



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE MECATRÓNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COMEDERO INTELIGENTE PARA PERROS CON
RECONOCIMIENTO DIGITAL PARA LA DOSIFICACIÓN DE ALIMENTO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título
de Ingenieros en Mecatrónica

**AUTORES: KEVIN MARCELO POSSO DE LA CRUZ
MICHAEL ESTALIN TITUAÑA PAUCAR**

TUTOR: LUISA FERNANDA SOTOMAYOR REINOSO

Quito-Ecuador

2023

I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Marcelo Posso De La Cruz con documento de identificación N° 1004403799 y Michael Estalin Tituaña Paucar con documento de identificación N° 1724351083; manifestamos que:

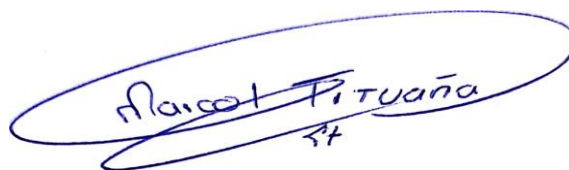
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 31 de marzo del año 2023

Atentamente,



Kevin Marcelo Posso De La Cruz
1004403729



Michael Estalin Tituaña Paucar
1724351083

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

Nosotros, Kevin Marcelo Posso De La Cruz con documento de identificación No. 1004403729 y Michael Estalin Tituaña Paucar con documento de identificación No. 1724351083, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Dispositivo Tecnológico: **“Diseño y Construcción De Comedero Inteligente Para Perros Con Reconocimiento Digital Para La Dosificación De Alimentos”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 31 de marzo del año 2023

Atentamente,



Kevin Marcelo Posso De La Cruz
1004403729



Michael Estalin Tituaña Paucar
1724351083

III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luisa Fernanda Sotomayor Reinoso con documento de identificación N° 1710953967, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COMEDERO INTELIGENTE PARA PERROS CON RECONOCIMIENTO DIGITAL PARA LA DOSIFICACIÓN DE ALIMENTO**, realizado por Kevin Marcelo Posso De La Cruz con documento de identificación N° 1004403729 y por Michael Estalin Tituaña Paucar con documento de identificación N° 1724351083, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Dispositivo tecnológico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 31 de marzo del año 2023

Atentamente,



Ing. Luisa Fernanda Sotomayor Reinoso MsC.

1710953967

IV. DEDICATORIA

El presente proyecto dedico con mucho amor a mis padres Marcelo Posso y Silvia De La Cruz, quienes me ayudaron día a día para la culminación de mis estudios, apoyándome y dándome ánimos para seguir adelante.

(Kevin P.)

Este proyecto va dedicado a mis padres, a mis hermanos, y mis Abuelitos que son como mis padres, a quienes les agradezco el cariño, apoyo y ayuda desde el inicio de esta travesía sin saber cuál sería el destino final.

(Estalín T.)

V. AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento infinito a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para enfrentar los obstáculos que se ha presentado para poder lograr los objetivos anhelados.

A mis padres, quienes me han apoyado incondicionalmente, dándome consejos, así de igual forma sus enseñanzas tanto en mi vida personal como también en lo académica, así mismo a todos aquellos que confiaron en mi dándome palabras de aliento para seguir adelante, a mis hermanos que estuvieron dándome ánimos en todo momento.

A la Universidad Politécnica Salesiana, a principalmente a los docentes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica por demostrarnos su visión y valores que nos ayudarán en nuestra vida laboral.

(Kevin P.)

A mi familia por siempre estar en las buenas y malas, apoyándome y dándome consejos que la vida es un poco dura, pero vale la pena todo el esfuerzo que se hace para lograr un ser un buen profesional con valores.

A mis docentes de la carrera, a mis amigos.

(Estalín T.)

VI. INDICE DE CONTENIDO

I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
II. CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
IV. DEDICATORIA.....	v
V. AGRADECIMIENTOS	vi
VI. INDICE DE CONTENIDO.....	vii
VII. ÍNDICE DE FIGURAS	xi
VIII. ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ANTECEDENTES	1
PROBLEMA DE ESTUDIO	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1 Mercado de Alimentos para Perros.....	5
1.1.1 Cómo Alimentar Adecuadamente a la Mascota.....	6
1.2 Dosificación de Alimento para Mascotas	7
1.3 Mecanismos de Dosificación	9
1.3.1 Dosificadores de Tornillo	9

1.3.2 Dosificadores de compuerta.....	10
1.3.3 Dosificadores de Banda o Tapiz Rodante.....	11
1.4 Tanque de Almacenamiento	12
1.5 Máquinas para dosificación de alimentos de mascotas.....	12
1.5.1 Petcorp Food Dispenser Programable.....	12
1.5.2 Perfect Petfeeder, dispensador de comida para mascotas.....	13
1.5.3 Dispensador por móvil de comida para mascotas.....	14
1.5.4 Costo de alimentación para las diferentes razas de perros.....	14
1.6 Electroválvula ON/OFF.....	15
1.7 Microcontrolador	16
1.7.1 Arduino Uno	16
1.7.2 Servomotor.....	17
1.7.2.1 Servomotor nema34.....	17
1.7.2.2 Fuente DC 24V/15A.....	18
1.7.2.3 Módulo Sensor industrial de proximidad E18-D80-NK	18
1.7.2.4 Módulo RFID RC522	19
1.8 Ecuaciones para el diseño	19
1.8.1 Masa.....	20
1.8.1.1 Volumen del tanque	20
1.8.2 Piñón	20
1.8.3 Cremallera.....	21
CAPÍTULO II.....	23
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	23
2.1 Alternativas de estudio.....	23
2.1.1 Alternativa 1	23
2.1.2 Alternativa 2	24
2.2 Selección de alternativas.....	24
2.2.1 Análisis cuantitativo	25
2.2.2 Análisis cualitativo	26
2.3 Selección de elementos de materiales y equipos	26
2.3.1 Estructura	26
2.3.2 Controlador	27
2.3.3 Actuadores	27

CAPÍTULO III	29
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	29
3.1 Diseño del prototipo.....	29
3.2 Cálculos para el diseño	30
3.2.1 Cálculos para el piñón.....	33
3.2.2 Cremallera.....	35
3.3 Simulación de las piezas en Solidworks	36
3.3.1 Simulación del soporte del tanque y electroválvula	36
3.3.2 Análisis de desplazamiento.....	37
3.3.3 Factor de seguridad del soporte	38
3.3.4 Análisis del esfuerzo del marco	38
3.3.5 Análisis de desplazamiento del marco	39
3.3.6 Factor seguridad marco.....	39
3.4 Diagrama Electrónico	40
3.5 Diagrama de flujo	41
CAPÍTULO IV	43
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	43
4. Pruebas.....	43
4.1 Resultados.....	49
4.2 Estudio de costos de fabricación.....	49
4.2.1 Materiales de la estructura	49
4.2.2 Insumos Mecánicos.....	50
4.2.3 Costos insumos electrónicos	51
4.2.4 Costo general de uso	51
4.2.5 Servicios Básicos funcionamiento del proyecto	52
4.2.6 Mano de obra directa	52
4.2.7 Mano de obra indirecta	53
4.2.8 Resumen de los Costos	53
4.2.9 Análisis para determinar VAN	54
4.2.10 Análisis para calcular TIR	54
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES.....	57

REFERENCIAS.....	58
------------------	----

VII. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mecanismo con tornillo sin fin [9]	10
Figura 2: Mecanismo de compuerta [10]	10
Figura 3: Mecanismo de compuerta rotativa [11]	11
Figura 4: Dispensador Programable [16]	13
Figura 5: Perfect Petfeeder [16]	13
Figura 6: Dispensador por móvil de comida para mascota [16].	14
Figura 7: Funcionamiento válvula ON/OFF [19].....	15
Figura 8: Electroválvula ON/OFF	16
Figura 9 Arduino UNO [21]	17
Figura 10 Servomotor Nema34 [25].....	18
Figura 11: Fuente 24VDC Y 15A	18
Figura 12: Sensor Infrarrojo [31]	19
Figura 13: Módulo RFID RC522 [32]	19
Figura 14: Dispensador de Alimento	23
Figura 15: Diseño a Construir	24
Figura 16: Vista del prototipo.	29
Figura 17: Análisis de cargas del soporte.....	31
Figura 18: Carga a tensión soporte.....	32
Figura 19: Análisis de cargas del marco	32
Figura 20: Carga a flexión del marco.....	33
Figura 21: Piñón.....	34
Figura 22: Diente de la Cremallera	35
Figura 23: Análisis de tensiones soporte.....	37

Figura 24: Desplazamiento de la estructura	37
Figura 25 Factor de seguridad Soporte.....	38
Figura 26: Esfuerzo marco	39
Figura 27: Desplazamiento del marco.....	39
Figura 28 Factor de seguridad Marco.....	40
Figura 29 Diagrama Electrónico	40
Figura 30 Diagrama de Flujo.....	42
Figura 31 Encendido de la Máquina.....	44
Figura 32 Máquina Dispensadora.....	44
Figura 33 Encendido de la Máquina.....	45
Figura 34 Identificación de la Mascota	45
Figura 35 Indicador de Dispensio.....	46
Figura 36 Encendido de la Máquina.....	48
Figura 37 Activación de los Sensores	48
Figura 38 Estructura Madera.....	50
Figura 39 Sistema mecánico cremallera.....	51

VIII. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dosificación de Alimento para Perros	7
Tabla 2: Dosificación según Dog Chow [11]	8
Tabla 3. Arduino Uno Características [23].....	17
Tabla 4: Valorización de Criterios	25
Tabla 5: Análisis Cualitativo	26
Tabla 6: Matriz de alternativas para el control.....	27
Tabla 7: Matriz de alternativas para dosificación.....	27
Tabla 8: Matriz de alternativas para el accionamiento de distribución de alimento	28
Tabla 9 Componentes Principales del Prototipo.....	30
Tabla 10: Pruebas correcta dosificación.....	47
Tabla 11: Alimentación Diaria	49
Tabla 12: Costos para la máquina dispensadora de alimento para animales.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 13: Materiales Mecánicos.....	50
Tabla 14: Materiales electrónicos y eléctricos	51
Tabla 15: Servicios Básicos.....	52
Tabla 16: Mano de obra directa.....	52
Tabla 17: Mano de obra indirecta.....	53
Tabla 18: Costos de fabricación	54
Tabla 19: Cálculos del VAN	54
Tabla 20 : Cálculos del TIR	55

I. RESUMEN

Este proyecto se encuentra orientado al diseño y construcción de un máquina dosificadora de alimento para perros, utilizada para la correcta distribución de comida del animal, para garantizar el funcionamiento del proceso la mejor opción para el sistema de accionamiento del dosificador según las alternativas presentadas se optó por la cremallera, el control estará realizado por un Arduino Uno por la facilidad de utilización y por su alta flexibilidad para controlar el servomotor y una electroválvula ON/OFF que dará paso al agua, como primera instancia para el reconocimiento digital, la mascota tendrá una placa la cual consta sus datos, se ha realizado la programación de los horarios de comida y el tiempo de activación tanto de la electroválvula y la cremallera que dispense lo necesario que requiera la mascota, los recipientes donde van caer la cantidad de alimento fue adquirida debido que se adecuaban al proyecto.

Con los elementos establecidos se realizó cálculos y simulaciones de fuerza, desplazamiento tomando en cuenta los pesos máximos a los cuales estará sometido el comedero, con los resultados obtenidos se realizó la construcción y pruebas de funcionamiento en la cual el sistema funciono adecuadamente.

Palabras claves: Máquina, Arduino Uno, válvula ON/OFF eléctrica, simulaciones, sistemas eléctricos.

II. ABSTRACT

This project is oriented to the design and construction of a dosing machine for dog food, used for the correct distribution of the animal's food, to guarantee the operation of the process, the best option for the dosing drive system was chosen according to the alternatives presented. by the zipper, the control will be carried out by an Arduino Uno for the ease of use and for its high flexibility to control the servomotor and an ON/OFF solenoid valve that will give way to the water, as a first instance for digital recognition, the pet will have a plate which contains your data, the programming of the meal times and the activation time of both the solenoid valve and the zipper that dispenses what is necessary for the pet, the containers where the amount of food will fall was obtained due to the that were suitable for the project. With the elements made, simulations of force and displacement were carried out taking into account the maximum weights to which the trough will be subjected, with the results obtained the construction and functional tests were carried out in which the system works properly.

Key words: Machine, Arduino Uno, electrical ON/OFF valve, simulations, electrical system

ANTECEDENTES

PROBLEMA DE ESTUDIO

Desde hace algunos años la corriente de conservación animal ha realizado campañas para concientizar del cuidado animal en este caso nos enfocaremos en las mascotas según estudios el número de enfermedades de perros ha aumentado considerablemente y en muchos de los casos se le atribuye a la mala alimentación y cuidado de nuestras mascotas sobre todo en las grandes ciudades. Las mascotas han pasado de tener lugares abiertos para su desarrollo a estar confinados en casas y departamentos pequeños sumado a que pasan mucho tiempo solos debido a que sus cuidadores están mucho tiempo fuera de casa se han acostumbrado a dejar recipientes con grandes cantidades de comida y agua al día lo que ha producido que las mascotas tengan sobrepeso [1].

En la actualidad se ha hecho conciencia de los problemas que sufren las mascotas por esa razón existen en el mercado varios artículos sobre su alimentación tomando en cuenta la raza y etapa de crecimiento se puede conseguir diferentes tipos de comederos con un valor relativamente elevados que solo dispensan comida solida otro de los problemas es que necesitan que la mascota sea altamente entrenada y aun así al ser de tamaño reducido estas pueden deteriorarse.

Las personas dueñas o encargadas en su mayoría no pueden dosificar correctamente su alimentación ni su horario para el desarrollo óptimo de dichas mascotas las cuales pueden presentar falta de desarrollo o sobrepeso y sus consecuentes enfermedades. La edad, el tamaño y la raza deben tenerse en cuenta al proporcionar alimentos, y las raciones deben ser regularmente adecuadas y de buena calidad. La provisión de alimento y bebida para mascotas, actualmente cuenta con una variedad de elementos como contenedores, tanques

de almacenamiento y entrega, etc., con funciones específicas que va desde un control manual a un automático dependiendo del precio y la calidad.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del proyecto soluciona en cierta parte uno de los problemas que viven las mascotas en el país que causa el deterioro en su salud debido a la incorrecta dosificación del alimento y agua.

Varios estudios muestran que los animales domésticos o de compañía que consumen alimentos descontroladamente tienen una esperanza de vida reducida de alrededor del 15% y es propenso a varias enfermedades debido a la obesidad [1]. Con el proceso de dosificación automatizado, es factible alimentar correctamente a las mascotas, ya que dependiendo de la dosificación programada los tanques de almacenamiento, pueden durar entre 3 o 4 días.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un comedero inteligente para perros con reconocimiento digital para la dosificación de alimento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el estado del arte del prototipo en cuanto al tamaño, capacidad, materiales y dispositivos requeridos para su construcción.
- Simular los elementos mecánicos y electrónicos mediante software adecuado para definir el mejor diseño.
- Implementar el comedero inteligente para garantizar el funcionamiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se analizará el estado del arte el cual permitirá comprender los conceptos básicos y la fundamentación para el proceso del trabajo de titulación.

