

**DOSIFICADOR DE ALIMENTOS Y AGUA PARA GATOS Y PERROS DE RAZA PEQUEÑA  
PROGRAMADO Y CONTROLADO LOCAL Y REMOTAMENTE**

**KAREN DANIELA VELASCO ROJAS**

**VANESSA HERRERA PALACIO**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**FACULTAD TECNOLÓGICA**

**TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD**

**BOGOTÁ D.C**

**2019**

**DOSIFICADOR DE ALIMENTOS Y AGUA PARA GATOS Y PERROS DE RAZA PEQUEÑA  
PROGRAMADO Y CONTROLADO LOCAL Y REMOTAMENTE**

**KAREN DANIELA VELASCO ROJAS  
VANESSA HERRERA PALACIO**

**DIRECTOR DE PROYECTO  
Ing. LUIS ANTONIO NOGUERA VEGA**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD TECNOLÓGICA  
TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD  
BOGOTÁ D.C  
2019**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

**Director:**

---

**Jurado:**

---

**Agosto de 2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestros mayores agradecimientos principalmente a la vida por permitirnos crecer como personas y formarnos como seres activos dentro de una sociedad, por permitirnos ingresar a una universidad pública y formarnos en una carrera con tan amplio campo de acción.

A nuestros padres por ser nuestros guías en este arduo camino y nunca dejaron de creer y darnos su apoyo.

A todos profesores que nos brindaron su colaboración a lo largo de nuestro proceso de formación ya que por su entrega hemos obtenido los conocimientos necesarios para ingresar en un mundo laboral, y ser capaces de lograr nuestros objetivos.

## DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedicamos a nuestros padres, ya que a lo largo de la vida siempre han luchado porque seamos personas mejores, con sentido de pertenencia y calidad humana, honestas y responsables, que nos representen como mujeres orgullosas por lo que somos, por formarnos con carácter entrega y valentía para afrontar cualquier obstáculo en la vida. Además, por su empeño y colaboración en el desarrollo del presente proyecto y por su persistencia en nuestra formación profesional, ya que aún en los momentos más difíciles seguían llevándonos de la mano guiándonos por el buen camino.

Karen Daniela Velasco Rojas

Vanessa Herrera Palacio

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

RESUMEN .....	10
1 INTRODUCCIÓN .....	12
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	13
<b>2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....</b>	<b>14</b>
3 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE .....	15
<b>3.1 TIPOS DE DISPOSITIVOS .....</b>	<b>15</b>
3.1.1 Dispositivos programables .....	15
3.1.2 Sensor Flotador de nivel .....	19
3.1.3 Electroválvulas .....	19
3.1.4 Pantalla LCD .....	21
3.1.5 Tipos de dosificadores .....	22
<b>3.2 CLASIFICACIÓN DE PERROS Y GATOS POR TAMAÑO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 TIPOS DE ALIMENTOS CONCENTRADOS PARA MASCOTAS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 NUTRICIÓN ESTÁNDAR PARA UN FELINO Y CANINO .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5 ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>27</b>
4 METODOLOGÍA Y ASPECTOS PRELIMINARES .....	33
<b>4.1 METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2 ASPECTOS PRELIMINARES .....</b>	<b>34</b>
4.2.1 Aspectos del prototipo relacionados con el animal: .....	34
4.2.2 Aspectos relacionados con la estructura del prototipo: .....	35
5 DISEÑO DEL PROTOTIPO .....	36
<b>5.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DOSIFICADOR .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA DEL PROTOTIPO .....</b>	<b>37</b>
5.2.1 Dimensiones del prototipo .....	37
5.2.2 Etapa de desarrollo .....	39
5.2.3 Características de las piezas .....	42

<b>5.3</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROTOTIPO</b> .....	45
5.3.1	Variables de entrada y salida .....	45
5.3.2	Placa Seleccionada.....	45
5.3.3	Esquema General de Funcionamiento .....	48
5.3.4	Diagrama de Flujo General .....	49
5.3.5	Diagrama de Funcionamiento P&ID .....	50
5.3.6	Aplicación para Dispositivos Móviles con Sistema Operativo Android .....	50
<b>6</b>	<b>PRUEBAS Y AJUSTES DEL PROTOTIPO</b> .....	55
<b>6.1</b>	<b>PRUEBAS</b> .....	55
<b>6.2</b>	<b>AJUSTES</b> .....	58
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	59
7.1	Trabajos Futuros.....	59
<b>8</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	60

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1 <b>Placa Arduino</b> .....	15
Figura 2 <b>Variedad de placas Arduino</b> .....	16
Figura 3 <b>Microcontroladores</b> .....	17
Figura 4 <b>Raspberry Pi</b> .....	18
Figura 5 <b>Sensor Flotador</b> .....	19
Figura 6 <b>Electroválvula</b> .....	20
Figura 7 <b>Partes que componen una LCD</b> .....	21
Figura 8 <b>Banda transportadora</b> .....	22
Figura 9 <b>Tornillo sinfin</b> .....	23
Figura 10 <b>Dosificador de compuerta rotativa</b> .....	23
Figura 11 <b>Secuencia metodología propuesta</b> .....	33
Figura 12 <b>Pines Arduino</b> .....	46
Figura 13 <b>Esquema general de funcionamiento</b> .....	48
Figura 15 <b>Diagrama de flujo del funcionamiento</b> .....	49
Figura 16 <b>Diagrama P&amp;ID</b> .....	50
Figura 17 <b>Ícono de la Aplicación</b> .....	51
Figura 18 <b>Mensaje inicial Aplicación</b> .....	51
Figura 19 <b>Página principal App</b> .....	52
Figura 20 <b>Configuración App</b> .....	53
Figura 21 <b>Pestaña Manual App</b> .....	53
Figura 22 <b>Código de programación Aplicación</b> .....	55



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los perros por tamaño y peso .....	24
Tabla 2 Algunas razas caninas por su clasificación de tamaño .....	24
Tabla 3 Clasificación de los felinos por tamaño y peso .....	25
Tabla 4 Algunas razas felinas por su clasificación de tamaño .....	25
Tabla 5 Características de algunos dispositivos en el mercado .....	29
Tabla 6 Ración Diaria para perros .....	34
Tabla 7 Ración Diaria para gatos .....	35
Tabla 8 Comparación referencias Arduino .....	35
Tabla 9 Evaluación sistema dosificador .....	36
Tabla 10 Dimensiones del prototipo .....	38
Tabla 11 Diseño SketchUP .....	39
Tabla 12 Piezas de la estructura mecánica .....	42
Tabla 13 Variables de entrada y salida .....	45
Tabla 14 Lenguaje C++ .....	48
Tabla 15 Ventajas de Desventajas ApplInventor .....	54
Tabla 16 Pruebas .....	55
Tabla 17 Ajustes .....	58

## RESUMEN

El presente proyecto busca realizar el diseño, construcción y programación de un prototipo que permita dosificar alimento y bebida a felinos y caninos de raza pequeña.

El prototipo cuenta con un funcionamiento automático o programado el cual permite tener un monitoreo local y remoto, donde se puede visualizar tanto en la pantalla LCD del prototipo como en la aplicación para dispositivos Android, el estado de los tanques de almacenamiento y de los platos donde finalmente la mascota consume el alimento y bebida dosificados.

