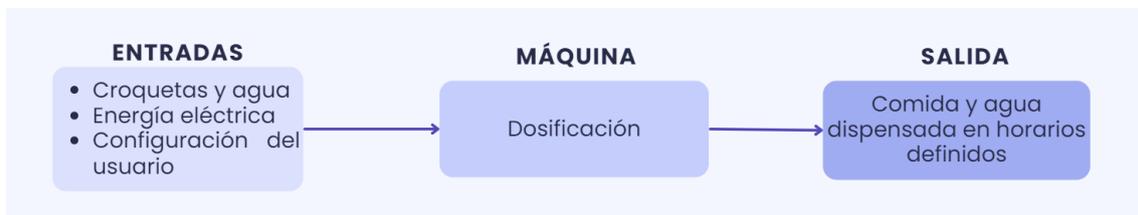


Fig. 1 Nivel 0 del funcionamiento de la máquina.

En el nivel 0 se especifican de manera general cuáles son las entradas de la máquina, y lo que entrega la máquina una vez que realiza sus procesos internos. Como

se puede observar en la Fig. 1 la máquina recibe como entrada las croquetas y el agua que va a dosificar, la energía eléctrica con la cual opera, y con las configuraciones iniciales del usuario la máquina entrega la comida dispensada.

#### 4.2.2 Nivel 1

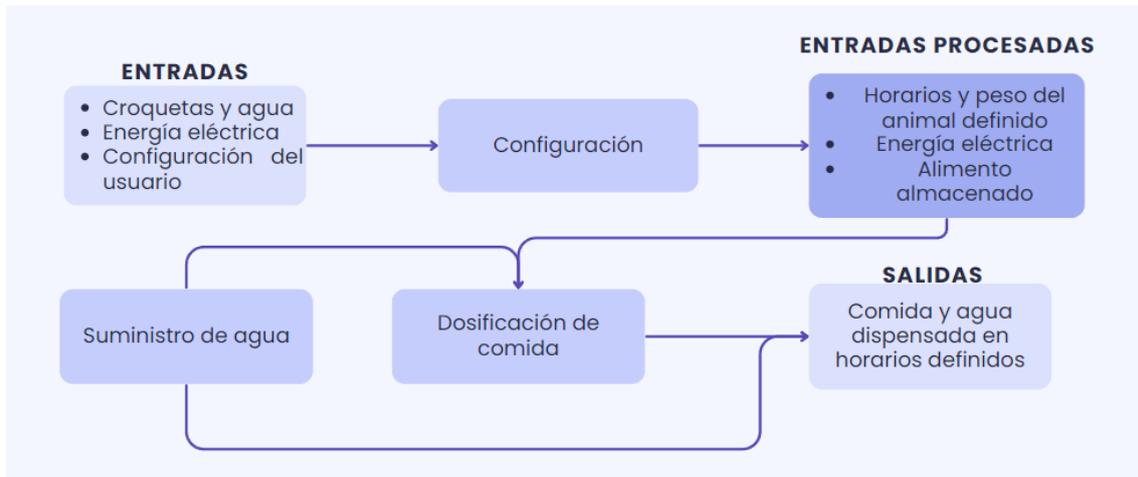


Fig. 2. Nivel 1 del funcionamiento de la máquina.

A continuación, en la Tabla V. se muestra una descripción más detallada de lo que realiza cada función de la máquina que se muestran en el nivel 1.

Tabla V. Descripción de las funciones del nivel 1.

Función	Descripción
Configuración	Aquí el usuario configura en el alimentador los horarios en los cuáles desea alimentar su mascota, además de ingresar el peso del animal para calcular la cantidad de comida que requiere el gato.
Suministro de agua	El usuario llena el compartimiento de agua para que la máquina suministre agua al gato cuando se determine que sea necesario.

## Dosificación de comida

Con las configuraciones del usuario, la máquina utiliza el suministro de croquetas de comida para dosificarla en 3 porciones a lo largo del día.

### 4.2.3 Nivel 2

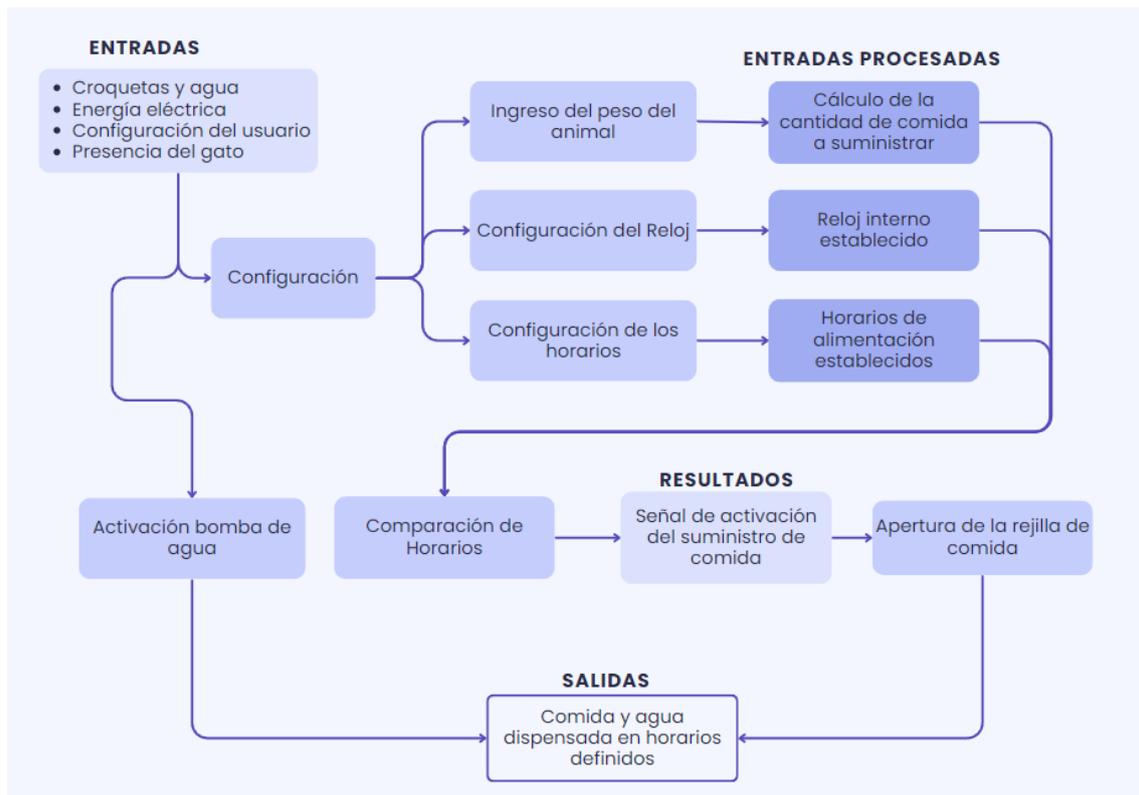


Fig. 3 Nivel 2 del funcionamiento de la máquina.

La Tabla VI Muestra una descripción de las funciones principales y sus derivadas que realiza la máquina las cuales se determinaron en el nivel 2.

Tabla VI. Descripción de las funciones del nivel 2.

Función N1	Función N2	Descripción
Configuración	Ingreso del peso del animal	Ingreso del dato del peso del animal para que la máquina calcule la cantidad de comida que se debe suministrar.
	Configuración del reloj	Ajuste de la hora del reloj para que la máquina pueda dosificar la comida en los horarios que se establezca después
	Configuración de los horarios	Establecimiento de los horarios en los cuales se suministrará la comida al gato.
Suministro de agua	Activación de la fuente de agua	La fuente suministra agua al gato cuando detecte su presencia cerca.
Dosificación de comida	Comparación de horarios	Mediante un cálculo basado en las tablas de alimentación la máquina determina cuánta cantidad de comida debe dar en cada horario.
	Apertura de la rejilla de comida	La rejilla se abre para que se suministre la cantidad de comida necesaria y después se cierra.

### 4.3 Definición de módulos

Una vez que se han establecido las funciones de la máquina a un nivel más detallado, se puede observar que es conveniente dividir la máquina en 3 módulos, uno de ellos siendo del de configuración, que es donde iría todo el sistema que permite configurar e ingresar los datos para que la máquina funcione.

El segundo módulo sería el de alimentación, en el cual estaría incluido el almacenamiento de las croquetas, el sistema que permita racionar la comida de manera preciosa y los actuadores que realicen la función de suministrar la comida.

Finalmente, el tercer módulo sería el que está involucrado en el suministro de agua, donde constaría el almacenamiento del agua y a su vez el sistema que accione la bomba de agua para dar de beber al gato una vez que se detecte su presencia mediante el uso de algún sensor.

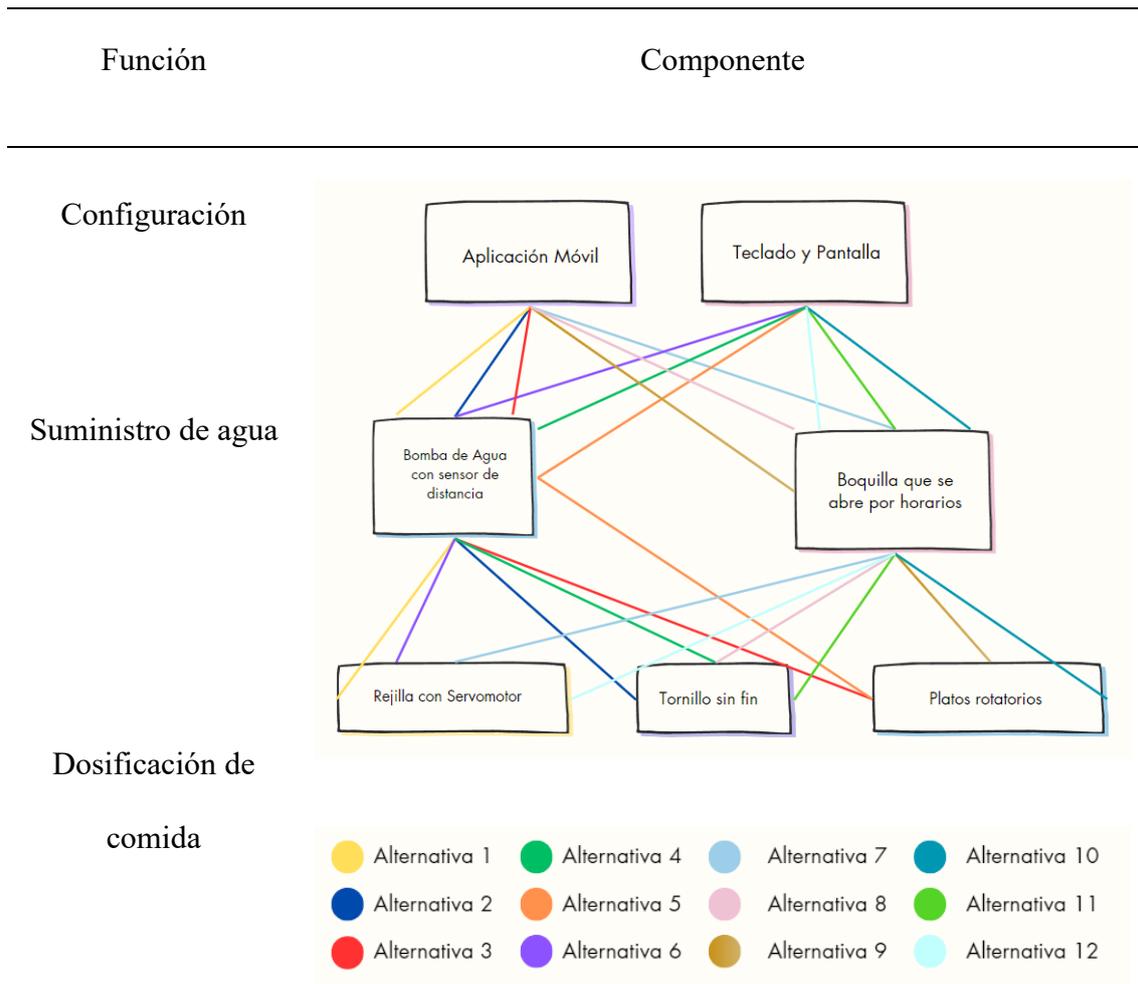


Fig. 4 Módulos de la máquina

#### 4.4 Alternativas de Solución

Una vez establecidos los requerimientos de la máquina, el siguiente paso es realizar un diagrama de alternativas de solución para las diferentes funciones de la máquina, tal como se detalla en la Tabla VII. Después se realiza una combinación entre las alternativas para cada función y se evalúa cuál es la mejor de acuerdo con los criterios que ya se han establecido previamente. Cabe recalcar que el microcontrolador se elegirá a posterior en el diseño de la máquina, ya que la selección de este dependerá de que tanto se adapte a las alternativas de solución que se evaluarán a continuación.

Tabla VII. Alternativas de Solución



A continuación, se explica con más detalla cada alternativa de las distintas funciones, realizando una tabla de ventajas y desventajas de cada una de ellas.

#### 4.4.1 Configuración

Tabla VIII. Aplicación Móvil

---

### ALTERNATIVA 1: Aplicación Móvil

---

La aplicación móvil es una alternativa en la que el usuario configura los parámetros a través de su celular el cuál enviaría los datos a la máquina mediante alguna conexión inalámbrica.



#### Ventajas:

- Luce bien estéticamente.
- Puede guardar datos en la nube.
- Puede mandar notificaciones de problemas

#### Desventajas:

- Requiere más tiempo de desarrollo por su complejidad.
  - Es más costoso debido a que requiere un dispositivo para la comunicación inalámbrica.
  - Para maximizar la compatibilidad habría que desarrollar una versión para Android y otra para iOS.
-

Tabla IX. Teclado y Pantalla

---

### ALTERNATIVA 2: Teclado y Pantalla

---

El teclado matricial se usa para enviar datos a un microcontrolador y con la ayuda de una LCD se puede crear un menú de usuario fácil de usar.



Ventajas:

- Es simple de usar.
- No requiere conexión con ningún otro dispositivo.
- Es más sencillo de implementar.
- Su costo es relativamente bajo.

Desventajas:

- Es menos estético.
- No puede notificar fallas en la máquina a distancia.
- Ocupa mayor espacio en la máquina.

---

#### 4.4.2 Suministro de agua

Tabla X. Bomba de agua con sensor de distancia

---

### ALTERNATIVA 1: Bomba de Agua con sensor de distancia

---

La bomba de agua activa la fuente como si fuera un grifo permitiendo que el agua caiga y el gato pueda beber de ella cuando el sensor de distancia detecte su presencia.



Ventajas:

- El agua no se desperdicia.
- Los gatos prefieren beber de agua que esté en movimiento.
- El gato puede beber el agua cuando desee.
- Es un mecanismo sencillo

Desventajas:

- Es un poco ruidoso.
- Requiere una estructura a prueba de fugas.
- El usuario debería familiarizar al gato con el mecanismo.

---

Tabla XI. Boquilla que se abre por horarios

---

**ALTERNATIVA 2: Boquilla que se abre por horarios**

---

Una boquilla permite el paso de agua cuando se encuentra abierta y habría que implementar un sistema electromecánico para automatizar su apertura.



Ventajas:

- El flujo de agua es más controlado.
- El almacenamiento del agua es más sencillo.
- Es menos propenso a sufrir fugas de agua.

Desventajas:

- Poca disponibilidad de repuestos en el país.
- Es relativamente costoso.
- Los tazones de agua podrían ensuciarse al tener la comida al lado.

#### 4.4.3 Dosificación de comida

Tabla XII. Rejilla con Servomotor

---

### ALTERNATIVA 1: Rejilla con Servomotor y sensor de peso

---

El servomotor permite abrir la rejilla en los horarios que el usuario establezca debido a que son motores los cuales se puede determinar su posición con mucha precisión. Y el sensor de peso detecta que la cantidad de comida sea la adecuada para después cerrar la rejilla



#### Ventajas:

- El control de la cantidad de comida es más preciso.
- El control de un servomotor es sencillo de implementar.
- Alta disponibilidad en el mercado.

#### Desventajas:

- Habría que diseñar el sistema mecánico de la rejilla desde 0.
  - Los motores tienen un consumo de voltaje relativamente alto.
  - Requiere de un diseño muy efectivo para evitar fallas o trabas en la rejilla.
-

Tabla XIII. Tornillo sin fin

---

### ALTERNATIVA 2: Tornillo sin fin

---

Los tornillos sin fin son ejes horizontales que permiten dosificar la cantidad de granos o en este caso croquetas para dispensar por cantidades a medida que va girando.



#### Ventajas:

- Es un sistema con mayor periodo de vida.
- Se pueden acoplar a distintos tipos de motores.

#### Desventajas:

- Sería mucho más costoso de fabricar.
- Requiere de un diseño más trabajoso y manufactura complicada.
- Requiere de mayor torque.

---

Tabla XIV. Platos rotatorios

---

### ALTERNATIVA 3: Platos rotatorios

---

Es un sistema circular donde se divide un plato mayor en varias secciones donde cada subdivisión cuenta con una porción de comida para el gato.



**Ventajas:**

- Es el más sencillo de diseñar e implementar.
- Estéticamente luce bien.
- Requiere menos torque que la rejilla y el tornillo sin fin.

**Desventajas:**

- Ocupa mucho más espacio.
- No tiene un control preciso de la cantidad de comida
- Se debe rellenar la cantidad de comida más seguido.

**4.5 Evaluación de opciones**

Una vez que se han planteado las alternativas, se procede a evaluar las alternativas tomando como criterios de evaluación la facilidad de configuración, la efectividad de la dosificación y las dimensiones de la máquina. A cada criterio se le asigna un valor de peso entre 0 y 1 comparándolo con otro y luego se hace una ponderación del peso que tiene cada criterio tal como se muestra en la Tabla XV.

Tabla XV. Evaluación de cada Criterio

	<b>Facilidad de Configuración</b>	<b>Efectividad de la dosificación</b>	<b>Dimensiones de la máquina</b>	$\sum +1$	<b>Ponderación</b>
<b>Facilidad de Configuración</b>		0,5	1	2,5	0,42
<b>Efectividad de la dosificación</b>	0,5		1	2,5	0,42
<b>Dimensiones de la máquina</b>	0	0		1	0,16
			<b>SUMA</b>	6	1

Con la ponderación establecida, lo siguiente es realizar una evaluación de las 12 alternativas comparándolas una contra con cada criterio y así establecer las ponderaciones de cada alternativa tal y como se muestra en las Tablas XVI — XVIII.

Tabla XVI. Evaluación de las alternativas de solución frente a la facilidad de configuración

Facilidad de Configuración	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6	Alt. 7	Alt. 8	Alt. 9	Alt. 10	Alt. 11	Alt. 12	$\sum +$	Ponderación	
Alt. 1		0,5	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	3,5	0,04	
Alt. 2	0,5		0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	3,5	0,04	
Alt. 3	0,5	0,5		0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	3,5	0,04	
Alt. 4	1	1	1		0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	9,5	0,12	
Alt. 5	1	1	1	0,5		0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	9,5	0,12	
Alt. 6	1	1	1	0,5	0,5		1	1	1	0,5	0,5	0,5	9,5	0,12	
Alt. 7	0,5	0,5	0,5	0	0	0		0,5	0,5	0	0	0	3,5	0,04	
Alt. 8	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0,5		0,5	0	0	0	3,5	0,04	
Alt. 9	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0,5		0	0	0	3,5	0,04	
Alt. 10	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1		0,5	0,5	9,5	0,12	
Alt. 11	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5		0,5	9,5	0,12	
Alt. 12	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5		9,5	0,12	
													Suma	78	1

Alt. 4 = Alt. 5 = Alt. 6 = Alt. 10 = Alt. 11 = Alt. 12 > Alt. 1 = Alt. 2 = Alt. 3 = Alt. 7 = Alt. 8 = Alt. 9

Tabla XVII. Evaluación de las alternativas de solución frente a la Efectividad de la dosificación

Efectividad de la dosificación	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6	Alt. 7	Alt. 8	Alt. 9	Alt. 10	Alt. 11	Alt. 12	$\sum +1$	Ponderación	
Alt. 1		1	0,5	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	10,5	0,14	
Alt. 2	0		0	0,5	0	0	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	5	0,06	
Alt. 3	0,5	1		1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	10,5	0,14	
Alt. 4	0	0,5	0		0	0	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	5,5	0,07	
Alt. 5	0,5	1	0,5	1		0,5	1	1	1	1	1	1	10,5	0,14	
Alt. 6	0,5	1	0,5	1	0,5		1	1	1	1	1	1	10,5	0,14	
Alt. 7	0	0,5	0	0,5	0	0		1	0,5	0,5	1	0,5	5,5	0,07	
Alt. 8	0	0	0	0	0	0	0		0	0,5	0,5	0	2	0,03	
Alt. 9	0	0,5	0	0,5	0	0	0,5	1		0,5	1	0,5	5,5	0,07	
Alt. 10	0	0,5	0	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5		1	0,5	5	0,06	
Alt. 11	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0		0	2	0,03	
Alt. 12	0	0	0	0,5	0	0	0,5	1	0,5	0,5	1		5	0,06	
													Suma	77,5	1

Alt. 1 = Alt. 3 = Alt. 5 = Alt. 6 > Alt. 4 = Alt. 7 = Alt. 9 > Alt. 2 = Alt. 10 = Alt. 12 > Alt. 8 = Alt. 11

Tabla XVIII. Evaluación de las alternativas de solución frente a las dimensiones de la máquina

Dimensiones de la máquina	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6	Alt. 7	Alt. 8	Alt. 9	Alt. 10	Alt. 11	Alt. 12	$\Sigma^{+1}$	Ponderación
Alt. 1		1	1	1	1	0	0,5	1	1	1	1	1	10,5	0,13
Alt. 2	0		0,5	1	1	0,5	0	0,5	0,5	1	1	0,5	7,5	0,10
Alt. 3	0	0,5		1	1	0,5	0	0,5	0,5	1	1	0,5	7,5	0,10
Alt. 4	0	0	0		0,5	0	0	0	0	0,5	0,5	0	2,5	0,03
Alt. 5	0	0	0	0,5		0	0	0	0	0,5	0,5	0	2,5	0,03
Alt. 6	1	0,5	0,5	1	1		0	0,5	0,5	1	1	0,5	8,5	0,11
Alt. 7	0,5	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	11,5	0,15
Alt. 8	0	0,5	0,5	1	1	0,5	0		0,5	1	1	0,5	7,5	0,10
Alt. 9	0	0,5	0,5	1	1	0,5	0	0,5		1	1	0,5	7,5	0,10
Alt. 10	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0		0,5	0	2,5	0,03
Alt. 11	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5		0	2,5	0,03
Alt. 12	0	0,5	0,5	1	1	0,5	0	0,5	0,5	1	1		7,5	0,10
													Suma	78
														1

Alt.7 > Alt.1 > Alt.6 > Alt.2 = Alt.3 = Alt.8 = Alt.9 = Alt.12 > Alt. 4 = Alt. 5 = Alt. 10 = Alt.11

Después de establecer la ponderación de cada alternativa, se compara una con otra teniendo en cuenta todos los criterios y se ve cuál es la alternativa que cumple mejor todos los requisitos.

Tabla XIX. Evaluación de las alternativas frente a todos los criterios

Conclusiones	Facilidad de Configuración	Efectividad de la dosificación	Dimensiones de la máquina	$\Sigma$	Ponderación
Alternativa 1	0,42x0,04	0,42x0,14	0,16x0,13	0,0964	3
Alternativa 2	0,42x0,04	0,42x0,06	0,16x0,10	0,058	11
Alternativa 3	0,42x0,04	0,42x0,14	0,16x0,10	0,0916	4
Alternativa 4	0,42x0,12	0,42x0,07	0,16x0,03	0,0846	6
Alternativa 5	0,42x0,12	0,42x0,14	0,16x0,03	0,114	2
Alternativa 6	0,42x0,12	0,42x0,14	0,16x0,11	0,1268	1
Alternativa 7	0,42x0,04	0,42x0,07	0,16x0,15	0,0702	8
Alternativa 8	0,42x0,04	0,42x0,03	0,16x0,10	0,0454	12
Alternativa 9	0,42x0,04	0,42x0,07	0,16x0,10	0,0622	10
Alternativa 10	0,42x0,12	0,42x0,06	0,16x0,03	0,0804	7
Alternativa 11	0,42x0,12	0,42x0,03	0,16x0,03	0,0678	9
Alternativa 12	0,42x0,12	0,42x0,06	0,16x0,10	0,0916	4

Como se puede ver en la Tabla XIX. La alternativa 6 es la que cumple mejor con todos los criterios de acuerdo con el peso que se le asignó a cada uno. Por tanto, el alimentador se configurará mediante un sistema de teclado y pantalla, el sistema de dosificación de agua se hará mediante una bomba de agua y un sensor de distancia, y, la

dosificación de comida se realizará mediante un servomotor que abrirá y cerrará una rejilla para que la comida caiga por gravedad.

## 4.6 Diseño del sistema

### 4.6.1 Microcontrolador

Una vez que se determinaron las funciones, se consideró utilizar el Arduino Mega 2560 frente a otros microcontroladores en el mercado, principalmente debido a la cantidad de pines digitales que presenta frente a otras alternativas similares como puede ser la ESP 32, o el mismo Arduino Uno o Nano, además de la disponibilidad en el mercado local. Este microcontrolador se alimenta con un voltaje de 7V a 12V y tiene un consumo de hasta 20mA en cada pin.



Fig. 5. Arduino Mega

#### 4.6.2 Sistema de Control automático

Una vez que se elige el microcontrolador, el siguiente paso fue realizar la elección de los componentes electrónicos con los cuales se realizó el sistema de control, para esta etapa se tomó en cuenta el uso de elementos que sean compatibles con el Arduino Mega para facilitar la programación y diseño de la máquina. A continuación, en la Tabla XX. Se detallan los elementos que se seleccionaron y sus especificaciones técnicas.