1.1 Mercado de Alimentos para Perros

El mercado para alimento de animales de compañía, ha incrementado vertiginosamente en los últimos años debido a que las mascotas han pasado a formar parte de la familia y el creciente atractivo generacional.

Pet food público en su página el 15 de febrero, proyecciones y tendencias en la industria de alimentos de mascotas para el 2021, en la cual indica a pesar de las crisis y recesiones en Latinoamérica, se estima un aumento del 28 % (47 millones) de la población de gatos y un 72 % (115 millones) en perros, lo cual impulsará la demanda de alimento haciendo que la industria crezca y aumenten las ventas en un 5.5 % en el 2021 y 2022 y se mantendrá en los próximos años [2].

Generando ganancias y recaudaciones a los que invirtieron, llegando a la conclusión que es un negocio seguro [3]. Se puede encontrar diferentes sitios web como, por ejemplo: Mordor Intelligence [5], Semana [6], ANFAAC [7], entre otros en donde los especialistas publican, balances generales y cifras estadísticas que indican la importancia e influencia de las mascotas en un país tanto económico, cultural y social.

Hay varias marcas de productos para mascotas en el mercado como: Pro Can, Dog Chow, Buen Can, Purina, entre otras, así como marcas compartidas que fabrican una variedad de productos alimenticios diferentes. Las fabricas publican sus proteínas, vitaminas y otros

ingredientes y beneficios, que se reflejan en la tabla nutricional del envase, y determinan que alimento es adecuado para la mascota por tamaño, calidad, raza, recomendaciones veterinarias, que puedan existir. Según la calidad y el precio, los mejores concentrados de alimentos para animales son los siguientes [3]:

- Premium: Contienen subproductos animales, incorpora maíz, carne fresca y otros cereales (en menor porción), estas proteínas son de alta calidad, son más digeribles, la mayor parte de la proteína viene de los cereales y algo de carne (pequeñas cantidades) [3].

- Superpremium: integral natural, sin cereales, vitaminas E, luteína y taurina. Son nutrientes que ayudan a evitar la placa en los dientes, etc.

Existe gran variedad de marcas en el mercado que compiten con las marcas tradicionales que ofrecen a los dueños de mascotas a elegir productos más convenientes y de buena calidad, descartando productos de mala calidad que contengan menos ingredientes que las marcas Premium y Superpremium, pero contienen ingredientes necesarios para la alimentación de las mascotas [3].

1.1.1 Cómo Alimentar Adecuadamente a la Mascota

Existen empresas que se especializan en la técnica correcta y en como brindar a una dieta balanceada libre de virus y enfermedades que causen problemas, en un estilo de vida para mascotas y dueños.

AAFCO es una entidad que realiza investigaciones de cómo formular la creación de alimentos para mascotas, seguir estándares, tener en cuenta el control de alimentos, etc [4].

El dueño de la mascota es encargado de su salud y alimentación. Las mascotas no pueden determinar los funcionamientos de su alimentación, su compañero sí, no solo para elegir el

tipo de alimento que aporta la nutrición necesaria para su amigo, sino también para determinar la cantidad adecuada de alimento.

Es importante conocer las pautas para una dieta saludable como punto de partida, se sabe que los carnívoros tienen necesidades energéticas específicas y se han adaptado con el tiempo a una dieta particular. Entendiendo sus necesidades y hábitos, es importante proporcionarle suficiente concentrado y no permitirle comer sobras, luego debe proporcionarle alimentos que tengan compuestos cárnicos más importantes y que contengan aminoácidos que es importante para el funcionamiento metabólico [3].

1.2 Dosificación de Alimento para Mascotas

La dieta de las mascotas tiene ser calculada bajo ciertas características como, por ejemplo: edad, tamaño, actividades física y raza etc. Según la guía de alimentación para perros publicado el 2 de junio del 2020 por Purina [9], hace referencia a la cantidad de alimento seco que debe ingerir la mascota al día para brindarle una larga y saludable vida, también en el artículo publicado en 25 de noviembre del 2020 HUFFPOST [10], que hace referencia al menú diario de las mascotas estos datos se los puede observar en la Tabla 1: Dosificación de Alimento para Perros [5] [6]

Tabla 1: Dosificación de Alimento para Perros

	Purina	Huffpost
Tipo de raza	Peso Kg a cantidad de alimento en gramos	Peso Kg a cantidad de alimento en gramos
Adultos Razas Pequeñas	1 a 5 Kg 35 a 100 g 5 a 10 Kg 100 a 150 g	2 a 3 Kg -50 a 90 g 3 a 10 Kg - 90 a 190 g
Adultos Razas Medianas	11 a 25 Kg – 160 a 300 g 25 a 35 Kg – 300 a 380 g	10 a 20 Kg – 190 a 310 g 20 a 40 Kg – 500 a 590 g
Adultos Razas Grande	36 a 45 Kg – 400 a 470 g 45 a 70 Kg – 470 a 630 g	Más de 50 Kg – de 590 a 800 g

Como se puede observar ambos artículos de PURINA y HUFFPOST tienen valores similares, con la aclaración de que la cantidad de gramos que indica purina es de sus productos y los otros en forma general, otro ejemplo de dosificación se lo puede observar en la Tabla 2 tomada de la marca dog chow [11].

Si la mascota tiene necesidades especiales el veterinario debe recomendar la cantidad de alimento a ingerir. Pero por lo general los perros de razas pequeñas y medias debe comer de 2 a 3 veces al día, en perros grandes hasta 4 veces [8].

Tabla 2: Dosificación según Dog Chow [11]

Tipo de Raza	Mantenimiento	Pérdida de peso
Miniatura 1-5kg	45-120g	35-100g
Pequeño 5-10kg	120-200g	100-160g
Mediano 10-25kg	200-360g	160-290g
Mediano 25-35kg	360-450g	290-360g
Grande 35-45kg	450-540g	360-430g

En la Tabla 2 se observa las cantidades diarias recomendadas para las mascotas, una combinación de antioxidantes, vitaminas y minerales que ayudan a prevenir la oxidación molecular en el cuerpo, retrasan los signos del envejecimiento y maximizan la calidad de vida de la mascota.

En el momento que se trata de alimentación un factor igualmente importante para la mascota es el consumo de agua fresca, la que debe estar en recipientes limpios y acorde al tamaño de la mascota, esta ayuda en las funciones del organismo del perro como: digestión, creación

de tejidos y ayuda a regular la temperatura corporal, tomando en cuenta los factores ambientales en los que vive. [7]

1.3 Mecanismos de Dosificación

Los mecanismos según Portal Educativo son elementos en su mayoría para transmitir fuerzas y movimientos desde un accionamiento que incorpore un motor, con el fin de ayudar a las personas a realizar diversos trabajos sin menor esfuerzo [13], existen diferentes dispositivos, en este trabajo se escogerá los mecanismos de dosificación.

Es un mecanismo que ayuda al suministro de cantidades determinadas de dicho producto o sustancia, el dispositivo cuenta con entrada y salida, Se componen por distintos elementos de servomotores, motores eléctricos y cilindros neumáticos.

En el mercado existen varios dosificadores, se debe tener en cuenta la aplicación y la sustancia a procesar, y se han desarrollado al menos tres clases de mecanismos de dosificación en la categoría de alimentación volumétrica de sólidos secos:

1.3.1 Dosificadores de Tornillo

Se representan en la **Figura 1** dosificadores en el cual su principal elemento es un tornillo sin fin, donde el producto se transporta de manera longitudinal. Este mecanismo suele ser más utilizado debido a su simplicidad y adaptabilidad a todo tipo de materia y dispensa en ciertos periodos de tiempo.



Figura 1: Mecanismo con tornillo sin fin [9]

La dosis requerida de alimento es proporcional a la velocidad del motor, controlado por un sistema de disminución con engranajes o correas. Este mecanismo tiene la capacidad de operar de manera continua o intermitente [9].

1.3.2 Dosificadores de compuerta

Este dosificador de compuerta plana o rotativa, en la **Figura 2** se representa los bocetos simples y robustos de un dispensador, donde la puesta batiente es el elemento principal, el diseño de la puerta con bisagras es simple y duradero, pero la precisión es menor frente al mecanismo de tornillo sin fin [10].

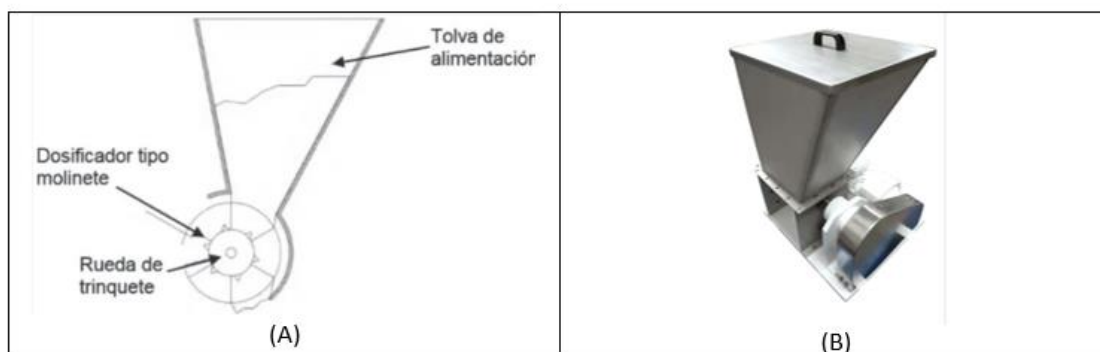


Figura 2: Mecanismo de compuerta [10]

El movimiento de la puerta es controlado por una caja reductora o accionamiento por cremallera y su velocidad mediante un motor, la cual permite el dispenseo de alimento, la precisión depende de los mecanismos como: poleas, engranajes y hélices de las compuertas. Se utiliza generalmente para dispensar granos o cereales [9].

1.3.3 Dosificadores de Banda

La estructura de un dispensador de cinta, se muestra en la **Figura 3**, la cual permite suministrar alimento de manera uniforme, la dispensa se determina por dos parámetros [11].

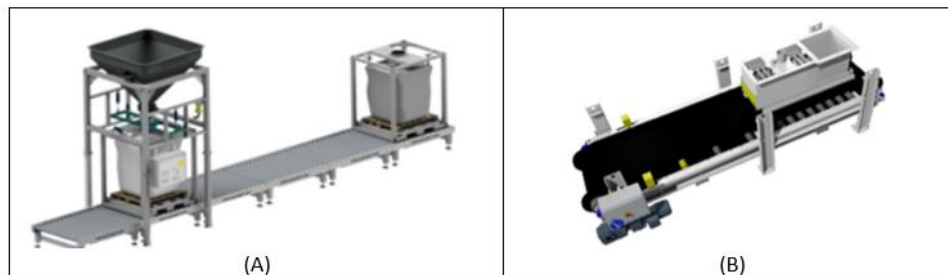


Figura 3: Mecanismo de compuerta rotativa [11]

Parámetro 1: Variación de la velocidad del tapiz. Se efectúa controlando la velocidad del motor, esto es a través de un controlador de velocidad o engranajes.

Parámetro 2: Regulación de la salida en la tolva. Al variar la porción de producto que pasa por el caudal. Esto se logra ajustando la compuerta a la salida del embudo.

Las desventajas de estos dosificadores es que pueden trabarse con sólidos granulados de gran tamaño [9].

Un sistema simplificado de este mecanismo sería el control por compuerta de la salida del alimento en forma directa, con esto se disminuye las dimensiones.

1.4 Tanque de Almacenamiento

Son artículos que son utilizados para almacenar y manipular sustancias (aceite, agua, alimentos, bebidas o combustibles), existen tanques de diferentes medidas, tipo y uso. Existen diversos materiales para fabricar envases de alimentos, estos no deben modificar la composición de los mismos, y ser aprobados por los entes reguladores, estos son: el plástico, Poliestireno y acero inoxidable [13], acrílico [14], vidrio y cerámica [15], etc. Al elegir un material se debe tomar en cuenta las necesidades de cada proyecto, los tanques más comunes de almacenamiento son de acero inoxidable, fibra de vidrio y polietileno [12].

1.5 Máquinas para dosificación de alimentos de mascotas

Actualmente, se han desarrollado distintos dispensadores de alimento para animales en de todo el mercado. Estos alimentadores provienen de una variedad de fábricas y sus diseños son los más comunes en el mercado actual. Los dosificadores automáticos generan una gran aceptación en el campo comercial, ofreciendo una variedad de opciones de diseño y rendimiento según las necesidades de cada mascota y el gusto del usuario, pero no pueden ser adquiridos por su elevado precio. Esto evita que los dueños usen dispensadores para alimentar correctamente y tener una dieta balanceada para el animal [16].

1.5.1 Petcorp Food Dispenser Programable.

En la **Figura 4** se tiene un dispensador de alimento que programa automáticamente las porciones de comida según la necesidad del perro, en un determinado periodo de tiempo. Cuenta con un contenedor y recipiente sujeto al mismo, permitiendo que el alimento se desplace a medida que la mascota va consumiendo.



Figura 4: Dispensador Programable [16]

1.5.2 Perfect Petfeeder, dispensador de comida para mascotas.

En la **Figura 5**, se muestra un comedero automático con mayor innovación, el cual cuenta con mayor implementación tecnológica, que nos permite calcular con precisión el peso de la ración de comida necesaria para la mascota. Es un dispensador portable que para su puesta en marcha debe contar con alimentación eléctrica, cuenta con una capacidad de 5kg y requiere de un constante llenado. [16]



Figura 5: Perfect Petfeeder [16]

1.5.3 Dispensador por móvil de comida para mascotas.

La **Figura 6**, Es un Dispensador que funciona captando la señal del teléfono la cual permite la dispensa de hasta 8 comidas al día, que pueden ser monitoreadas desde cualquier lugar. Por lo que las mascotas siempre tendrán comida fresca, además tiene un pequeño micrófono integrado y algunas veces cámara, para que puedas hablar con la mascota desde el teléfono móvil [16].



Figura 6: Dispensador por móvil de comida para mascota [16].

1.5.4 Costo de alimentación para las diferentes razas de perros

La alimentación de la mascota depende de su raza, como se vio en el literal 1.2 mientras más grande el perro mayor será la cantidad de alimento y su costo, en la **Tabla 1**, se indicarán los costos basados en un cálculo estándar de las características de cada alimento. Cabe señalar que, para describir el comportamiento de los alimentos en cuanto al costo de las mascotas, serán las siguientes: [17]

Tomando en cuenta la tabla 1 podemos indicar que para razas pequeñas de 1 a 5 kg se usarían máximo 3 kg de alimento mensual cuyo costo variara entre \$2,82 a \$3,60 del valor en el mercado ecuatoriano [9].