Al contar con dicha aplicación para dispositivos móviles, ésta permite realizar la apertura y cierre de la válvula de agua, así mismo el accionamiento del motor para dosificar tanto el alimento como la bebida de manera remota en caso de ser requerido, lo que brinda una mayor facilidad para el usuario en cuanto al control y suministro del alimento para la mascota y al mismo tiempo contribuye a que ésta tenga una alimentación adecuada.

## **ABSTRACT**

The present project is about the design, construction and programming of a prototype that allows to dose food and drink to felines and canines of small race.

The prototype has an automatic or programmed operation which allows to have a local and remote monitoring, this permits visualize on the LCD screen and Android devices the state of the storage tanks and the dishes where the pet finally consumes the food and drink dosed.

The Android app allows the opening and closing of the water valve to be carried out, as well as the motor drive to dose both the food and the beverage so that it is removed, if necessary, which provides greater ease for the user in terms of control and supply of food for the pet and at the same time contributes to it having an adequate diet.

# 1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad las mascotas juegan un papel importante dentro de la sociedad, donde estudios realizados por la American Heart Association, determinaron que las mascotas además de cumplir diversas funciones dentro del hogar traen consigo múltiples beneficios para la salud de los seres humanos, tales como disminución de riesgo cardíaco, evitan el sentimiento de soledad, reducción del estrés, mejoramiento en el estado de ánimo, fortalecimiento del sistema inmunológico, entre otras bondades (American Heart Association, 2018). En Colombia, el 29% de los hogares tienen una mascota, de esos, el 80% tienen como mascota un perro y en el resto de los hogares se presentan, en orden de preferencia, gatos, pájaros, peces y “otras” (Revista Dinero, 2018). Tomando como referencia Bogotá, por cada 10 habitantes hay un perro y por cada 50 personas hay un gato, es decir uno de tres hogares tiene una mascota (Portafolio , 2018).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, es necesario garantizar un buen estado de salud a las mascotas que en la actualidad son tan comunes en los hogares, uno de los factores que contribuyen a dicho estado de salud es la alimentación, donde debe ser balanceada y en horarios estipulados lo cual representa un inconveniente para las familias, ya que en la mayoría de los casos no se encuentran en los hogares y no es posible suministrar el alimento de forma adecuada, por tal motivo se crea la idea de contruir un prototipo dosificador de alimentos y agua que supla la necesidad de tener una adecuada alimentación para las mascotas.

El presente documento consta de 5 capítulos, en los cuales se describe de forma detallada el desarrollo del proyecto, en la descripción se destaca la justificación del proyecto y los objetivos propuestos del mismo, en el marco teórico y estado del arte se consultaron distintas fuentes bibliográficas con el fin de recopilar información y establecer mejoras en cuanto a las características de los dosificadores encontrados en el mercado, en la metodología se describen los pasos seguidos para lograr los objetivos, en el diseño se muestra el planteamiento de la estructura mecánica, y de control para su posterior construcción basado en la información obtenida en el proceso de investigación y finalmente en las pruebas se realizaron de pruebas de ensayo y error y los ajustes que fueron requeridos.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tras dicho aumento en la tenencia de mascotas en el hogar, surgen distintas recomendaciones y cuidados básicos que se deben tener en cuenta para que la mascota tenga una vida sana en todos sus aspectos, tales como alimentar la mascota de manera responsable, brindarles espacio sanos y limpios, atender sus necesidades fisiológicas, asearla, sacarla para que realice actividad física, llevarla al veterinario, entre otros (Grupo de Inversiones Suramericana SURA, 2018). Sin embargo, muchas de las personas que poseen mascotas no cuentan con el tiempo suficiente para cumplir con las recomendaciones y requerimientos mencionados anteriormente ya que no pueden descuidar sus obligaciones cotidianas como jornadas laborales de 8 horas como mínimo al día y según la aplicación de transporte público Moovit, Bogotá es la ciudad de Latinoamérica donde las personas dedican más tiempo en su trayecto de viaje, con un promedio diario de 97 minutos en el uso de transporte público, (Moovit, 2018), es decir, la mascota estaría sola por más de 8 horas diarias.

Una alimentación saludable influye de manera directa en el bienestar y calidad de vida de las mascotas ya que al proporcionar el alimento de manera adecuada tendrán la anergia precisa para realizar su actividad diaria, dientes y pelo saludables, mayor resistencia ante la presencia de enfermedades, entre otros. Dicho alimento debe suministrarse teniendo en cuenta varios factores tales como la edad, tamaño, ración adecuada y de calidad, horas de suministro, recomendaciones veterinarias etc, (CONSUMER, 2018).

Comercialmente se encuentran disponibles para el suministro de alimento y bebida para mascotas distintos elementos como recipientes, tanques de almacenamiento y abastecimiento, entre otros, los cuales poseen características particulares que pueden abarcar desde un funcionamiento manual hasta uno automático dependiendo del recipiente en cuestión.

### 2.2 JUSTIFICACIÓN

Como justificación del presente proyecto se elaboró el estado del arte el cual será descrito detalladamente en el ítem 2. y con base en lo mencionado en el ítem 1.1. planteamiento del problema, se crea la idea de diseñar un prototipo que tenga características particulares, el cual abarque en gran medida la necesidad de realizar una correcta alimentación de las mascotas, gatos y perros de raza pequeña para este caso específico, ya que al contar con tanques de almacenamiento, éstos deberán tener un tamaño mayor al tratarse de un perro de tamaño grande, por lo cual se establece un tamaño limite en cuanto a las mascotas con el fin de que el prototipo sea lo más compacto posible y permita dosificar tanto alimento sólido como agua. Dichas particularidades se encuentran descritas a continuación: el prototipo cuenta con una parte mecánica conformada por tanques de almacenamiento, salidas que permiten el paso o interrupción del alimento y líquido, ductos en los cuales se transportan los mismos hasta llegar al recipiente donde finalmente serán consumido por el

animal; una parte de control que consta de una placa electrónica, pantalla LCD , sensores y por último una estructura que protege tanto la parte mecánica como la parte de control.

Además, contará con una aplicación para dispositivos móviles, dicha aplicación permite una fácil relación con el usuario, donde se puede visualizar el registro de consumo del alimento, tanto de los tanques de almacenamiento como de los platos, además se tiene un control total del prototipo en cuanto a la apertura y cierre del motor y la electroválvula para realizar la dosificación de manera remota de ser requerido. Por otra parte, la pantalla LCD visualización igualmente el estado del tanque de almacenamiento y de los platos del mismo como de la aplicación, no obstante, el usuario debe establecer el horario y cantidad de dosificación que permita que el prototipo tenga un funcionamiento automático.

### **2.3 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un prototipo de dispensador de alimentos y bebida para felinos y caninos de raza pequeña que permita ser programado sobre el suministro de los mismos y cuente con conectividad a dispositivos Android.

### **2.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Definir las características técnicas del prototipo en cuanto al tamaño, capacidad, materiales y dispositivos requeridos para su construcción.
- Diseñar y construir la estructura mecánica del prototipo que permita dosificar el alimento para la mascota.
- Diseñar una aplicación para el prototipo que permita conectividad con dispositivos Android y realizarla respectiva programación.
- Evaluar el funcionamiento del prototipo y realizar ajustes de ser necesario

### 3 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 TIPOS DE DISPOSITIVOS

Para el desarrollo del presente proyecto es necesario tener claridad de las características tanto constructivas como económicas de los posibles dispositivos a implementar, que permitan el correcto funcionamiento del prototipo. Se van a tener en cuenta las fichas técnicas de dichos dispositivos, las cuales ayudarán a comprender el funcionamiento de cada uno de los módulos para finalmente realizar la respectiva selección teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados.