Tabla XX. Componentes usados en el sistema de automatización

Componente	Precio	Cantidad	Características
Servo MG996R	\$12	1	Torque: 13kg/cm a 6V Voltaje: 4,8 – 7.2 V Corriente: 900mA (6V)
HC-SR04	\$2	2	40,7mmx19,7mmx42,9mm Voltaje: 5V Corriente: 15mA 45mmx20mmx15mm
Bomba de Agua	\$3,50	1	Voltaje: 3V - 6V Caudal: 80 - 120 L/h Corriente: 300mA 43mm (largo) x23mm(diámetro)[22]
Galga de peso	\$9	1	Peso Máximo:20kg Voltaje: 3V - 12V [23].
HX711	\$1,50	1	Voltaje: 2,6 – 5,5 V Corriente: <1,5mA
Bornes	\$1	1	Soporta hasta 300V a 20A. 2 pines BN2-A
Switch	\$0,50	1	Soporta hasta 125V a 10A. Resistencia interna: 35mΩ 21mmx15mmx13,2mm
LM7809	\$0,35	1	Vout: 9V Vin: 5V- 24V Iout: Hasta 1,5A
LM7806	\$0,35	2	Vout: 6V Vin: 5V- 24V Iout: Hasta 1,5A

Capacitor 330nF	\$0,50	3	Vmax: 50V
Capacitor 100nF	\$0,50	3	Vmax: 50V
Diodo LED	\$0,10	1	5mm de diámetro Corriente: 100mA Voltaje: 5V
LCD 16x2 con I2C	\$6	1	Vin: 5V Corriente: 1.5mA
Teclado Matricial 4x4	\$1,60	1	Vmáx = 24V Corriente: 30mA 69mmx77mm
Relé de 5VDC	\$0,85	1	Voltaje: 5V Imax: 10A

Con estos componentes se procedió a realizar el cálculo de consumo de corriente y voltaje para poder elegir una fuente reguladora de voltaje apropiada para la máquina. Para estos cálculos hay que tomar en cuenta que la mayoría de los componentes van conectados al microcontrolador, a excepción del servomotor y la bomba de agua que necesitan alimentación por separado. La Tabla XXI. Presenta los cálculos de consumo de amperaje.

Tabla XXI. Cálculo de consumo de Amperaje

Nombre	Cantidad	Voltaje c/u	Amperaje c/u	Amperaje Total
MG996R	1	4.8 V – 7.2 V	500 mA – 900mA	900 mA
Bomba de Agua	1	3V – 6V	300 mA	300 mA
Arduino Mega 2560	1	7 V – 12 V	73 mA	73 mA
Total				1273 mA

Teniendo en cuenta que se va a alimentar el Arduino con 9V, y tanto el Servo como la Bomba consumen 6V cada uno, se seleccionó una fuente de 110 V a 24 VDC. Si bien el sistema solo consume 1273mA en el mercado solo había disponibilidad de una fuente de 24V a 5A, la cual se muestra en la Fig. 6.



Fig. 6. Fuente de Alimentación [24]

Después de determinar los componentes, se realizó el esquema electrónico para la elaboración del circuito, en este se tomó en cuenta que para el mantenimiento de la máquina podría resultar útil retirar los componentes con facilidad, por lo que se utilizaron espadines machos y hembras para las conexiones de los componentes tal y como se muestra en la Fig. 7. Para la elaboración de este diagrama se utilizó el software EasyEDA puesto que es un software útil en caso de que se deseara realizar un circuito impreso para posteriores versiones.

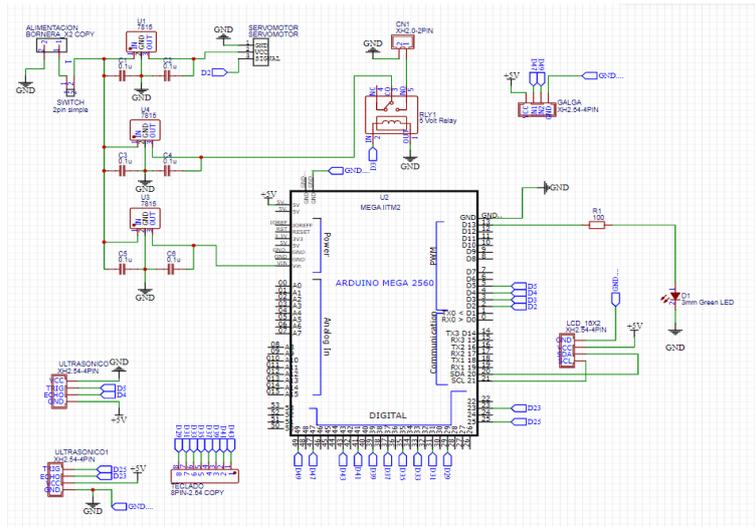


Fig. 7. Esquema del Circuito Eléctrico

#### 4.6.3 Código

En cuanto al código, este se desarrolló en el software de Arduino IDE utilizado para programar estos microcontroladores. En primera instancia lo importante era establecer la secuencia que debía seguir nuestro programa por lo cual se realizó el diagrama de flujo que se puede visualizar en la Fig. 8. Con este diagrama se realizó la programación para el control y automatización de las funciones de la máquina. Todo el código se puede visualizar con más detalle en el Anexo B.

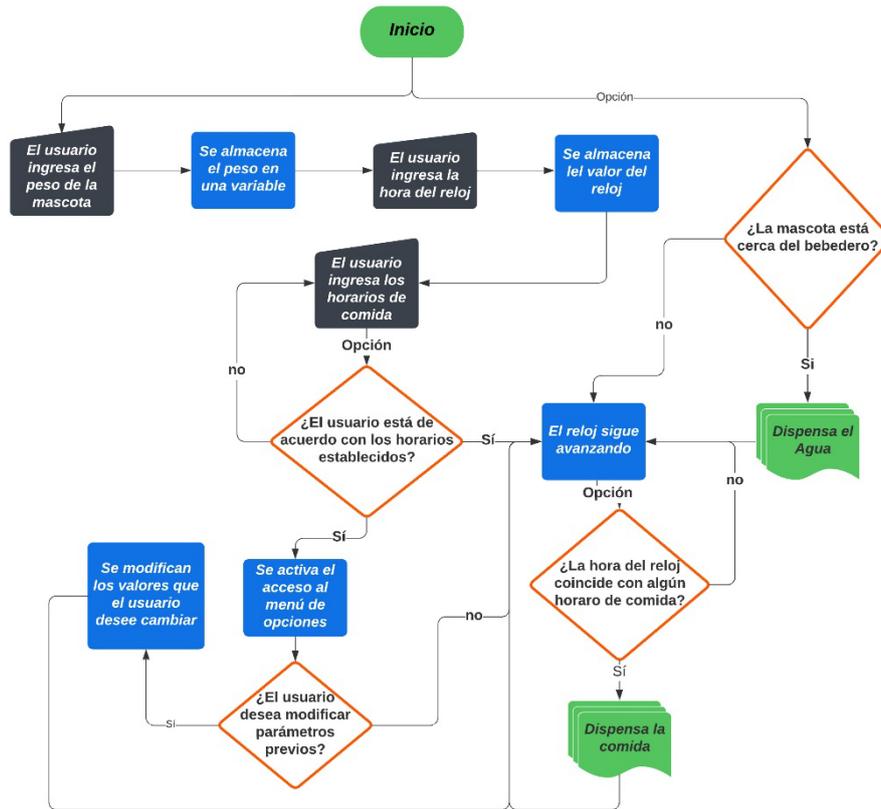


Fig. 8. Diagrama de Flujo del programa

#### 4.7 Diseño de la Estructura

Para la elaboración de la estructura de la máquina se utilizó el programa SolidWorks para diseñar las piezas y posteriormente imprimirlas en 3D ya que era el proceso óptimo dada la complejidad de la geometría de estas. En cuanto al diseño, la máquina consta de 5 piezas principales montables las cuáles son: la base del comedero, la tapa de la base, el tronco del comedero, la base del mecanismo de dosificación y la tapa de este mecanismo. Además, también consta de 5 piezas pequeñas para el funcionamiento de la máquina y se utilizó un acople de Servo motor y un envase de plástico adaptado para el almacenamiento de la comida.

#### 4.7.1 Base del comedero

La base del comedero se diseñó con la intención de introducir la galga de peso debajo del plato de la comida y de la misma manera incluir el almacenamiento del agua y el soporte para la bomba de agua tal y como se muestra en la Fig. 9.

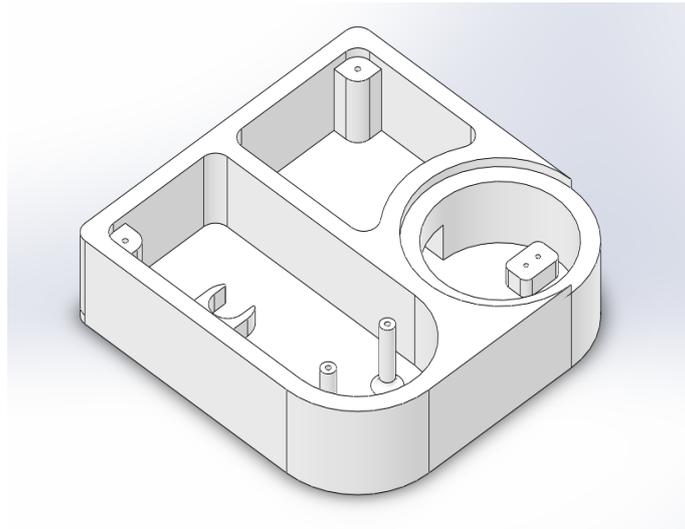


Fig. 9. Diseño CAD de la base de la máquina

#### 4.7.2 Tapa de la base

En cuanto a la tapa de la base, se diseñó con la intención de formar el comedero y el bebedero, además de incluir los agujeros para el ajuste con pernos y tener un ajuste fijo para que encaje con el tronco y este no presente inestabilidad. Además, también cuenta con los agujeros para colocar el sensor ultrasónico que permite medir el nivel de agua y otros más pequeños para llevar el cableado hasta el tronco. El diseño CAD de esta pieza se puede observar en la Fig. 10.

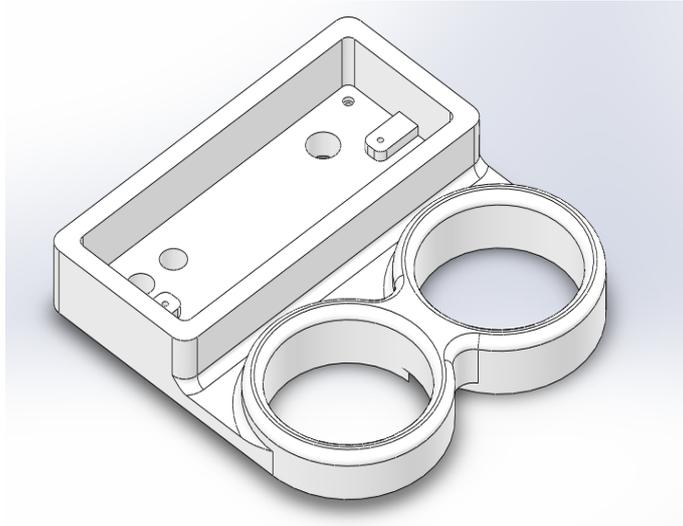


Fig. 10. Diseño CAD de la tapa de la base

#### 4.7.3 Tronco del Comedero

El tronco del comedero está pensado para almacenar todo el circuito de control y la fuente reguladora de voltaje, además también cuenta con los agujeros para pasar el cableado y cuenta con los espacios necesarios para colocar el teclado matricial, la pantalla LCD, el LED indicador de nivel de agua y el otro sensor ultrasónico que permite detectar la distancia a la que se encuentra el gato cuando desea beber agua. En la Fig. 11. Se puede observar el diseño CAD final de esta pieza.

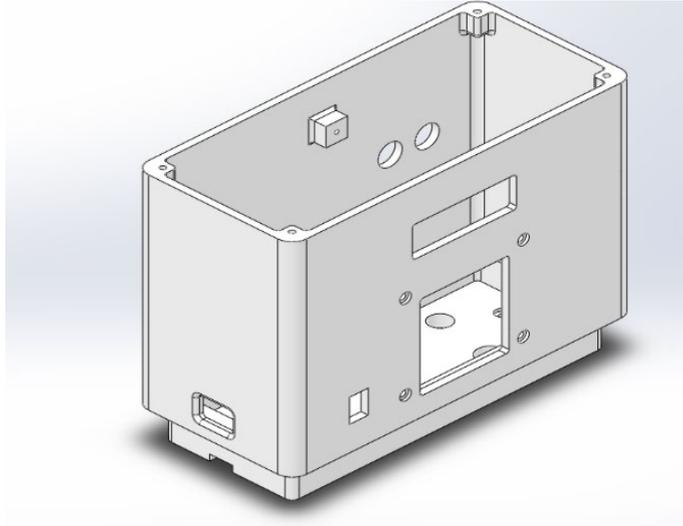


Fig. 11. Diseño CAD del tronco

#### 4.7.4 Base del sistema de dosificación

En esta pieza se ubica el servomotor para apertura de la rejilla que permite la dosificación, además de contener la boquilla para la manguera de la bomba de agua. También incluye un pequeño soporte para la rejilla y el agujero necesario para pasar el cableado del servo motor y la manguera.

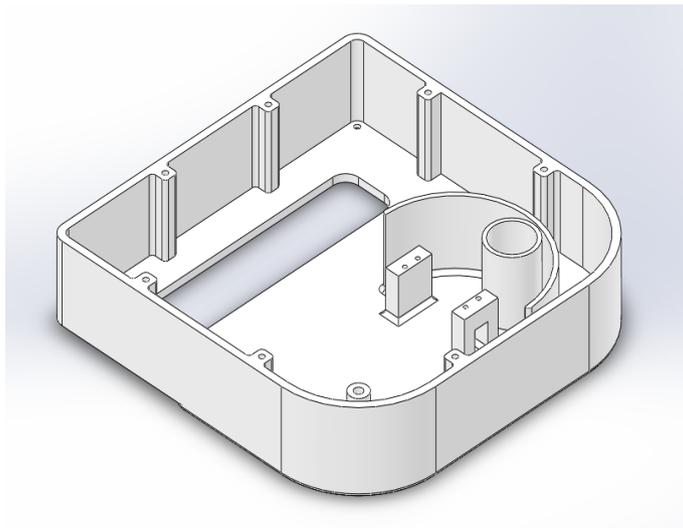


Fig. 12. Diseño CAD de la base del sistema de dosificación

#### 4.7.5 Tapa de la base superior

Esta pieza es la tapa superior de toda la máquina y cuenta con el agujero para la caída de la comida, además de tener un pequeño soporte para el envase de plástico que almacena la comida del gato.

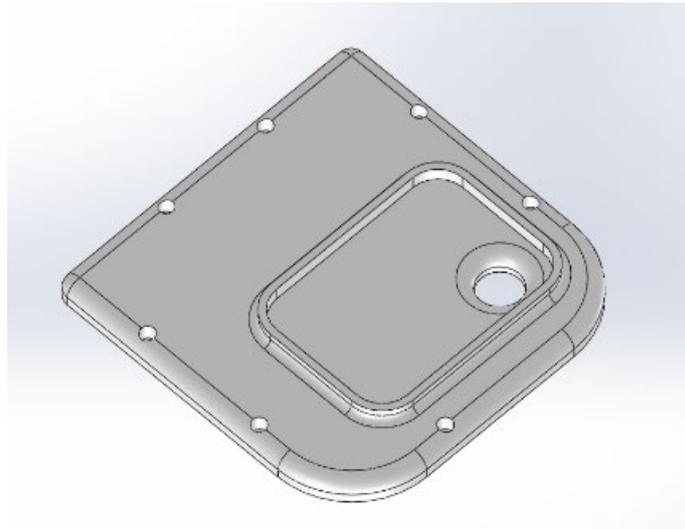


Fig. 13. Diseño CAD de la tapa de la base superior

Una vez que se diseñaron las piezas principales, lo siguiente fue diseñar las piezas pequeñas que ayudan al funcionamiento del mecanismo en su totalidad.

#### 4.7.6 Tapa del comedero

Esta pieza se coloca encima de la galga de peso en el espacio del comedero para poder realizar la medición del peso de la cantidad de comida que se dispensa y tener un control más preciso de las porciones de comida.



Fig. 14. Diseño CAD de la Tapa del Comedero

#### 4.7.7 Tapa del Bebedero

Esta pieza es principalmente para funcionar como una especie de filtro con el agua que caiga de la manguera y vuelva al almacenamiento de manera que se retroalimente, además de que también evita que algún resto de comida se filtre en el almacenamiento del agua.

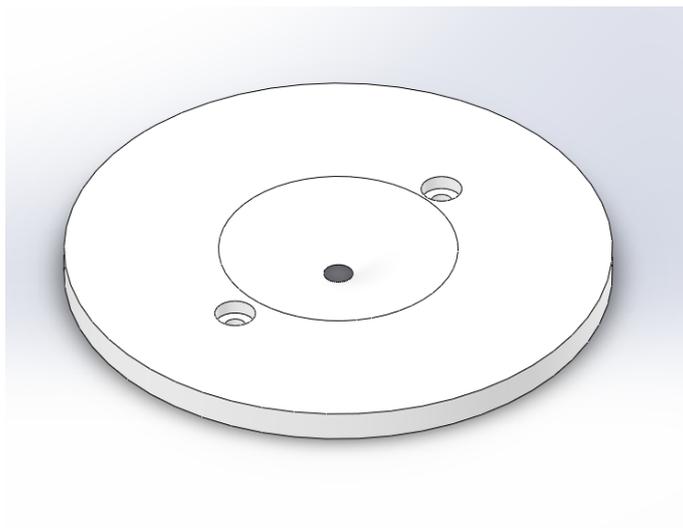


Fig. 15. Diseño CAD de la tapa del bebedero

#### 4.7.8 Tapa del Tronco

Esta pieza cumple la función de ocultar los agujeros del tronco para poder sostener la fuente de alimentación en ella. Además, cuenta con un agujero para pasar el cableado y la manguera de la bomba de agua.

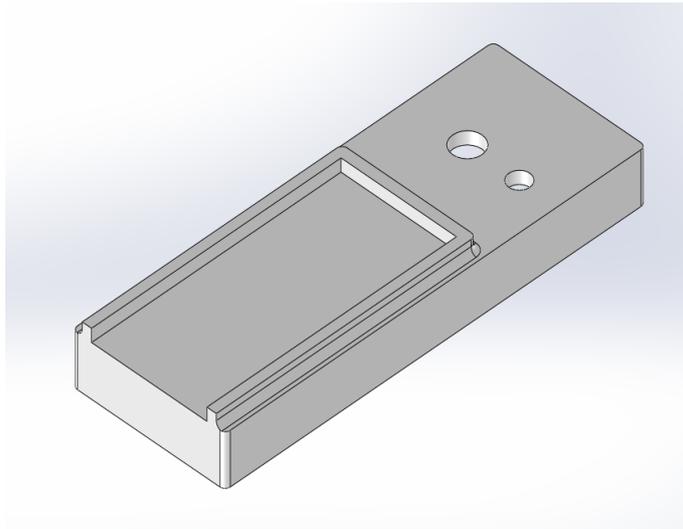


Fig. 16. Diseño CAD de la Tapa del Tronco

#### 4.7.9 Rejilla de dosificación

Esta pieza es una especie de plato giratorio que tiene un agujero el cual se alinea con la tapa superior para que la comida pueda caer hasta el comedero, el giro de esta pieza se realiza mediante el servomotor que se conecta con esta pieza mediante un acople.

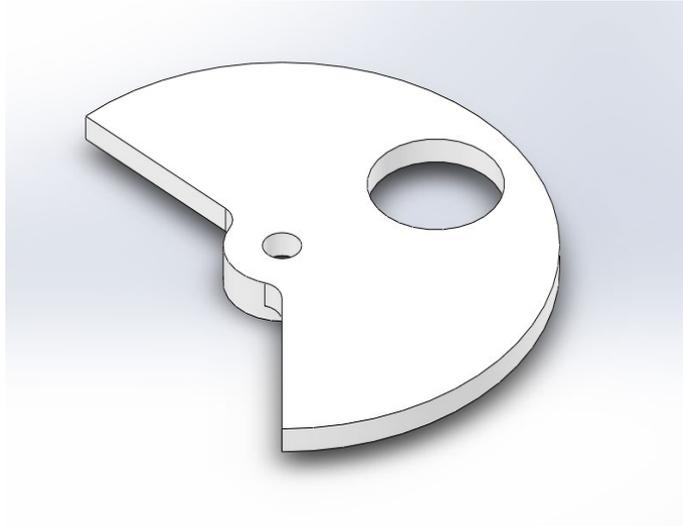


Fig. 17. Diseño CAD de la Rejilla de dosificación

#### 4.7.10 Soporte de Teclado

Esta pieza consiste en una plancha de PLA que sirve como soporte del Teclado matricial para brindar una superficie de apoyo más fija. Esta pieza se ajusta a la máquina mediante pernos con rosca para los cuales cuenta con 4 perforaciones en sus esquinas.

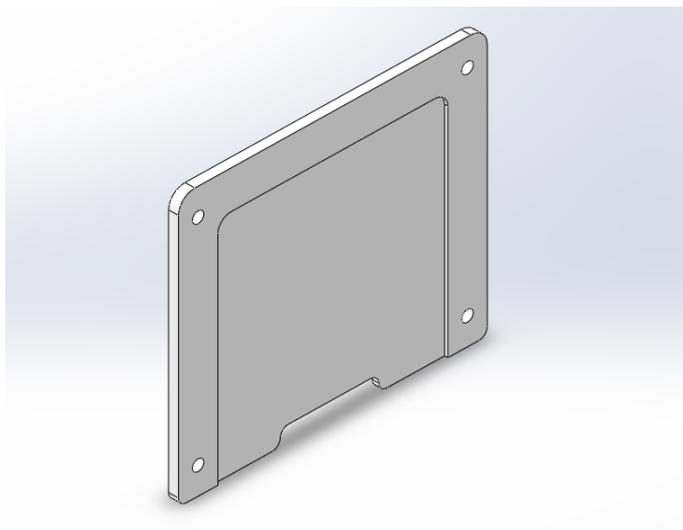


Fig. 18. Diseño CAD del soporte del Teclado.

#### 4.7.11. Ensamblaje del diseño CAD

Una vez que todas las piezas estuvieron diseñadas y aprobadas, se procedió a realizar el ensamblaje de la máquina en el programa SolidWorks para realizar el posterior análisis de elementos finitos.

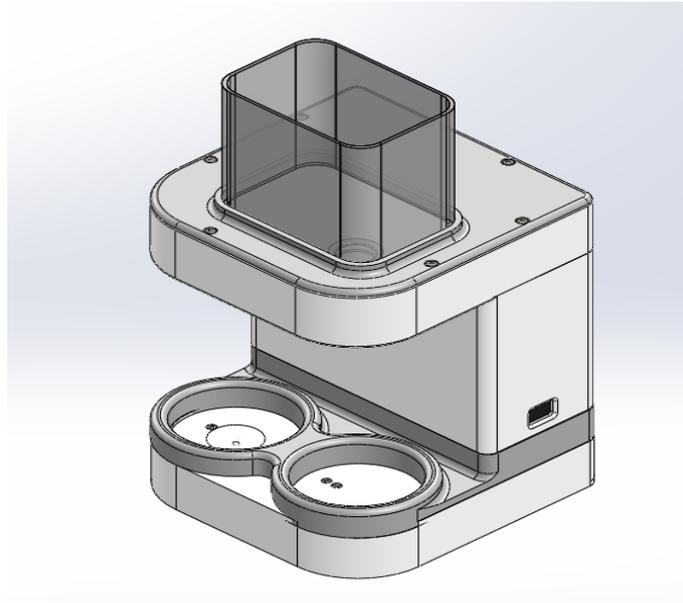


Fig. 19. Ensamblaje del modelo CAD de la máquina

#### 4.7.12 *Análisis de elementos finitos*

Una vez que se realizó el diseño y ensamblaje CAD de toda la estructura se realizó el análisis estático de elementos finitos de toda la estructura para verificar que no haya ningún riesgo de falla. Para este análisis se tomó en cuenta una carga de 10N en la tapa del comedero dado que la capacidad máxima del mismo es de 1kg de comida. Además, se agregó una carga de 70g en el plato de comida y una carga de 750g que vendría equivaliendo al peso del agua que se va a almacenar para la bomba. También se estableció como geometría fija la base del comedero ya que esta iría pegada al suelo. Y se estableció como material para toda la estructura el PLA.

Con estos parámetros se obtuvo un factor de seguridad de  $3,1e+02$  según el criterio de von Mises demostrando que la estructura es segura para su fabricación. Todo este análisis se puede ver más a detalle en el Anexo C.

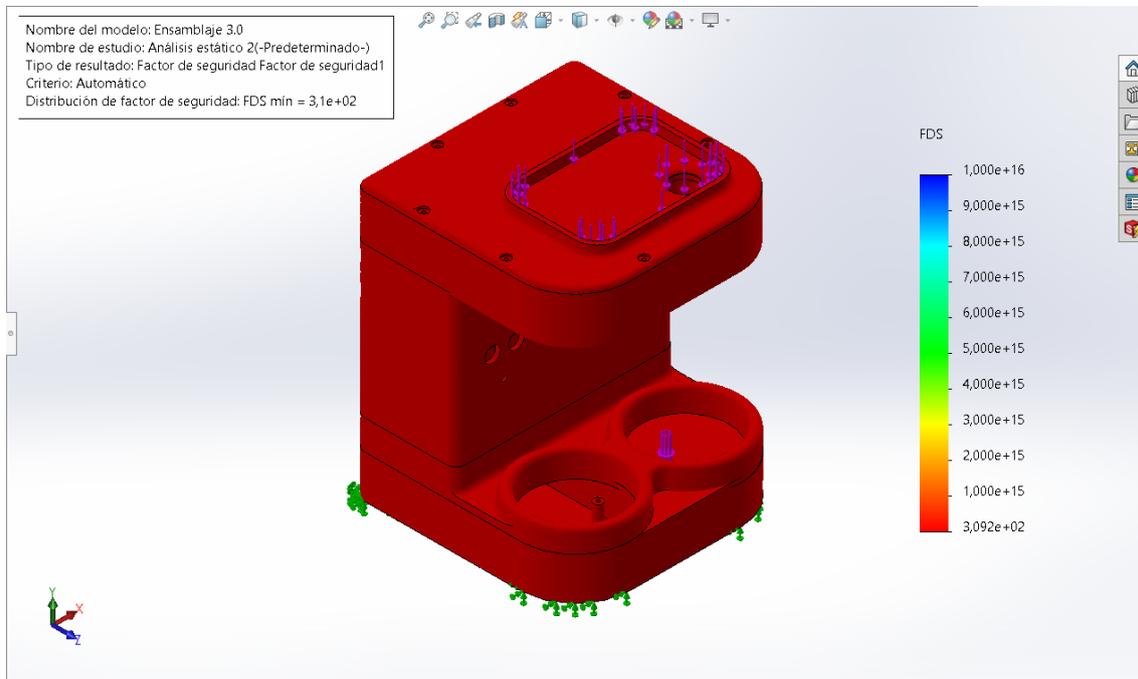


Fig. 20. Factor de seguridad de la estructura

#### 4.8 Implementación del sistema

Finalmente, una vez que se haya terminado de diseñar todo el sistema de la máquina se procedió a fabricarla. En primera instancia se realizó el circuito de automatización mediante una baquelita perforada siguiendo el esquema de conexiones de la Fig. 7.