Para razas medianas de 11 a 40 kg, se usaría 17.7 kg de alimento mensual, el costo por kilo varía entre \$1.90 a \$4.71 por kilo en el mercado ecuatoriano.

En razas grandes de 36 a 70 kg, se usarían 24 kg de alimento mensual, el costo por kilo varía entre \$2 a \$4.46 por kilo en el mercado ecuatoriano.

Sin embargo, tomó como referencia el alimento estándar con la marca buen Can, Razza y Nutra Pro de alimentos para adultos, si la mascota está alimentada balanceada el costo variara en promedio. Se puede gastar más, debido a la mala dosificación y desperdicio de la mascota.

1.6 Electroválvula ON/OFF

Diseñada para la apertura o cierre remoto del control de flujo de fluidos, mecanismo que responden a pulsaciones eléctricas, en la **Figura 7**, muestra el funcionamiento al estar accionada por un pistón que actúa directamente para cerrar o abrir un orificio que permite que pase o se detenga el fluido [18]

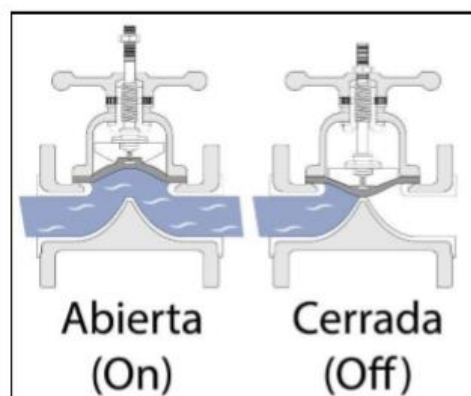


Figura 7: Funcionamiento válvula ON/OFF [19]

La posición se ajusta mediante un embolo o pistón como se observa en la **Figura 8**, la diferencia de precisión crea una fuerza que hace que la electroválvula se mueva, creando así un flujo de líquido.

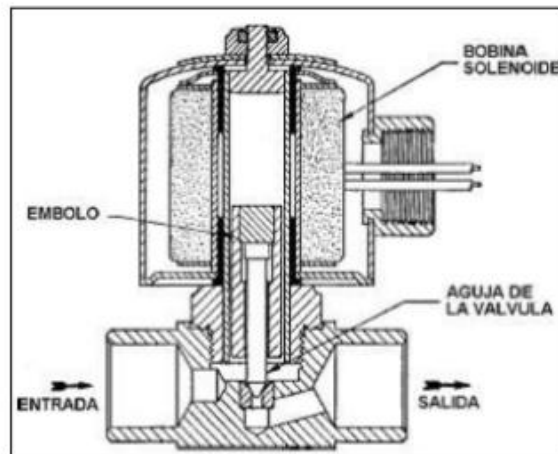


Figura 8: Electroválvula ON/OF

1.7 Microcontrolador

Dispositivo electrónico programable, que permiten controlar elementos de entrada y salida capaz de realizar instrucciones de carácter secuencial, los microcontroladores son de fácil acceso para el usuario, que a su vez está desarrollado para cubrir aplicaciones. [20]

1.7.1 Arduino Uno

Arduino es un microcontrolador que contiene un software accesible, su programación es libre y su interfaz es amigable con el consumidor, esto facilita para ser usado en diferentes proyectos, En la **Figura 9** muestra los pines de entradas como salidas que pueden ser analógicas o digitales. [22]



Figura 9 Arduino UNO [21]

En la **Tabla 3** se muestran las principales características.

Tabla 3. Arduino Uno Características [23].

Micro controlador	Pines Digitales	Entradas Analógicas	Velocidad	Lenguaje de Programación
ATmega328	14	6	16MHz	C++

1.7.2 Servomotor

En un servomotor se puede controlar con precisión en cuanto se refiere a la posición, velocidad esto se lo puede realizar mediante un control por diferente tarjetas de programación [24].

1.7.2.1 Servomotor nema34

El servomotor nema34, se muestra en la **Figura 10**, cuenta con un alto par, alta eficiencia, un encoder y un servo drive para manipular su posición y su velocidad.

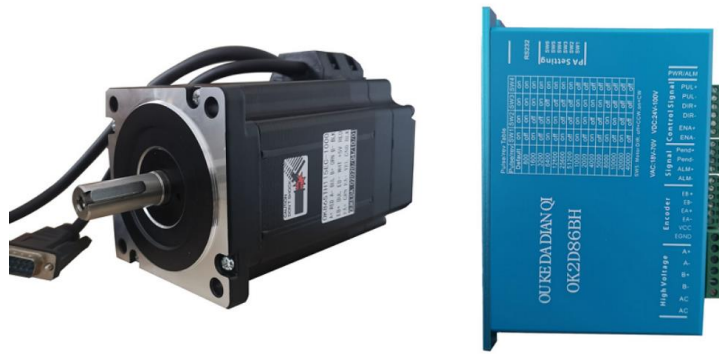


Figura 10 Servomotor Nema34 [25]

1.7.2.2 Fuente DC 24V/15A

Se muestra en la **Figura 11**, una fuente DC de 24V en corriente continua y con capacidad de administrar hasta 15 Amperios en corriente máxima.



Figura 11: Fuente 24VDC Y 15A

1.7.2.3 Módulo Sensor industrial de proximidad E18-D80-NK

Es un módulo que permite detectar objetos a largas distancias, tiene un rango de 3-80cm ajustable mediante un potenciómetro según las necesidades, se puede integrar de manera eficaz para sistemas digitales [31].

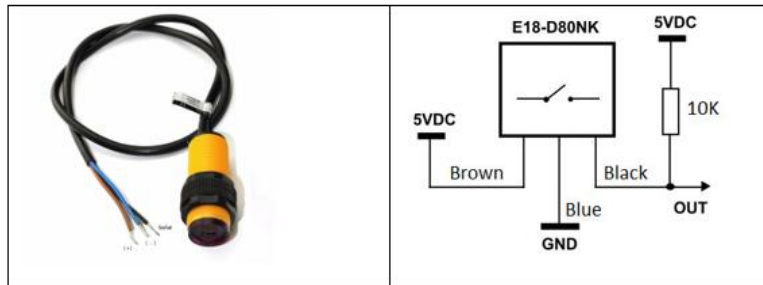


Figura 12: Sensor Infrarrojo [31]

1.7.2.4 Módulo RFID RC522

El lector RFID(Radio Frequency IDentification) en los últimos años han tenido acogida en los sistemas de identificación, en su gran parte se los pueden usar para sistemas de seguridad, los más utilizados son en tarjetas o llaveros, llevan incrustados un microchip que se encargan del proceso de comunicación [32].



Figura 13: Módulo RFID RC522 [32]

1.8 Ecuaciones para el diseño

Se adjuntan las fórmulas adecuadas para el diseño, construcción y simulación de los elementos de la dosificadora de alimento para perros. Para esto se calcularán el factor de seguridad y el análisis de elementos de sujeción.

1.8.1 Masa

Para obtener la peso y la carga distribuida se empleará las ecuaciones (1) y (2):

$$W = m \cdot g \quad (1)$$

$$F = W / L \quad (2)$$

Donde:

m : masa

L : longitud

W : peso

g : gravedad

F : Fuerza

1.8.1.1 Volumen del tanque

$$V_{\text{tanque}} = \pi \cdot r_{\text{tanque}}^2 \cdot h_{\text{tanque}} \quad (3)$$

Donde:

V_{tanque} : volumen del tanque

π : 3.1416

r_{tanque}^2 : radio del tanque

h_{tanque} : altura del tanque

1.8.2 Piñón

En la ecuación (4) se representa el modulo para el piñón:

$$m_n = \frac{D_p}{Z} \quad (4)$$

Donde:

m_n : Módulo

D_p : Diámetro primitivo

Z : Número de dientes

Despejando de la ecuación (4) se obtiene el diámetro primitivo:

$$D_p = Z * M \quad (5)$$

Se calcula el diámetro interior y diámetro de la cabeza (6) y (7)

$$D_i = D_p - 2 * 1,25 * M \quad (6)$$

$$D_e = D_p + 2 * M \quad (7)$$

En la ecuación (8) se obtiene la altura del diente:

$$\text{Altura del diente} = (2.25 * M) \quad (8)$$

1.8.3 Cremallera

En la ecuación (9) se presenta el paso de la cremallera

$$P = \pi * M \quad (9)$$

Donde:

M : Módulo

π : pi

La ecuación (10) se obtiene la altura del diente:

0

$$H = 2.167 * M \quad (10)$$

Donde:

H: altura

M: Módulo

En la ecuación (11) se obtiene el espesor del diente de la cremallera:

$$e = 0.5 * P \quad (11)$$

Donde:

e: espesor del diente

P: paso

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En este capítulo, se tendrá en cuenta las alternativas para dar una posible solución al problema de estudio, usando diferentes criterios para elegir la mejor opción, como los posibles elementos que se van a implementar en cada sistema.

2.1 Alternativas de estudio

Para el análisis de las alternativas de solución se considerará las necesidades y características como: tipo de material, costo, mantenimiento y parámetros de uso.

2.1.1 Alternativa 1

En la **Figura 14**, se presenta la máquina dosificadora la cual sería comprada, es la solución con mejor factibilidad, ya que el equipo será adquirido de inmediato, pero se debe tomar en cuenta que el costo debido a que en muchas ocasiones son importados.

Se debe conocer el mantenimiento y sus alternativas para que el mecanismo se encuentre en buen estado por varios años y que su funcionamiento sea óptimo, pero los costos son elevados y necesita personal calificado.



Figura 14: Dispensador de Alimento

2.1.2 Alternativa 2

En la Figura 15, se presenta el diseño a construir de la máquina dispensadora para perros de raza pequeña que tienen un peso aproximado entre 5 kg y 10 kg, entre los accionamientos mecánicos se escogió la cremallera debido a que tiene fácil manipulación, se puede destacar que el costo es menor a la anterior, ya que los materiales de construcción y equipos son de fácil acceso.

Esta alternativa facilitara el mantenimiento, debido a ser diseñado y construido en el país. La máquina satisface los requerimientos necesarios para el suministro adecuado de alimento para los animales, así como una interfaz simple y fácil para que el dueño de la mascota manipule la máquina.

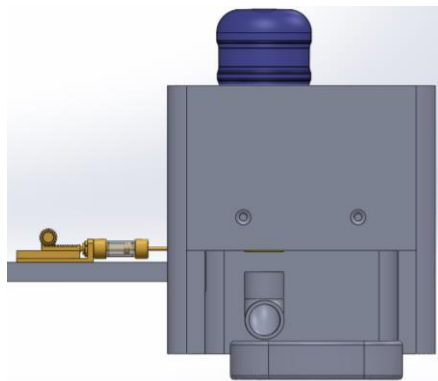


Figura 15: Diseño a Construir

2.2 Selección de alternativas

Los prototipos que se hallan en el mercado vistas en el capítulo uno son dispensadores de comida sólida y no líquida, por lo que se procede a la construcción.

Dentro de la selección de alternativas se consideró las alternativas mencionadas anteriormente, se ha considerado los siguientes aspectos: capacidad, mantenimiento, parámetros de control y costos. Y así generar cuantitativamente una calificación.

Se consideran las siguientes alternativas:

- **Alternativa 1** Compra de la máquina.
- **Alternativa 2** Diseño y Construcción de la máquina para mascotas pequeñas.

2.2.1 Análisis cuantitativo

Criterios de calificación para el análisis:

- a) Costo
- b) Materia prima
- c) Repuestos
- d) Mantenimiento
- e) Capacidad

Como se puede observar en la Tabla 4, se determina los criterios junto con la ponderación para la valoración de la dosificadora de alimento para perros considerando una calificación ascendente de 1 a 5.

Tabla 4: Valorización de Criterios

N.-	CRITERIOS	COMPRA	CONSTRUCCIÓN 1
1	COSTO	1	2
2	MATERIA PRIMA	5	5
3	REPUESTOS	4	5
4	MANTENIMIENTOS	3	4
5	CAPACIDAD	1	5
	TOTAL	14	21

2.2.2 Análisis cualitativo

La Tabla 5 describe cualitativamente las ventajas y desventajas de las alternativas analizadas.

Tabla 5: Análisis Cualitativo

	Ventajas	Desventajas
Alternativa 1	Fácil adquisición	Costo elevado
	Menor peso	Déficit de repuestos en el país
		Dificultan en su mantenimiento
		Menor capacidad
Alternativa 2	Menor costo	Mayor tamaño
	Facilidad de mantenimiento	
	Mayor capacidad	Mayor peso
	Existen repuestos en el país	

Como se puede observar la alternativa 2 tiene más ventajas que desventajas según los criterios establecidos, por lo cual se va a diseñar y construir la dosificadora de alimentos para animales pequeños.

2.3 Selección de elementos de materiales y equipos

Para este punto se ponderarán los materiales utilizados en la fabricación del dispositivo dispensador de alimento.

2.3.1 Estructura

El prototipo que se va a realizar es en madera debido que esta máquina se utilizará en interiores, ya que no estará sometida a los factores ambientales, mientras que para la parte del contenedor será elaborado a base de PET, por ser un material que garantiza flexibilidad, es ligero y tiene alta resistencia a cambios de temperatura.

2.3.2 Controlador

Las diferentes alternativas para el dispositivo que controlara el proceso de distribución de alimento se encuentran en la **Tabla 6** tomando en cuenta el punto de vista más notables y requeridos en el diseño; al igual la **Tabla 4** se empleara un rango que va de 1-5.

Tabla 6: Matriz de alternativas para el control.

Alternativas	Costo	Disponibilidad en el mercado	Voltaje de entrada	Uso de amplificadores	Puntaje
Microcontrolador	5	5	2	5	4.25
PLC	3	2	5	4	3.5

En la **Tabla 6** se observa que la mejor opción para controlar este sistema es un microcontrolador (Arduino Uno) tomando en cuenta que la máquina se encontrara en un lugar cerrado, el cual tiene un costo accesible, con una amplia disponibilidad.

2.3.3 Actuadores

La **Tabla 7** ostenta dos opciones para el desarrollo del proceso de dosificación, tomando en cuenta cuales son las revoluciones (RPM) del motor, el costo, confiabilidad, disponibilidad en el mercado, mantenimiento y distribución a bajas revoluciones.

Tabla 7: Matriz de alternativas para dosificación

Alternativas	Costo	RPM	Disposición de mercado	Confiabilidad	Mantenimiento	Puntaje
Motor reductor	5	3	5	3	3	3.8
Servomotor	3	5	5	5	3	4.2

Como se observa en la **Tabla 7**, el servomotor será elegido por mejor durabilidad, confiabilidad y disposición del mercado la opción más viable es adquirir el servomotor.