##### 3.1.1 Dispositivos programables

- **ARDUINO:** Es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa, tal como se observa en la Figura 1 a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso. Para poder entender este concepto, se debe entender los conceptos de hardware libre y el software libre.

El hardware libre son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que Arduino ofrece las bases para que cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas, pudiendo ser diferentes entre ellas, pero igualmente funcionales al partir de la misma base.

El software libre son los programas informáticos cuyo código es accesible por cualquiera para que quien quiera pueda utilizarlo y modificarlo. Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades (Xataka, 2018).

*Figura 1 Placa Arduino*



Fuente: tomado de (Xataka, 2018).

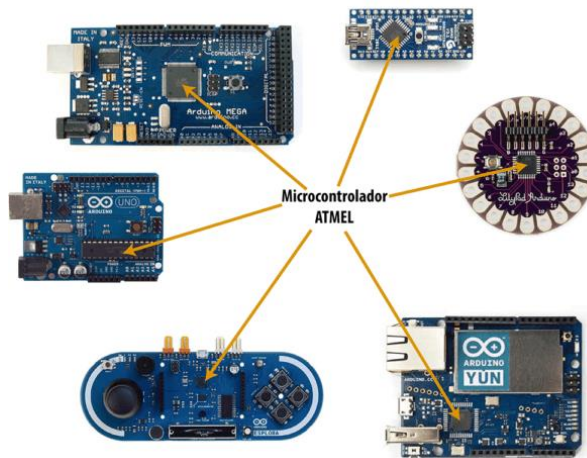
## ✓ Funcionamiento

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador, específicamente un ATMEL. Un microcontrolador es un circuito integrado (microchip) en el cual se pueden grabar instrucciones. Estas instrucciones se escriben utilizando un lenguaje de programación que permite al usuario crear programas que interactúan con circuitos electrónicos.

Normalmente un microcontrolador posee entradas y salidas digitales, entradas y salidas analógicas y entradas y salidas para protocolos de comunicación. Un Arduino es una placa que cuenta con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salidas del microcontrolador. Se trata de una placa impresa con todos los componentes necesarios para el funcionamiento del micro y su comunicación con una computadora a través de comunicación serial.

La comunicación serial es un protocolo de comunicación que alguna vez fue muy utilizado a través de los puertos serie que traían las computadoras de antaño. Existen diferentes modelos de Arduino, con múltiples características en cuanto a tamaño, formas, funciones y precios como se observa en la Figura 2 (Inmecafenix, 2018)

*Figura 2 Variedad de placas Arduino*



**Fuente: tomada de (Inmecafenix, 2018).**

- **MICROCONTROLADOR:** Es un circuito integrado digital que puede ser usado con diversos propósitos debido a que es programable. Está compuesto por una unidad central de proceso (CPU), memorias (ROM y RAM) y líneas de entrada y salida (periféricos), como se observa en la Figura 3. Un microcontrolador tiene los mismos bloques de funcionamiento básicos de una computadora lo que nos permite tratarlo como un pequeño dispositivo de cómputo. Son diseñados para disminuir el coste económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la CPU, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerá de la aplicación. (Sherlin.xbot, 2018)



Figura 3 **Microcontroladores**



Fuente: tomada de (Sherlin.xbot, 2018)

### ✓ **Funcionamiento**

Como el hardware ya viene integrado en un solo chip, para usar un microcontrolador se debe especificar su funcionamiento por software a través de programas que indiquen las instrucciones que el microcontrolador debe realizar. En una memoria se guardan los programas y un elemento llamado CPU se encarga de procesar paso por paso las instrucciones del programa. Los lenguajes de programación típicos que se usan para este fin son *ensamblador* y *C*, pero antes de grabar un programa al microcontrolador hay que compilarlo a hexadecimal que es el formato con el que funciona el microcontrolador.

Para diseñar programas es necesario conocer los bloques funcionales básicos del microcontrolador, estos bloques son:

- **CPU** (Unidad central de proceso)
- **Memoria ROM** (Memoria de solo lectura)
- **Memoria RAM** (Memoria de acceso aleatorio)
- **Líneas de entrada y salida** (Periféricos)

La CPU posee, de manera independiente, una memoria de acceso rápido para almacenar datos denominada registros, si estos registros son de 8 bits se dice que el microcontrolador es de 8 bits.

- **RASPBERRY PI:** El Raspberry Pi es un micro ordenador o una placa de computadora SBC de bajo costo desarrollada en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, de manera que pueda fomentar la enseñanza de la computación y programación en las escuelas y colocarla al alcance de todos. Ordenador de placa única, ya que tiene casi todos los componentes de un PC en una única placa electrónica como se observa en la Figura 4, (Nergiza, 2018).

*Figura 4 Raspberry Pi*



**Fuente: tomada de (Nergiza, 2018)**

**micro USB:** Es el sistema de alimentación de la Raspberry, con un cargador de móvil micro USB común podemos darle corriente. Es recomendable que sea de al menos 2A para un funcionamiento estable.

**GPIO:** Estos puertos son una de las cosas que diferencia a la Raspberry de un PC clásico. Mediante estas entradas y salidas de propósito general podremos hacer que nuestra Rasp interactúe con el exterior abriendo y cerrando contactos, encendiendo LEDs, conociendo el estado de un interruptor, etc. Seguro que algunos Nergizos ya os habréis dado cuenta de por dónde van los tiros. Son un total de 40 puertos de los cuales 26 se pueden usar como entradas/salidas.

**USB:** La versión 2 B cuenta con 4 puertos USB para lo que lo necesitemos, en mi caso los he usado para un adaptador WIFI y un teclado/ratón inalámbrico, quedando dos libres para discos duros externos, memorias USB, etc.

**microSD:** En la cara trasera de la Raspberry debemos insertar una tarjeta microSD donde se guardará el sistema operativo. Nuestros archivos también podemos guardarlos aquí o en una memoria USB (o disco duro) externos. Es recomendable una microSD de al menos 4GB y clase 10.

**HDMI:** A través de un cable HDMI podemos conectar la Raspberry a la TV u otro monitor para poder interactuar con ella, aunque realmente no es 100% necesario ya que, como veremos más adelante, podemos acceder a ella en remoto desde otro PC, smartphone, etc.

**Audio 3,5mm:** Por si queremos conectar unos cascos, altavoces u otro tipo de dispositivo de audio.

**Ethernet:** Para dotar a la Raspberry de conexión a internet podemos usar este puerto o un USB WIFI como he hecho yo.

**Display DSI:** Existen pequeñas pantallas táctiles con conector de este tipo que podemos acoplar a la Raspberry y hacernos una pseudo-tablet.

### 3.1.2 Sensor Flotador de nivel

Un flotador en el interior del depósito marca permanentemente el nivel del líquido. Hay múltiples maneras de transmitir el nivel del flotador al operario. Mecánicamente. Mediante una cuerda, se ata el flotador a un contrapeso y una escala calibrada que marcan el volumen del líquido. Rápido, económico y directo pero voluminoso y que puede enredarse. Magnéticamente. El flotador lleva incorporado un imán que transmite la señal, bien a una pieza metálica en el exterior, la cual se mueve en función del flotador o bien a un circuito eléctrico que se abre o cierra en función de la presencia o no del flotador, (Coltech, 2019), la Figura 5 se observa la forma física del flotador de nivel.