Después de verificar la continuidad de la placa en todos sus puntos, el siguiente paso fue cargar el programa al microcontrolador y probar el funcionamiento del circuito sin montar en la máquina.

Una vez que se verificó que el sistema funcionaba, se procedió a fabricar las piezas mediante impresión 3D. Para este proceso se utilizó una densidad de relleno del 10% para agilizar el proceso de impresión. Cabe destacar que todas las piezas fueron impresas en PLA para evitar cualquier problema dado que el PLA posee unas propiedades físicas, ópticas, mecánicas y de barrera relativamente buenas. Además, presenta buena biocompatibilidad y procesabilidad, es biodegradable mediante hidrólisis y es bioabsorbible [25].

Una vez que las piezas se terminaron de imprimir, se realizó el montaje de toda la máquina, incluyendo los sensores, los actuadores, la placa de control y la fuente reguladora de voltaje. Obteniendo como resultado la máquina que se puede visualizar en la Fig. 21.



Fig. 21. Máquina Dosificadora de comida y agua

## 4.9 Resultados de las pruebas

Para validar el funcionamiento correcto de la máquina se realizaron dos tipos de pruebas. La primera prueba estuvo relacionada con el suministro de agua, en el cual se realizaron 10 ensayos de simulación para verificar que el sensor de proximidad y la bomba de agua estaban funcionando correctamente. Durante estos ensayos se varió el tiempo en el que la bomba se mantuvo encendida con una diferencia de 20s por cada prueba y se documentó cualquier observación pertinente. Los resultados se pueden visualizar en la Tabla XXII.

Tabla XXII. Ensayos del bebedero

Nro. de Ensayo	Tiempo	Observaciones
Ensayo 1	20s	La bomba se quedó activada durante 5s más después de haber retirado el objeto de ensayo del sensor de distancia.
Ensayo 2	40s	La bomba y el sensor funcionaron de manera adecuada.
Ensayo 3	1min	El funcionamiento siguió siendo correcto.
Ensayo 4	1min 20s	El regulador de voltaje de la bomba empezó a calentarse. La bomba tardó 3s en desactivarse después de que el sensor de distancia ya no detectaba objetos.
Ensayo 5	1min 40s	El regulador de voltaje aumentó más su temperatura, pero el funcionamiento no se vio perjudicado.
Ensayo 6	2min	La pantalla se quedó congelada mientras la bomba estaba activada.
Ensayo 7	2min 20s	La bomba tardó 8s más en desactivarse después de ya no detectar objetos.
Ensayo 8	2min 40s	Pasados los 2 minutos y medio la bomba empezó a transportar el agua con menos potencia.
Ensayo 9	3min	La bomba tardó 12s más en desactivarse después de ya no detectar objetos. La velocidad del caudal disminuyó progresivamente.
Ensayo 10	3min 20s	Pasados los 3 minutos el bebedero suministraba agua con un caudal muy bajo.

Por otro lado, para verificar el funcionamiento correcto del apartado de la comida se programó la máquina para que realizara una dosificación en los 3 horarios diferentes con un intervalo de 1 hora por cada comida. Este proceso se realizó 3 veces en las cuales

se ajustaba el valor del peso de la mascota para que entrara dentro de las 3 diferentes categorías establecidas. Después de cada dosificación se pasó la cantidad de comida a otro recipiente y se midió en una balanza digital el peso de la comida y se realizó un cálculo del error medio por cada dosis el cual se puede ver reflejado en la Tabla XXIII.

<b>Nro. de Ensayo</b>	<b>Peso del animal</b>	<b>Horario de dosificación</b>	<b>Cantidad de comida dispensada</b>	<b>Cantidad de comida deseada</b>	<b>% de error</b>
Ensayo 1	3,1kg	Desayuno	52,1g	45g	3,2%
Ensayo 2	3,1kg	Almuerzo	52,8g	45g	3,5%
Ensayo 3	3,1kg	Cena	51,6g	45g	3,0%
Ensayo 4	4,7kg	Desayuno	58,3g	53g	2,8%
Ensayo 5	4,7kg	Almuerzo	57,6g	53g	2,4%
Ensayo 6	4,7kg	Cena	56,8g	53g	2,0%
Ensayo 7	5,8kg	Desayuno	62,6g	60g	1,6%
Ensayo 8	5,8kg	Almuerzo	63,4g	60g	2,0%
Ensayo 9	5,8kg	Cena	61,8g	60g	1,1%
				<b>Error medio</b>	<b>2,4%</b>

#### **4.10 Análisis de Resultados**

##### *4.10.1 Análisis del Bebedero*

De acuerdo con los ensayos realizados, se puede observar que hay ocasiones en las que la bomba tarda en desactivarse. Esto puede deberse a que como el programa tiene prioridad en el conteo del reloj, la función de activación y desactivación de la bomba puede quedar en segundo plano y por tanto responder con cierto retraso, sin embargo, esto no representa ningún problema en el funcionamiento dado que el sistema está diseñado para que el agua vuelva a su fuente y no se desperdicie.

En cuanto al calentamiento del regulador esto es un proceso normal debido al flujo de corriente, sin embargo, este calentamiento provoca una reducción en la velocidad del caudal pasados los dos minutos y medio, haciendo que el suministro de agua se vea afectado de manera significativa pasados los 3 minutos. De todas maneras, como se

mencionó previamente los gatos consumen una cantidad aproximada de entre 10ml a 12ml durante 12 a 16 veces en el día, por lo que se entiende que lejos de tener un consumo prolongado, los gatos consumen agua en pocas cantidades durante varias veces, por lo cual no se requiere que la bomba funcione durante periodos prolongados.

#### *4.10.2 Análisis del Comedero*

En cuanto al comedero se puede observar que la dosificación de comida se presenta un error medio de 2,4% lo cual no representa ningún inconveniente significativo. Además, se puede observar que el porcentaje de error es mayor cuando la cantidad de comida deseada es menor. Esto se debe a la velocidad de respuesta de la galga de peso ya que la comida al ser suministrada mediante caída por gravedad, los primeros 40g tardan muy poco en caer.

Con estos resultados se puede observar que el funcionamiento de la máquina es eficiente y se cumplió con todos los requerimientos establecidos previamente.

## CONCLUSIONES

Mediante la investigación de medios se logró determinar de manera adecuada los parámetros principales para la dosificación de comida y agua los cuales son: una tabla de rangos de cantidades de comida de acuerdo con el peso del animal clasificado en 3 categorías y un sistema de dosificación de agua que permita suministrar alrededor de 12mL de agua entre 12 a 16 veces al día de acuerdo con las necesidades del gato.

El estudio de las distintas alternativas permitió la realización de un diseño eficiente el cual consta de un sistema de configuración operado por teclado y pantalla, un sistema de dosificación de agua accionado por una bomba de agua y un sensor de proximidad y un sistema de dosificación de comida mediante caída por gravedad controlado con una rejilla accionada mediante un servomotor, siendo todos estos sistemas controlados mediante un Arduino MEGA.

La implementación del sistema diseñado fue acertada, dando como resultado una máquina dosificadora automática de comida y agua con unas dimensiones de 235mm de largo, 240mm de ancho, 432mm de alto y un peso de 5848g. Todas las piezas se elaboraron mediante impresión 3D usando como material el PLA debido a sus propiedades físicas y mecánicas óptimas para este dispositivo.

Con la finalidad de validar la máquina se realizaron dos pruebas de funcionamiento, una para el sistema de suministro de agua y otro para el suministro de comida. Dando como resultado un porcentaje de error promedio por debajo del 2,5% para la dosificación de comida. Mientras que el sistema de suministro de agua no presentó ninguna anomalía significativa dando como resultado un sistema confiable y seguro.

## RECOMENDACIONES

Es importante tener en cuenta el calentamiento de los reguladores de voltaje y la reducción del caudal de la bomba de agua en un periodo largo de activación, razón por la cual se recomienda hacer uso de reguladores más sofisticados y robustos en caso de que se desee mantener la bomba de agua durante un periodo de tiempo ininterrumpido mayor a 3 minutos.

En cuanto a la estructura de la máquina, se sugiere probar con otros métodos de fabricación además de la impresión 3D en caso de que se desee reducir el costo de la máquina, sin embargo, hay que tener en cuenta que otros procesos podrían resultar más rentables solo en caso de producción a mediana y gran escala, además que el uso de otros materiales podría representar otros problemas no contemplados en este proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Pierson, “Feeding Your Cat: Know the Basics of Feline Nutrition – Common Sense. Healthy Cats.” Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://catinfo.org/>
- [2] J. Castañeda Ortega y M. Del Moral, “La obesidad en gatos, un problema recurrente.”, ene. 2021.
- [3] J. O. Noles Malucín y M. M. Pillacela Fernandez, “Desarrollo óptimo de un dispensador automatizado de comida para mascotas domésticas”, 2020, Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19384>
- [4] “Dispensador Wi-Fi de alimento para mascotas con cámara”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.steren.com.ec/dispensador-wi-fi-de-alimento-para-mascotas-con-camara-full-hd-y-grabador-de-voz.html>
- [5] “Alimentador Automático con Pantalla | Club de Perros y Gatos”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.clubdeperrosygatos.cl/shop/alimentacion/platos/club-pg-dispensador-automatico-robot/>
- [6] “Comederos Automáticos Inteligente para Gatos y Perros”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.amazon.es/dp/B09XB493LG?tag=xtk-seleccion-21&asc\\_refurl=249736&asc\\_source=xataka&asc\\_campaign=everlasting&th=1](https://www.amazon.es/dp/B09XB493LG?tag=xtk-seleccion-21&asc_refurl=249736&asc_source=xataka&asc_campaign=everlasting&th=1)
- [7] “Comedero para perros y gatos Lebistro 5lb Feeder 6PK Café | City Pet”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en:

[https://citypet.ec/producto/comedero-para-perros-y-gatos-lebistro-5lb-feeder-6pk-2/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopV8tnnZ1o-EWoOoapQvUIU5wB\\_nTs9uFL8OPIIM35Q0NKU6XDFXVexoC9t0QAvD\\_BwE](https://citypet.ec/producto/comedero-para-perros-y-gatos-lebistro-5lb-feeder-6pk-2/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopV8tnnZ1o-EWoOoapQvUIU5wB_nTs9uFL8OPIIM35Q0NKU6XDFXVexoC9t0QAvD_BwE)

- [8] “WellToBe - Comedero inteligente para gatos”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/-/es/WellToBe-inteligente-alimentador-bidireccional-distribuci%C3%B3n/dp/B0B8MKDS9M?th=1>
- [9] “2023 3L Pet dispensador de agua”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://es.made-in-china.com/co\\_pethope/product\\_2023-3L-Pet-Feeder-Dispenser-Feeding-Cat-Dog-Cat-Water-Fountain-for-Home\\_ysrniheog.html](https://es.made-in-china.com/co_pethope/product_2023-3L-Pet-Feeder-Dispenser-Feeding-Cat-Dog-Cat-Water-Fountain-for-Home_ysrniheog.html)
- [10] “Fuente para mascotas Veken de 95 oz/2,8 L”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://tiendamia.com/ec/producto?amz=B08NC54VZN&pName=Veken%2095oz/2.8L%20Pet%20Fountain,%20Automatic%20Cat%20Water%20Fountain%20Dog%20Water%20Dispenser%20with%20Replacement%20Filters%20for%20Cats,%20Dogs,%20Multiple%20Pets%20\(Blue,%20Plastic\)/&gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopY1DYf9Db39tldasP-KA72C5Q7N10AF2\\_uBmVmPCjvoQtmftCKPTsRoCniQQAvD\\_BwE](https://tiendamia.com/ec/producto?amz=B08NC54VZN&pName=Veken%2095oz/2.8L%20Pet%20Fountain,%20Automatic%20Cat%20Water%20Fountain%20Dog%20Water%20Dispenser%20with%20Replacement%20Filters%20for%20Cats,%20Dogs,%20Multiple%20Pets%20(Blue,%20Plastic)/&gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopY1DYf9Db39tldasP-KA72C5Q7N10AF2_uBmVmPCjvoQtmftCKPTsRoCniQQAvD_BwE)
- [11] “Pet Water Dispenser Station - 1 Gal Replenish Pet Waterer for Dog Cat Animal | eBay”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.ebay.com/itm/196135395486?chn=ps&\\_trkparms=ispr%3D1&amdata=enc%3A1P3EnzTeEQ1yM6CMJGciv7Q13&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-167022-078873-5&mkcid=2&itemid=196135395486&targetid=319527574754&device=c&mktype=pla](https://www.ebay.com/itm/196135395486?chn=ps&_trkparms=ispr%3D1&amdata=enc%3A1P3EnzTeEQ1yM6CMJGciv7Q13&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-167022-078873-5&mkcid=2&itemid=196135395486&targetid=319527574754&device=c&mktype=pla)

&googleloc=9076633&poi=&campaignid=20797524929&mkgroupid=158705738369&rlsarget=pla-319527574754&abcId=&merchantid=5297906629&gclid=CjwKCAiAqY6tBhAtEiwAHeRopWdpE7sIf0jVAAtELocpI6pCnPq3DoDqMLtvkfV\_INq\_m1SHGucSnFBoCORIQAvD\_BwE

- [12] “Amazon.com: Gardner Pet Dispensador automático de alimentos y agua”. Consultado: el 13 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.amazon.com/-/es/Gardner-Pet-Dispensador-autom%C3%A1tico-dispensador/dp/B0CLN8DPR9/ref=sr\\_1\\_3?\\_\\_mk\\_es\\_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=IKY7OHVX8503&keywords=dispensador%2Bde%2Bcomida%2Bby%2Bagua&qid=1705281701&srefix=dispensador%2Bde%2Bcomida%2Bby%2Bagua%2Caps%2C142&sr=8-3&th=1](https://www.amazon.com/-/es/Gardner-Pet-Dispensador-autom%C3%A1tico-dispensador/dp/B0CLN8DPR9/ref=sr_1_3?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=IKY7OHVX8503&keywords=dispensador%2Bde%2Bcomida%2Bby%2Bagua&qid=1705281701&srefix=dispensador%2Bde%2Bcomida%2Bby%2Bagua%2Caps%2C142&sr=8-3&th=1)
- [13] D. O. Icaza Álvarez, G. Tito, W. Padilla, G. Pesántez, y F. Pozo, “Dispensador automático de alimento para mascotas”, *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, vol. 1, núm. 2, pp. 99–106, dic. 2017, doi: 10.29166/REVFIG.V1I2.75.
- [14] “Bulker | Dosificadores”. Consultado: el 10 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bulker.eu/dosificadores/>
- [15] “Dieta equilibrada para tu gato | Purina®”. Consultado: el 10 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.purina.es/cuidados/gatos/alimentacion/consejos/dieta-equilibrada-para-gato>
- [16] D. Horwitz, E. Ariane, y J.-C. Eng, “Comportamiento alimentario del gato Yannick SOULARD”.

- [17] E. R. Hutter, “Nutrición en caninos y felinos”.
- [18] “Cuánto debo alimentar a mi gato | Efecto Mirringo”. Consultado: el 14 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mirringo.com.co/actualidad-gatuna/cuanto-debo-alimentar-a-mi-gato-cachorro-y-a-mi-gato-adulto>
- [19] “Guía de cantidad diaria de comida para tu gato | Kiwoko”. Consultado: el 14 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.kiwoko.com/blogmundoanimal/cuanta-cantidad-de-comida-debo-dar-a-mi-gato/>
- [20] “Cantidad de comida que hay que dar a un gato- Kivet”. Consultado: el 14 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.kivet.com/blog/cuanto-come-un-gato/>
- [21] “¿Cuánto debe comer un gato según su edad? - Patihuellas”. Consultado: el 14 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://patihuellas.pe/cuanto-debe-comer-un-gato-segun-su-edad/>
- [22] “MINI BOMBA PARA FLUIDOS 6VDC ARDUINO - MEGATRONICA”. Consultado: el 29 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://megatronica.cc/producto/mini-bomba-para-fluidos-6vdc-arduino/>
- [23] “XS-174 Celda de Carga de 20Kg, Sensor de Peso, Galga Extensiométrica”. Consultado: el 29 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ideaelectronica.mx/peso/5620-xs-174-celda-de-carga-de-20kg-sensor-de-peso-galga-extensiometrica.html>
- [24] “Adaptador 24v 5a Cargador 24 Voltios 5 Amperios | MercadoLibre”. Consultado: el 29 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-521424064-adaptador-24v-5a-cargador-24-voltios-5-amperios->

\_JM#position=5&search\_layout=stack&type=item&tracking\_id=21c2c24b-ed7d-4fc6-  
b383-dd88226b3f74

- [25] M. N. Salinas y Y. L. Galiano, “Planta de producción de ácido poliláctico (PLA) a partir de ácido láctico”.

ANEXOS

## ANEXO A. Datasheet del Arduino MEGA 2568

Product Reference Manual

SKU: A000067



### Description

Arduino® Mega 2560 is an exemplary development board dedicated for building extensive applications as compared to other maker boards by Arduino. The board accommodates the ATmega2560 microcontroller, which operates at a frequency of 16 MHz. The board contains 54 digital input/output pins, 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button.

### Target Areas

3D Printing, Robotics, Maker

## The Board

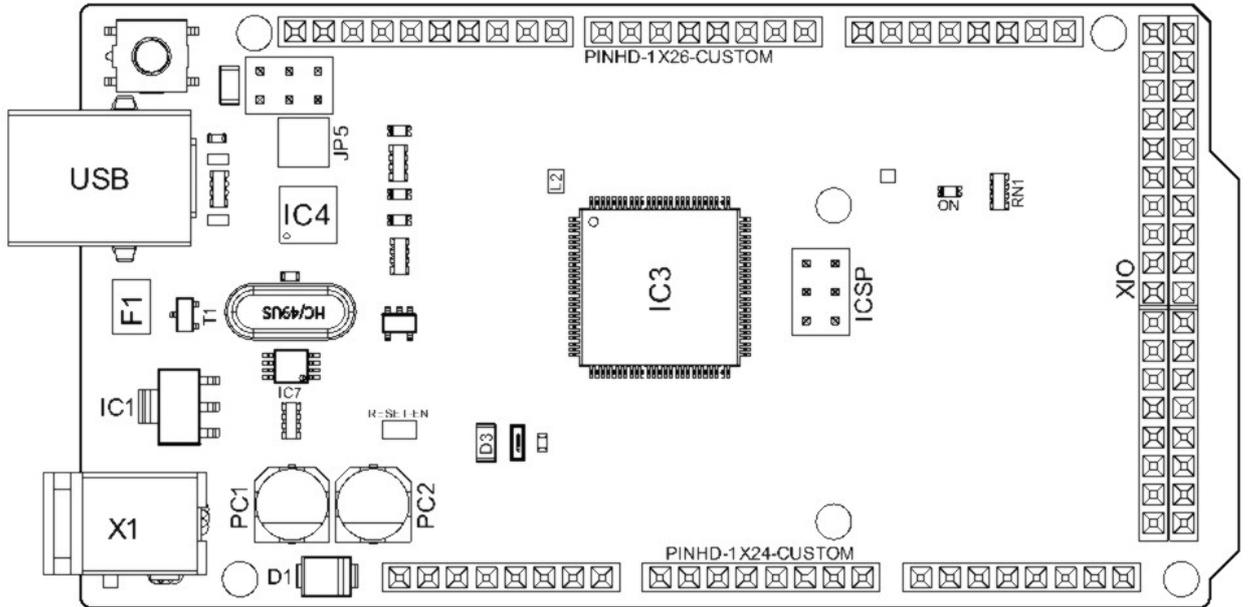
Arduino® Mega 2560 is a successor board of Arduino Mega, it is dedicated to applications and projects that require large number of input output pins and the use cases which need high processing power. The Arduino® Mega 2560 comes with a much larger set of IOs when we compare it with traditional Uno board considering the form factor of both the boards.

## Recommended Operating Conditions

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
V <sub>IN</sub>	Input voltage from VIN pad / DC Jack	7	7.0	12	V
V <sub>USB</sub>	Input voltage from USB connector	4.8	5.0	5.5	V
T <sub>OP</sub>	Operating Temperature	-40	25	85	°C

## Board Topology

### Front View



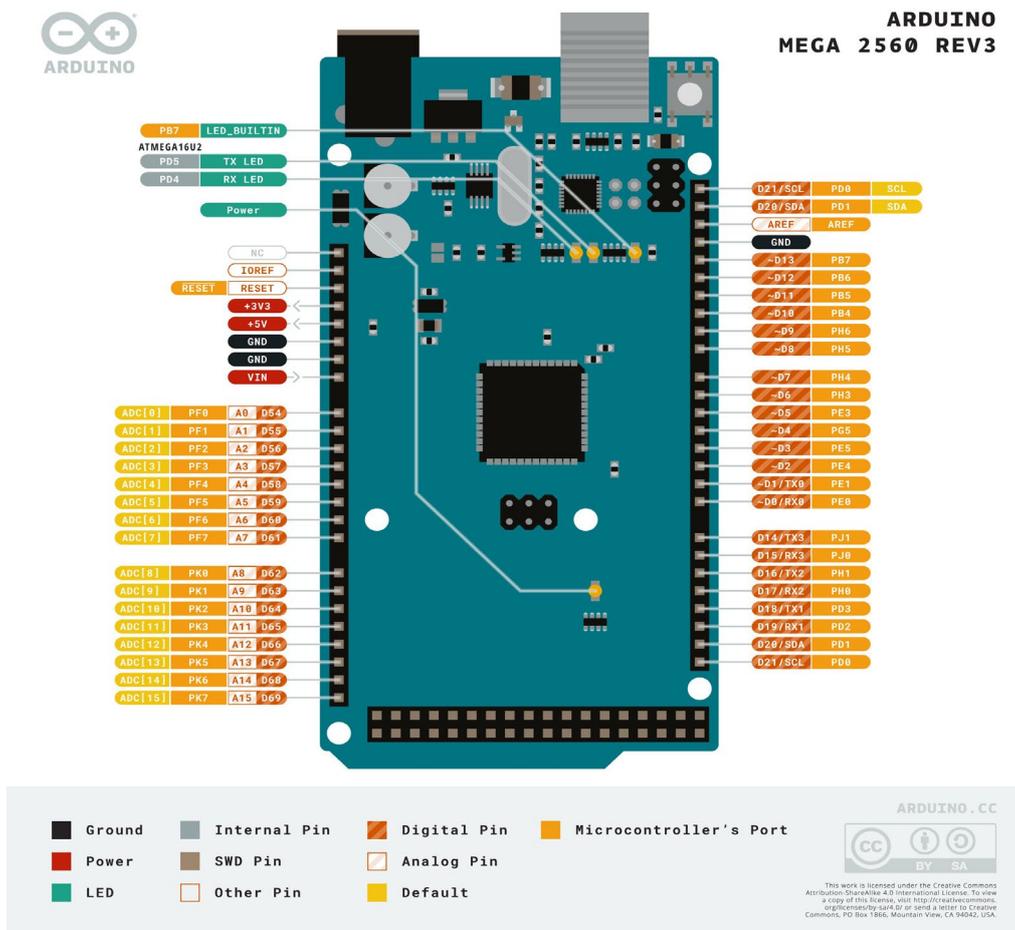
Arduino MEGA Top View

Ref.	Description	Ref.	Description
USB	USB B Connector	F1	Chip Capacitor
IC1	5V Linear Regulator	X1	Power Jack Connector
JP5	Plated Holes	IC4	ATmega16U2 chip
PC1	Electrolytic Alumminum Capacitor	PC2	Electrolytic Alumminum Capacitor
D1	General Purpose Rectifier	D3	General Purpose Diode
L2	Fixed Inductor	IC3	ATmega2560 chip
ICSP	Connector Header	ON	Green LED
RN1	Resistor Array	XIO	Connector

### Processor

Primary processor of Arduino Mega 2560 Rev3 board is ATmega2560 chip which operates at a frequency of 16 MHz. It accommodates a large number of input and output lines which gives the provision of interfacing many external devices. At the same time the operations and processing is not slowed due to its significantly larger RAM than the other processors. The board also features a USB serial processor ATmega16U2 which acts an interface between the USB input signals and the main processor. This increases the flexibility of interfacing and connecting peripherals to the Arduino Mega 2560 Rev 3 board.