En la **Tabla 8** se observa las alternativas para el accionamiento de distribución del alimento, al igual que en las Tablas anteriores, se aplicara un rango 1-5 para la calificación de alternativas

Tabla 8: Matriz para el accionamiento de distribución de alimento

Alternativas	Cos to	Entrega producto	Disponibilidad en mercado	Control Arduino	Mantenimi ento	Elementos adicionales	Puntaje
Actuador eléctrico (cilindro)	5	5	4	5	3	3	4.2
Actuador mecánico (cremallera)	5	5	4	5	5	5	4.9

En la **Tabla 8** se indica que la alternativa más viable es el actuador mecánico, debido a que no necesita de elementos adicionales, existe disponibilidad en el mercado y entrega un producto limpio frente a actuadores electrónicos.

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

En este capítulo, se abordará el diseño y construcción de la máquina que se va a desarrollar para la dosificación de alimento, la misma que constara el diseño mecánico, la parte de electrónica, los cálculos correspondientes para que su funcionamiento no presente riesgo para el usuario.

3.1 Diseño del prototipo

Con los resultados alcanzados en el anterior capítulo el prototipo será en perros de raza pequeña, se utilizará un pistón de cremallera y una electroválvula directa a los elementos a utilizarse se aprecian en la **Figura 16**.

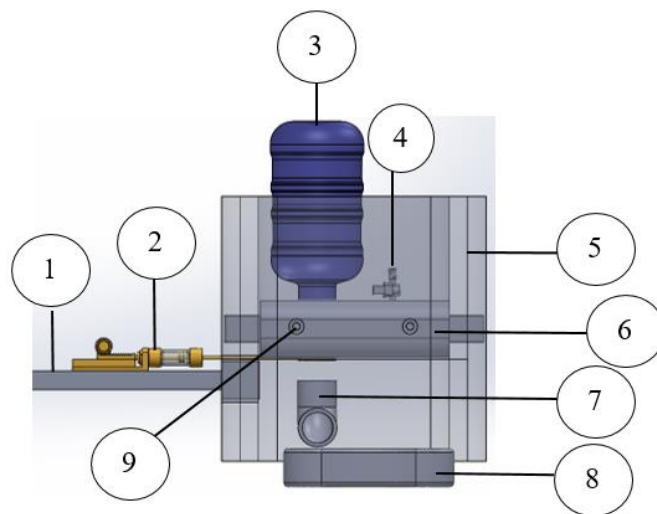


Figura 16: Vista del prototipo.

Los planos de las piezas que conforman el prototipo, dosificador de alimento se hallan en el anexo II, plano 1 se representa la estructura principal, plano 2 soporte del tanque y el plano 3 soporte cremallera.

Se describe en la **Tabla 9** los componentes del dispositivo de dosificación de alimento.

Tabla 9 Componentes Principales del Prototipo

Numero	Parte	Detalle
1	Soporte pistón	Permite asegurar al pistón de cremallera
2	Pistón	Pistón de cremallera que permite liberar la comida
3	Almacenador de comida	Almacena la comida del animal
4	Electroválvula	Permite controlar el líquido para el animal
5	Marco	Soporta todos los mecanismos de la máquina
6	Soporte tanque y electroválvula	Soportes en los cuales se mantienen fijos el tanque y la electroválvula
7	Codo	Canal por el cual pasa el alimento para el animal
8	Recipiente	Almacenamiento del alimento para el animal
9	Sensores	Indicadores si el animal se encuentra frente al comedero

3.2 Cálculos para el diseño

Mediante la ecuación (2) se calculará el volumen del tanque.

$$V_{\text{tanque}} = \pi \cdot r_{\text{tanque}}^2 \cdot h_{\text{tanque}} \quad (3)$$

$$V_{\text{tanque}} = \pi \cdot (13.5_{\text{cm}})^2 \cdot 40_{\text{cm}}$$

$$V_{\text{tanque}} = 22902.21 \text{ [cm}^3\text{]} \approx 22.90 \text{ [kg]}$$

Para el peso aplicado en el soporte se tiene:

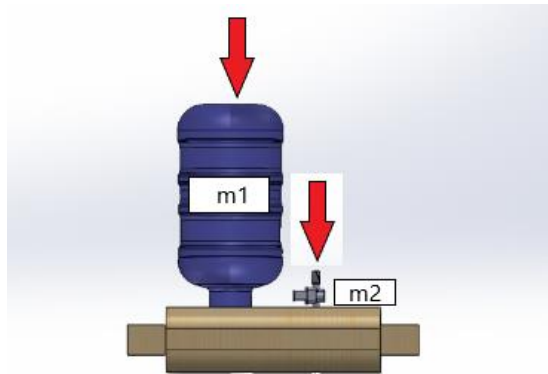


Figura 17: Análisis de cargas del soporte

$$W = \text{Peso [m1 (V}_{\text{tanque}}) + \text{m2 (electroválvula)]}$$

$$W = [m * g] \quad (1)$$

$$W = [22.90 + 0.45] \text{ Kg}$$

$$W = 23.35 \text{ Kg}$$

$$W = 23.35 \text{ Kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

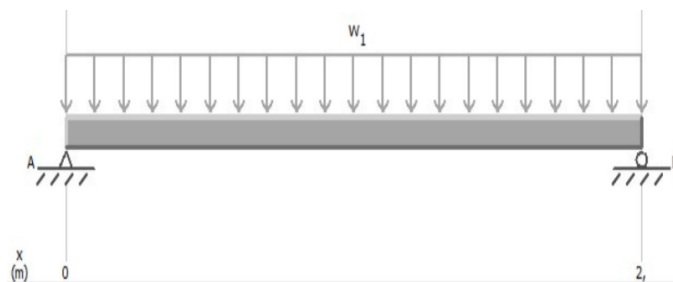
$$W = 229.06 \text{ N}$$

Carga distribuida:

$$F = W / L \quad (2)$$

$$F = 229.06 \text{ N} / 0.68 \text{ m}$$

$$F = 336.86 \text{ N/m}$$



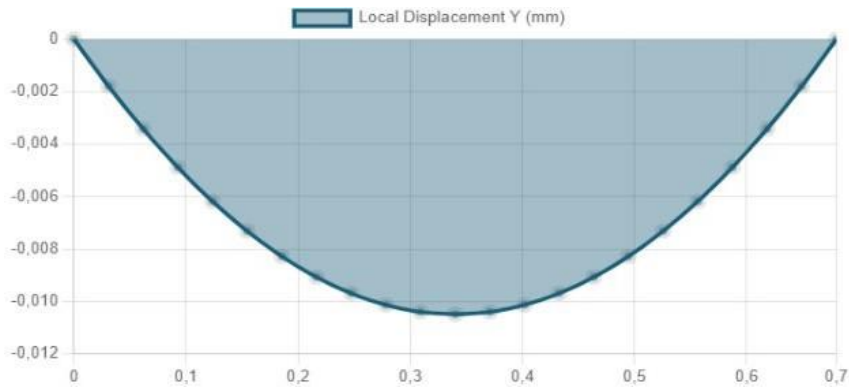


Figura 18: Carga a tensión soporte

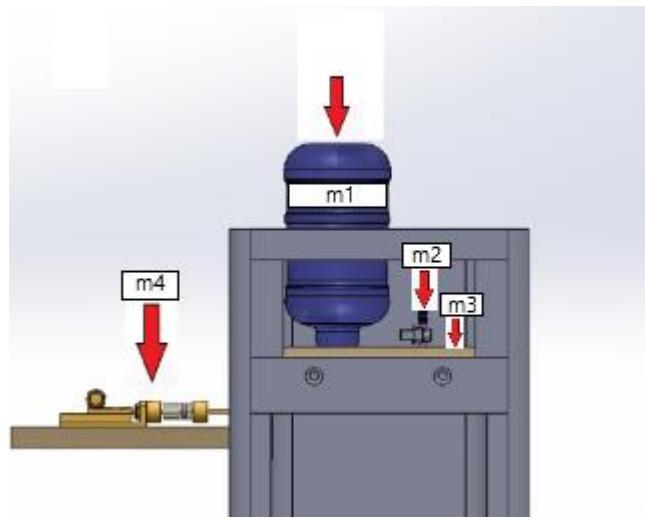


Figura 19: Análisis de cargas del marco

Para el peso aplicado en el marco se tiene:

$$W = \text{Peso} [m1(V_{\text{tanque}}) + m2 (\text{electroválvula}) + m3 (\text{Soporte}) + m4 \quad (3)$$

(cremallera)]

$$W = [22.90 + 0.45 + 23.35 + 11.5] \text{ Kg}$$

$$W = 58.2 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 570.36 \text{ N}$$

Con carga distribuida:

$$F = W / L \quad (2)$$

$$F = 570.36 \text{ N} / 0.7 \text{ m}$$

$$F = 814.8 \text{ N/m}$$

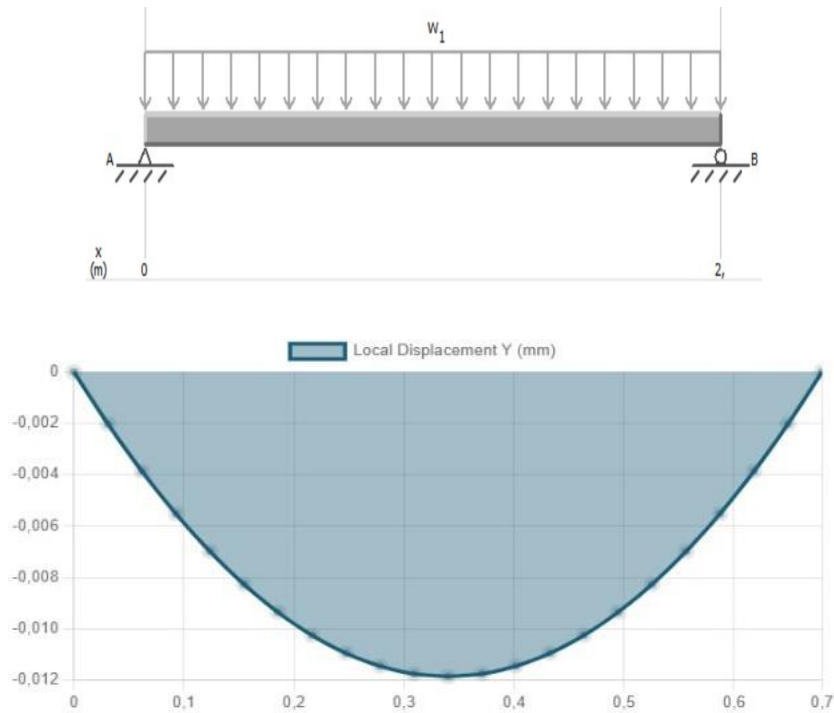


Figura 20: Carga a flexión del marco

Con los cálculos obtenidos y la simulación realizada, los perfiles se encuentran sobredimensionados debido a que es un prototipo y se trabajara con mascotas que su comportamiento es variable.

3.2.1 Cálculos para el piñón

Los parámetros medidos del piñón fueron: Diámetro exterior $D_e = 46 \text{ mm}$, el número de dientes $Z = 21$, y el Angulo de hélice $\beta = 45^\circ$.

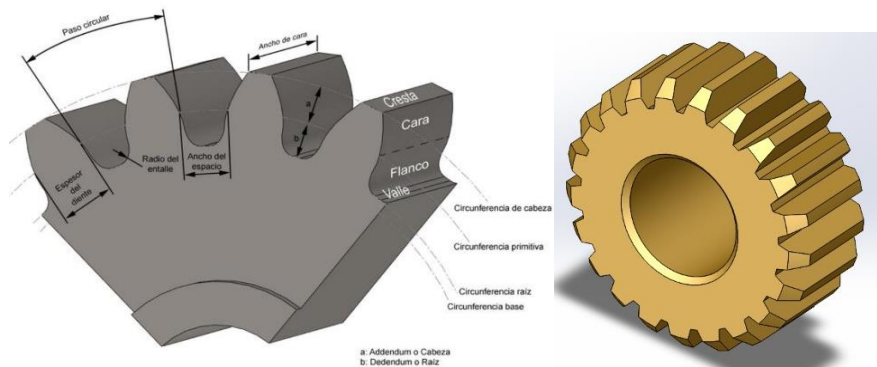


Figura 21: Piñón

Para el cálculo el módulo real m_n se emplea:

$$m_n = \frac{D_p}{Z} \quad (4)$$

$$m_n = \frac{46}{21}$$

$$m_n = 2.1 \approx 2$$

Con el módulo se calculan los siguientes parámetros:

Diámetro primitivo:

$$D_p = Z * M \quad (5)$$

$$D_p = 21 * 2$$

$$D_p = 42 \text{ mm}$$

Diámetro de cabeza:

$$D_e = D_p + 2 * M \quad (7)$$

$$D_e = 42 + 2 * 2$$

$$D_e = 46 \text{ mm}$$

Diámetro interior:

$$D_i = D_p - 2 * 1,25 * M \quad (6)$$

$$D_i = 42 - 2 * 1,25 * 2$$

$$D_i = 37$$

Altura del diente:

$$\text{Altura del diente} = (2.25 * M) \quad (8)$$

$$\text{Altura del diente} = 2.25 * 2$$

$$\text{Altura del diente} = 4.50$$

3.2.2 Cremallera

Los parámetros para la cremallera fueron: número de dientes $Z=13$, el módulo $mm=2$ y el ángulo de hélice $\beta = 30^\circ$.

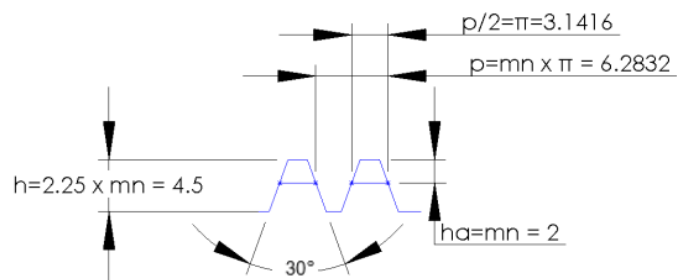


Figura 22: Diente de la Cremallera

Paso de la cremallera:

$$P = \pi * M \quad (9)$$

$$P = 3.1416 * 2$$

$$P = 6.28 \text{ mm}$$

Altura del diente:

$$H = 2.167 * M \quad (10)$$

$$H = 2.167 * 2$$

$$H = 4.5 \text{ mm}$$

Espesor del diente:

$$e = 0.5 * P \quad (11)$$

$$e = 0.5 * 6.28$$

$$e = 3.14 \text{ m}$$

3.3 Simulación de las piezas en Solidworks

En el siguiente aparato se presentará la simulación del soporte y marco lo que permite comprobar si los materiales elegidos y su tamaño sean adecuadas al emplear cargas.

3.3.1 Simulación del soporte del tanque y electroválvula

Para la simulación del soporte, se tomarán cargas de 5kg el botellón lleno de alimento.

En la **Figura 23**, se aprecia la tensión que sufre el soporte diseñado, aplicando una fuerza de 5 kg, se obtiene un valor mínimo de $9,252 \text{ e}-01 \text{ N/m}^2$ y como valor máximo, una tensión de $1.451 \text{ e}+2 \text{ N/m}^2$, está muy por debajo del límite de elasticidad $6 \text{ e} + 7 \text{ N/m}^2$ de la madera de laurel, lo que indica que el soporte no sufre daño.