*Figura 5* **Sensor Flotador**



**Fuente: tomada de (Coltech, 2019)**

### 3.1.3 Electroválvulas

Las electroválvulas o válvulas solenoides son dispositivos diseñados para controlar el flujo (ON-OFF) de un fluido. Están diseñadas para poder utilizarse con agua, gas, aire, entre otros. Estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías. Pueden estar fabricadas en latón, acero inoxidable o pvc. Dependiendo del fluido en que se vaya a utilizar es el material de la válvula.

En las válvulas de 2 vías, normalmente se utilizan las que funcionan con tres modalidades diferentes, dependiendo del uso que están destinadas a operar; pueden ser de acción directa, acción indirecta y acción mixta o combinada, además cada una de estas categorías puede ser Normalmente Cerrada (N.C.) o Normalmente Abierta (N.A.) , esto dependiendo de la función que va a realizar ya sea que esté cerrada y cuando reciba la señal a la solenoide abra durante unos segundos, o que esté abierta y cuando reciba la señal la solenoide corte el flujo, en la Figura 6 se muestra la electroválvula de este tipo.

✓ Acción Directa

El comando eléctrico acciona directamente la apertura o cierre de la válvula, por medio de un embolo. La diferencia entre la válvula N.C. a la N.A. de acción directa es que, cuando la válvula N.C. no está energizada el embolo permanece en una posición que bloquea el orificio de tal manera que impide el flujo del fluido, y cuando se energiza la bobina el embolo es magnetizado de tal manera que se desbloquea el orificio y de esta manera fluye el fluido. La N.A. cuando la bobina no está energizada mediante la acción de un resorte el embolo se mantiene en tal posición que siempre está abierta y cuando se energiza la bobina la acción es hacia abajo empujando el resorte haciendo que cierre el orificio e impida que fluya el fluido.

✓ Acción Indirecta

La característica principal de la válvula del tipo acción indirecta es que cuando recibe el comando eléctrico se acciona el embolo el cual permite a su vez como segunda acción, o acción indirecta, que el diafragma principal se abra o se cierre, en una acción indirecta. Esta serie de válvulas necesita una presión mínima para poder funcionar correctamente. También en esta serie de comando indirecto tenemos válvulas normalmente cerradas y válvulas normalmente abiertas.

✓ Acción Mixta

En las válvulas de Acción Mixta o Combinada una característica es que no requieren una presión mínima como las de acción indirecta. Estas válvulas al igual que las de acción indirecta el comando de abertura se hace en 2 tiempos, primero se vacía la presión superior del diafragma grande y después, segunda acción, la presión de abajo del diafragma lo empuja para que se abra. Además, el embolo está sujetado por medio de un resorte al diafragma grande y este resorte acelera la acción de la presión de abajo hacia arriba para abrir el mismo diafragma, esta es la segunda etapa de apertura. Estas válvulas de acción mixta pueden ser ya sea normalmente abiertas o normalmente cerradas (Altecdust, 2018)

*Figura 6 Electroválvula*



**Fuente: tomada de (Altecdust, 2018)**

### 3.1.4 Pantalla LCD

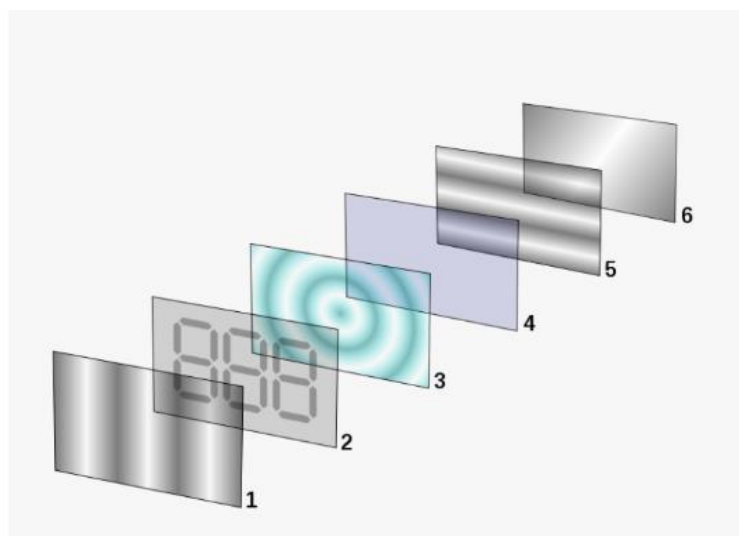
Una pantalla LCD son dispositivos diseñados para mostrar información en forma gráfica. LCD significa Liquid Crystal Display (Display de cristal líquido). La mayoría de las pantallas LCD vienen unidas a una placa de circuito y poseen pines de entrada/salida de datos, (Panamahitek, 2019).

Estos se caracterizan principalmente por el número de caracteres que son capaces de representar, que viene dado en su datasheet generalmente por unos números del tipo "8×1", "16×2", "20×4", que significan "Número de caracteres x Número de filas ", así pues, un display LCD 16×2, es capaz de representar 2 filas de 16 caracteres, (Yepez, 2019).

La composición interna de un Display LCD de 16×2 (tomando a este como ejemplo) está formada por 6 niveles como se muestran en la Figura 7. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Estos son:

- ✓ Film de filtro vertical, este primer nivel permite polarizar la luz que entra.
- ✓ Sustrato de vidrio con electrodos de Óxido de Indio ITO. En esta etapa podremos apreciar una especie de plantilla parecida a un display de 7 segmentos, esta plantilla será la que se muestre en negro cuando la luz se encienda, en las pantallas a color o monitores el proceso es muy parecido, aunque la tecnología utilizada abarca una cantidad mayor de píxeles.
- ✓ Cristal líquido.
- ✓ Sustrato de vidrio con film electrodo común (ITO).
- ✓ Film de filtro horizontal, este film es considerado como un filtro ya que este permite o bloquea la luz.
- ✓ Superficie reflectante para devolver la luz al espectador. (Ingeniería Electrónica, 2019)

*Figura 7 Partes que componen una LCD*



**Fuente: tomado de (Ingeniería Electrónica, 2019)**

Estos displays se controlan fácilmente con una placa Arduino o un PIC y pocas líneas de código. Para ello se muestra a continuación sus pines y modo de conexión, tomando como ejemplo la LCD 16x2, estas pantallas constan de 16 pines. De izquierda a derecha, sus usos son los siguientes:

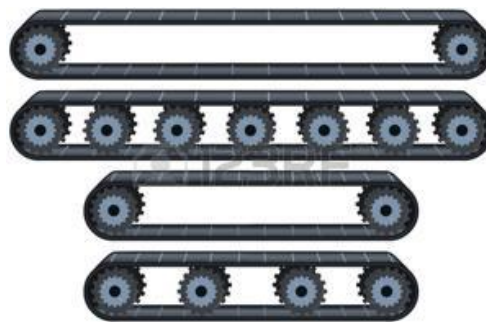
- ✓ **Pin 1** – VSS o GND
- ✓ **Pin 2** – VDD o alimentación (+5V)
- ✓ **Pin 3** – Voltaje de contraste. Se conecta a un potenciómetro.
- ✓ **Pin 4** – Selección de registro. Aquí se selecciona el dispositivo para su uso.
- ✓ **Pin 5** – Lectura/Escritura. Dependiendo del estado (HIGH o LOW), se podrá escribir o leer datos en el LCD
- ✓ **Pin 6** – Enable. Es el pin que habilita o deshabilita el LCD.
- ✓ **Pin 7 hasta Pin 14** – Son los pines de datos por donde se envía o recibe información.
- ✓ **Pin 15** – El ánodo del LED de iluminación de fondo (+5v).
- ✓ **Pin 16** – El cátodo del LED de iluminación de fondo (GND).