### Connector Pinouts



Arduino Mega Pinout

## Analog

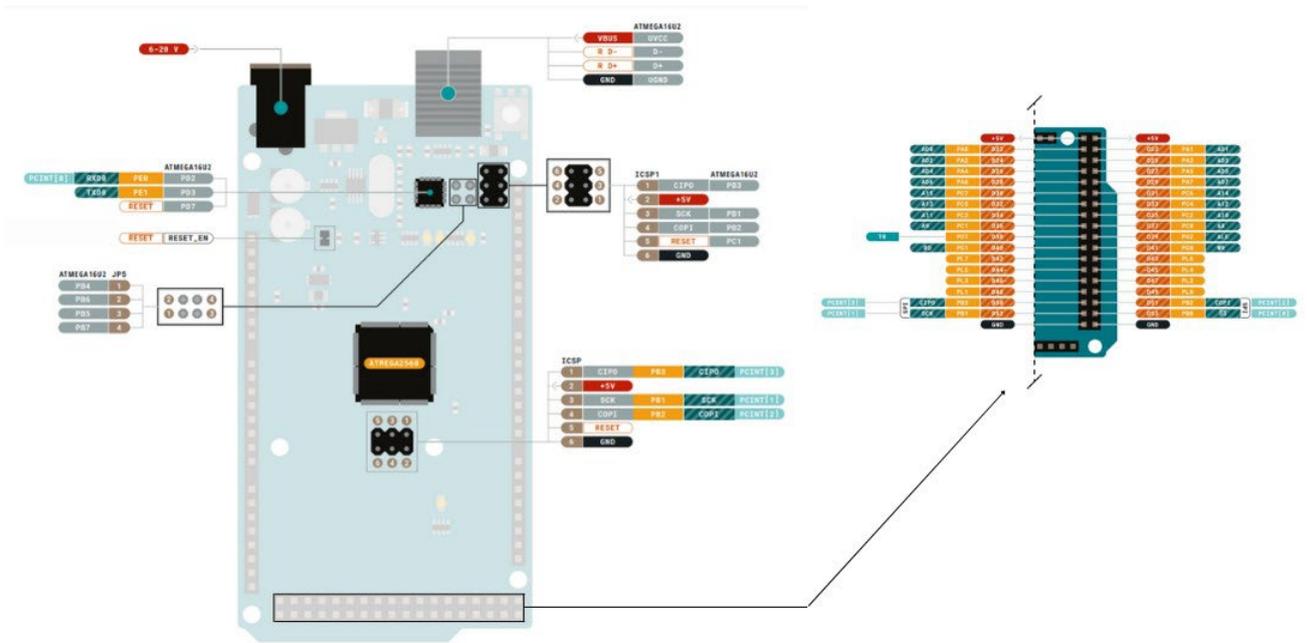
Pin	Function	Type	Description
1	NC	NC	Not Connected
2	IOREF	IOREF	Reference for digital logic V - connected to 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	Power	+3V3 Power Rail
5	+5V	Power	+5V Power Rail
6	GND	Power	Ground
7	GND	Power	Ground
8	VIN	Power	Voltage Input
9	A0	Analog	Analog input 0 /GPIO
10	A1	Analog	Analog input 1 /GPIO
11	A2	Analog	Analog input 2 /GPIO
12	A3	Analog	Analog input 3 /GPIO
13	A4	Analog	Analog input 4 /GPIO
14	A5	Analog	Analog input 5 /GPIO
15	A6	Analog	Analog input 6 /GPIO
16	A7	Analog	Analog input 7 /GPIO
17	A8	Analog	Analog input 8 /GPIO
18	A9	Analog	Analog input 9 /GPIO
19	A10	Analog	Analog input 10 /GPIO

20	A11	Analog	Analog input 11 /GPIO
21	A12	Analog	Analog input 12 /GPIO
22	A13	Analog	Analog input 13 /GPIO
23	A14	Analog	Analog input 14 /GPIO
24	A15	Analog	Analog input 15 /GPIO

## Digital

Pin	Function	Type	Description
1	D21/SCL	Digital Input/I2C	Digital input 21/I2C Dataline
2	D20/SDA	Digital Input/I2C	Digital input 20/I2C Dataline
3	AREF	Digital	Analog Reference Voltage
4	GND	Power	Ground
5	D13	Digital/GPIO	Digital input 13/GPIO
6	D12	Digital/GPIO	Digital input 12/GPIO
7	D11	Digital/GPIO	Digital input 11/GPIO
8	D10	Digital/GPIO	Digital input 10/GPIO
9	D9	Digital/GPIO	Digital input 9/GPIO
10	D8	Digital/GPIO	Digital input 8/GPIO
11	D7	Digital/GPIO	Digital input 7/GPIO
12	D6	Digital/GPIO	Digital input 6/GPIO
13	D5	Digital/GPIO	Digital input 5/GPIO

14	D4	Digital/GPIO	Digital input 4/GPIO
<b>Pin</b>	<b>Function</b>	<b>Type</b>	<b>Description</b>
15	D3	Digital/GPIO	Digital input 3/GPIO
16	D2	Digital/GPIO	Digital input 2/GPIO
17	D1/TX0	Digital/GPIO	Digital input 1 /GPIO
18	D0/Tx1	Digital/GPIO	Digital input 0 /GPIO
19	D14	Digital/GPIO	Digital input 14 /GPIO
20	D15	Digital/GPIO	Digital input 15 /GPIO
21	D16	Digital/GPIO	Digital input 16 /GPIO
22	D17	Digital/GPIO	Digital input 17 /GPIO
23	D18	Digital/GPIO	Digital input 18 /GPIO
24	D19	Digital/GPIO	Digital input 19 /GPIO
25	D20	Digital/GPIO	Digital input 20 /GPIO
26	D21	Digital/GPIO	Digital input 21 /GPIO



Arduino Mega Pinout

### ATMEGA16U2 JP5

Pin	Function	Type	Description
1	PB4	Internal	Serial Wire Debug
2	PB6	Internal	Serial Wire Debug
3	PB5	Internal	Serial Wire Debug
4	PB7	Internal	Serial Wire Debug

### ATMEGA16U2 ICSP1

Pin	Function	Type	Description
1	CIPO	Internal	Controller In Peripheral Out
2	+5V	Internal	Power Supply of 5V
3	SCK	Internal	Serial Clock

4	COPI	Internal	Controller Out Peripheral In
5	RESET	Internal	Reset
6	GND	Internal	Ground

**Digital Pins D22 - D53 LHS**

Pin	Function	Type	Description
1	+5V	Power	Power Supply of 5V
2	D22	Digital	Digital input 22/GPIO
3	D24	Digital	Digital input 24/GPIO
4	D26	Digital	Digital input 26/GPIO
5	D28	Digital	Digital input 28/GPIO
6	D30	Digital	Digital input 30/GPIO
7	D32	Digital	Digital input 32/GPIO
8	D34	Digital	Digital input 34/GPIO
9	D36	Digital	Digital input 36/GPIO
10	D38	Digital	Digital input 38/GPIO
11	D40	Digital	Digital input 40/GPIO
12	D42	Digital	Digital input 42/GPIO
13	D44	Digital	Digital input 44/GPIO
14	D46	Digital	Digital input 46/GPIO
15	D48	Digital	Digital input 48/GPIO

16	D50	Digital	Digital input 50/GPIO
17	D52	Digital	Digital input 52/GPIO
18	GND	Power	Ground

### Digital Pins D22 - D53 RHS

Pin	Function	Type	Description
1	+5V	Power	Power Supply of 5V
2	D23	Digital	Digital input 23/GPIO
3	D25	Digital	Digital input 25/GPIO
4	D27	Digital	Digital input 27/GPIO
5	D29	Digital	Digital input 29/GPIO
6	D31	Digital	Digital input 31/GPIO
7	D33	Digital	Digital input 33/GPIO
8	D35	Digital	Digital input 35/GPIO
9	D37	Digital	Digital input 37/GPIO
10	D39	Digital	Digital input 39/GPIO
11	D41	Digital	Digital input 41/GPIO
12	D43	Digital	Digital input 43/GPIO
13	D45	Digital	Digital input 45/GPIO
14	D47	Digital	Digital input 47/GPIO
15	D49	Digital	Digital input 49/GPIO

16	D51	Digital	Digital input 51/GPIO
17	D53	Digital	Digital input 53/GPIO
18	GND	Power	Ground

## ANEXO B. CÓDIGO DEL PROGRAMA

```
#include <Keypad.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <TimerOne.h>
#include <Servo.h>
#include "HX711.h"
#include <Wire.h>
#include <EEPROM.h>
#define ECO2 5 //pin del ultrasonico 1
#define TRIG2 4 //pin del ultrasonico 1
#define ECO1 25 //pin del ultrasonico 2
#define TRIG1 23 //pin del ultrasonico 2
#define BombaAgua 2 //pin de la bomba de agua
#define DTS 49 //pin de la galga
#define SCK 47 //pin de la galga
#define LED 13 //pin del led de nivel de agua

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
HX711 balanza;
Servo Motor;

int peso_calibracion = 203; // Es el peso referencial para poner en este caso se usa un celular de 203g
long escala;
String num1;
int PesoAn = 0;
int numLength = 0;
int horas = 0, horasD = 0, horasA = 0, horasC = 0;
int minutos=0, minutosD = 0, minutosA = 0, minutosC = 0;
int i = 0, j =0, p=0, Categoria=0, aux_comida=0;
int PesoCom = 0;
volatile int segundos=0, distancia, duracion, duracion_agua, nivel_agua;
volatile boolean actualizar=true;

char texto[10],textoD[10],textoA[10],textoC[10];
int modo = 0;
const int N=3;

const byte FILA = 4;
const byte COLUM = 4;

char keys[FILA][COLUM] = {

    {'1','2','3','U'},
    {'4','5','6','D'},
    {'7','8','9','C'},
    {'R','0','.', 'O'}

};

byte pinesFila[FILA] = {29,31,33,35}; // Asignamos a las filas los pinouts correspondientes
byte pinesColum[COLUM] = {37,39,41,43}; //Asignamos a las columnas los pinouts correspondientes

//Instanciamos la clase NewKeypad
```

```

Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(keys), pinesFila, pinesColum, FILA, COLUM);

void setup(){

  //Setup de la balanza
  balanza.begin(DTS, SCK); //Asigana los pines para el recibir el trama del pulsos que viene del modulo
  EEPROM.get( 0, escala ); //Lee el valor de la escala en la EEPROM
  balanza.set_scale(escala); //Establecemos la escala
  balanza.tare(20); //El peso actual de la base es considerado cero.

  //Declaración de pines
  pinMode(TRIG1, OUTPUT);
  pinMode(ECO1, INPUT);
  pinMode(TRIG2, OUTPUT);
  pinMode(ECO2, INPUT);
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(BombaAgua, OUTPUT);
  Motor.attach(3); //Declara el pin del Servo
  // Pantalla de Inicio
  delay(1000);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Iniciando...");
  lcd.setCursor(0,1);
  delay(3000);
  lcd.clear();
  Timer1.initialize(1000000);
  Timer1.attachInterrupt(manejadoraTimer);
}

void loop () {
  if(i==0){
    Cambiar_Peso();
  }

  if(i!=0){
    Configuracion();
  }
  if(i==6){
    if(actualizar == true){
      actualizarReloj();
      lcd.setCursor(6,0);
      sprintf(texto, "%02d:%02d",horas,minutos);
      lcd.print(texto);
      actualizar = false;
      if(segundos==30 || segundos==0 )
        medir_nivel();
      if(((horas == horasD && minutos == minutosD)||((horas == horasA && minutos ==
minutosA)||((horas == horasC && minutos == minutosC))&& segundos==0)
        {
          aux_comida=1;
        }
      if(aux_comida==1){
        for(int lp=90; lp>=50;lp--){
          Motor.write(lp);
          delay(10);
        }
      }
    }
  }
}

```

```

        dar_comida();
    }
    medir_distancia();
    dar_agua();
    alerta_nivel();
}
}
}

void medir_nivel(){
    digitalWrite(TRIG1, HIGH);
    delay(1);
    digitalWrite(TRIG1, LOW);
    duracion_agua = pulseIn (ECO1, HIGH);
    nivel_agua = duracion_agua / 58.2;
}

//Función par encender la alerta de poca agua
void alerta_nivel(){
    if (nivel_agua >= 8)
        digitalWrite(LED,HIGH);
    else
        digitalWrite(LED,LOW);
}

//Función que mide el nivel de agua y la cercanía del gato con el dispensador de agua

void medir_distancia()
{
    digitalWrite(TRIG2, HIGH);
    delay(1);
    digitalWrite(TRIG2, LOW);
    duracion = pulseIn (ECO2, HIGH);
    distancia = duracion / 58.2;
}

void Cambiar_Peso(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Peso:");
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("kg");
    leer_texto();
}

//Función para leer el teclado en el menú de configuración
void leer_texto()
{
    // Lee las teclas
    char key = customKeypad.getKey();
    if (numLength <= 4 && key != NO_KEY && (key=='1' || key=='2' || key=='3' || key=='4' || key=='5' ||
key=='6' || key=='7' || key=='8' || key=='9' || key=='0' || key=='.'))
    {
        num1 = num1 + key;
        numLength = num1.length();
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(num1);
    }
}
//Si se presiona la tecla 'Clear' se borra lo escrito

```

```

if ((i==0 || i==13) && key != NO_KEY && key=='C')
{
    num1 = "";
    numLength = num1.length();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Peso:");
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print("kg");
}

//Al presionar Ok se avanza a configurar el reloj
if (i==0 && key != NO_KEY && key=='O')
{
    PesoAn=num1.toInt();
    if (PesoAn > 3 && PesoAn <= 4)
        Categoria = 1;
    if (PesoAn > 4 && PesoAn <= 5)
        Categoria = 2;
    if (PesoAn > 5)
        Categoria = 3;
    num1 = "";
    numLength = numLength + 10;
    lcd.clear();
    i++;
}

//Al presionar Ok se vuelve al menú principal
if (i==13 && key != NO_KEY && key=='O')
{
    PesoAn=num1.toFloat();
    num1 = "";
    numLength = numLength + 10;
    i=6;
    modo = 0;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1); //Cambiar posición
    lcd.print("1: Menu");
    delay(100);
}
}

void Configuracion(){
    if(p==0){
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Presione R para");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("ajustar la hora");
        delay(1000);
        p++;
    }
    char key = customKeypad.getKey();
    //La tecla 'R' sirve para elegir si configurar las horas o minutos

    if ( i == 1 && key != NO_KEY && key=='R')
    {
        modo++;
        modo = modo % N;
        lcd.clear();
    }
}

```

```

Mensaje_mod0();
Mostrar_Reloj();
delay(100);
}

// Con las teclas 'Up' o 'Down' aumenta y disminuye las horas y minutos
if( i==1 && modo == 1 && key =='U'){

    incrementarHoras();
    Mostrar_Reloj();
    delay(100);
}

if(i==1 && modo == 1 && key =='D'){

    decrementarHoras();
    Mostrar_Reloj();
    delay(100);
}

if( i==1 && modo == 2 && key =='U'){

    incrementarMinutos();
    Mostrar_Reloj();
    delay(100);
}

if(i==1 && modo == 2 && key =='D'){

    decrementarMinutos();
    Mostrar_Reloj();
    delay(100);
}

//Aquí se configuran los horarios de alimentación

if(i==1 && j==1 && key =='O'){
    lcd.clear();
    lcd.noBlink();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Ingrese todos");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("los horarios");
    delay(3000);
    lcd.clear();
    i=2;
    j=2;
}

if(i==2 && j==2){
    modo=1;
    Mensaje_mod0();
    lcd.setCursor(5,2);
    Mostrar_Desayuno();
    delay(100);
    j++;
}

if ( i == 2 && key != NO_KEY && key=='R')

```

```

{
  modo++;
  modo = modo % N;
  lcd.clear();
  Mensaje_modo();

  Mostrar_Desayuno();
  delay(100);
}

if( i==2 && modo == 1 && key =='U'){

  incrementar_HorasD();
  Mostrar_Desayuno();
  delay(100);
}

if(i==2 && modo == 1 && key =='D'){

  disminuir_HorasD();
  Mostrar_Desayuno();
  delay(100);
}

if( i==2 && modo == 2 && key =='U'){

  incrementar_MinutosD();
  Mostrar_Desayuno();
  delay(100);
}

if(i==2 && modo == 2 && key =='D'){

  disminuir_MinutosD();
  Mostrar_Desayuno();
  delay(100);
}

if(i==2 && j==4 && key =='O'){
  lcd.clear();
  modo=1;
  Mensaje_modo();
  Mostrar_Almuerzo();
  j++;
  i++;
  delay(100);
}

if ( i == 3 && key != NO_KEY && key=='R')
{
  modo++;
  modo = modo % N;
  lcd.clear();
  Mensaje_modo();

  Mostrar_Almuerzo();
  delay(100);
}

```

```

if( i==3 && modo == 1 && key =='U'){

    incrementar_HorasA();
    Mostrar_Aluerzo();
    delay(100);
}

if(i==3 && modo == 1 && key =='D'){

    disminuir_HorasA();
    Mostrar_Aluerzo();
    delay(100);
}

if( i==3 && modo == 2 && key =='U'){

    incrementar_MinutosA();
    Mostrar_Aluerzo();
    delay(100);
}

if(i==3 && modo == 2 && key =='D'){

    disminuir_MinutosA();
    Mostrar_Aluerzo();
    delay(100);
}

if(i==3 && j==6 && key =='O'){
    lcd.clear();
    modo=1;
    Mensaje_modo();
    Mostrar_Cena();
    j++;
    i++;
    delay(100);
}

if( i == 4 && key != NO_KEY && key=='R')
{
    modo++;
    modo = modo % N;
    lcd.clear();
    Mensaje_modo();
    Mostrar_Cena();
    delay(100);
}

if( i==4 && modo == 1 && key =='U'){

    incrementar_HorasC();
    Mostrar_Cena();
    delay(100);
}

if(i==4 && modo == 1 && key =='D'){

    disminuir_HorasC();
    Mostrar_Cena();
}

```

```

    delay(100);
}

if(i==4 && modo == 2 && key =='U'){

    incrementar_MinutosC();
    Mostrar_Cena();
    delay(100);
}

if(i==4 && modo == 2 && key =='D'){

    disminuir_MinutosC();
    Mostrar_Cena();
    delay(100);
}

if(i==4 && j==8 && key =='O'){
    lcd.clear();
    modo = 0;
    i++;
    delay(100);
}

```

//Aquí se configuran los auxiliares para navegar entre las distintas opciones de configuración de los distintos horarios

```

if(j==0 && i==1){
    j = 1;
}
if(j==3 && i==2){
    j = 4;
}
if(j==5 && i==3){
    j = 6;
}
if(j==7 && i==4){
    j = 8;
}
if(j==8 && i==5){
    j = 9;
}

```

//Código Menú de configuración

```

if(i==5 && j==9){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,3); //Cambiar posición
    lcd.print("1: Menu");
    i++;
    delay(100);
}

```

//Opciones del menú

```

if(i==7 && j==9)
{
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("1: Ajustar Reloj");
}

```

```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("2: Desayuno");
i=8;
}

if(i==9 && j==9){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("3: Almuerzo");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("4: Cena");
i=10;
}

if(i==11 && j==9){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("5: Peso");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("6: Salir");
i=12;
}

// Activación del Menú

if(i==6 && j==9 && key!= NO_KEY && key == 'I')
{
lcd.clear();
i++;
delay(100);
}

// Desplazamiento del menú

if(i==8 && j==9 && key!= NO_KEY && key == 'D')
{
lcd.clear();
i=9;
delay(100);
}

if(i==10 && j==9 && key!= NO_KEY && key == 'U')
{
lcd.clear();
i=7;
delay(100);
}

if(i==10 && j==9 && key!= NO_KEY && key == 'D')
{
lcd.clear();
i=11;
delay(100);
}

if(i==12 && j==9 && key!= NO_KEY && key == 'U')
{
lcd.clear();
i=9;
delay(100);
}

```

```

}

//Selección de alguna de las opciones del menú

if(i==8 && j==9 && key!=NO_KEY && key == '1'){
    modo++;
    modo = modo % N;
    lcd.clear();
    Mensaje_modo();
    Mostrar_Reloj();
    delay(100);
    i=1;
}

if(i==8 && j==9 && key!=NO_KEY && key == '2'){
    modo++;
    modo = modo % N;
    lcd.clear();
    Mensaje_modo();

    Mostrar_Desayuno();
    delay(100);
    i=2;
}

if(i==10 && j==9 && key!=NO_KEY && key == '3'){
    modo++;
    modo = modo % N;
    lcd.clear();
    Mensaje_modo();
    Mostrar_Almuerzo();
    delay(100);
    i=3;
}

if(i==10 && j==9 && key!=NO_KEY && key == '4'){
    modo++;
    modo = modo % N;
    lcd.clear();
    Mensaje_modo();
    Mostrar_Cena();
    delay(100);
    i=4;
}

// Configurar el cambio del valor del peso

if (i==12 && j==9 && key!=NO_KEY && key == '5'){
    modo++;
    modo = modo % N;
    lcd.clear();
    numLength = 0;
    Cambiar_Peso();
    delay(100);
    i=13;
}

```

```

if(i==12 && j==9 && key!=NO_KEY && key == '6'){
    i=6;
    modo = 0;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1); //Cambiar posición
    lcd.print("1: Menu");
    delay(100);
}

// Volver al menú
if((i==1 || i==2 || i==3 || i==4 )&& j==9 && key!=NO_KEY && key == 'O'){
    i=6;
    modo = 0;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1); //Cambiar posición
    lcd.print("1: Menu");
    delay(100);
}
}

//Función para incrementar los segundos del contador
void manejadoraTimer()
{
    segundos++;
    actualizar=true;
}

//Función para cambiar las horas, segundos y minutos
void actualizarReloj(){
    minutos += segundos / 60;
    segundos = segundos % 60;
    horas += minutos / 60;
    minutos = minutos % 60;
    horas = horas % 24;
}

void incrementarHoras()
{
    horas ++;
    horas = horas % 24;
    actualizar=true;
}

void incrementar_HorasD()
{
    horasD ++;
    horasD = horasD % 24;
}

void incrementar_HorasA()
{
    horasA ++;
    horasA = horasA % 24;
}

void incrementar_HorasC()
{
    horasC ++;
    horasC = horasC % 24;
}

```

```

}

void decrementarHoras()
{
    horas --;
    if(horas<0){
        horas = 23;
    }
    actualizar=true;
}

void disminuir_HorasD()
{
    horasD --;
    if(horasD<0){
        horasD = 23;
    }
}

void disminuir_HorasA()
{
    horasA --;
    if(horasA<0){
        horasA = 23;
    }
}

void disminuir_HorasC()
{
    horasC --;
    if(horasC<0){
        horasC = 23;
    }
}

void incrementarMinutos()
{
    minutos ++;
    minutos = minutos % 60;
    actualizar=true;
}

void incrementar_MinutosD()
{
    minutosD = minutosD +5;
    minutosD = minutosD % 60;
}

void incrementar_MinutosA()
{
    minutosA = minutosA +5;
    minutosA = minutosA % 60;
}

void incrementar_MinutosC()
{
    minutosC = minutosC +5;
    minutosC = minutosC % 60;
}

```

```

void decrementarMinutos()
{
    minutos --;
    if(minutos<0){
        minutos = 59;
    }
    actualizar=true;
}

void disminuir_MinutosD()
{
    minutosD = minutosD -5;
    if(minutosD<0){
        minutosD = 55;
    }
}

void disminuir_MinutosA()
{
    minutosA = minutosA -5;
    if(minutosA<0){
        minutosA = 55;
    }
}

void disminuir_MinutosC()
{
    minutosC = minutosC -5;
    if(minutosC<0){
        minutosC = 55;
    }
}

void Mensaje_modo(){
    switch(modos){
        case 0:
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Presione Ok");
            break;
        case 1:
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Ajuste la hora:");
            break;
        case 2:
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Ajuste la hora:");
            break;
    }
}

void Mostrar_Reloj()
{
    if(actualizar == true){
        actualizarReloj();
        lcd.noBlink();
        lcd.setCursor(5,1);
        sprintf(texto, "%02d:%02d",horas,minutos);
        lcd.print(texto);
    }
}

```

```

    actualizar = false;
}
}

void Mostrar_Desayuno()
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(5,1);
    sprintf(textoD, "%02d:%02d",horasD,minutosD);
    lcd.print(textoD);
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("Desayuno");
}

void Mostrar_Almuerzo()
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(5,1);
    sprintf(textoA, "%02d:%02d",horasA,minutosA);
    lcd.print(textoA);
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("Almuerzo");
}

void Mostrar_Cena()
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(5,1);
    sprintf(textoC, "%02d:%02d",horasC,minutosC);
    lcd.print(textoC);
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("Cena");
}

void dar_comida()
{
    do{
        PesoCom = balanza.get_units(10); //Mide el peso de la balanza
        int posicion = Motor.read();
        switch(Categoria){
            case(1):
                if (PesoCom >= 45){
                    for(int lr = posicion; lr<=90;lr++){
                        Motor.write(lr);
                        delay(10);
                    }
                }
                break;
            case(2):
                if (PesoCom >= 53){
                    for(int lr = posicion; lr<=90;lr++){
                        Motor.write(lr);
                        delay(10);
                    }
                }
        }
    }
}

```

```

break;
case(3):
  if (PesoCom >= 60){
    for(int lr = posicion; lr<=90;lr++){
      Motor.write(lr);
      delay(10);
    }
  }
  break;
}
}while(PesoCom<=30);
aux_comida=0;
segundos++;
}

void dar_agua()
{
  if(distancia <= 20)
    digitalWrite(BombaAgua,HIGH);
  else
    digitalWrite(BombaAgua,LOW);
}

```

## ANEXO C. ANÁLISIS ESTÁTICO DE ELEMENTOS FINITOS



### Descripción

Análisis estático de la estructura de una máquina dosificadora automática de comida para gatos

## Análisis Estático

**Fecha:** lunes, 5 de febrero de 2024

**Diseñador:** Diego Mateo Trejo Chávez

**Nombre de estudio:** Análisis estático

**Tipo de análisis:** Análisis estático

### Tabla de contenidos

Descripción 87

Unidades 88

Propiedades de material 88

Cargas y sujeciones 88

Información de malla 89

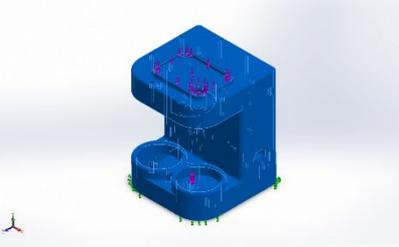
Fuerzas resultantes **¡Error! Marcador no definido.**

Resultados del estudio 90

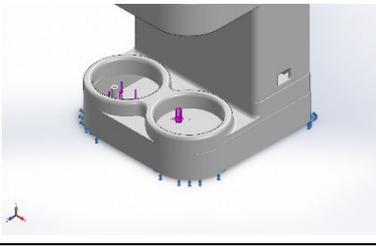
Unidades

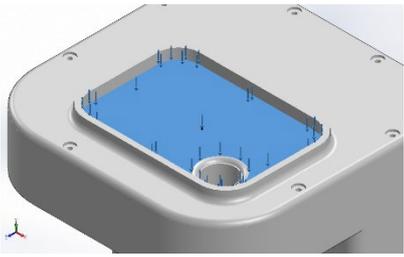
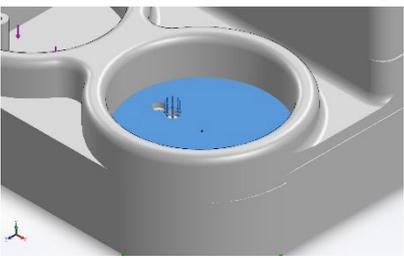
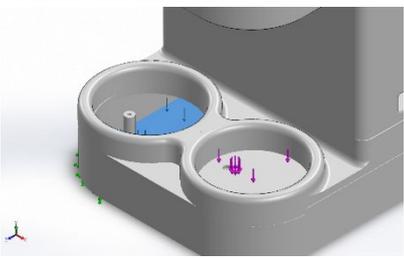
<b>Sistema de unidades:</b>	Métrico (MKS)
<b>Longitud/Desplazamiento</b>	mm
<b>Temperatura</b>	Kelvin
<b>Velocidad angular</b>	Rad/seg
<b>Presión/Tensión</b>	N/m <sup>2</sup>