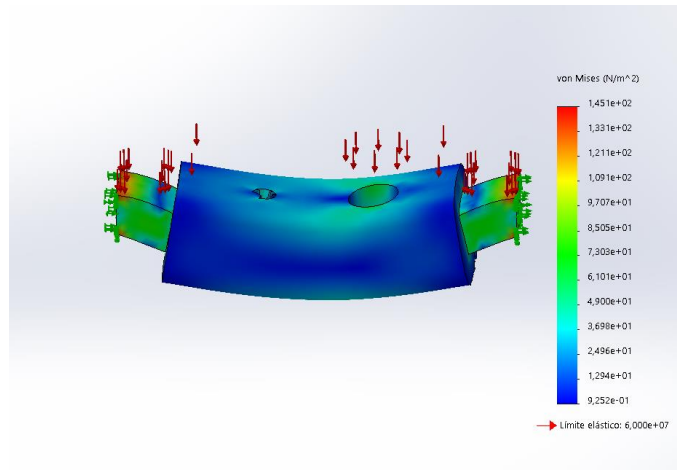


Figura 23: Análisis de tensiones soporte

3.3.2 Análisis de desplazamiento

Se puede apreciar en la **Figura 24**, la tensión que sufre el soporte diseñado al aplicar una fuerza de 5 kg, se obtiene un valor mínimo $1,000 \text{ e}-30 \text{ mm}$ y como valor máximo, un desplazamiento de $3,372 \text{ e}-5 \text{ mm}$, no sufriría mayor variación en la estructura general del soporte ya que su desplazamiento es mínimo.

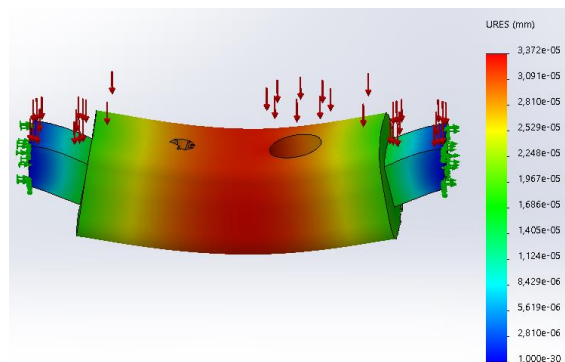


Figura 24: Desplazamiento de la estructura

3.3.3 Factor de seguridad del soporte

Mediante la simulación en SolidWorks se obtiene el factor de seguridad aproximado para el soporte, en la **Figura 25**, se aprecia un factor de seguridad mínimo $1,101 \text{ e}+5$ y máximo en $1,000 \text{ e}+16$, valores superiores a 2 que se tomó como referencia, con los datos obtenidos se puede indicar que el soporte del tanque y la electroválvula funciona correctamente y esta sobre dimensionado debido a que se va a trabajar con mascotas.

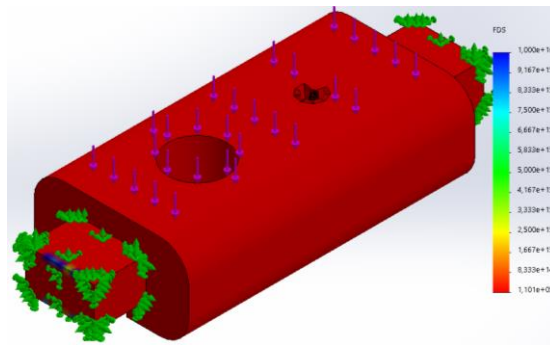


Figura 25 Factor de seguridad Soporte

3.3.4 Análisis del esfuerzo del marco

Para la simulación del marco, se tomarán cargas de 10kg que son el botellón lleno de alimento, el pistón de cremallera y el soporte.

Se puede apreciar en la **Figura 26**, el esfuerzo que sufre el marco diseñado al aplicarse una fuerza de 10 kg, obteniendo el valor mínimo, de esfuerzo de $1,135 \text{ e}-07 \text{ N/m}^2$ y como valor máximo, un esfuerzo de $3,022 \text{ e}+2 \text{ N/m}^2$, debido a que esta soporta el accionamiento mecánico, indicando que no supera el límite elástico de $2 \text{ e}+7 \text{ N/m}^2$ de la madera de laurel, comprobando que existe una correcta elección del material.

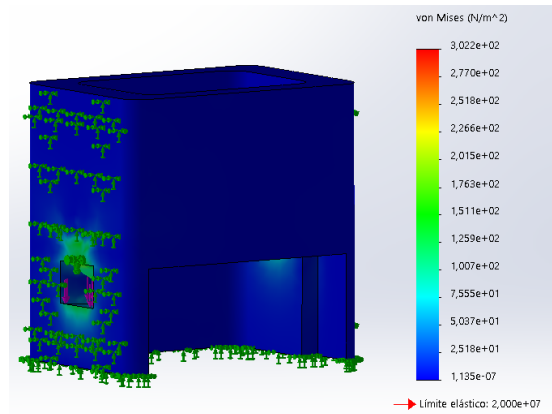


Figura 26: Esfuerzo marco

3.3.5 Análisis de desplazamiento del marco

Se puede apreciar en la **Figura 27** el desplazamiento del soporte diseñado al aplicar una fuerza de 10 kg, se obtiene un valor mínimo, de desplazamiento de $1 \text{ e}-30 \text{ mm}$ y como valor máximo, un desplazamiento de $9,378 \text{ e}-6 \text{ mm}$, mostrando que existe mayor desplazamiento en el lado derecho debido a que soporta mayor carga.

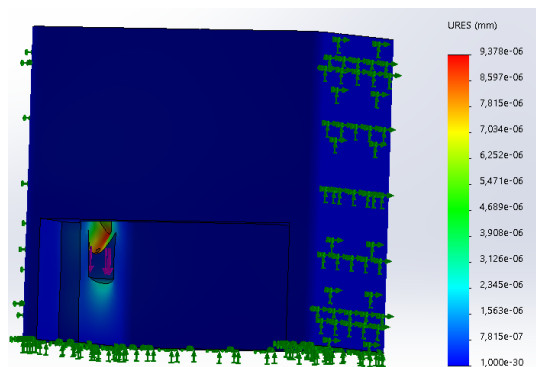


Figura 27: Desplazamiento del marco

3.3.6 Factor seguridad marco

Utilizando SolidWorks se obtienen para el soporte un factor de seguridad, el cual se presenta la **Figura 28**, como factor de seguridad mínimo $1,101 \text{ e}+5$ y máximo en $1.000 \text{ e}+16$, con los

datos mencionados se indica que el marco que soporta al pistón de cremallera, soporte, botellón y electro válvula funcionará de manera correcta.

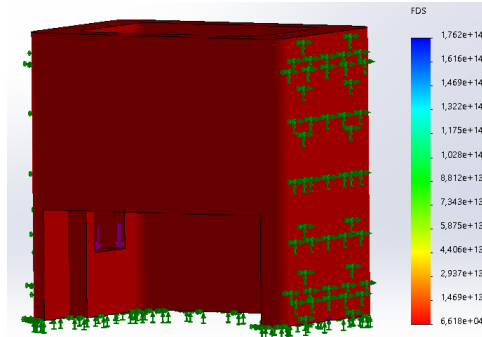


Figura 28 Factor de seguridad Marco

3.4 Diagrama Electrónico

Para la realización del diagrama electrónico del comedero para perros, se desarrolló en la aplicación TINKERCAD, permite diseñar diagramas electrónicos de forma eficiente y fácil.

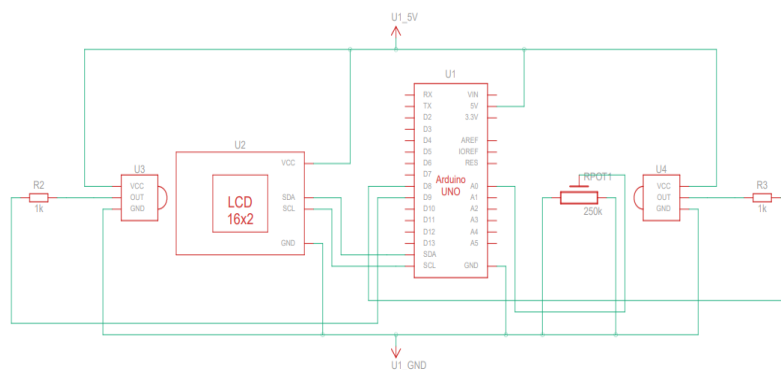


Figura 29 Diagrama Electrónico

Se muestra en la **Figura 29** un esquema electrónico del comedero para perros, la misma que cuenta de un LCD 16X2. La tarjeta está alimentada en principio por 5 voltios que suministra la fuente. Se puede revisar más detenidamente este diagrama en la parte dos del anexo I.

3.5 Diagrama de flujo

En la **Figura 30** se representa el diagrama de flujo correspondiente al funcionamiento de la máquina, los cuales ayudaran a comprender el funcionamiento de ella.

Tomando en cuenta el diagrama de flujo presentado se procedió a programar el arduino UNO cuya programación se encuentra en la primera parte del anexo I, en la cual se puede ver los horarios de comida, los cuales son variables y las restricciones y accesos para que se active la cremallera y electroválvula en sus respectivos tiempos.

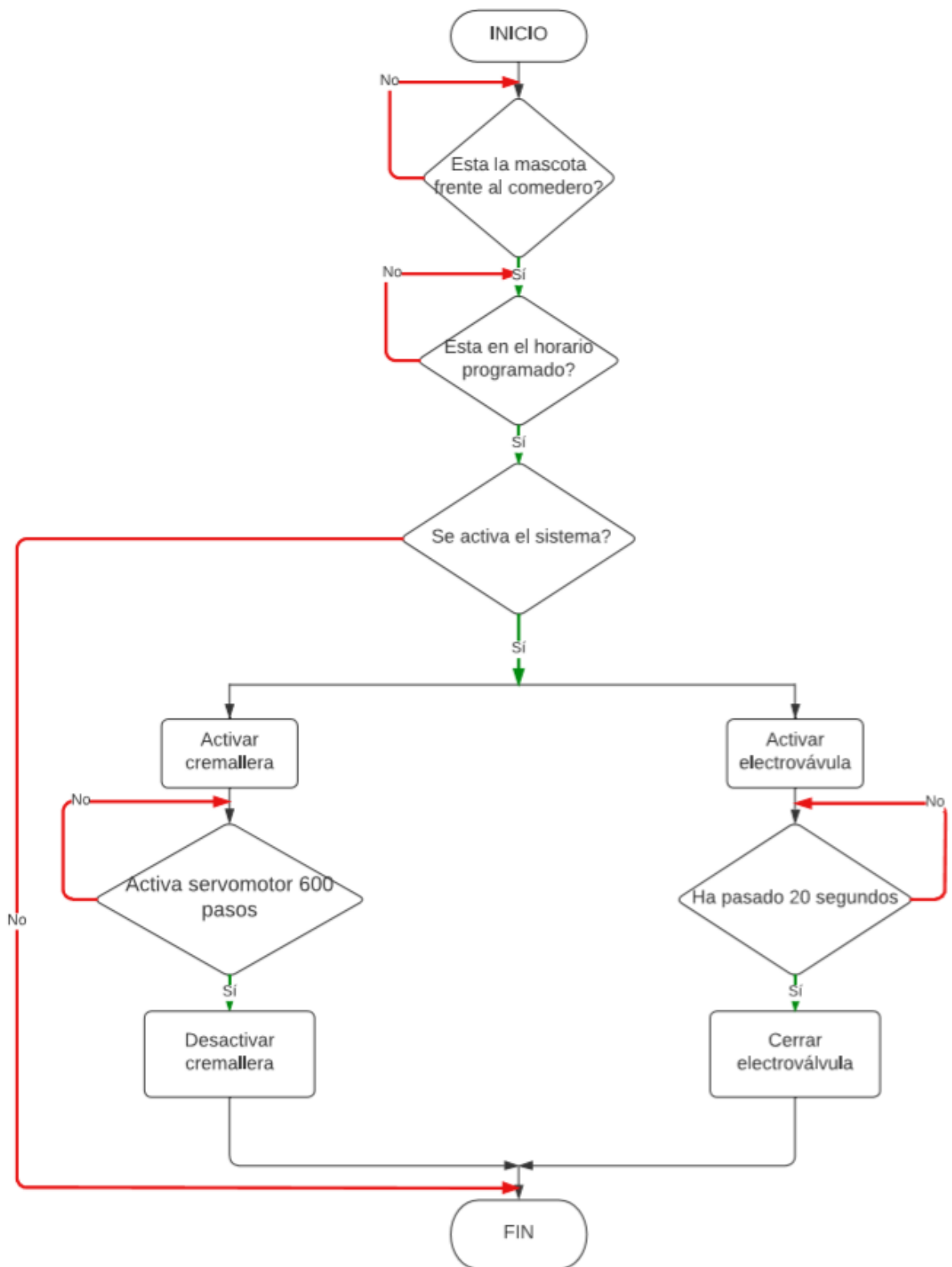


Figura 30 Diagrama de Flujo

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

La máquina se construyó con todos sus elementos acorde a lo diseñado y calculado. Se lo realizó en madera debido a una atracción visual, se va a trabajar con razas pequeñas el tanque abastecerá para una semana, para obtener siempre agua fresca se decidió hacer la conexión directa a la llave, que será controlada por la electroválvula.

4. Pruebas

Para realizar las pruebas se procedió a conectar el agua a la llave y todo el equipo al conector cerca, la máquina se la coloco en el área de lavado, el procedimiento para las pruebas fue el siguiente

- 1 Constatar que las fuentes tanto eléctricas y agua estén funcionando.
- 2 Encender la parte de control.
- 3 Verificar el LCD, indique la hora actual, con este paso el equipo estaría listo para funcionar.

Prueba 1:

El sistema estará en horario de comida y se activa los sensores de presencia, el sistema no se activa, debido a que no ha identificado digitalmente a la mascota.

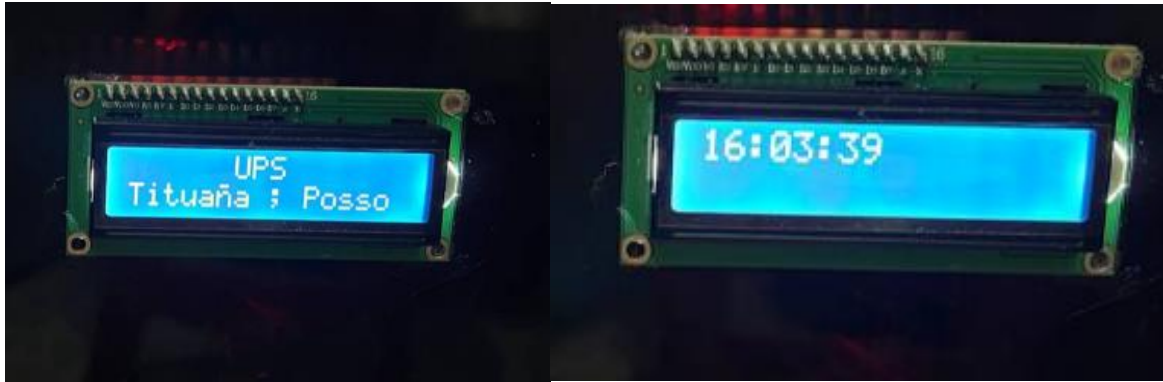


Figura 31 Encendido de la Máquina

En la **Figura 31** se muestra que la máquina está encendida y en horario para que la mascota se acerque a comer.