### 3.1.5 Tipos de dosificadores

- **Cinta Transportadora:** Las cintas transportadoras junto con los transportadores de rodillos tienen una función fundamental para el traslado eficiente de todo tipo de materiales o mercancías dentro de una planta de producción, de un almacén industrial o cualquier empresa logística.

El funcionamiento una cinta transportadora consiste en el movimiento de un soporte físico continuo, la banda o cinta, montado sobre unas plataformas de dimensiones variables y que pueden contar con distintos tipos de accesorios (guardas laterales, topes, desviadores, barandillas, ruedas y otro tipo de accesorios neumáticos o mecánicos) como se muestra en la Figura 8. La velocidad y capacidad de carga dependerán tanto de las características del material a desplazar (polvo, grano fino, paquetes, etc.) como del tipo de cinta transportadora, (Eurotransis, 2019)

*Figura 8 Banda transportadora*



**Fuente:** tomado de (Clipart Vectorizado, 2019)

- Tornillo sinfin: Entre los sistemas de manutención entendido como el conjunto de medios técnicos, instrumentos y dispositivos de hacen posible la manipulación y traslado de los materiales, los más empleados en la industria están los trasportadores de tornillo sinfin. Básicamente, un transportador normalizado de tornillo sin fin está constituido por una hélice montada sobre un eje que se encuentra suspendido en un canal, generalmente en forma de "U", como se muestra en Figura 9. Un grupo motorreductor situado en uno de los extremos del eje del tornillo hace girar la hélice que arrastra el producto a transportar. Es un sistema de manipulación y transporte de material extremadamente versátil, que puede ser empleado, además de como equipo de trasiego de material, como dispositivo dosificador, o también como elemento que funciona como mezclador o agitador (Ingemecanica, 2019)

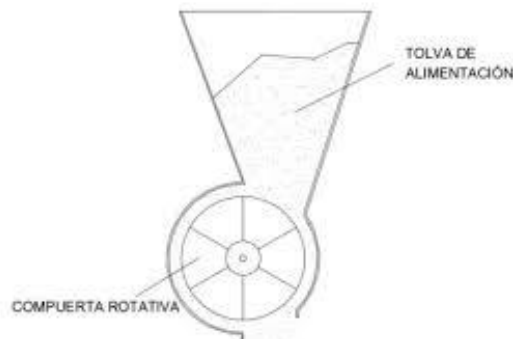
*Figura 9 Tornillo sinfin*



**Fuente: Tomado de** (Ingemecanica, 2019)

- Dosificadores de compuerta rotativa: Como se muestra en la Figura 10 la compuerta rotativa que constituye el elemento principal de este dosificador de construcción simple y robusta, es sin embargo menos preciso que el mecanismo de tornillo. Para controlar la velocidad del motor este está equipado con una caja reductora o con un variador de velocidad, que permite controlar el movimiento de la compuerta para el despacho del producto (RIVERA, 2013)

*Figura 10 Dosificador de compuerta rotativa*



**Fuente: Tomado de** (Cedeño & Cedeño, 2015)

### 3.2 CLASIFICACIÓN DE PERROS Y GATOS POR TAMAÑO

#### ✓ Perros

Según una clasificación que realizó la FCI (Fédération Cynologique internationale, 2018), que es la federación canina mundial y que cuenta con un reconocimiento de 344 razas de perros, indica que hay una raza de caninos siguiendo un orden por tamaño.

Entre esta clasificación de razas caninas se encuentran los perros toys o enanos, perros pequeños, medianos, grandes y finalmente los perros gigantes. A continuación, se registra en la Tabla 1 su clasificación de razas por peso.

*Tabla 1 Clasificación de los perros por tamaño y peso*

Toys o enanos	menos de 5 Kg
Pequeños	entre 5 Kg - 14 Kg
Medianos	Entre 14 Kg - 25 Kg
Grandes	Entre 25 Kg - 50 kg
Gigantes	Más de 50 Kg

**Fuente: Tomado (Fédération Cynologique internationale, 2018)**

En la

Tabla 2 se muestran algunas razas conocidas de perro que fueron clasificadas por su tamaño según la FCI.

**Tabla 2 Algunas razas caninas por su clasificación de tamaño**

Toys o enanos	Affen pin scher, bichón habanero, chihuahua, galgo italiano, pekinés, papillon, pinscher, caniche toy,
Pequeños	Bull terrier miniatura, bull dog Francés, schnauzer, shiba inu, pug carlino, shih tzu, beagle, cocker spaniel.
Medianos	Dálmata, galgo español, pastor ovejero australiano, bóxer, husku siberiano, border collie, bull dog inglés, pitbull americano
Grandes	Akita inu, doberman, pastor alemán, bobtail, labrador, pastor belga, rottweiler.



Fuente: Tomado (Fédération Cynologique internationale, 2018)

✓ **Gatos**

Como los perros, también hay gran variedad de razas de felinos domésticos. Su clasificación corresponde a una gran variedad de características que estos presentan como su pelo, el color y su tamaño por peso, aunque este último no presente gran variedad ya que este tipo de animal tiene un tamaño parecido.

A diferencia de los caninos, los gatos solo presentan dos tipos de clasificación por su tamaño: los pequeños y medianos como se muestra en la Tabla 3.

*Tabla 3 Clasificación de los felinos por tamaño y peso*

Pequeños y medianos	Son razas que comprenden un peso hasta de 7 Kg, es el tamaño estándar
Grandes	Son razas de felinos que pueden llegar a pesar hasta 11 kg, no muchas razas de este tamaño

Fuente: tomado (Fédération internationale féline, 2018)

En la Tabla 4 se muestran algunas razas conocidas de gatos que fueron clasificadas por su tamaño según la FIFE (Fédération internationale féline, 2018).

*Tabla 4 Algunas razas felinas por su clasificación de tamaño*

Pequeños y medianos	Abisinio, alemán de pelo largo, angora turco, azul ruso, balinés, burmés, bombay, habana, korat, manx, persa, sagrado de birmania, siamés, siberiano, tonkinés.
Grandes	Aphrodites giant, british shorthair, maine coon, radgoll y savannah

Fuente: Tomado (Fédération internationale féline, 2018)

### 3.3 TIPOS DE ALIMENTOS CONCENTRADOS PARA MASCOTAS.

La alimentación de las mascotas domésticas y su cuidado personal se han vuelto de gran importancia y no solo han crecido las organizaciones y fundaciones, sino que también los establecimientos que prestan servicio de veterinaria, spa, venta de juguetes, alimentos y otros productos que son para el

cuidado personal y de salud de los animales. En Colombia, según Euromonitor internacional el crecimiento anual en promedio es del 13%, y se prevé que será así hasta el 2021, y lo ha impulsado la venta de productos, cuidado y alimento para las mascotas.

Este crecimiento es debido a que en los hogares no es considerado ya a los animales como tal sino como un miembro más en nuestras familias, además, en la actualidad las parejas jóvenes que no tienen hijos, con un aumento del 7.8% al 9.8% entre el 2010 y el 2015, y los hogares unipersonales, que pasaron de representar el 9,5% al 11,2% del 2010 al 2015 [4], suelen tener una mascotas para llenar la necesidad de proteger y brindar afecto con un perro, un gato o cualquier otro animal doméstico.