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: <b>PLA</b></p> <p>Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b></p> <p>Criterio de error predeterminado: <b>Tensión de von Mises máx.</b></p> <p>Límite elástico: <b>6e+07 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Límite de tracción: <b>5e+07 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Límite de compresión: <b>7,6e+07 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Módulo elástico: <b>3e+09 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Coefficiente de Poisson: <b>0,38</b></p> <p>Densidad: <b>1.240 kg/m<sup>3</sup></b></p> <p>Módulo cortante: <b>3,189e+08 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: <b>126 /Kelvin</b></p>	<p>Sólido 1(Redondeo18)(Base Comedero-1),                  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Bomba de agua-1),                  Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Galga Peso-1),                  Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Plato Comida-1),                  Sólido 1(Redondeo3)(Soporte Teclado-1),                  Sólido 1(Refrentado para tornillo con cabeza plana de M31)(Tapa Base-1),                  Sólido 1(Redondeo1)(Tapa Bebedero-1),                  Sólido 1(Redondeo1)(Tapa Comedero-1),                  Sólido 1(Redondeo36)(Tapa Superior-1),                  Sólido 1(Cortar-Extruir22)(Tronco Comedero 2.0-1),                  Sólido 1(Cortar-Extruir6)(Tronco parte 2-1)</p>
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p><b>Entidades:</b></p> <p><b>Tipo:</b></p>	<p><b>1 cara(s)</b></p> <p><b>Geometría fija</b></p>	
Fuerzas resultantes				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	0,000900486	17,5983	0,00164102	17,5983
<b>Momento de reacción(N.m)</b>	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> <b>Tipo:</b> <b>Valor:</b>	<b>1 cara(s)</b> <b>Aplicar fuerza normal</b> <b>10 N</b>
Fuerza-2		<b>Entidades:</b> <b>Tipo:</b> <b>Valor:</b>	<b>1 cara(s)</b> <b>Aplicar fuerza normal</b> <b>0,6 N</b>
Fuerza-3		<b>Entidades:</b> <b>Tipo:</b> <b>Valor:</b>	<b>1 cara(s)</b> <b>Aplicar fuerza normal</b> <b>7 N</b>

#### Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla basada en curvatura
<b>Puntos jacobianos para malla de alta calidad</b>	16 Puntos
<b>Tamaño máximo de elemento</b>	41,4678 mm
<b>Tamaño mínimo del elemento</b>	8,29356 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden
<b>Mallar de nuevo las piezas fallidas de forma independiente</b>	Desactivar

#### Información de malla - Detalles

<b>Número total de nodos</b>	87071
<b>Número total de elementos</b>	45111
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	34,499
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	67,3
<b>El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0,887
<b>Porcentaje de elementos distorsionados</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:03
<b>Nombre de computadora:</b>	

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,000900486	17,5983	0,00164102	17,5983

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

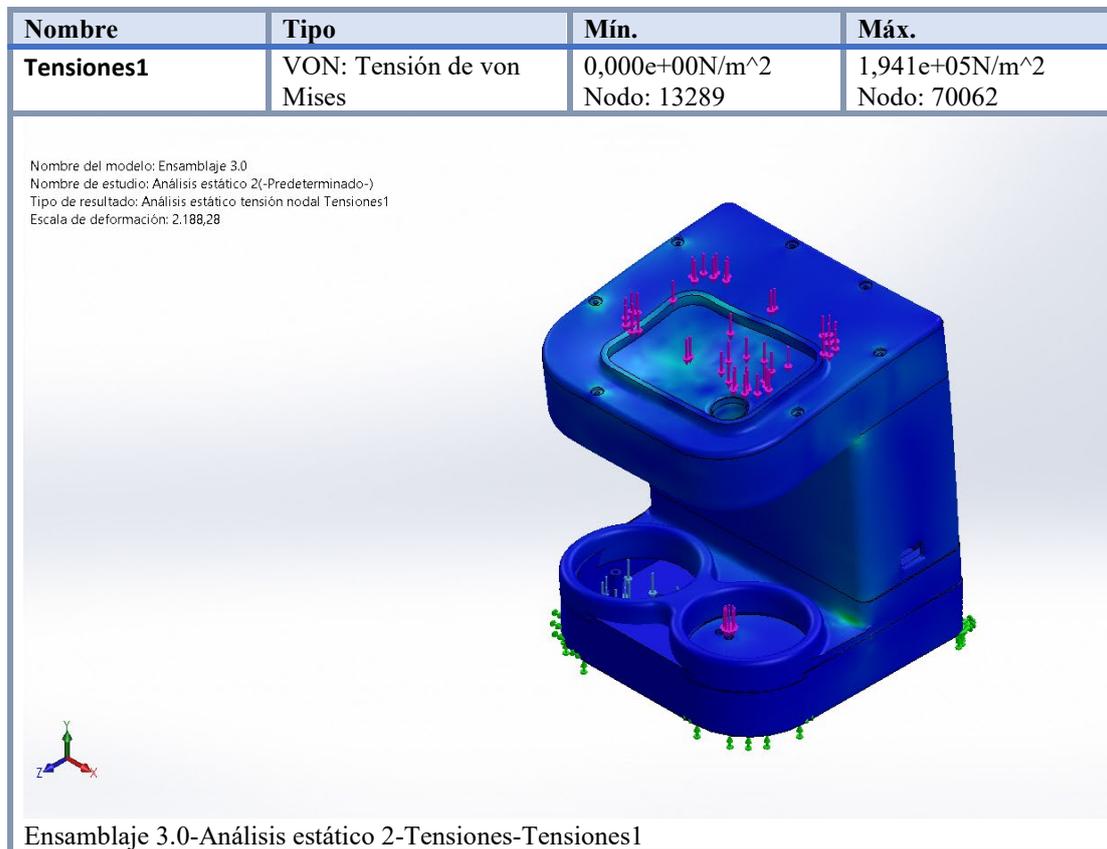
Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,0540687	0,0437115	-0,000171361	0,0695281

Momentos de cuerpo libre

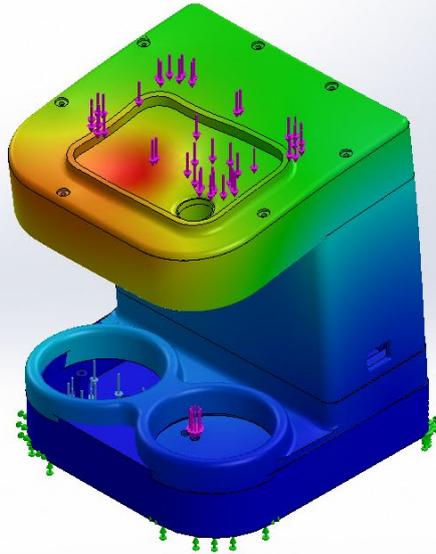
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Desplazamientos1</b>	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 1	1,626e-02mm Nodo: 37398

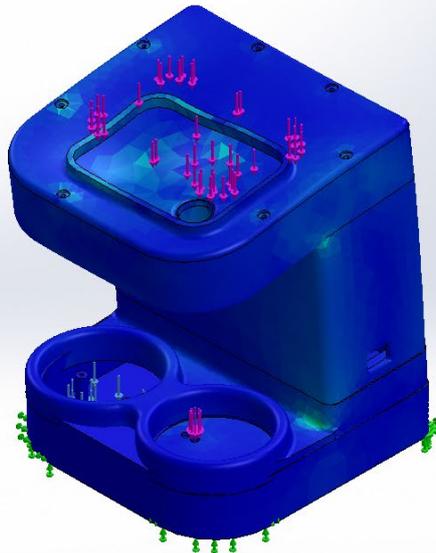
Nombre del modelo: Ensamblaje 3.0  
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 2.188,28



Ensamblaje 3.0-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Deformaciones unitarias1</b>	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 7146	5,720e-05 Elemento: 42426

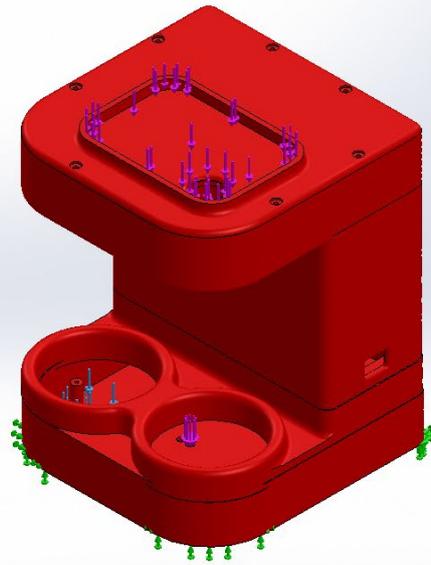
Nombre del modelo: Ensamblaje 3.0  
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 2.188,28



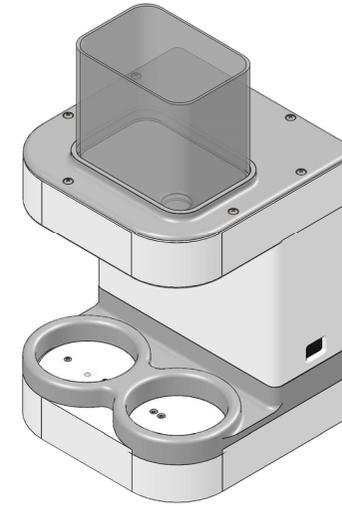
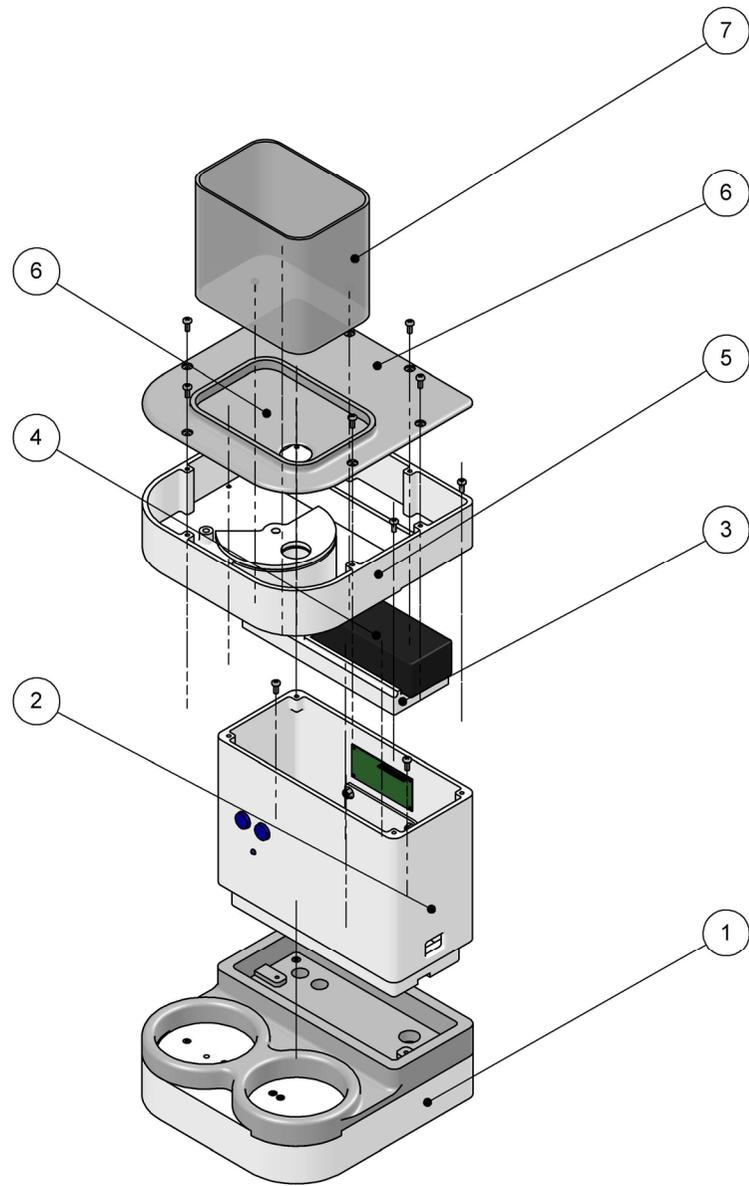
Ensamblaje 3.0-Análisis estático 2-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<b>Factor de seguridad1</b>	Automático	3,092e+02 Nodo: 70062	1,000e+16 Nodo: 13289

Nombre del modelo: Ensamblaje 3.0  
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3,1e+02



Ensamblaje 3.0-Análisis estático 2-Factor de seguridad-Factor de seguridad1



8	PERNOS M4 x 10mm	ALUMINIO	E5	13	UTN-DACA-PM4-10
7	ALMACENAMIENTO DE COMIDA	---	F5	1	UTN-DACA-AC01
6	TAPA SUPERIOR	PLA	E5	1	UTN-DACA-TPS02
5	ENSAMBLAJE PARTE SUPERIOR	----	D5	1	UTN-DACA-EM04
4	FUENTE DE ENERGÍA	---	D8	1	UTN-DACA-FE01
3	TAPA TRONCO	PLA	C5	1	UTN-DACA-TT01
2	ENSAMBLAJE TRONCO PARTE INFERIOR	---	C8	1	UTN-DACA-EM03
1	ENSAMBLAJE PARTE INFERIOR	---	B5	1	UTN-DACA-EM02
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CÓDIGO



PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA

ESCALA:  
1:5

CONJUNTO: ENSAMBLAJE GENERAL

CÓDIGO: UTN-DACA-EM01

PESO:	5848g	DISEÑO:	TREJO MATEO	10/03/2024	HOJA:
-------	-------	---------	-------------	------------	-------

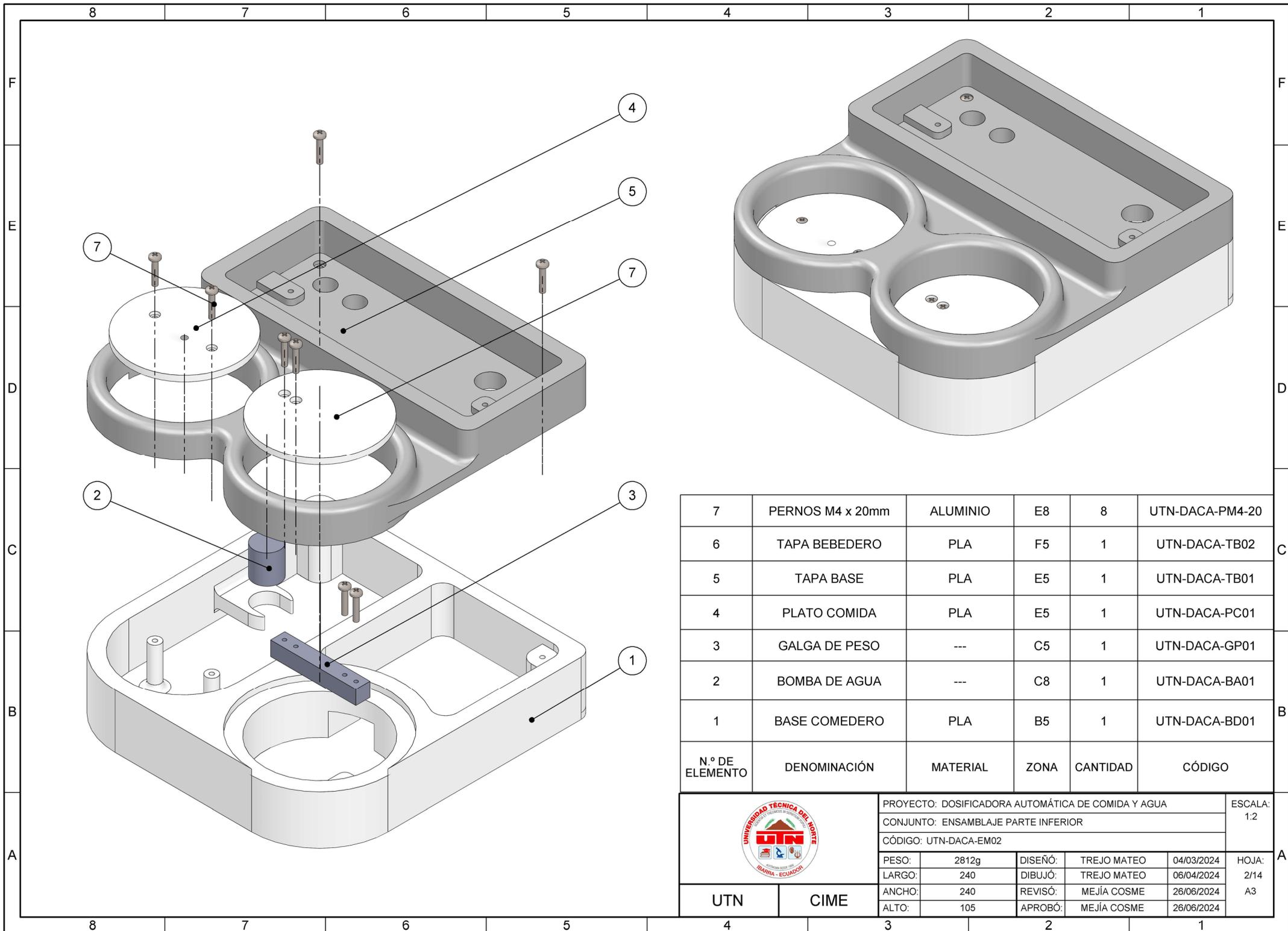
LARGO:	235	DIBUJÓ:	TREJO MATEO	10/03/2024	1/14
--------	-----	---------	-------------	------------	------

ANCHO:	240	REVISÓ:	MEJÍA COSME	11/03/2024	A3
--------	-----	---------	-------------	------------	----

ALTO:	432	APROBÓ:	MEJÍA COSME	11/03/2024	
-------	-----	---------	-------------	------------	--

UTN

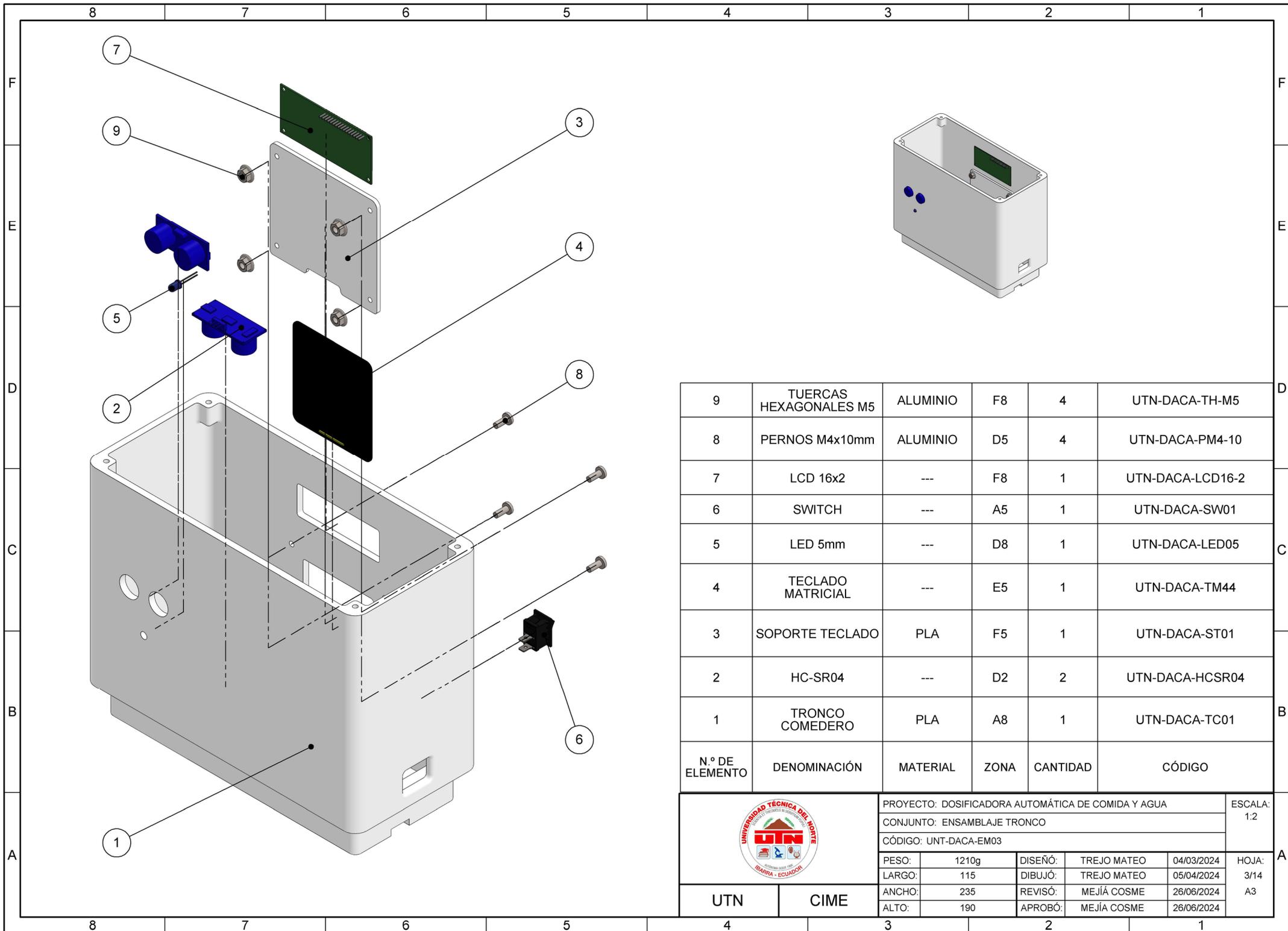
CIME



7	PERNOS M4 x 20mm	ALUMINIO	E8	8	UTN-DACA-PM4-20
6	TAPA BEBEDERO	PLA	F5	1	UTN-DACA-TB02
5	TAPA BASE	PLA	E5	1	UTN-DACA-TB01
4	PLATO COMIDA	PLA	E5	1	UTN-DACA-PC01
3	GALGA DE PESO	---	C5	1	UTN-DACA-GP01
2	BOMBA DE AGUA	---	C8	1	UTN-DACA-BA01
1	BASE COMEDERO	PLA	B5	1	UTN-DACA-BD01
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CÓDIGO

	PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA			ESCALA: 1:2
	CONJUNTO: ENSAMBLAJE PARTE INFERIOR			
	CÓDIGO: UTN-DACA-EM02			HOJA: 2/14 A3
	PESO:	2812g	DISEÑO:	
LARGO:	240	DIBUJÓ:	TREJO MATEO 06/04/2024	
ANCHO:	240	REVISÓ:	MEJÍA COSME 26/06/2024	
ALTO:	105	APROBÓ:	MEJÍA COSME 26/06/2024	

UTN CIME



9	TUERCAS HEXAGONALES M5	ALUMINIO	F8	4	UTN-DACA-TH-M5
8	PERNOS M4x10mm	ALUMINIO	D5	4	UTN-DACA-PM4-10
7	LCD 16x2	---	F8	1	UTN-DACA-LCD16-2
6	SWITCH	---	A5	1	UTN-DACA-SW01
5	LED 5mm	---	D8	1	UTN-DACA-LED05
4	TECLADO MATRICIAL	---	E5	1	UTN-DACA-TM44
3	SOPORTE TECLADO	PLA	F5	1	UTN-DACA-ST01
2	HC-SR04	---	D2	2	UTN-DACA-HCSR04
1	TRONCO COMEDERO	PLA	A8	1	UTN-DACA-TC01
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CÓDIGO



PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA

ESCALA:  
1:2

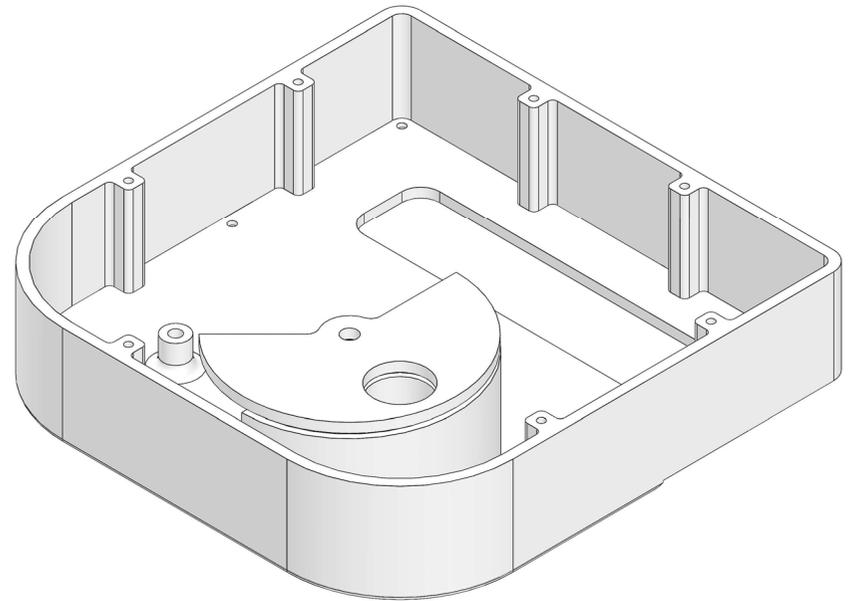
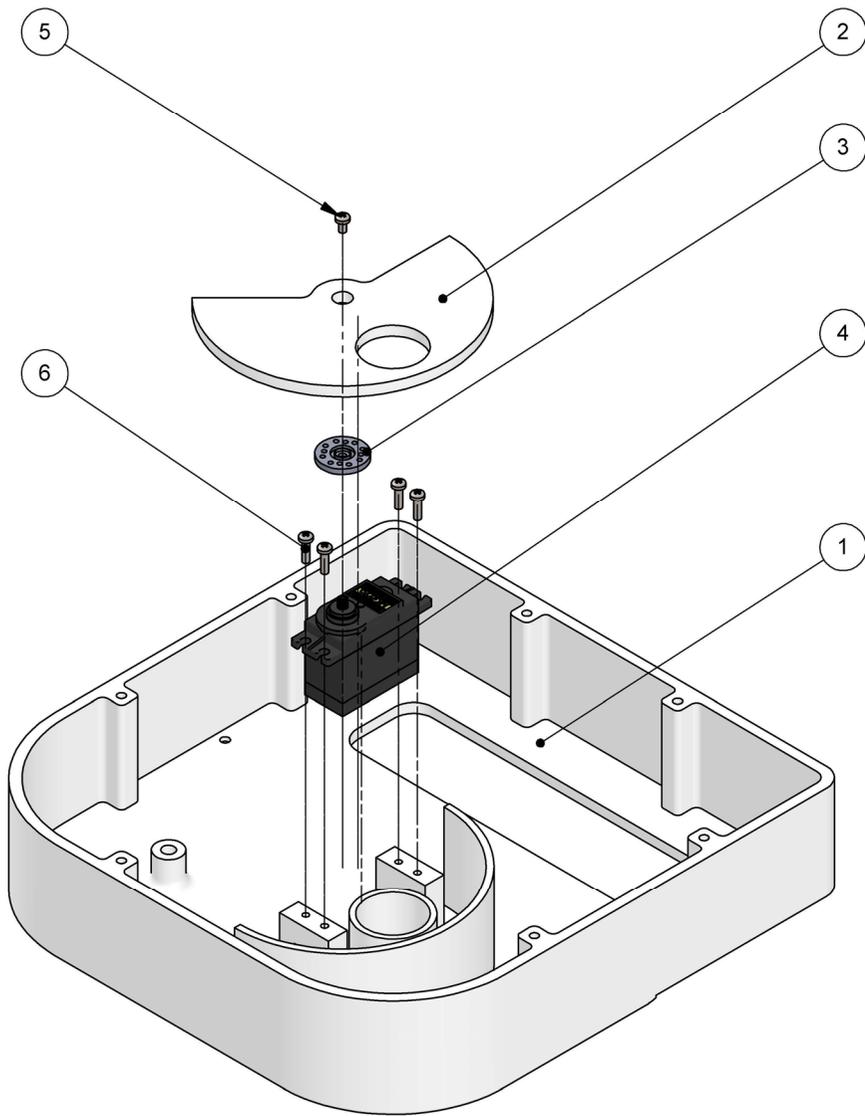
CONJUNTO: ENSAMBLAJE TRONCO

CÓDIGO: UNT-DACA-EM03

PESO:	1210g	DISEÑO:	TREJO MATEO	04/03/2024	HOJA:
LARGO:	115	DIBUJÓ:	TREJO MATEO	05/04/2024	3/14
ANCHO:	235	REVISÓ:	MEJÍA COSME	26/06/2024	A3
ALTO:	190	APROBÓ:	MEJÍA COSME	26/06/2024	

UTN

CIME



6	PERNOS M3 x 10mm	ALUMINIO	D8	4	UTN-DACA-PM3-10
5	PERNOS M3 x 5mm	ALUMINIO	E8	1	UTN-DACA-PM3-5
4	SERVO MG995R	---	C5	1	UTN-DACA-SMG995R
3	ACOPLE MG995	ALUMINIO	D5	1	UTN-DACA-ASMG995
2	TAPA COMEDERO	PLA	E5	1	UTN-DACA-TC02
1	TRONCO PARTE SUPERIOR	PLA	C5	1	UTN-DACA-TPS01
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CÓDIGO



PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA

ESCALA:  
1:2

CONJUNTO: ENSAMBLAJE PARTE SUPERIOR

CÓDIGO: UTN-DACA-EM04

PESO: 604g DISEÑO: TREJO MATEO 03/03/2024

HOJA: 4/14

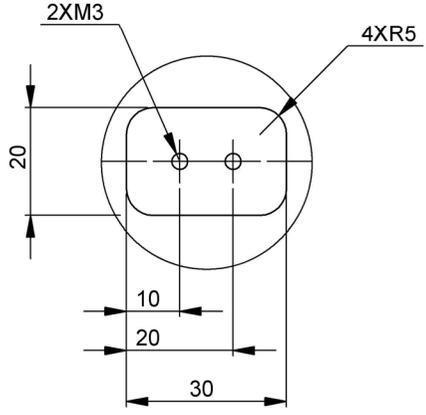
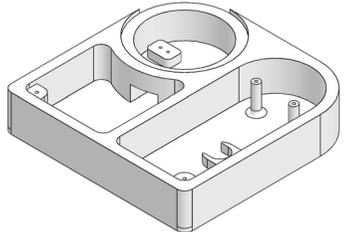
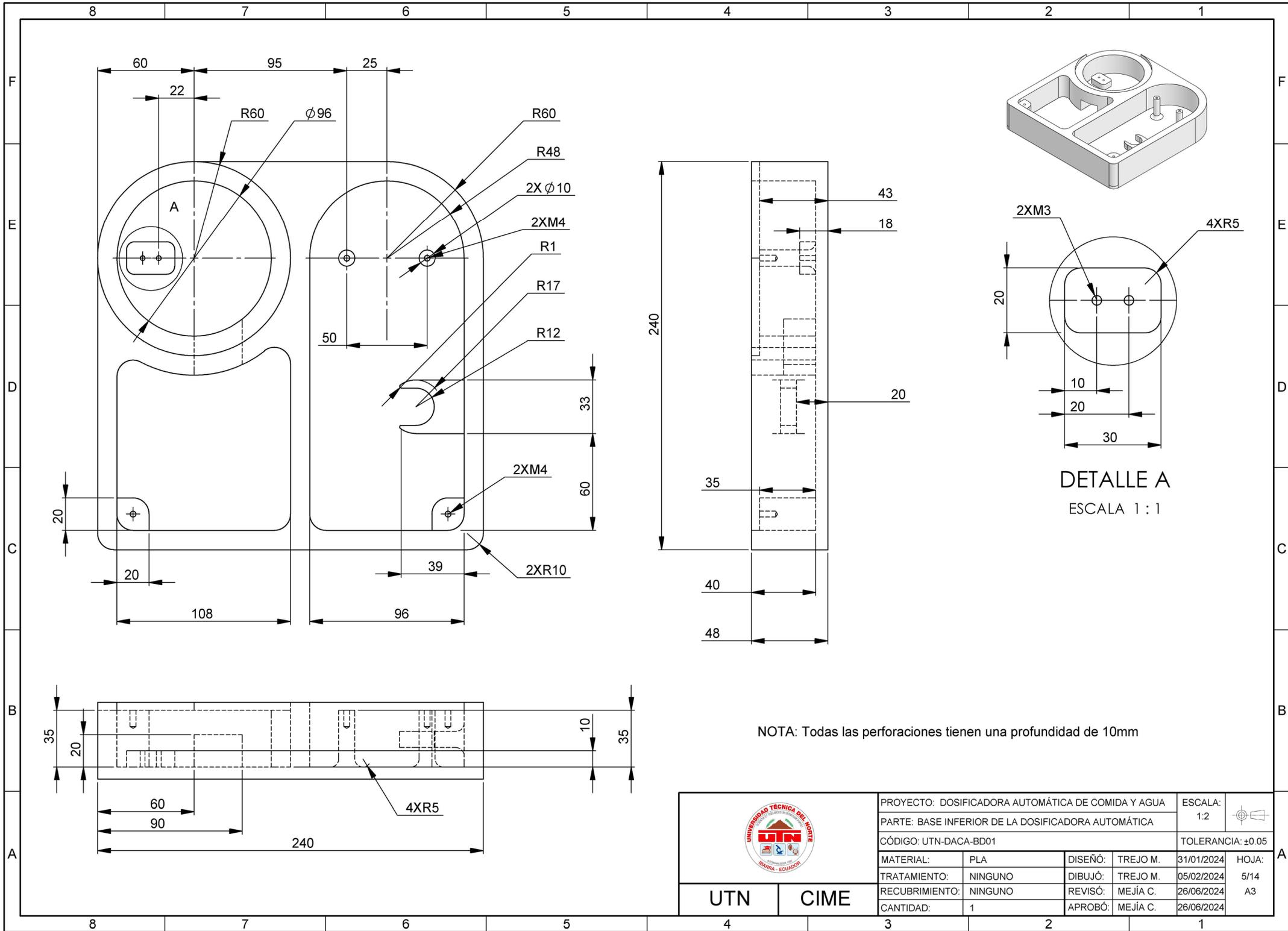
LARGO: 230 DIBUJÓ: TREJO MATEO 03/04/2024

ANCHO: 235 REVISÓ: MEJÍA COSME 26/06/2024

ALTO: 55 APROBÓ: MEJÍA COSME 26/06/2024

UTN

CIME

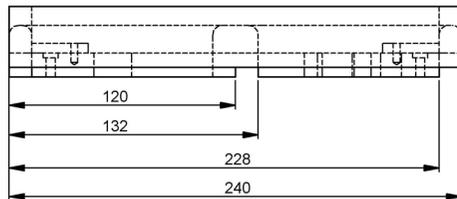
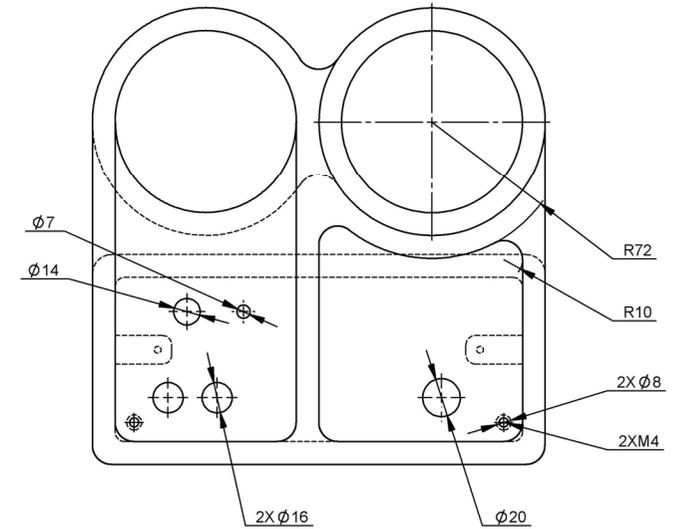
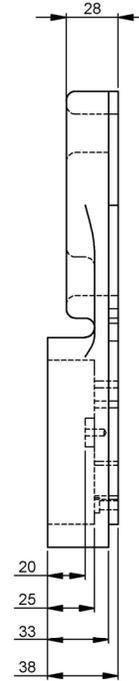
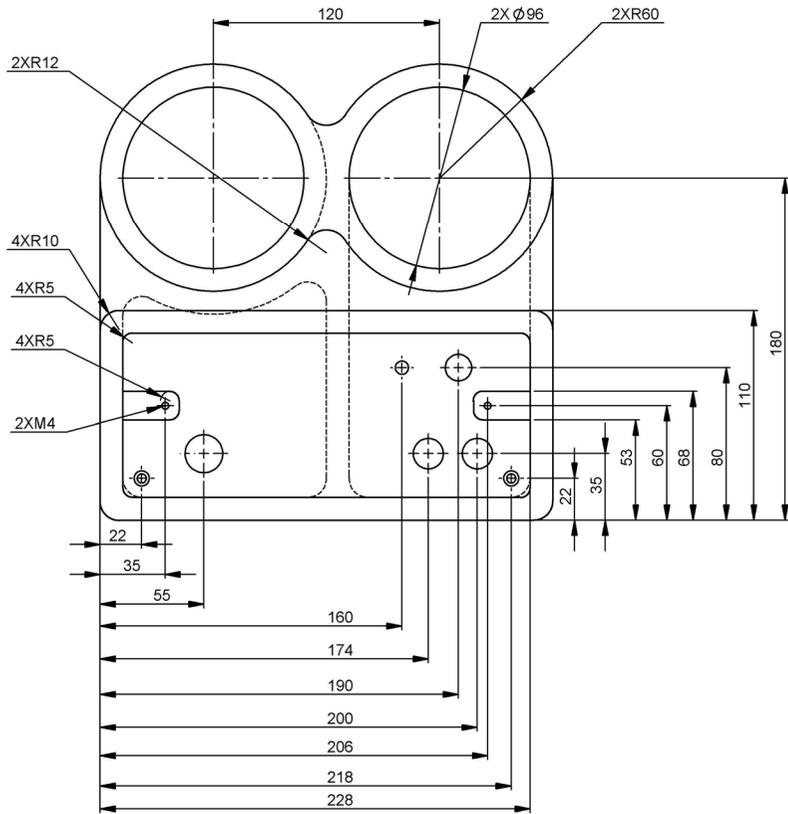


DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

NOTA: Todas las perforaciones tienen una profundidad de 10mm

	PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA			ESCALA:		
	PARTE: BASE INFERIOR DE LA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA			1:2		
	CÓDIGO: UTN-DACA-BD01			TOLERANCIA: ±0.05		
	MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	TREJO M.	31/01/2024	HOJA:
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	TREJO M.	05/02/2024	5/14
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	A3	
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024		

UTN CIME

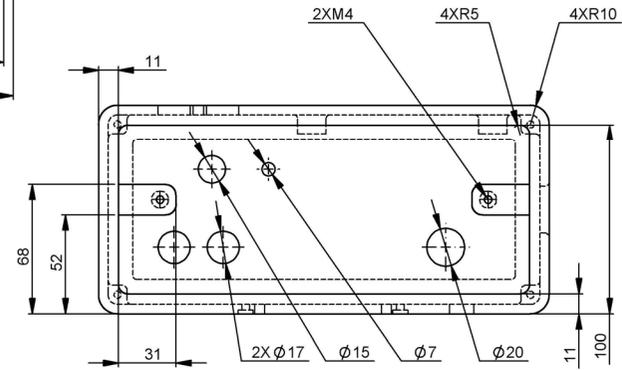
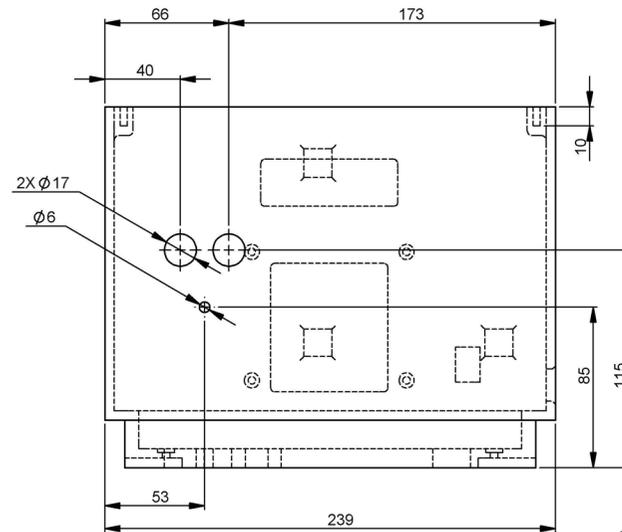
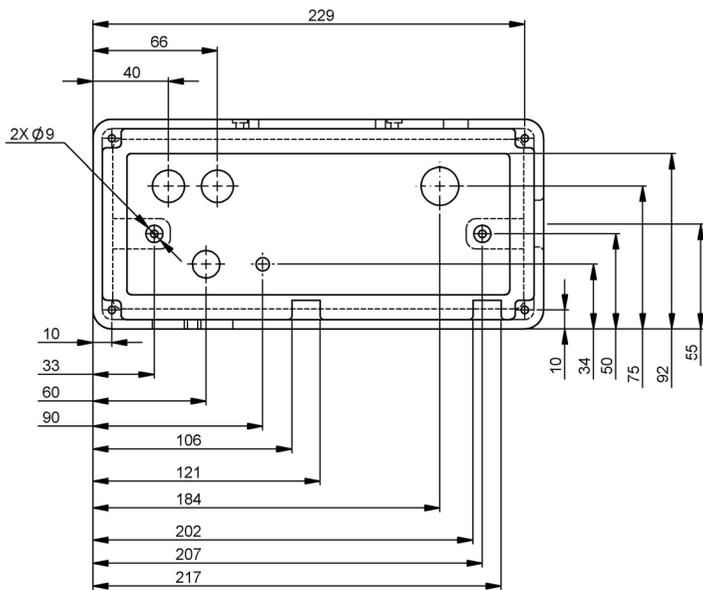
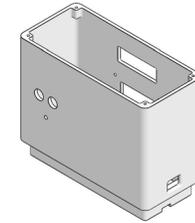
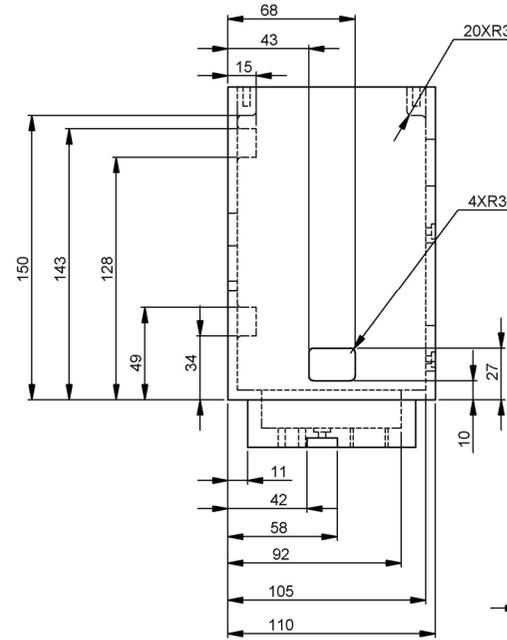
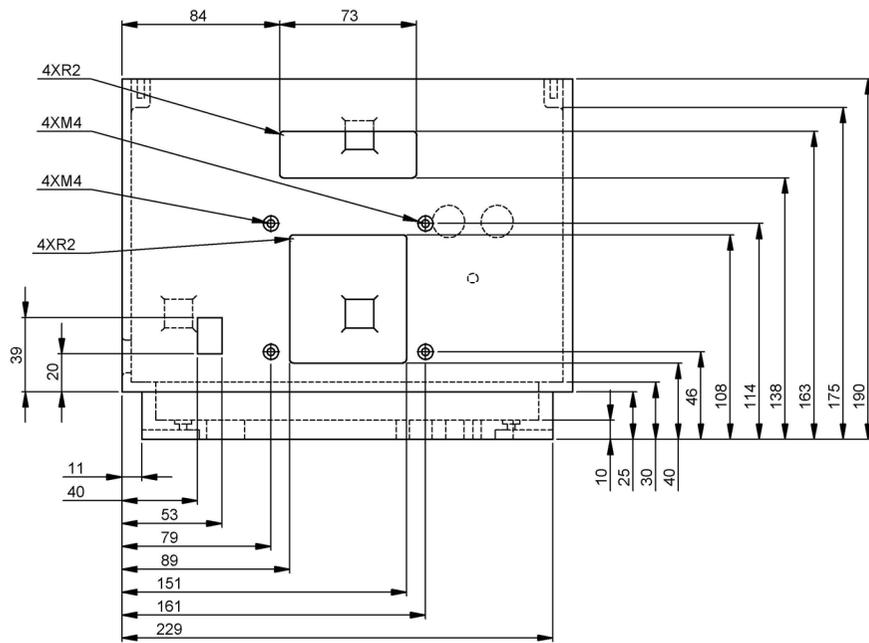


NOTA: LA PERFORACIÓN ROSCADA ES DE 10mm DE PROFUNDIDAD

	PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA PARTE: BASE SUPERIOR DE LA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA			ESCALA: 1:2	
	CÓDIGO: UTN-DACA-BD02			TOLERANCIA: ±0.05	
MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	TREJO M.	12/01/2024	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJO:	TREJO M.	31/01/2024	6/14
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	A2
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	

UTN

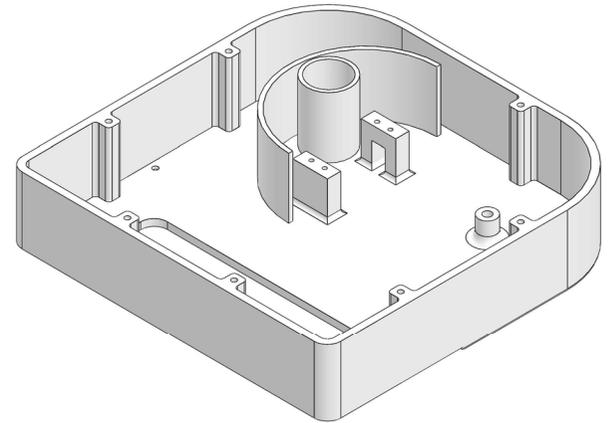
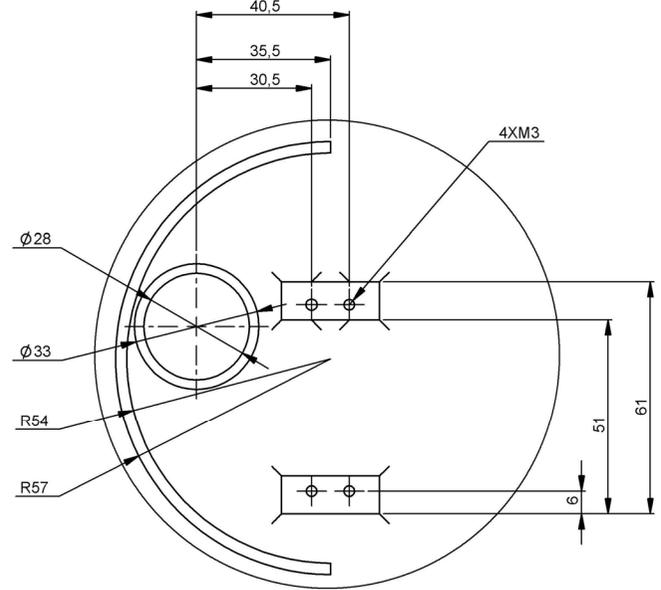
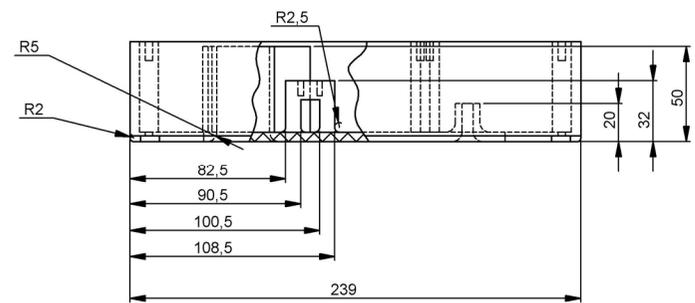
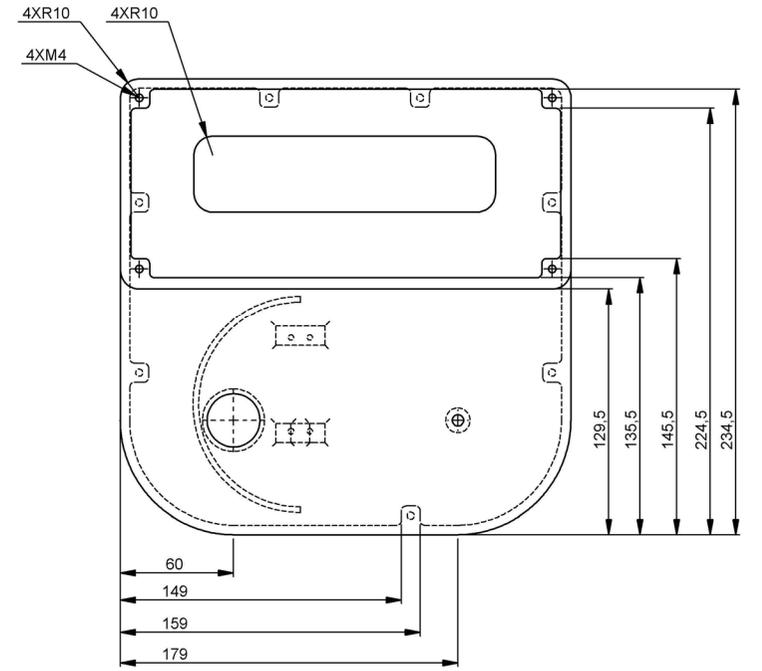
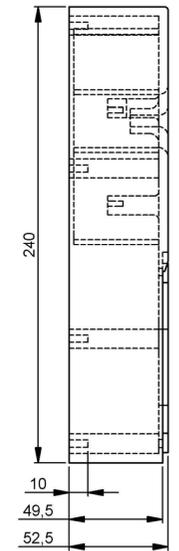
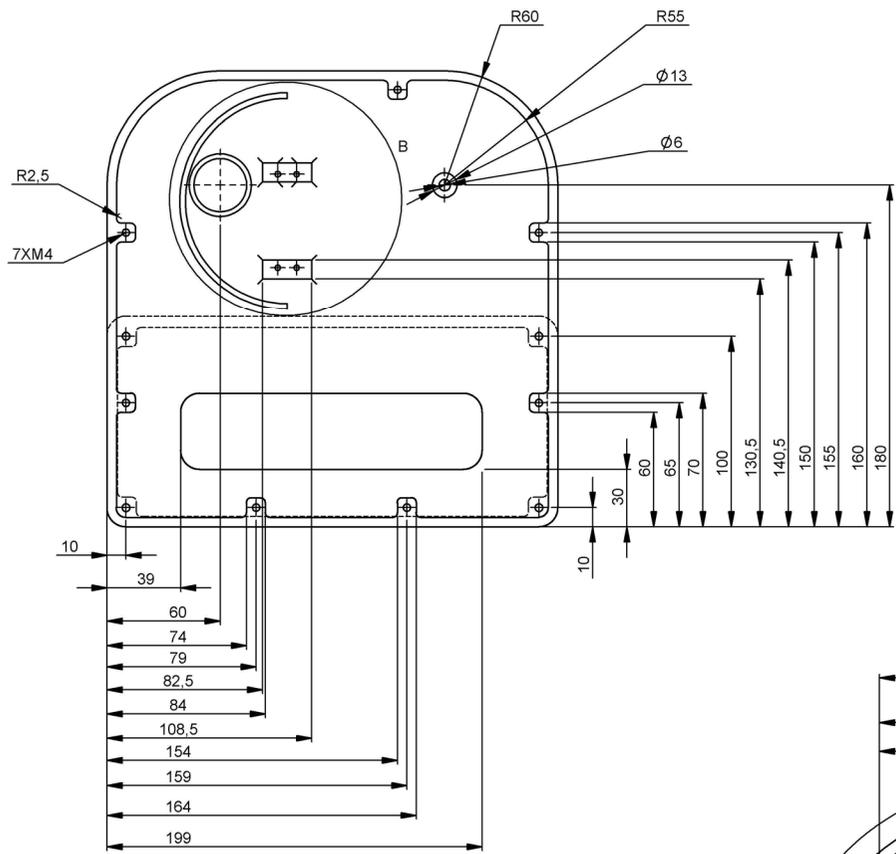
CIME