Figura 32 Máquina Dispensadora

En la **Figura 32** se observa que no existe la detección del animal y la máquina no dispensa su alimento.

Prueba 2:

La mascota se acercará con su tarjeta de identificación y activa los sensores de presencia y el sensor de reconocimiento digital, se activa el servomotor y la cremallera se abre y cae el alimento sólido, al mismo tiempo se activa la electroválvula por 20 segundos para que caiga 100ml de agua.

Una vez terminado el proceso el perro se vuelve acercar en el mismo horario ya no dispensaría.

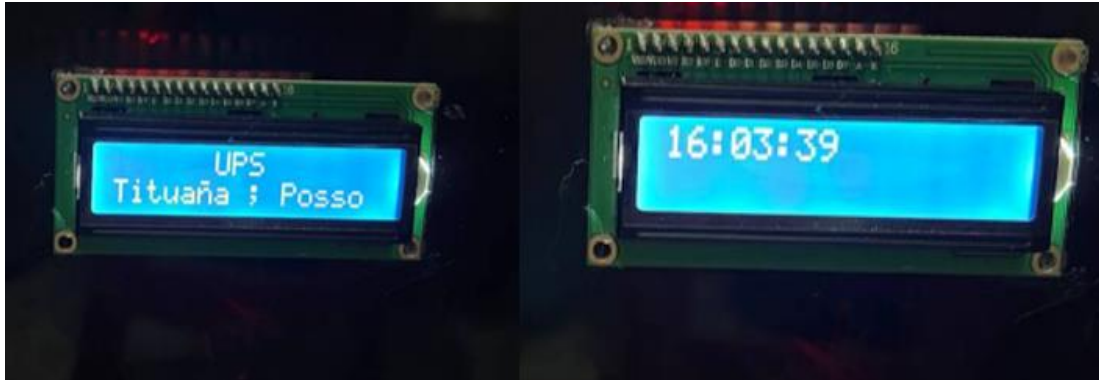


Figura 33 Encendido de la Máquina

La **Figura 33** indica que la máquina está encendida y en horario para el dispenseo de alimento.



Figura 34 Identificación de la Mascota

En la **Figura 34** muestra la activación del sensor que reconoce a la mascota y activa la distribución de alimento.



Figura 35 Indicador de Dispenseo

En la **Figura 35** se muestra las acciones que tiene la máquina, tanto como la distribución de alimento o si se acciono la distribución más de una vez.

Tabla 10: Pruebas correcta dosificación

N.-	Tiempo	Pasos	Comida (g)	Agua (ml)
1	2s	600	360	-
2	1.5s	500	300	-
3	1s	400	240	-
4	0.8s	350	210	-
5	0.5s	300	180	-
6	0.1s	250	150	-
7	1s	-	-	5
8	5s	-	-	25
9	10s	-	-	50
10	15s	-	-	75
11	20s	-	-	100

En la **Tabla 10**, evidencia las pruebas ejecutadas para la obtención de la cantidad de agua y comida que requiere la mascota para tener una dieta balanceada y nutritiva, los cuales son valores aproximados con una efectividad de 92.78% debido a la variación del tamaño y peso de las croquetas. Para la realización de estas pruebas se necesitó un quintal de comida para perros.

Prueba 3

Fuera de horario, se activan todos los sensores, pero no se activa el proceso.

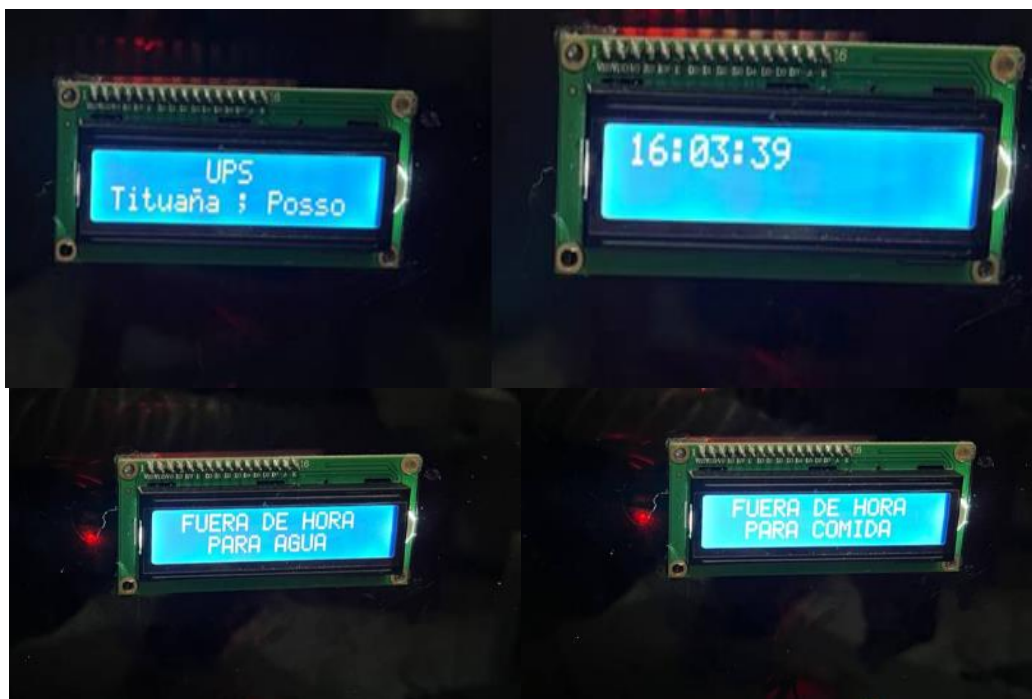


Figura 36 Encendido de la Máquina

En la **Figura 37** se observa que la maquina está encendida, pero no está en la hora programada para realizar el proceso.



Figura 37 Activación de los Sensores

La **Figura 37** se activa el sensor que reconoce a la mascota y los sensores infrarrojos, pero no realiza el proceso debido a que no está en horario de comida.

4.1 Resultados

Se desarrolló un prototipo que tenga la capacidad de dosificar alimento para mascotas de manera programada. El diseño y la estructura mecánica consta de un tanque de almacenamiento y una electroválvula de distribución de agua. El tanque es de plástico y sus características físicas satisfacen con los requisitos de almacenamiento de alimentos, como se pudo evidenciar en las pruebas mecánicas. El dosificador funciona en base a un servomotor que ajusta la dosificación del alimento activando la cremallera, como se puede apreciar en la **Tabla 11** se tienen definido el tiempo y las porciones de alimento sólido y agua.

Tabla 11: Alimentación Diaria

Raza	Tiempo por porción (seg)	Gramos	Agua	Porciones por día
Pequeña	25	150	100ml	3

El dispensador para mascotas cuenta con un suministro de alimento suficiente para una semana, evitando desperdicios y contaminación al ambiente en el cual se encuentra el animal. Los dueños de las mascotas deben sentirse seguros en que la alimentación va a ser adecuada y permanente.

4.2 Estudio de costos de fabricación

4.2.1 Materiales de la estructura

A continuación, se presentará en la Tabla 12 los costos de los elementos que se requieren para fabricar la estructura, y en la **Figura 38** se encuentra el plano estructural a realizar.

Tabla 12: Costos para la máquina dispensadora de alimento para animales.

N.-	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor general
1 Madera	Plancha de 300 mm X 140mm X 8mm	2	\$ 50	\$100
Costo Total				\$100

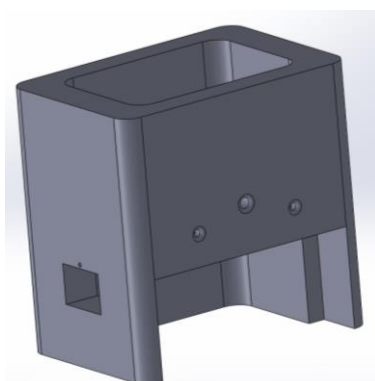


Figura 38 Estructura Madera

4.2.2 Insumos Mecánicos

En la **Tabla 13** se observa los costos de los insumos mecánicos, para el movimiento de la cremallera, que accionará la apertura del dosificador de croquetas como observar en la **Figura 39**, donde el elemento de mayor valor es la cremallera.

Tabla 13: Materiales Mecánicos

N.-	Elemento	Cantidad	Valor unitario	Valore general
1	Pernos 7/16 x 2"	16	\$0.26	\$4.16
2	Rodelas 7/16	16	\$0.09	\$1.44
3	Tuercas 7/16	16	\$0.08	\$1.28
4	Chaveta 5/16	3	\$1.60	\$4.80
5	Rodelas planas y de precisión de 5/8	8	\$0.08	\$0.64
6	Tornillos 1 ½ pulg	50	\$0.05	\$2.5
7	Cremallera	1	\$75	
Costo total				\$87.32

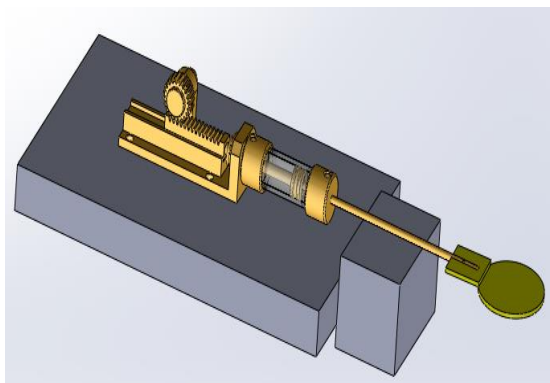


Figura 39 Sistema mecánico cremallera

4.2.3 Costos insumos electrónicos

Se encuentran en la **Tabla 14** detallados los elementos eléctricos y electrónicos para la máquina dosificadora de alimentos.

Tabla 14: Materiales electrónicos y eléctricos

N.-	Elemento	Cantidad	Valor unitario	Valor general
1	Servo Motor	1	\$200	\$200
2	Botón encendido	1	\$5	\$5
3	Electro válvula	1	\$30	\$30
4	Arduino Uno	2	\$40	\$40
5	Fuente	1	\$100	\$100
6	Cable solido 14	10 m	\$ 0.50	\$5
7	Sensor RFID RC522	1	\$5	\$5
8	Servo drive	1	\$100	\$100
9	Regulador	1	\$10	\$10
10	LCD	1	\$7	\$7
11	Rtc	1	\$4	\$4
12	Sensores Infrarrojos	2	\$15	\$30
Costo Total				\$536

4.2.4 Costo general de uso

En las Tablas 14 y 15, se especificarán el uso de productos necesarios, servicios básicos, transporte de la máquina, entre otros.

4.2.5 Servicios Básicos funcionamiento del proyecto

Tabla 15: Servicios Básicos

N.-	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor general
1	Agua	1	\$0,43	\$0,43
2	Luz	1	\$3,60	\$3,60
Costo total				\$4,03

Para obtener estos valores se tomó en cuenta que las activaciones de la electroválvula son de 100 ml y son tres activaciones al día, el costo del metro cubico en la ciudad de quito es de 0,43 según la página oficial EPMAPS.

Los mayores consumidores de energía serían el servomotor, su controlador y transformador, los cuales ocupan 0,0025 Kw/h en su activación, obteniendo el costo oficial de EEQ, es de 9.2 centavos.

4.2.6 Mano de obra directa

Se considera los elementos que directamente intervienen en la construcción de la máquina, se detallaran en la Tabla 16, el costo más elevado es el torno, debido que se realizó el acople der servomotor, los redondeos de la estructura.

Tabla 16: Mano de obra directa

N.-	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor general
1	Taller	4 hora	\$ 10	\$ 40
2	Ayudante	4 hora	\$ 5	\$ 20
3	Torno	8 hora	\$ 15	\$ 120
4	Fresadora	2 hora	\$ 10	\$ 20
5	Pintura	3 unidades	\$ 20	\$ 60
6	Tanque	1 unidad	\$ 5	\$ 5
7	Salida del producto	1 unidad	\$ 15	\$ 15
Costo total				\$ 280,00

4.2.7 Mano de obra indirecta

Tabla 17: Mano de obra indirecta

N.-	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor General
1	Cortadora	20	\$0,25	\$5
2	Taladro	20	\$0,25	\$5
3	Dobles	12	\$0,30	\$ 3,6
4	Otros	1	\$100	\$100
Costo total				113,6

En la **Tabla 17** se detalla los costos indirectos, en el cual el valor más alto es el literal 4 debido a que se tuvo complicaciones al realizar las pruebas y se adquirió otros componentes los cuales no estaban previstos.

4.2.8 Resumen de Costos

Se detallarán en la **Tabla 18** los costos para la producción de la máquina dosificadora de alimento para animales

Tabla 18: Costos de fabricación

N.-	Descripción	Valor General
1	Costos estructura	\$100,00
2	Costos mecánicos	\$87,32
3	Costos eléctricos	\$536,00
4	Servicios básicos	\$4,03
5	Mano de obra directa	\$ 280,00
6	Mano de obra indirecta	\$113,6
Costos totales máquina		\$1,120,95

4.2.9 Análisis para determinar VAN

Se realizó el cálculo del VAN promedio de una plataforma de calculadora [27], en la cual se ingresan datos de flujo y caja para obtener el valor final.

La inversión inicial es de \$1500 donde se incorpora el costo del equipo, con una rentabilidad del 30%.

Tabla 19: Cálculos del VAN

Año	Recaudaciones	Desembolsos	Flujos de caja
0	\$ -	\$ -	\$-1.500,00
1	\$ 4400	\$ 3701.10	\$ 598.86
2	\$ 6200	\$ 4494.80	\$ 1105.09
3	\$ 8000	\$ 7099.7	\$ 800.25
4	\$ 9800	\$ 7260.8	\$ 1539.05

4.2.10 Análisis para calcular TIR

De la misma manera que el VAN, se va a calcular el TIR mediante una aplicación [28].

Empleando los mismos datos obtenidos en la **Tabla 20**.

Tabla 20 : Cálculos del TIR

Inversión		1500	\$
Año	Recaudaciones	Desembolsos	Flujo de caja
-			-1.500,00
1	4400	400	598.76
2	6200	500	1105.07
3	8000	700	800.36
4	9800	800	1539.035
TIR= 37.67%			

Al culminar los cálculos se indica que el proyecto tendrá una rentabilidad de 37.67% que es mayor que el 30% previsto en el VAN.