Así como han crecido los establecimientos de comercio las ventas también, en Colombia la comida para perros vende alrededor de más de \$690.000 millones de pesos. Según Andrés Vargas jefe de proyecto de ExpoPet en Corferias Colombia 2016 una persona puede estar gastando en promedio al mes \$300.000 en la comida, \$100.000 en el médico, \$300.000 en peluquería, spa y en productos \$150.000 (ARANGO HOLGUÍN, 2016).

La expectativa de ventas para el cuidado de las mascotas domésticas en el 2022 se espera que sea de \$1,68 billones, en donde los accesorios y productos de belleza serían protagonistas, así como los segmentos de alimentos y otros servicios para una buena calidad de vida y salud en las mascotas domésticas (La nota económica, 2018).

### **3.4 NUTRICIÓN ESTÁNDAR PARA UN FELINO Y CANINO.**

Hoy en día cuidar de la dieta de nuestras mascotas es sencillo ya que podemos encontrar más puesto de veterinarias; establecimientos de comercio; páginas web como [ciudademascotas.com](http://ciudademascotas.com) donde podrán encontrar productos como comida, belleza e higiene, juguetes y demás productos, por otro lado, también en la página se pueden encontrar blogs donde usted podría encontrar consejos de alimentación y de cuidado; e incluso en los empaques de comida viene una tabla nutricional.

Es necesario tener en cuenta si la mascota es un felino o un canino, su etapa en la que se encuentra en crecimiento y también su tamaño. A continuación, se va a realizar una breve explicación del cuidado de la alimentación:

#### **✓ Alimentación para gatos**

La alimentación de nuestros felinos debe ser especialmente a base de carne, sin embargo, no podemos excedernos con una dieta que solo tiene proteína animal.

La alimentación para gatos cachorros, en sus primeras semanas debe ser únicamente de leche materna o formulas maternizadas, ya cuando se pasa la cuarta semana de vida se le puede dar comida especializada para gatos bebés. Para confirmar que la comida es ideal para un gato bebe es revisando que la tabla nutricional tenga un porcentaje de proteína igual o superior al 30%. Ya en las primeras

semanas se les puede dar hasta seis veces al día; ya pasado el tercer mes se puede reducir a cinco y luego del quinto mes tres veces al día.

La alimentación para gatos adultos no debe ser tan rica en calorías ya que al cumplir el año de edad su actividad física disminuye. La cantidad de comida y la periodicidad dependerá de cada gato, para esto es necesario consultar con el veterinario para no incurrir en un error en su dieta.

La alimentación para gatos que cuentan con siete años le debemos suministrar alimentos especializado para adultos mayores, puestos que estos van a suplir las necesidades para equilibrar la menor actividad que tienen, el cambio brusco de peso y la pérdida de la capacidad de digerir proteínas y grasas.

#### ✓ **Alimentación para perros de raza pequeña**

Al igual que los gatos, los perros necesitan de cuidados en su dieta, y como ellos los primeros meses su fuente de alimentación será la leche materna o fórmulas maternizadas, esto para garantizarles las vitaminas que el cachorro necesita. Entre la tercera y cuarta semana de vida se les puede empezar a proporcionar alimento sólido, y esta deberá ser comida para cachorro hasta que cumpla un año.

De los dos a los tres meses les daremos cuatro comidas al día; de cuatro meses a seis meses les podemos suministrar dos a tres comidas al día y después de los seis meses de vida le podemos suministrar dos comidas al día dependiendo de la raza. Como los cachorros de razas pequeñas crecen más rápido necesitan alimentos que le aporten muchas calorías y proteínas mientras que los cachorros de razas grandes tardan en crecer requieren menos calorías y más alimentos con glucosamina y condroitina ya que son propensos a sufrir problemas en las articulaciones (Ciudad mascotas, 2017).

No se debe olvidar que tanto para perros y gatos debemos establecer unos horarios en su alimentación para que su estómago se programe y actúe en el momento apropiado, debemos asegurar de que el espacio que escojamos como su sitio de alimento sea tranquilo, no se recomienda alimentarlo antes o después del ejercicio para ellos se debe esperar por lo menos una hora, llevar el control de su peso y por último mantendremos a su disposición agua fresca y constante.

### **3.5 ESTADO DEL ARTE**

Inicialmente se realizó la búsqueda de proyectos de grado similares y a fines con respecto al presente donde se encontró que a nivel nacional se realizaron proyectos a fines tales como “dispensador automático de comida para mascotas programable y controlado remotamente” en la Universidad de Valle- ciudad de Cali, el cual consiste en el desarrollo de un prototipo que pueda dosificar el alimento para mascotas de manera programada y que se pueda controlar a distancia desde un dispositivo móvil. El sistema dosificador funciona con base en un motor DC que regula la dosificación del alimento activando una banda transportadora mediante una relación mecánica entre piñones. El módulo del controlador consta de un microcontrolador ATmega644, un sistema de reloj de tiempo real (RTC) y

una interfaz local de usuario compuesta por un teclado matricial y una pantalla LCD (LEÓN QUENGUAN & RUEDA ALMARIO, 2013)

“Diseño e implementación de un prototipo de dispensador automático de comida para animales basado en raspberry pi controlado mediante una aplicación móvil” en la Universidad Tecnológica de Pereira, donde la función del comedero para alimentar mascotas se fundamenta en el desarrollo de una aplicación móvil que realiza ciertas tareas de forma rápida y eficiente. La función primordial de la aplicación es entablar comunicación vía datos o wifi desde cualquier punto con el comedero, dando así acceso al servidor web y otorgando un control pleno sobre el funcionamiento de la Raspberry pi y las instrucciones establecidas dentro de esta (Zapata Valencia & Gil Agudelo, 2017)

A nivel local se desarrollaron proyectos tales como “DISPENSADOR MASCOTAS CLUB CONTROLADO REMOTAMENTE DESDE LA WEB” en la Fundación Universitaria Los Libertadores, el cual es un dispensador de comida y agua para mascotas controlado remotamente por medio de la web desde un dispositivo móvil. Para su funcionamiento se utilizó un miniordenador llamado Raspberry Pi 3, en el cual se instaló el sistema operativo Raspbian y se desarrolló un software programado en Python para tener el control del sistema, es decir activar o desactivar las opciones según la necesidad del usuario (GARCIA & TORRES, 2017).

“DISPENSADOR DE COMIDA PARA CANES DE USO DOMESTICO” en la Universidad de San Buenaventura, el cual consiste en diseñar e implementar un prototipo de comida para canes de uso doméstico para facilitar el suministro de alimento al animal en horas determinadas debidamente programadas. Cada 3,6 y 9 horas. El proceso dependerá del peso del animal. Este peso será capturado como dato después de ser censado y lo enviará a un microcontrolador PIC16F877 (microchip) el cual tomará los datos, los transmitirá al sistema mecánico debidamente acoplado, y efectuará la acción de apertura y cierre, para finalmente dispensar la cantidad precisa de alimento según el peso del animal. El mecanismo va implementado a una tolva y a un motor DC los cuales actuarán de forma automática según las ordenes que le ejecute el microcontrolador después de capturar el dato censado (LINARES & GALARZA, 2007).