NOTA: LA PROFUNDIDAD DE LOS AGUEROS PARA LAS CABEZAS DE LOS PERNOS ES DE 2mm

	PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA		ESCALA: 1:2	
	PARTE: TRONCO DE LA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA		TOLERANCIA: ±0.05	
CÓDIGO: UTN-DACA-TD01				
MATERIAL: PLA	DISEÑO: TREJO M.	25/01/2024	HOJA:	
TRATAMIENTO: NINGUNO	DIBUJO: TREJO M.	30/01/2024	7/14	A2
RECUBRIMIENTO: NINGUNO	REVISÓ: MEJÍA C.	26/06/2024		
CANTIDAD: 1	APROBÓ: MEJÍA C.	26/06/2024		

UTN CIME

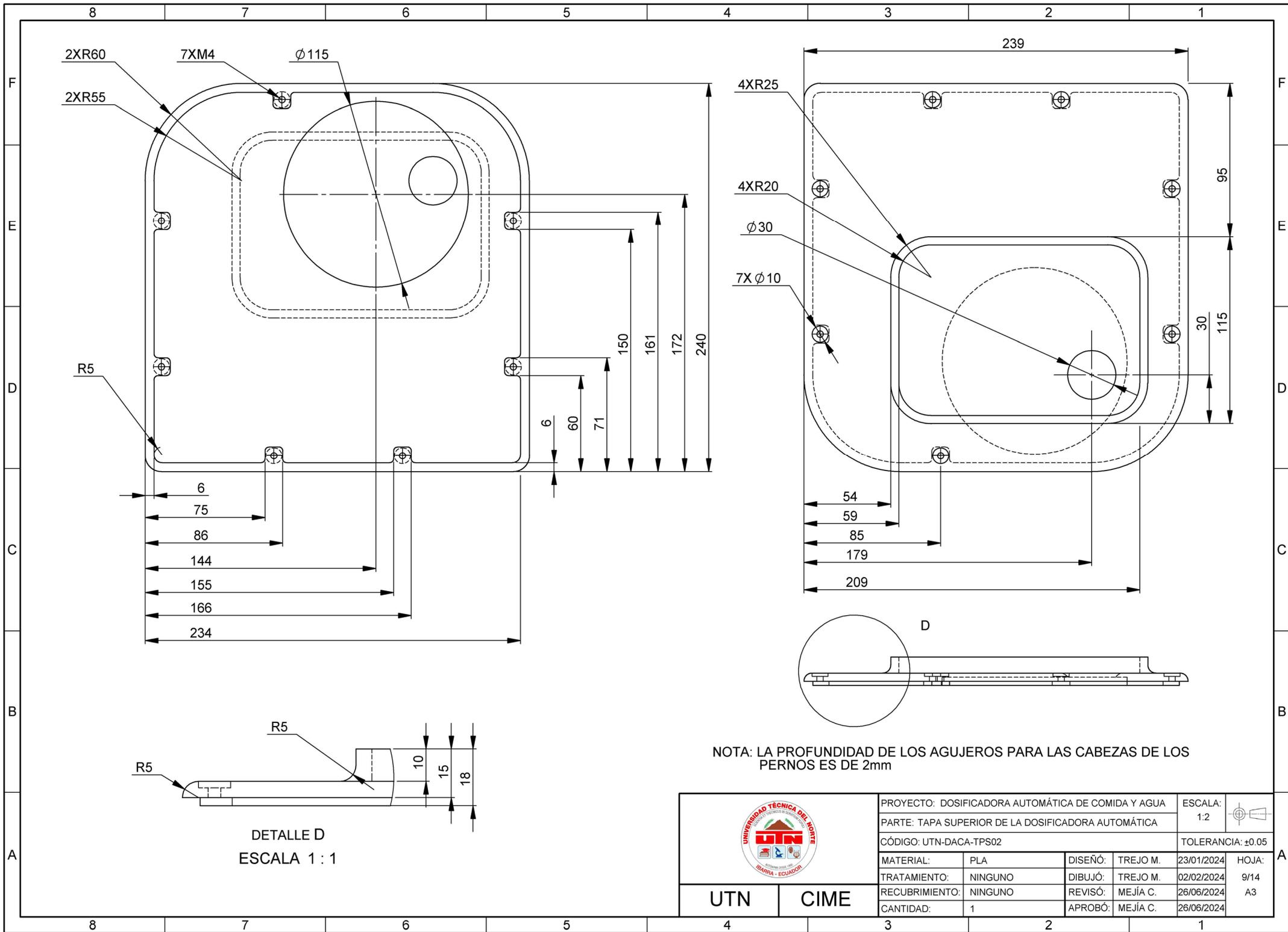


DETALLE B  
ESCALA 1 : 1

NOTA: LAS PERFORACIONES ROSCADAS SON DE 10mm DE PROFUNDIDAD

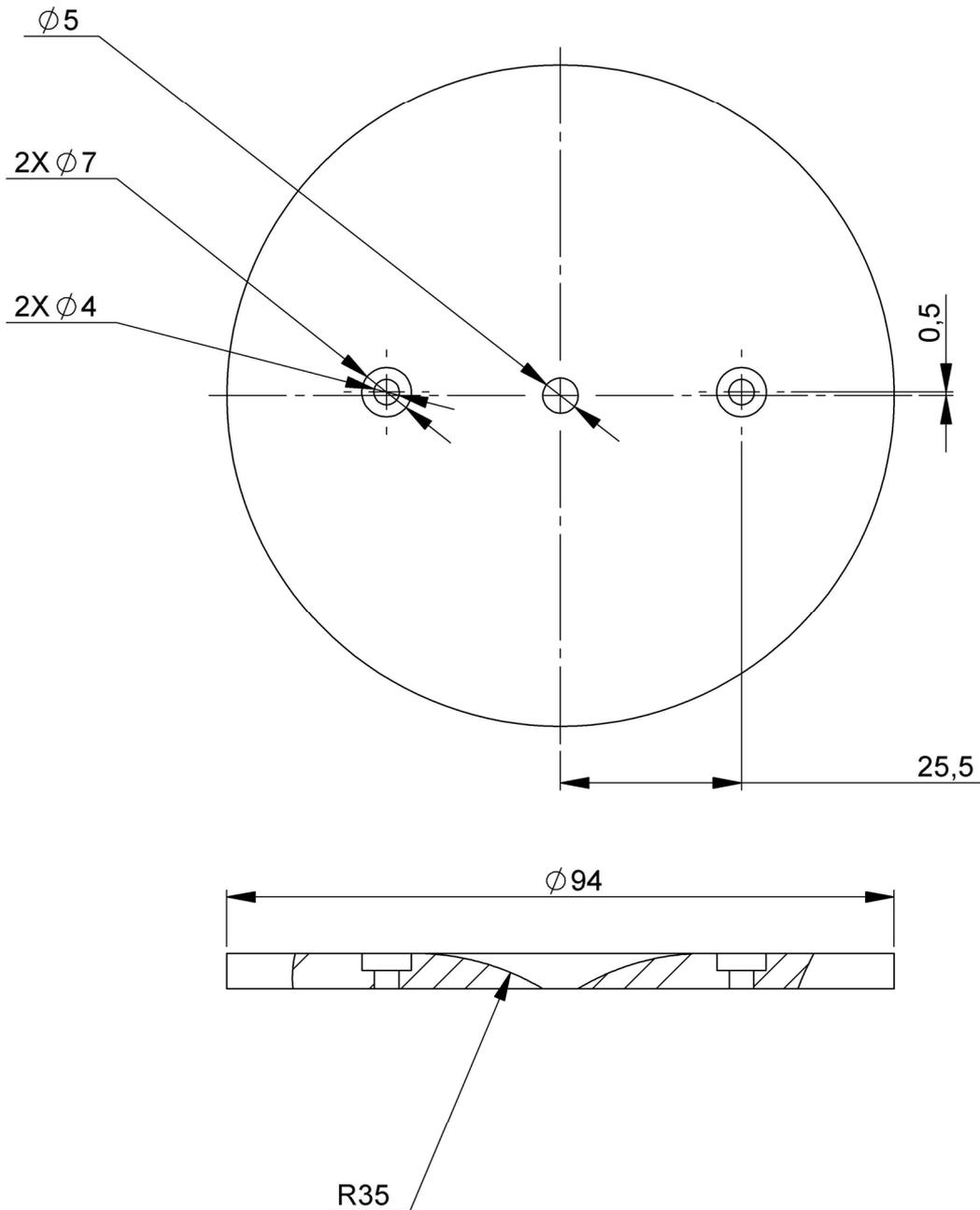
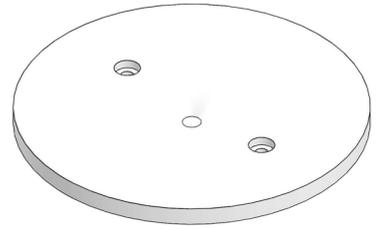
	PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA PARTE: TAPA DEL TRONCO DE LA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA CÓDIGO: UTN-DACA-TPS01			ESCALA: 1:2	
	MATERIAL: PLA TRATAMIENTO: NINGUNO RECUBRIMIENTO: NINGUNO CANTIDAD: 1			TOLERANCIA: ±0.05	
DISEÑO: TREJO M. 20/02/2024		DIBUJO: TREJO M. 21/02/2024		HOJA: 8/14	
APROBÓ: MEJÍA C. 28/06/2024		REVISÓ: MEJÍA C. 28/06/2024		A2	

UTN CIME



NOTA: LA PROFUNDIDAD DE LOS AGUJEROS PARA LAS CABEZAS DE LOS PERNOS ES DE 2mm

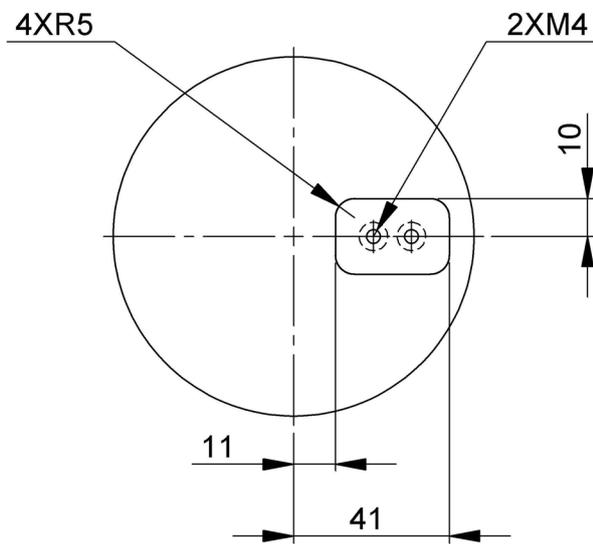
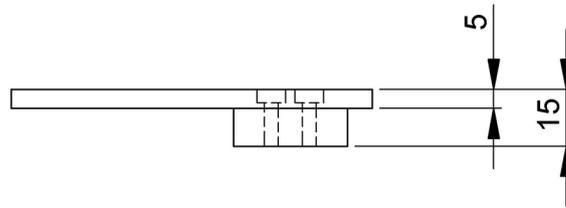
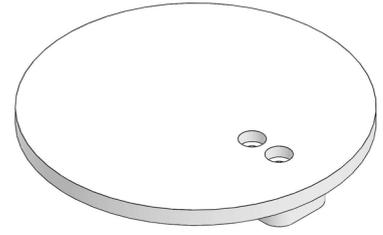
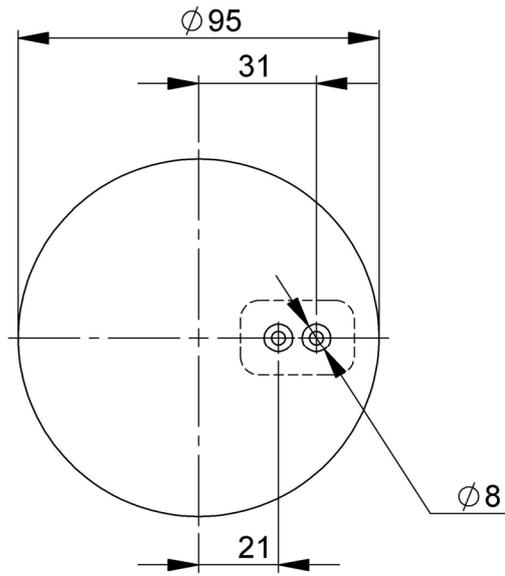
				PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA		ESCALA: 1:2		
				PARTE: TAPA SUPERIOR DE LA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA		TOLERANCIA: ±0.05		
CÓDIGO: UTN-DACA-TPS02				MATERIAL: PLA		DISEÑO: TREJO M.	23/01/2024	HOJA: 9/14 A3
TRATAMIENTO: NINGUNO				DIBUJÓ: TREJO M.		02/02/2024		
RECUBRIMIENTO: NINGUNO				REVISÓ: MEJÍA C.		26/06/2024		
CANTIDAD: 1				APROBÓ: MEJÍA C.		26/06/2024		
UTN		CIME						



PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA				ESCALA:	
PARTE: TAPA BEBEDERO				1:1	
CÓDIGO: UTN-DACA-TB02				TOLERANCIA: $\pm 0.05$	
MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	TREJO M.	28/01/2024	HOJA: 10/14 A4
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	TREJO M.	28/01/2024	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	

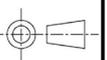
UTN

CIME



PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA

ESCALA:  
1:2



PARTE: PLATO COMIDA

CÓDIGO: UTN-DACA-PC01

TOLERANCIA:  $\pm 0.05$

MATERIAL:

PLA

DISEÑO:

TREJO M.

26/03/2024

HOJA:

TRATAMIENTO:

NINGUNO

DIBUJÓ:

TREJO M.

26/03/2024

11/14

RECUBRIMIENTO:

NINGUNO

REVISÓ:

MEJÍA C.

26/06/2024

A4

CANTIDAD:

1

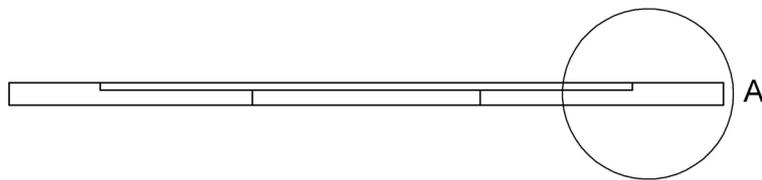
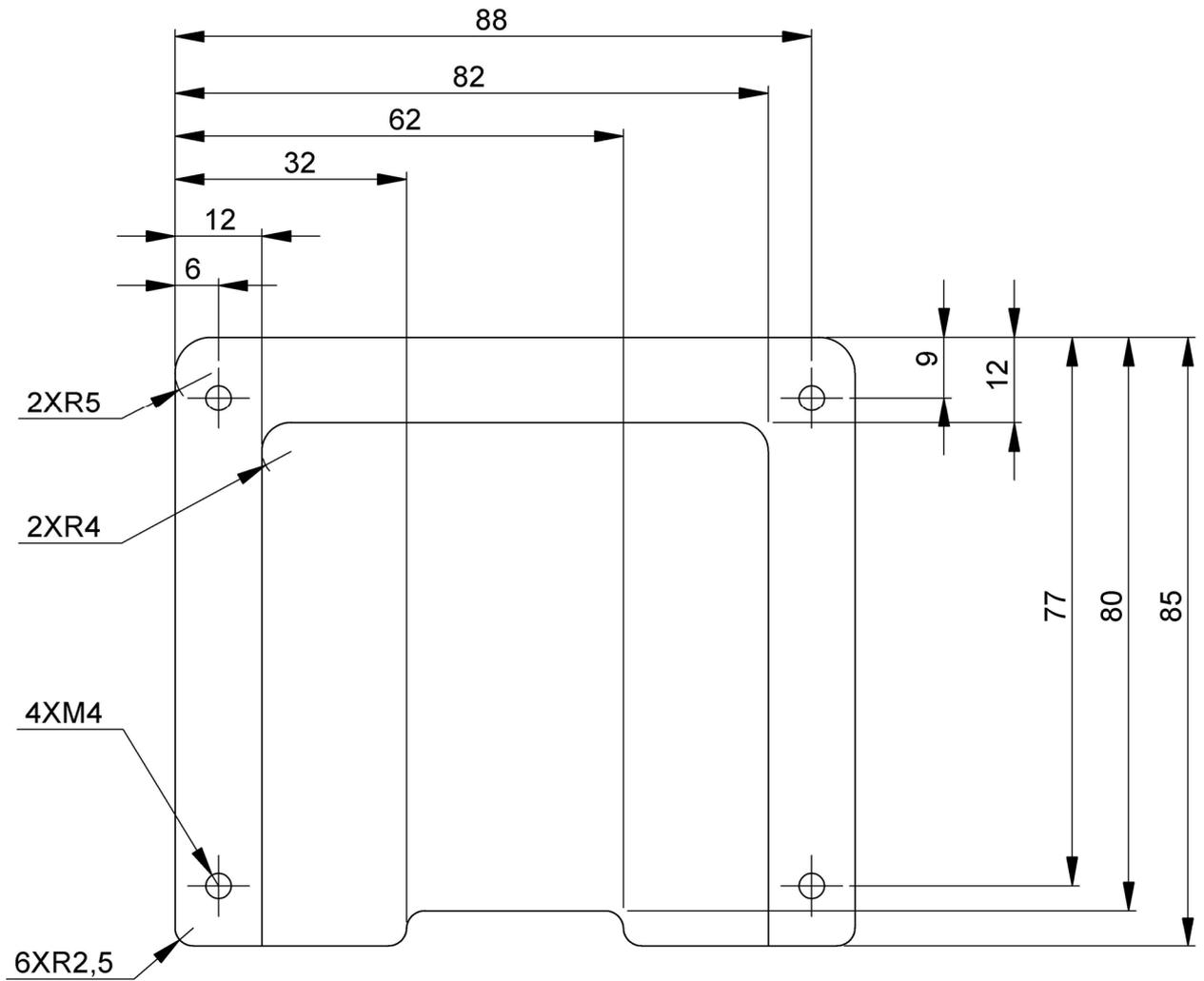
APROBÓ:

MEJÍA C.

26/06/2024

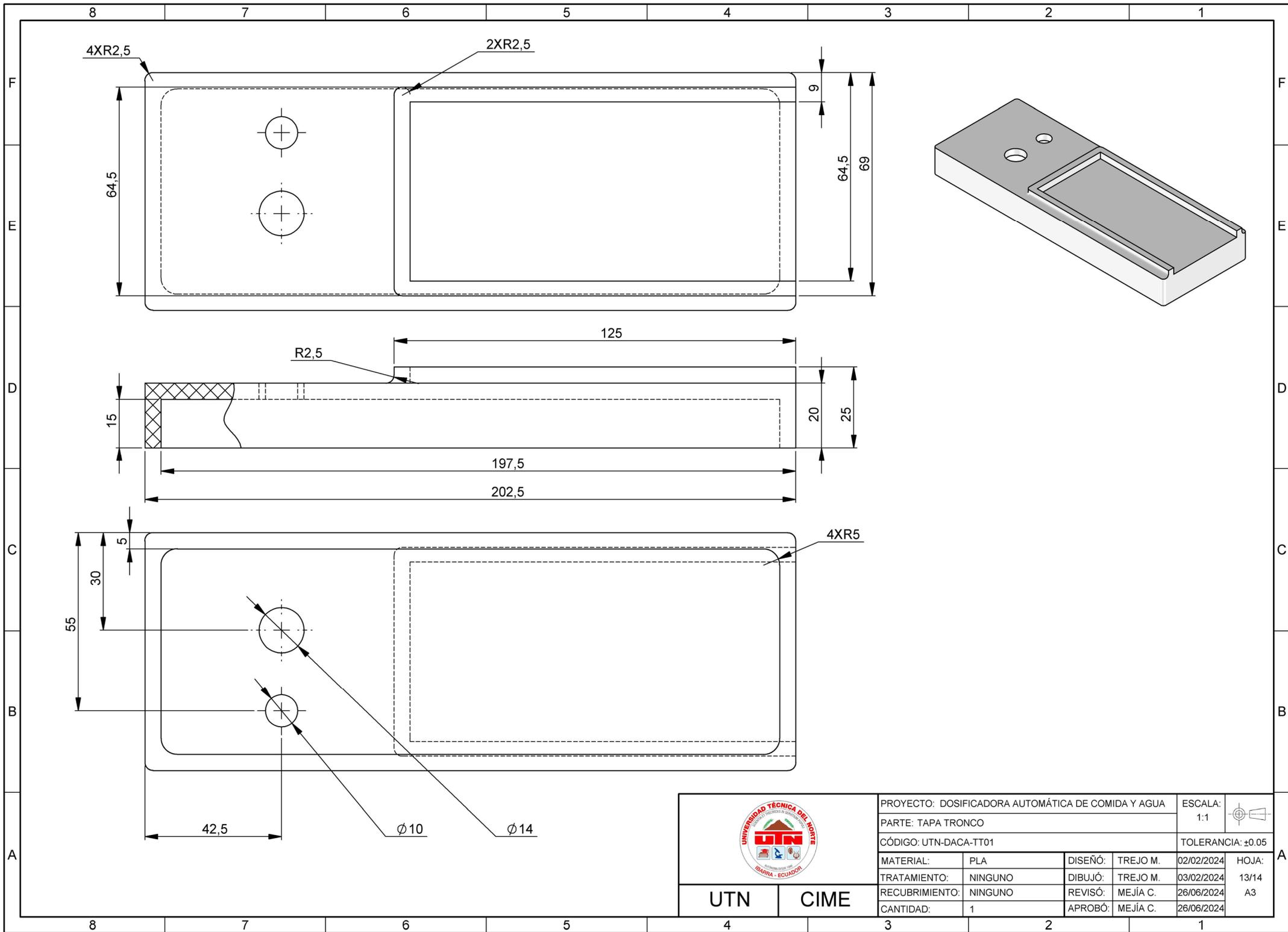
UTN

CIME



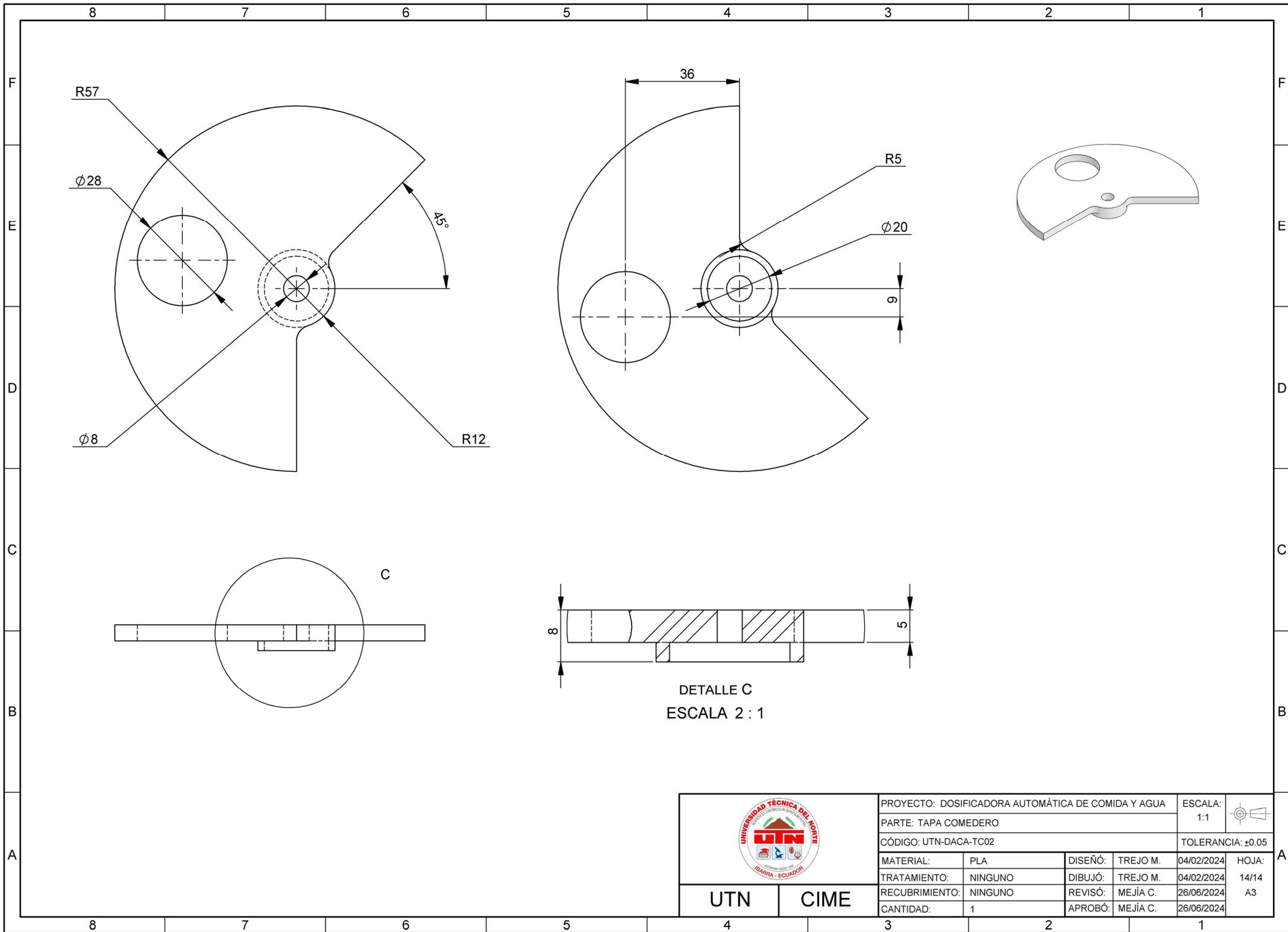
DETALLE A  
ESCALA 5 : 1

	PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA			ESCALA:	
	PARTE: SOPORTE TECLADO			1:1	
CÓDIGO: UTN-DACA-ST01				TOLERANCIA: $\pm 0.05$	
MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	TREJO M.	02/02/2024	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	TREJO M.	02/02/2024	12/14
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	A4
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	
UTN	CIME				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
CIME

PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA				ESCALA:	
PARTE: TAPA TRONCO				1:1	
CÓDIGO: UTN-DACA-TT01				TOLERANCIA: ±0.05	
MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	TREJO M.	02/02/2024	HOJA:
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	TREJO M.	03/02/2024	13/14
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	A3
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	



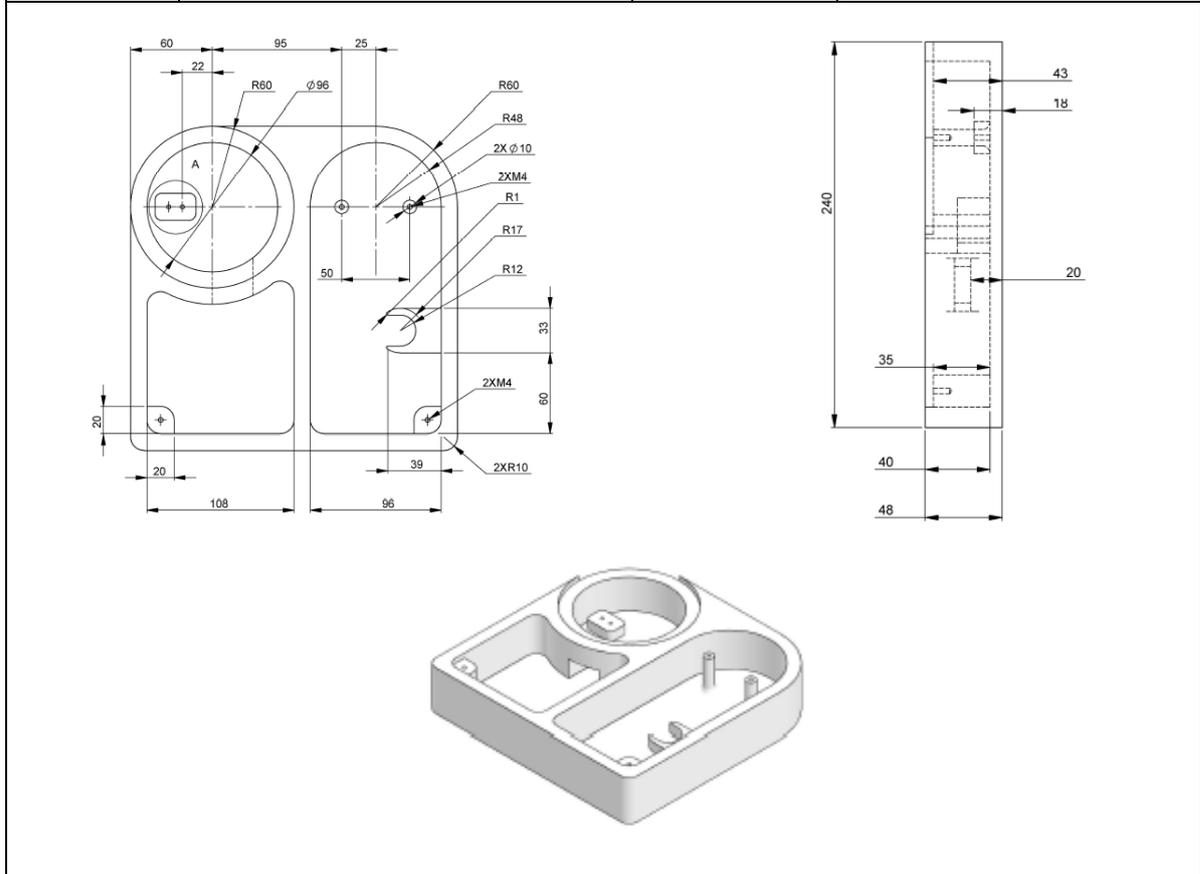
DETALLE C  
ESCALA 2 : 1

	PROYECTO: DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE COMIDA Y AGUA			ESCALA:		
	PARTE: TAPA COMEDERO			1:1		
	CÓDIGO: UTN-DACA-TC02			TOLERANCIA: $\pm 0.05$		
	MATERIAL:	PLA	DISEÑO:	TREJO M.	04/02/2024	HOJA:
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	TREJO M.	04/02/2024	14/14
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024	A3	
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	MEJÍA C.	26/06/2024		

UTN CIME

ANEXO E. HOJAS DE PROCESOS

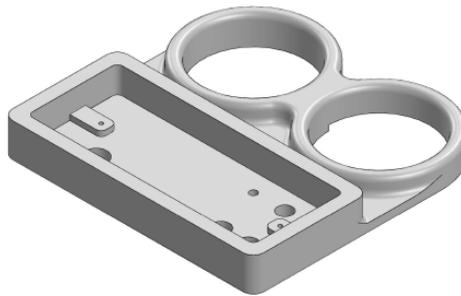
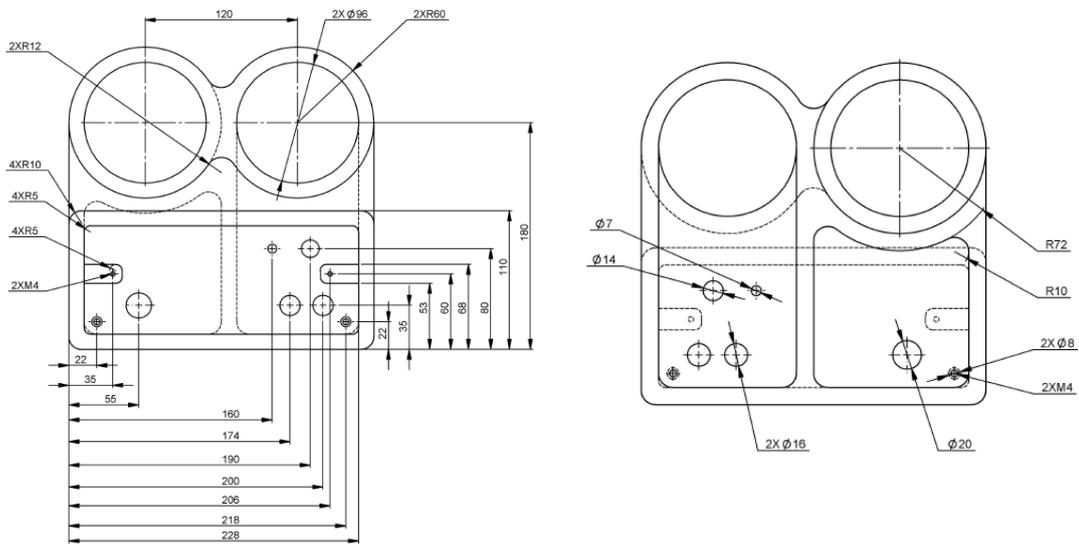
Hoja de Procesos pieza 1					
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos		<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b> 10/06/2024
<b>Pieza</b>	Base inferior de la dosificadora automática	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-BD01	<b>Hoja</b>	
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm		<b>Dimensiones en bruto</b>	-	
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo		<b>Observaciones</b>	Ninguna	



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	16 horas 42 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%
<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s			<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

### Hoja de Procesos pieza 2

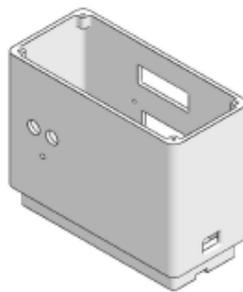
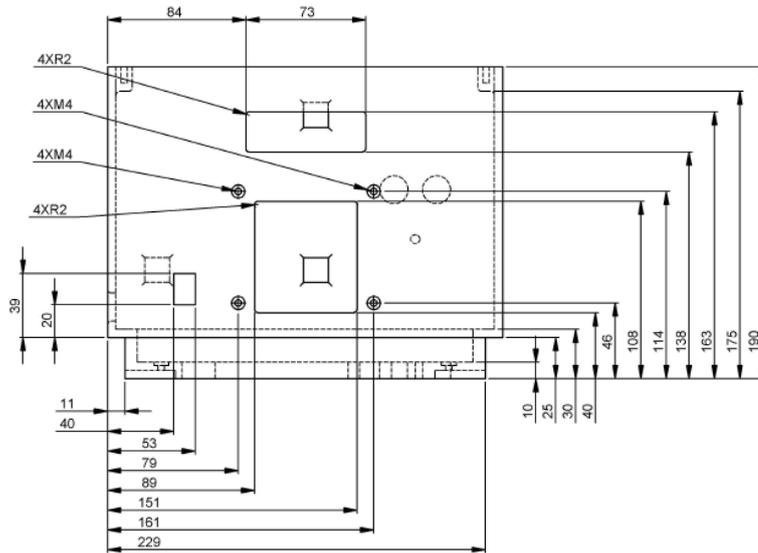
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos	<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b> 10/06/2024
<b>Pieza</b>	Base superior de la dosificadora automática	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-BD02	<b>Hoja</b> 1/1
<b>Material</b>	eSUN PLA+ Black 0.4mm	<b>Dimensiones en bruto</b>	-	
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo	<b>Observaciones</b>	Ninguna	



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	17 horas 41 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%
<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s			<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

### Hoja de Procesos pieza 3

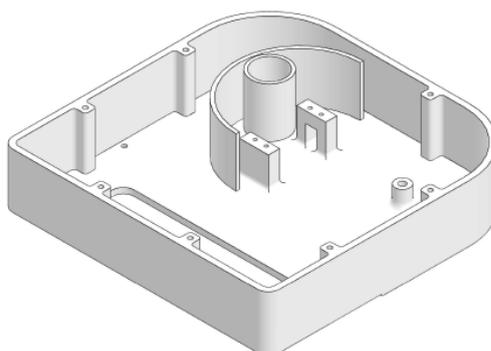
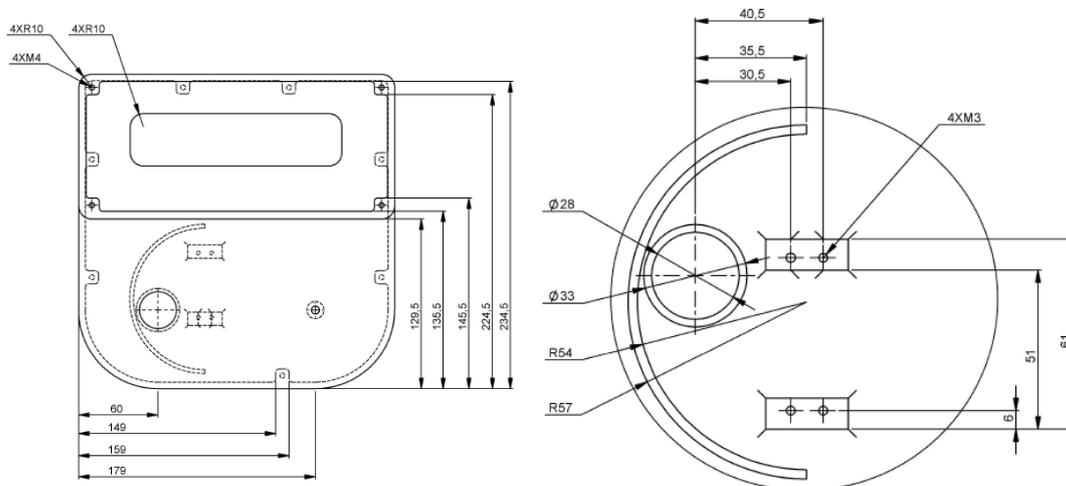
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos	<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b>	10/06/2024
<b>Pieza</b>	Tronco de la dosificadora automática	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-TD01	<b>Hoja</b>	1/1
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm	<b>Dimensiones en bruto</b>	-		
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo	<b>Observaciones</b>	Ninguna		



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	43 horas 39 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%
<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s			<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

### Hoja de Procesos pieza 4

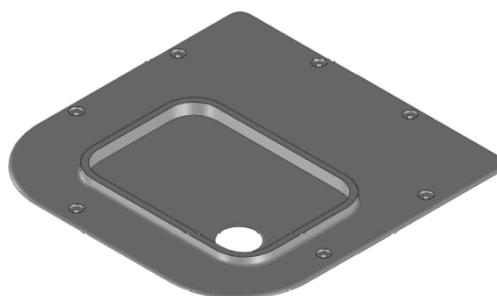
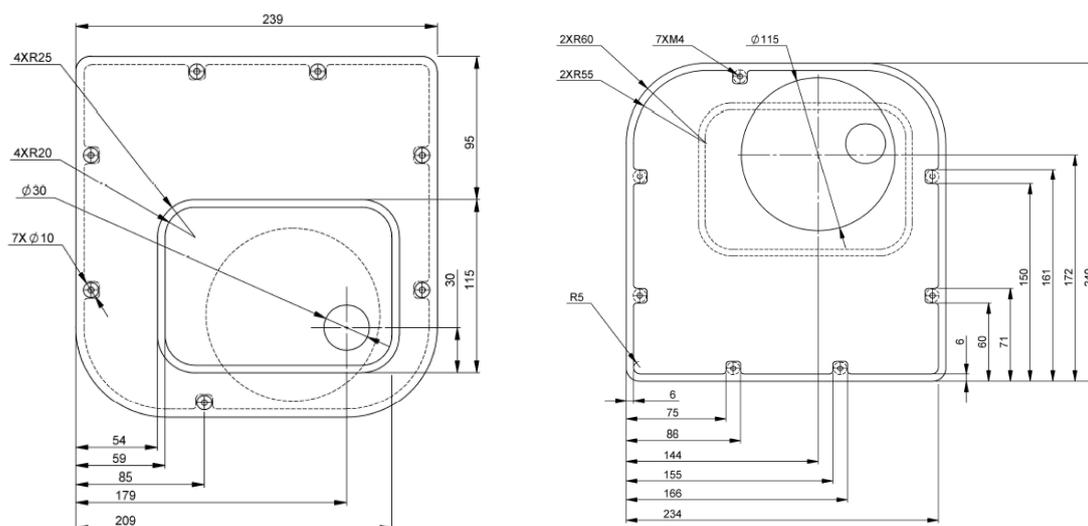
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos	<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b>	10/06/2024
<b>Pieza</b>	Tapa del tronco de la dosificadora automática	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-TPS01	<b>Hoja</b>	1/1
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm	<b>Dimensiones en bruto</b>	-		
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo	<b>Observaciones</b>	Ninguna		



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	18 horas 44 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%
<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s			<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

### Hoja de Procesos pieza 5

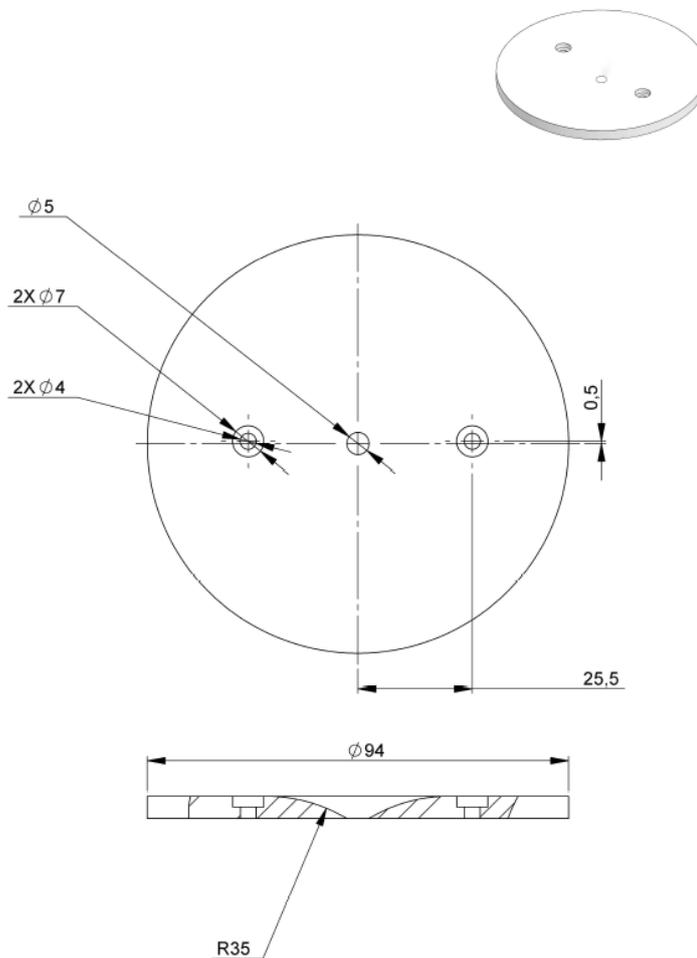
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos	<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b> 10/06/2024
<b>Pieza</b>	Tapa superior de la dosificadora automática	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-TPS02	<b>Hoja</b> 1/1
<b>Material</b>	eSUN PLA+ Black 0.4mm	<b>Dimensiones en bruto</b>	-	
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo	<b>Observaciones</b>	Ninguna	



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
Impresión 3D	11 horas 45 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%	<b>Tipo de Soporte</b>	Normal a 47°
		<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s	<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

**Hoja de Procesos pieza 6**

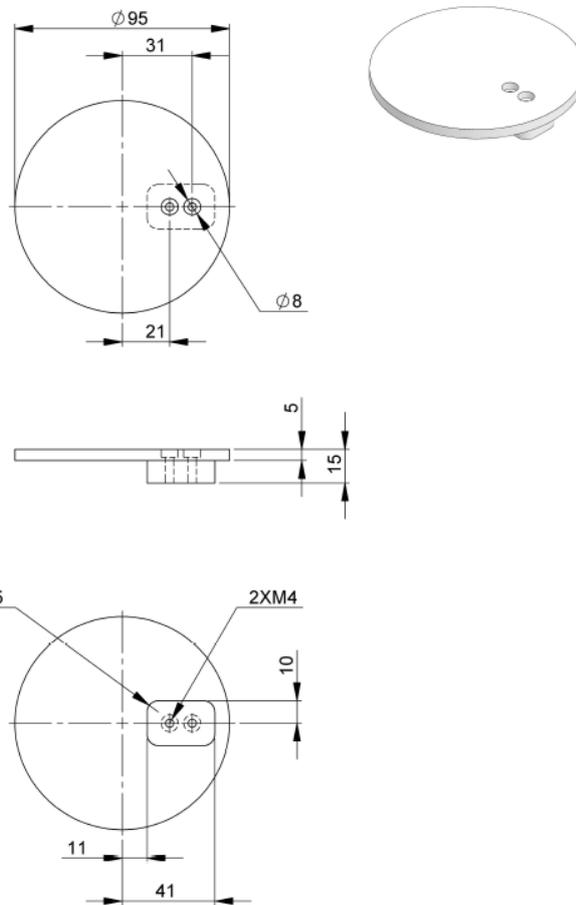
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos	<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b>	10/06/2024
<b>Pieza</b>	Tapa Bebedero	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-TB02	<b>Hoja</b>	1/1
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm	<b>Dimensiones en bruto</b>	-		
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo	<b>Observaciones</b>	Ninguna		



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	1 horas 54 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%
		<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s	<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

**Hoja de Procesos pieza 7**

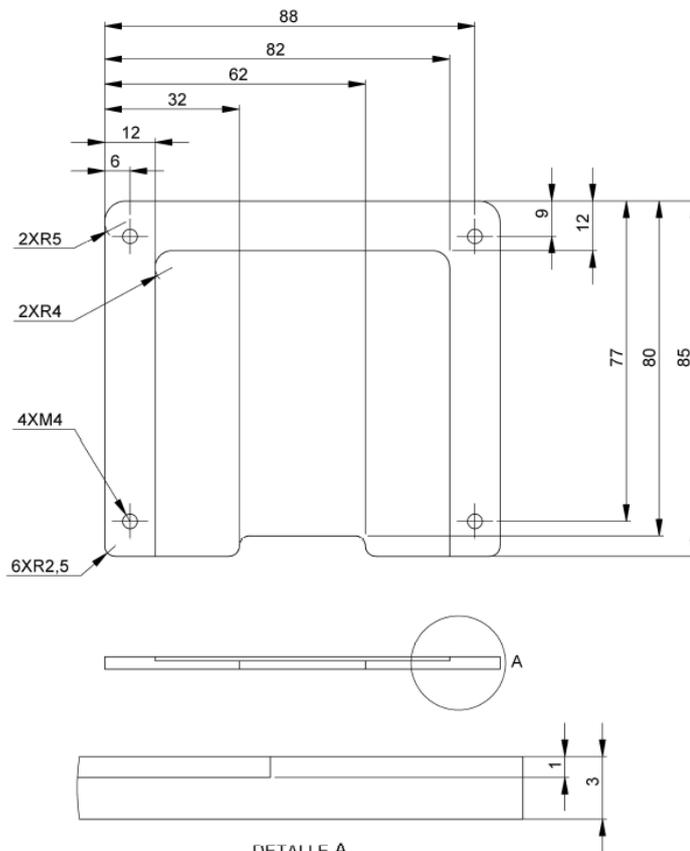
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos			<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b> 10/06/2024
<b>Pieza</b>	Plato de Comida	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-PC01	<b>Hoja</b>	1/1	
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm			<b>Dimensiones en bruto</b>	-	
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo			<b>Observaciones</b>	Ninguna	



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	2 horas 26 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%
<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s			<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

### Hoja de Procesos pieza 8

<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos	<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b> 10/06/2024
<b>Pieza</b>	Soporte Teclado	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-ST01	<b>Hoja</b> 1/1
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm		<b>Dimensiones en bruto</b>	-
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo		<b>Observaciones</b>	Ninguna

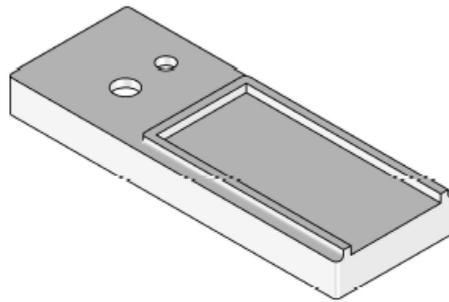
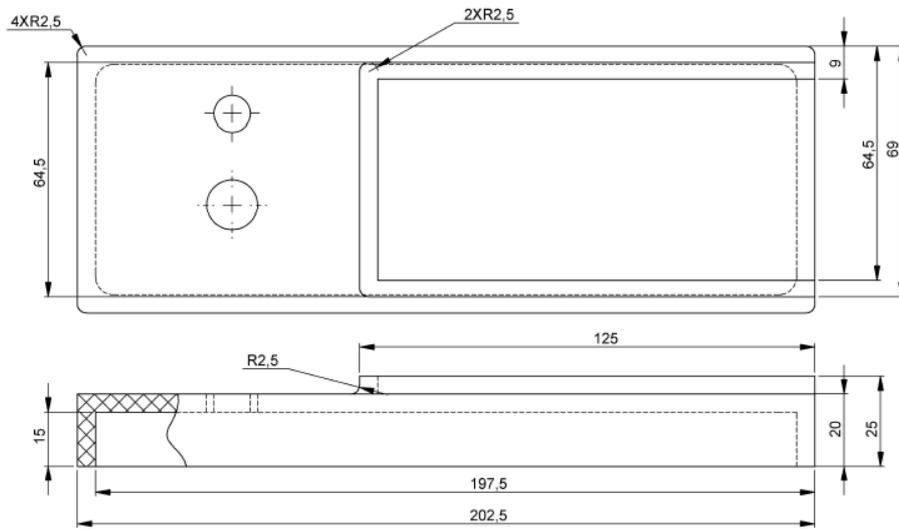


DETALLE A  
ESCALA 5 : 1

Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
Impresión 3D	1 horas 13 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%	<b>Tipo de Soporte</b>	Ninguno
		<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s	<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm

### Hoja de Procesos pieza 9

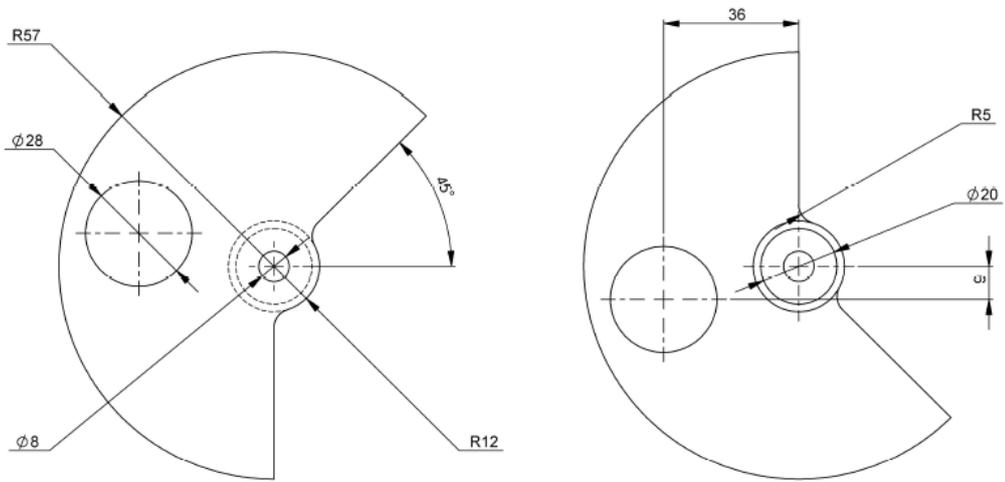
<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos		<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b> 10/06/2024
<b>Pieza</b>	Tapa Tronco	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-TT01	Hoja	
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm		<b>Dimensiones en bruto</b>	-	
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo		<b>Observaciones</b>	Ninguna	



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	5 horas 38 minutos	Densidad de Relleno	10%
Velocidad de impresión	60 mm/s			Diámetro del extrusor	0.4mm

**Hoja de Procesos pieza 10**

<b>Proyecto</b>	Máquina Dosificadora automática de comida y agua para gatos domésticos	<b>Máquina</b>	Impresora Artillera SideWinder X1	<b>Fecha:</b>	10/06/2024
<b>Pieza</b>	Tapa Comedero	<b>Plano Nro.</b>	UTN-DACA-TC02	<b>Hoja</b>	1/1
<b>Material</b>	eSUN PLA+ White 0.4mm	<b>Dimensiones en bruto</b>	-		
<b>Realizado por:</b>	Trejo Chávez Diego Mateo	<b>Observaciones</b>	Ninguna		



Fase	Tiempo de Operación	Parámetros de Impresión			
		Impresión 3D	3 horas 23 minutos	<b>Densidad de Relleno</b>	10%
<b>Velocidad de impresión</b>	60 mm/s			<b>Diámetro del extrusor</b>	0.4mm