CONCLUSIONES

- Se analizó el estado del arte de los dispensadores de alimento para mascotas, para conocer los parámetros de diseño del dispositivo, con los tamaños necesarios para el almacenamiento del alimento y el recipiente de agua, se demostró que la alternativa que cumple con estos parámetros es la 2 debido a que el proyecto está enfocado a mascotas de raza pequeña cuyo peso estará entre los 5 kg y 10 kg.
- Se diseñó el dosificador de alimento para perros utilizando el software SolidWorks, según los datos obtenidos anteriormente, se realizó la simulación de todos los elementos necesarios para obtener el desplazamiento de cada uno y comprobar los factores de seguridad.
- La construcción del dispositivo se realizó de acuerdo a los planos obtenidos en SolidWorks esta es 1,20 m de alto y 1,15 m de ancho de los cuales 0,70 m de ancho son del dispensador de comida y agua y 0,45 m de ancho del soporte de la cremallera, que permite garantizar el funcionamiento mecánico del prototipo.
- Se desarrolló la implementación de cada uno de los elementos de control en el prototipo para los accionamientos de la cremallera mecánica y electroválvula, para realizar varias pruebas funcionales del dispositivo, se determinó que el tiempo aproximado para la correcta dosificación de alimento es de 0.1 s con un desplazamiento de 250 pasos en el servomotor y 20 s de activación en el electroválvula.
- La dosificación de este comedero tiene una precisión aproximada de 92.78 %, con un tiempo de respuesta instantánea, los usuarios pueden estar seguros de que su mascota será alimentada a tiempo.

RECOMENDACIONES

- Reducir los costos de creación de prototipos reemplazando componentes electrónicos como servomotores por motores paso a paso, debido que se reducirían dimensiones y el peso en la máquina.
- Para la mejora de la estructura realizar un estudio previo de los diferentes materiales y sus características que se van a utilizar para el prototipo tomando en cuenta los factores climáticos a los que se encuentre expuesto el dispositivo.
- El comedero para mascotas funcionará siempre y cuando la mascota tenga un adiestramiento previo para conocer los horarios de su alimentación.
- Para la mejora del funcionamiento de la máquina se recomienda cambiar el sensor de presencia debido a su rango reducido por un sensor de mayor alcance y menor costo.

REFERENCIAS

- [1] D. A. G. A. Jorge Iván Zapata Valencia, « «Diseño e implementación de un prototipo de dispensador automático de comida para animales basado en raspberry pi controlado mediante una aplicación móvil.,»» 2017. [En línea].
- [2] [En línea]. Available: <https://allextruded.com/entrada/alimentos-para-mascotas-proyecciones-y-tendencias-para-la-industria-en-2021-24259>.
- [3] D. A. G. A. Jorge Iván Zapata Valencia, «Diseño e implementación de un prototipo de dispensador automático de comida para animales basado en raspberry pi controlado mediante una aplicación móvil.,» Enero 2017. [En línea].
- [4] D. A. Dzanis, 1994. [En línea].
- [5] «HUFFPOST,» 25 11 2020. [En línea]. Available: https://www.huffingtonpost.es/entry/cuanto-pienso-comida-dia-perro_es_5fbe7da9c5b6e4b1ea47c260.
- [6] «PURINA,» 2 6 2020. [En línea].
- [7] «DogChow,» [En línea]. Available: <https://www.purina-latam.com/ec/dogchow>.
- [8] M. B. P. L. E. D. C. P. Estévez, 2005.. [En línea].
- [9] E. M. G. Torres, « «Diseño y construcción de un prototipo con Sistema SCADA aplicado al control del micro clima y dosificación del producto almacenado en silos,»» [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1902>.
- [10] F. E. & G. D. G. E. Consuegra M., « «Diseño concurrente y fabricación de un dosificador automático de alimento para mascotas,»» 2011. [En línea]. Available: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/614?mode=full> .
- [11] M. d. M. Ambiente, «Ministerio del Medio Ambiente,» 2000. [En línea].
- [12] C. Castillo, «« ENVASES PLÁSTICOS Y ALIMENTOS. Retrieved May 13, 2014, from,» 13 05 2014. [En línea]. Available: http://www.alimentosysalud.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=177:e_nvases-plasticos-y-alimentos&catid=2&Itemid=6.
- [13] A. P. O. Navas, « «Diseño y construcción de un dosificador de granos secos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato.,»» 2012. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/123456789/684>.
- [14] Panacril, «Láminas Acrílicas,» 19 11 2014. [En línea]. Available: : <http://www.panacril.com>.

- [15] M. Salud, «Materiales en contacto con los alimentos,» 10 04 2015. [En línea]. Available: http://www.madridsalud.es/temas/materiales_contacto_alimentos.php.
- [16] S. A., « Nutrición Animal,» 2009. [En línea].
- [17] SERNAC, «SERNAC,» 2021. [En línea]. Available: https://www.sernac.cl/portal/619/articles-62906_archivo_01.pdf.
- [18] «Válvulas proporcionales vs válvulas ON-OFF - Procoen,» 25 Nov. 2021. [En línea]. Available: <https://procoen.com/valvulas-proporcionales-vs-valvulas-on-off/>.
- [19] «VÁLVULAS ON/OFF - GRUPO SYZ,» 25 Nov. 2021. [En línea]. Available: <https://www.gruposyz.com/product/valvulas-on-off/>.
- [20] E. T. a. A. Torres, «INTRODUCCIÓN AL MICROCONTROLADOR,» 2004. [En línea].
- [21] P. R. Manual, «“Arduino ® UNO R3 Target areas : Arduino ® UNO R3 Features,» 2021. [En línea].
- [22] S. M. Casco, «“Raspberry Pi, Arduino y Beaglebone Black Comparación y Aplicaciones,»» [En línea]. Available: <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/MiniPCs.pdf>.
- [23] Farnell, «“Arduino Uno Datasheet,” Datasheets,» [En línea]. Available: <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>.
- [24] A. G. P. D. A. Z. J. D. A. MAURICIO VELASQUEZ OROZCO and J. A. ARBOLEDA, « “Modulo de Servomotor 2,»» [En línea].
- [25] «Didacticas electronicas,» [En línea]. Available: <https://www.didacticaselectronicas.com/>.
- [26] R. B. a. K. Nisbett, « Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, 8va ed. Mexico D.F: McGraw Hill Interamerica,» 2008. [En línea].
- [27] «Calcular VAN | Calcular Valor Actual Neto,» 01 12 2022. [En línea]. Available: <https://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-van/>.
- [28] «Calculadora TIR, Calcular Tasa Interna de Retorno,» 05 12 2022. [En línea]. Available: <https://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/>.
- [29] P. D. C. (. P. D. C. Colombia., ««PURINA® DOG CHOW®,»» [En línea]. Available: <http://www.dogchow.com.co/home-page.aspx> ..
- [30] M. d. M. Ambiente, ««Ministerio del Medio Ambiente,» 2000.,» [En línea].
- [31] C. & D. H. Pinto, «, «Diseño, Modelamiento y Simulación de Máquina Dosificadora de Alimento Granulado para Animales. Universidad de La Salle,

- Bogotá D.C. Retrieved from,» 2006.,» [En línea]. Available:
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16483/00781358.pdf?sequence=1> .
- [32] C. & Z. P. (. Isaza, ««INTERVENCIÓN REMOTA A UN ESPACIO DOMOTIZADO PARA MASCOTAS. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Envigado,» 2013. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/11190/329>.
- [33] I, «Ingeniería Del Software : Metodologías Y Ciclos De Vida,» 2009. [En línea]. Available:
https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=https://www.incibe.es/file/N85W1ZWFHifRgUc_oY8_Xg&ei=PIYnVcR M4vosAWXnYH4CQ&usq=AFQjCNENnl5oTpq3s99afB4Lisiq4tJ3w&sig2=l2ZEAk1fXsXtrLb67nemxw&bvm=bv.90491159,d..
- [34] I.(2011), « GSM (Sistema Global para las telecomunicaciones móviles,» 20 Abril 2015. [En línea]. Available:
<http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/471gsm-sistema-globalparalas-telecomunicaciones-m%C3%B3viles>.
- [35] [En línea]. Available: <https://doggiesintown.com/es/blog/donde-dejar-a-mi-perro-cuando-me-voy-de-vacaciones/> .
- [36] R. Dahl-skog, «Introducción a la Programación controladores lógicos,» 2012. [En línea].
- [37] TechInstitute, «“Sistemas PLC y control industrial,» 2021. [En línea].
- [38] HHGM, «“Qué es un cable eléctrico,,”» 28 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://hhgm.mx/comunidad/enterate/que-es-un-cable-electrico> (accessed Jul. 28,).
- [39] Á. Tecnología, «“Cables Electricos y Tipos Cables Conductores,,”» 2021. [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-conductores.html> (accessed).
- [40] J. E. P. Aplicada, «“Pulsadores,,”» 2021. [En línea]. Available: <https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/pulsadores-sin-rebotes> (accessed Jul..
- [41] Extintores Bellido, «“¿Qué es el botón pulsador de parada de emergencia? -,,”» 2021. [En línea]. Available: <http://blogbellidoextintores.es/boton-pulsador-parada-emergencia/> (accessed Jul..
- [42] C. & D. H. Pinto, «Diseño, Modelamiento y Simulación de Máquina Dosificadora de Alimento Granulado para Animales. Universidad de La Salle, Bogotá D.C. Retrieved from,» 2006. [En línea]. Available:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16483/00781358.pdf?sequence>

- [43] R. L. Garzón, «Mascotas tienen a tope producción de alimentos balanceados, El Tiempo,» Septiembre 2014. [En línea].
- [44] Euromonitor, «European marketing data and statistics 2000,» 2000. [En línea].
- [45] R. Dinero, «La comida para perros se vende como pan caliente,» 2015. [En línea].

ANEXOS

ANEXO I

CÓDIGO PARA EL CONTROL DEL DISPENSADOR DE COMIDA Y AGUA

```
#define ElectroPin 6
#define SprePin1 8
#define SprePin2 9
#define stpPin 13
#define dirPin 12
#define enaPin 11

RTC_DS1307 rtc;
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);

int horas, minutos, segundos;

//PRUEBAS
int horasIm = 10, minutosIm = 50;
int horasFm = 10, minutosFm = 52;
int horasImh = 10, minutosImh = 52;
int horasFmh = 10, minutosFmh = 54;

int horasIt = 10, minutosIt = 54;
int horasFt = 10, minutosFt = 56;
int horasIth = 10, minutosIth = 56;
int horasFth = 10, minutosFth = 58;

int horasIn = 11, minutosIn = 10;
int horasFn = 11, minutosFn = 12;
int horasInh = 11, minutosInh = 12;
int horasFnh = 11, minutosFnh = 14;
int tiempo = 3000;

char texto[10];

bool activaRel = false;
bool statePres1 = false;
bool statePres2 = false;
bool verif_agua = false, verif_comida = false, aux = false;

void setup() {
  Wire.begin();
  rtc.begin();
  //PARA AJUSTAR EL RELOJ CON EL DE LA PC
  //rtc.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
```

```

pinMode(ElectroPin,OUTPUT);
pinMode(stpPin,OUTPUT);
pinMode(dirPin,OUTPUT);
pinMode(enaPin,OUTPUT);
pinMode(SprePin1,INPUT_PULLUP);
pinMode(SprePin2,INPUT_PULLUP);

digitalWrite(ElectroPin,HIGH);
digitalWrite(stpPin,LOW);
digitalWrite(enaPin,LOW);
digitalWrite(dirPin,LOW);

lcd.begin(16,2);
lcd.backlight();
lcd.clear();
lcd.setCursor(6, 0);
lcd.print("UPS");
lcd.setCursor(0, 1);
char myChar=0xEE;
lcd.print("Titua");
lcd.print(myChar);
lcd.print("a ; ");
lcd.print("Posso");
delay(2000);
lcd.clear();
}

void loop() {
  DateTime now = rtc.now();
  horas=now.hour();
  minutos=now.minute();
  segundos=now.second();

  sprintf(texto, "%02d:%02d:%02d",horas,minutos, segundos);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(texto);
  if((statePres2 == false) && (verif_comida==false))
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("DISPENSANDO");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("COMIDA");
    pasos(100,1);
    delay(500);
  }
}

```

```

    pasos(100,0);
    verificomida=true;
    lcd.clear();
}

if((statePres2 == false) && (verificomida==true))
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("NO SE ADMITE");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("COMIDA");
    delay(2000);
    lcd.clear();
}
aux = true;
}
else if(((horas<=horasFmh) && (horas>=horasImh) && (minutos<=minutosFmh) &&
(minutos>=minutosImh)) || ((horas<=horasFth) && (horas>=horasIth) &&
(minutos<=minutosFth) && (minutos>=minutosIth)) || ((horas<=horasFnh) &&
(horas>=horasInh) && (minutos<=minutosFnh) && (minutos>=minutosInh)))
{
    statePres1 = digitalRead(SprePin1);
    statePres2 = digitalRead(SprePin2);

    verificomida=false;
    verificomida=false;
    aux = false;
    if(statePres2 == false)
    {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(1,0);
        lcd.print("FUERA DE HORA");
        lcd.setCursor(2,1);
        lcd.print("PARA COMIDA");
        delay(2000);
        lcd.clear();
    }
}

if((statePres1 == false) && (verificomida==false))
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("DISPENSANDO");
}

```



```

    lcd.setCursor(6,1);
    lcd.print("AGUA");
    digitalWrite(ElectroPin, LOW);
    delay(1500);
    digitalWrite(ElectroPin, HIGH);
    lcd.clear();
  }
}

void real(void)
{
  statePres1 = digitalRead(SprePin1);
  statePres2 = digitalRead(SprePin2);
  if(((horas<=horasFm) && (horas>=horasIm)) || ((horas<=horasFt) &&
(horas>=horasIt)) || ((horas<=horasFn) && (horas>=horasIn)))

  if((statePres2 == false) && (verif_comida==false))
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("DISPENSANDO");
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("COMIDA");
    pasos(100,1);
    delay(500);
    pasos(100,0);
    verif_comida=true;
    lcd.clear();
  }

  if((statePres2 == false) && (verif_comida==true))
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print("NO SE ADMITE");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("COMIDA");
    delay(2000);
    lcd.clear();
  }
  aux = true;
}
else if(((horas<=horasFmh) && (horas>=horasImh)) || ((horas<=horasFth) &&
(horas>=horasIth)) || ((horas<=horasFnh) && (horas>=horasInh)))
{