A nivel interno en la facultad de ingeniería se desarrolló un proyecto afines llamado “Desarrollo de un Sistema Dosificador de Alimento Automatizado para Entornos Piscícolas” el cual muestra el desarrollo e implementación de un prototipo que permita la automatización del proceso de alimentación y cultivo de tilapia. En el proceso de crianza tradicional, el piscicultor esparce manualmente el alimento en los tanques de crianza y estima su cantidad de manera visual, para determinar si el alimento es suficiente acorde a la talla del pez. Lamentablemente, esta alimentación visual no es exacta y genera sobre alimentación en el cultivo. La automatización de este proceso, es un sistema que permite garantizar las condiciones óptimas necesarias para el establecimiento y puesta en marcha de un cultivo piscícola, minimizando riesgos asociados, brindando independencia y autonomía al pequeño cultivador permitiéndole así mejorar la calidad de vida y el bienestar de su familia y el de su entorno. El documento analiza y expone las condiciones y factores necesarios para la implementación de un cultivo piscícola, así como también evalúa y justifica la importancia del lugar que se debe elegir para la implementación del cultivo ya que todos estos factores son preponderantes para asegurar el éxito, rentabilidad y viabilidad del mismo (Ramirez Vargas & Gutierrez Patiño, 2017).


Posterior a ello se realizó una búsqueda a nivel comercial donde se encontró que actualmente existen diferentes dispositivos que se encargan de dosificar la comida a los animales domésticos como perros y gatos. Estos dispositivos están diseñados para suministrar alimentos de forma que la mascota no exceda el consumo de su alimentación diaria y tampoco sufra de ausencia de los alimentos.

En el mercado estos dispositivos se pueden encontrar en gran variedad de formas y tamaños dependiendo de la mascota. Hay dispositivos sencillos, mecánicos y automáticos estos desempeñan un funcionamiento según sus características. También se han realizado proyectos de dispositivos dosificadores controlados por aplicación, sin embargo, estos dispositivos no son muy comunes actualmente en el mercado.



En la Tabla 5 se analiza algunas de las características que presentan estos dispositivos que se encuentran en el comercio y de los dispositivos realizados en proyectos anteriores con el fin de identificar si existen dosificadores con el mismo tipo de funcionamiento con el que se va a realizar en el presente proyecto:

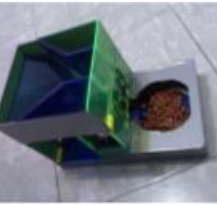
*Tabla 5 Características de algunos dispositivos en el mercado*

Dispositivo	Tipo de comida	Tipo de mascota	Funcionamiento	Capacidad	Costo COP	referencia
	Sólida/ Líquido	Todas	Sencillo	Según el tamaño	\$10.000	(Mascote-ros, 2018)
	Sólida	Todas	Manual	1Kg	\$38.220	(Mercado-libre, 2018)




	Sólida	Pequeño y Medianos	Pantalla LCD/6 servicios de comida/porciones entre 4 a 400 g/detección por infrarrojo/mensaje de voz/ 3 pilas alcalinas (D)	1.5Kg	\$350.600	(Viral Spain, 2018)
---	--------	--------------------	---	-------	-----------	---------------------

Continuación Tabla 5

Dispositivo	Tipo de comida	Tipo de mascota	Funcionamiento	Capacidad	Costo COP	referencia
	Sólida/ Húmeda	Pequeño y Mediano	Pantalla LCD/5 servicios de comida/mensaje de voz/4 pilas alcalinas (C)	500g	\$318.000	(Amazon, 2018)
	Sólida	Todas	Pantalla LCD/6 servicios de comida/Programación de hora y cantidad de comida/3 pilas alcalinas (D)	3Kg	\$200.000	(Amazon, 2018)
	Sólida	Todas	Dosificación en tiempo exacto desde el celular iOS y Android / detección infrarroja/mensaje de voz/10 raciones de 10g/conexión wifi/ (Dc)	2Kg	\$814.500	(Amazon, 2018)

	Sólida	Pequeño	Dosificación en tiempo exacto desde el celular Android /Tarjeta raspberry pi/conexión wifi/ Corriente continua (Dc)		\$962.000	(Zapata Valencia & Gil Agudelo, 2017)
---	--------	---------	---	--	-----------	---------------------------------------

Continuación Tabla 5

Dispositivo	Tipo de comida	Tipo de mascota	Funcionamiento	Capacidad	Costo COP	referencia
	Agua	Todas	Presión atmosférica	5.7L / 11L	\$107.000	(Ebay, 2018)
	Agua/ comida	Pequeños y Medianos	Presión atmosférica	128 Kg/ agua según tamaño de la botella	\$16.000	(DHGate, 2018)
	Agua	Menores a 18Kg	Automática/Filtro que mantiene 4 semanas el agua limpia/ Corriente continua (dc)	1.5L agua según tamaño de la capacidad del dispositivo	\$163.000	(Amazon, 2018)

Con estos dispositivos se realiza la tarea de suministrar y dosificar la alimentación a las mascotas, obteniendo como resultado:

- En los dispositivos sencillos el dueño de la mascota es el que se encarga de suministrar la cantidad de comida en cualquier momento y no hay ningún control ni dosificación adecuada. Se pueden utilizar tanto para comida sólida como para agua.
- Algunos de estos dispositivos presentan un sistema de llamado por medio de voz para que el animal escuche a su dueño y se acerque a consumir el alimento.
- No se presenta ningún tipo de dispositivo encargado del control de agua. Sólo hay disponibles dispensadores que están en constante funcionamiento y filtrando el agua para que esta se mantenga limpia y fresca.
- En los dispositivos programados el dueño por medio de un mensaje de voz realiza una comunicación con un dispositivo infrarrojo el cual mediante una programación previamente establecida se encargará de suministrar el alimento a la mascota
- Los dosificadores son controlados por medio de una aplicación que me permite controlar en el suministro del alimento con diez diferentes opciones para racionar la alimentación para la mascota.
- En los dispositivos realizados con la tarjeta raspberry permite controlar en tiempo real el suministro del alimento para la mascota ya con una programación previamente establecida la cual nos enlaza a una red wifi y nos permite llevar un control de la alimentación de la mascota por medio de un aplicativo de Android.



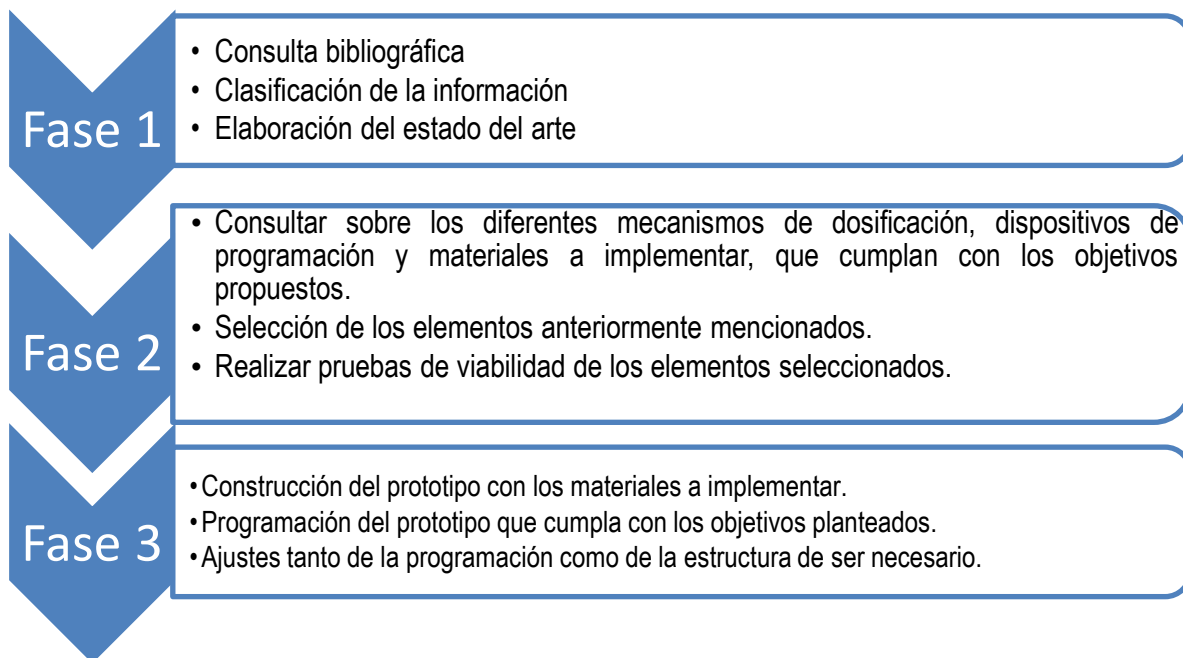
## 4 METODOLOGÍA Y ASPECTOS PRELIMINARES