```

```

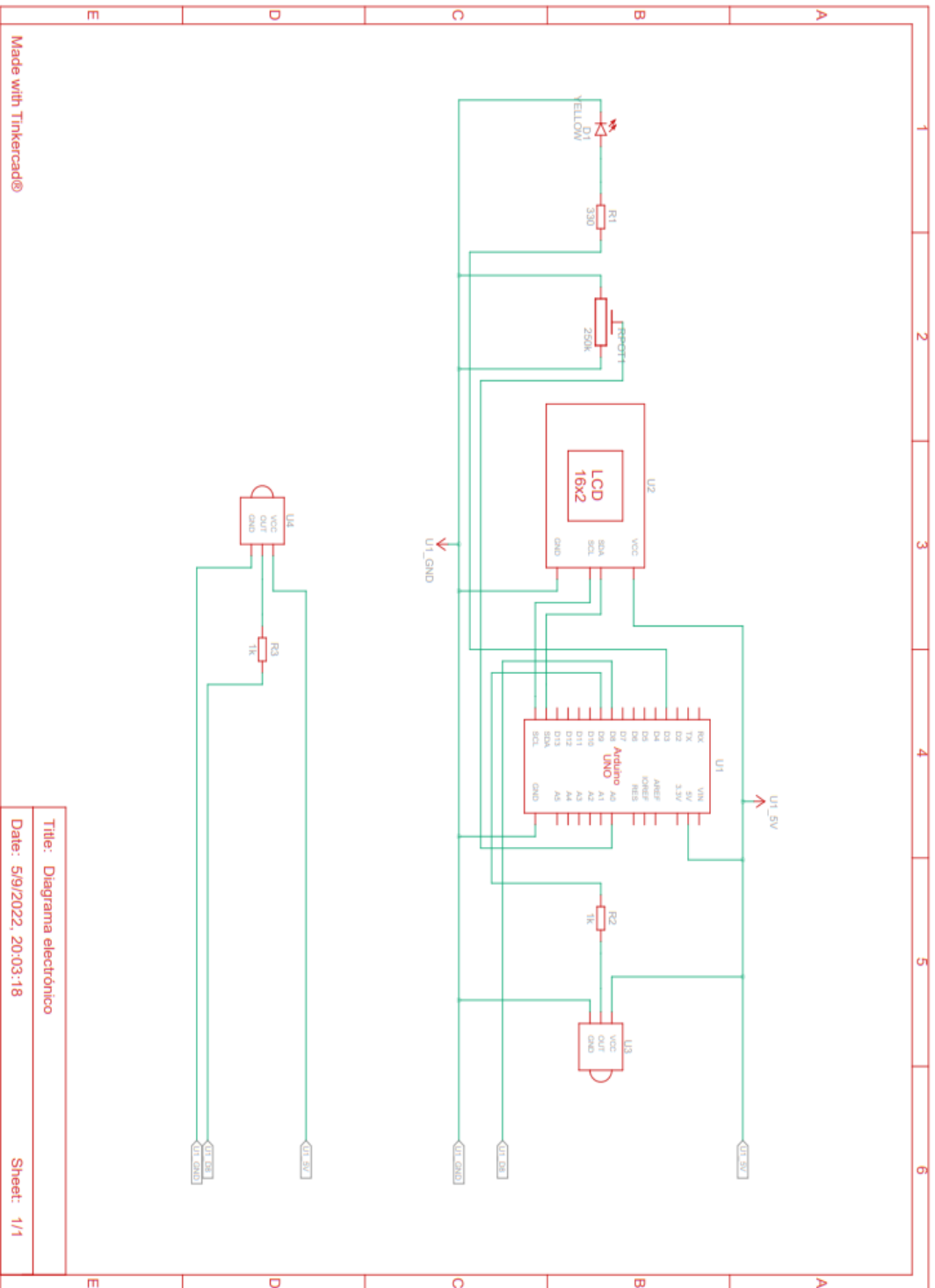
statePres1 = digitalRead(SprePin1);
statePres2 = digitalRead(SprePin2);

verif_comida=false;
verif_agua=false;
aux = false;
  if(statePres2 == false)
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("FUERA DE HORA");
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("PARA COMIDA");
    delay(2000);
    lcd.clear();
  }
}

if((statePres1 == false) && (verif_agua==false))
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("DISPENSANDO");
  lcd.setCursor(6,1);
  lcd.print("AGUA");
  digitalWrite(ElectroPin, LOW);
  delay(1500);
  digitalWrite(ElectroPin, HIGH);
  //verif_agua=true;
  lcd.clear();
}
}

void pasos(int p, bool d)
{
  digitalWrite(dirPin,d);
  digitalWrite(enaPin,LOW);
  for(int x = 0; x < p; x++) {
    digitalWrite(stpPin,HIGH);
    delayMicroseconds(tiempo);
    digitalWrite(stpPin,LOW);
    delayMicroseconds(tiempo);
  }
  digitalWrite(enaPin,HIGH);
}

```



Made with Tinkercad®

Title: Diagrama electrónico
 Date: 6/9/2022, 20:03:18

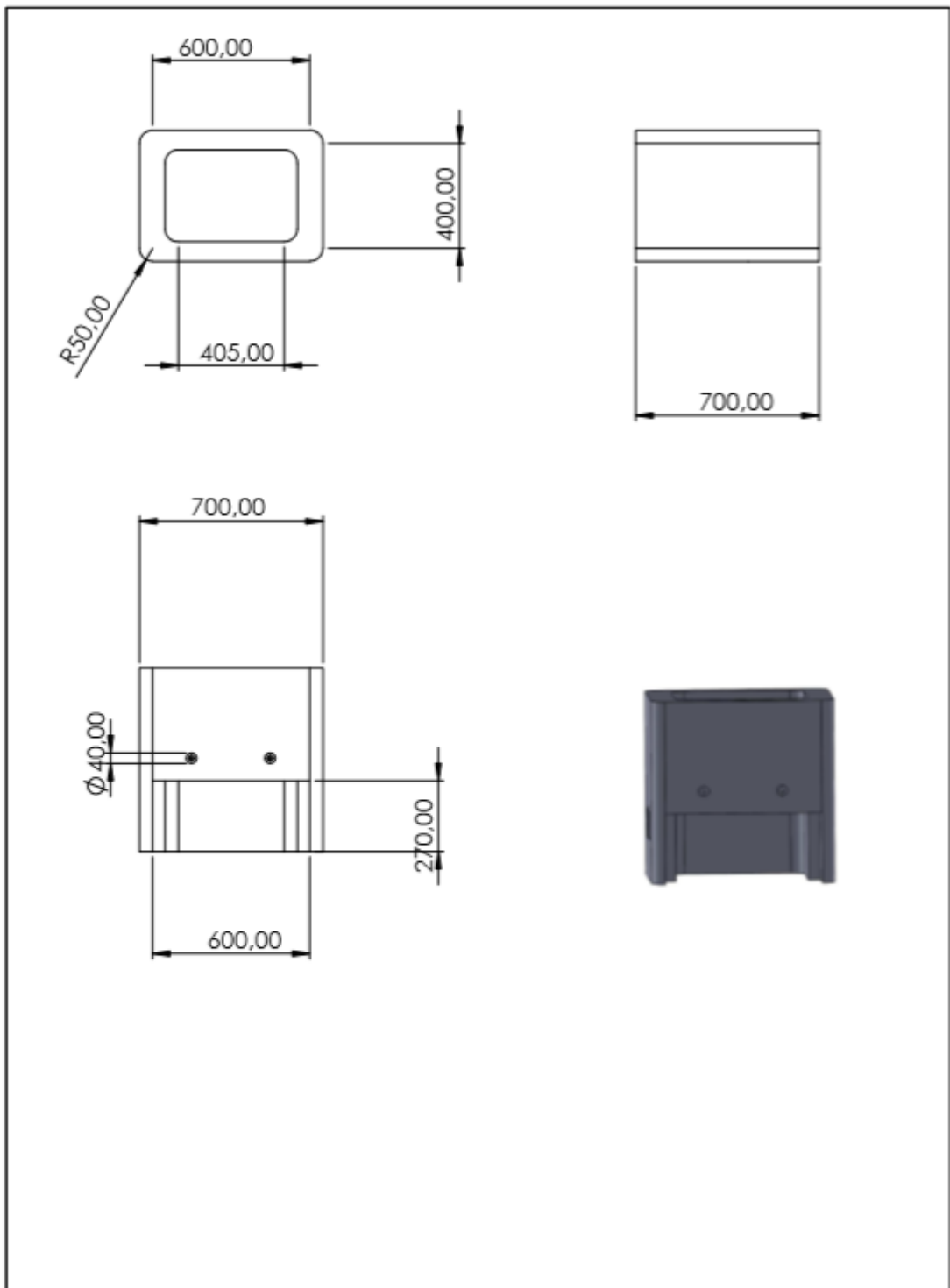
Sheet: 1/1


**ANEXO II
CONSTRUCCIÓN**

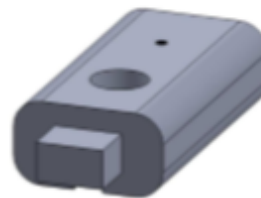
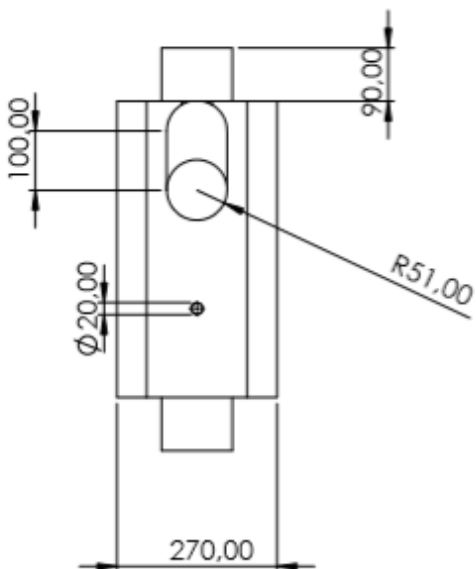
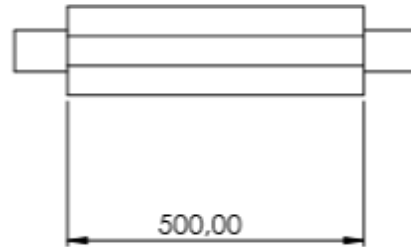
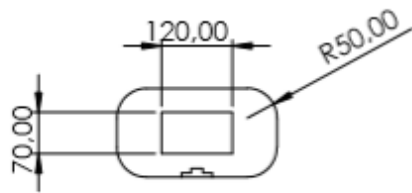





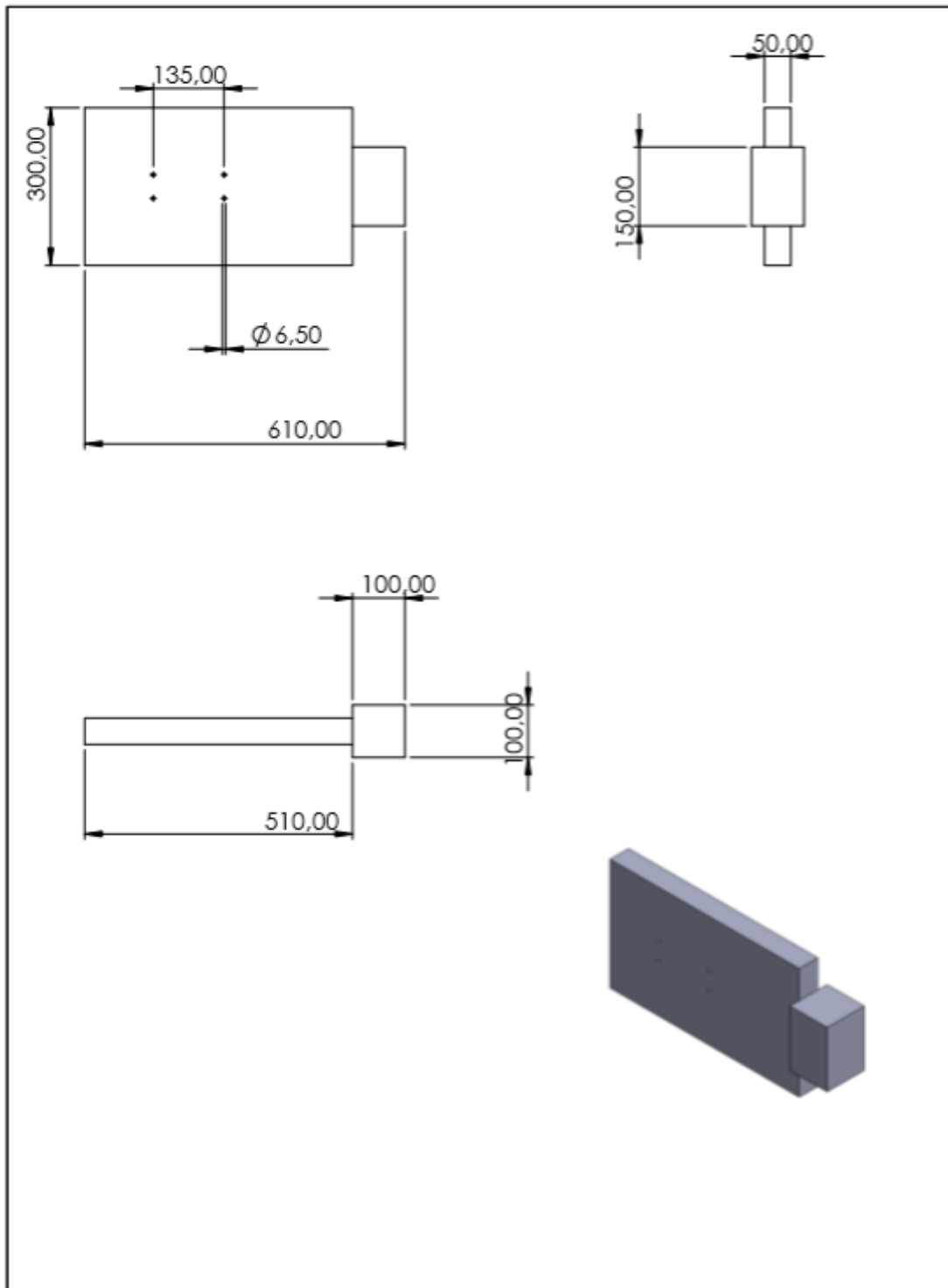
ANEXO III
PLANOS MECANICOS




Tratamiento térmico:	Ninguna	Material:	Madera	Dim. brutas: 120x70x4
Recubrimiento:	Ninguna			
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA		Diseñó:	Kevin Posso	2022-09-13
		Dibujó:	Estalín Tituaña	2022-09-13
		Revisó:	Ing. Luisa Sotomayor	2022-09-14
Base_1	Escala: 1:20	Código:	02.0000.00	Tol. Gral:



Tratamiento termico	Ninguno	Material:	Madera	Dim. brutas:	NA
Recubrimiento:	Ninguno				
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA		Diseñó:	Kevin Posso	2022-09-13	
		Dibujó:	Estalin Tituaña	2022-09-13	
		Revisó:	Ing. Luisa Sotomayor	2022-09-14	
Soporte_1	Escala: 1:10	Código:	02.0000.00	Tol. Gral: ± 0.1	



Tratamiento Térmico	Ninguno	Material:	Madera	Dim. brutas:	NA
Recubrimiento:	Ninguno				
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA		Diseño:	Kevin Posso	2022-09-13	
		Dibujó:	Estalín Truana	2022-09-13	
		Revisó:	Ing. Luisa Sotomayor MSc.	2022-09-14	
Soporte_Pistón	Escala: 1:10	Código:	02.0000.00	Tol. Gral: ± 0.1	