### 4.1 METODOLOGÍA

Como ya se indicó en la sección 1.2, la propuesta presentada se encamina a dar solución a la necesidad existente en cuanto a la adecuada alimentación de gatos y perros de raza pequeña, donde para dar respuesta a dicha problemática se elaboró un esquema con una secuencia de fases los cuales buscan dar cumplimiento a los objetivos planteados en el presente proyecto como se muestra en la Figura 11, basados en la teoría del método científico experimental ya que, éste se centra principalmente, en el estudio de un contexto específico, orientado a dar una solución de forma práctica.

El método más corriente en la ciencia es el hipotético-inductivo, que parte de la observación, elabora un modelo interpretativo de los hechos observados y luego procede a corregir el modelo inicial a partir de nuevas observaciones. Puede, además, experimentar: provocar situaciones nuevas relacionadas con los procesos naturales analizados, que permiten otras informaciones más allá de las logradas por la mera observación. O sea, el método científico se aplica, ante todo, observando y registrando fenómenos naturales que son evidentes. La verdad científica es, por tanto, la correspondencia entre las realidades naturales y las teorías científicas que explican cómo son. El científico formula una generalización, hipótesis científica, basada en sus observaciones. Esta generalización le permite hacer predicciones. Es entonces cuando el científico comprueba su hipótesis realizando experimentos para determinar si el resultado predicho es obtenido. Si sus predicciones prueban ser verdad, él puede considerar su hipótesis verificada. Así, su teoría pasa a tener el status de ley científica (Deiana, Granados, & Sardella, 2018).

Figura 11 **Secuencia metodología propuesta**



## 4.2 ASPECTOS PRELIMINARES

Los aspectos preliminares que se definen para el presente proyecto se enfocan en el tipo de alimento a dispensar, cantidades de almacenamiento y dosificación, tamaño del animal, software a utilizar, materiales y modo de dosificación tal como se describe a continuación.

### 4.2.1 Aspectos del prototipo relacionados con el animal:

- Dosificar alimento sólido en forma de “croquetas” y agua para perros y gatos de raza pequeña.
- El peso del animal no debe superar los 25 kg.
- La cantidad máxima de almacenamiento de comida será de 4 kg.
- La cantidad máxima de almacenamiento de agua será de 2 litros.
- Los intervalos de dispensado se realizarán acorde a los parámetros establecidos por el usuario, digitados inicialmente por medio de la aplicación móvil, es decir, el usuario asigna la cantidad de veces que se debe dispensar alimento y cantidad en gramos dependiendo de las necesidades del animal, para ello se recomiendan las tablas nutricionales que se muestran en la Tabla 6 en el caso de los perros y Tabla 7 en el caso de los gatos.

*Tabla 6 Ración Diaria para perros*

RACIÓN DIARIA (TAZAS/GRAMOS)		
PESO	GRAMOS	CANTIDAD
1 - 3 kg	50 - 90 g	1/2 a 1 taza
3 - 5 kg	90 - 120 g	1 a 1 1/4 taza
5 - 10 kg	120 - 190 g	1 1/4 a 1 3/4 taza
10 - 15 kg	190 - 260 g	1 3/4 a 2 1/2 taza
15 - 20 kg	260 - 310 g	2 1/2 a 3 taza
20 - 30 kg	310 - 410 g	3 a 4 taza
30 - 40 kg	410 - 500 g	4 a 4 3/4 taza
40 - 50 kg	500 - 590 g	4 3/4 a 5 1/2 taza
50 - 60 kg	590 - 660 g	5 1/2 a 6 1/4 taza
60 - 70 kg	660 - 740 g	6 1/4 a 7 taza
70 - 80 kg	740 - 800 g	7 a 7 1/2 taza

Fuente: tomado de (Alimento animal , 2018)

*Tabla 7 Ración Diaria para gatos*

Peso	Gramos comida/día
2 Kg	25 - 40
3 Kg	35 - 50
5 Kg	40 - 60
6 Kg	55 - 85
7 Kg	60 - 90
8 Kg	70 - 100

**Fuente: Tomada de (Pet care, 2018)**

4.2.2 Aspectos relacionados con la estructura del prototipo:

- El diseño de la estructura mecánica se realizará en el software SketchUP.
- El dispositivo de control a implementar será Arduino NodeMCU, ya que al realizar una comparación técnico – económico con otras referencias de Arduino se obtuvo el resultado que se muestra en la Tabla 8 **Comparación referencias Arduino** Tabla 8.

*Tabla 8 Comparación referencias Arduino*

Ref Arduino	Módulos Incorporados	Consumo de energía	Pines IN/OUT	Costo
NodeMCU	WIFI	5 V / 8 mA	17	Bajo
Nano	NA	3.3 / 50 mA	14	Medio
Pro mini	NA	5 V/ 40 mA	14	Medio

**Fuente: Autoría propia.**

- El prototipo contará con un sistema dosificador de alimento y agua.
- El prototipo permitirá visualizar estados de operación por medio de una pantalla LCD.
- Contará con una aplicación para dispositivos Android.
- La comunicación del prototipo se realizará por medio de conexión WIFI con dispositivos móviles que contengan sistema operativo Android.
- Tendrá una tensión de 24 VDC y tendrá una fuente reductora la cual se alimentará con una batería que le permitirá cierta autonomía y además se podrá conectar a la red de 120 VAC.
- Los materiales iniciales de construcción del prototipo serán de tipo plástico, madera y PVC.


## 5 DISEÑO DEL PROTOTIPO

En esta sección se describe el diseño tanto de la estructura mecánica donde se define el sistema de dosificación, los materiales a implementar y las dimensiones, como del sistema de control donde se determina el dispositivo programable a utilizar, módulos de sensores y actuadores y diseño de la aplicación para dispositivos Android.

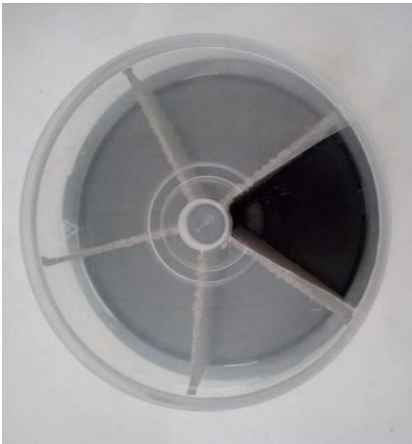

### 5.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DOSIFICADOR

Tras realizar la construcción de dos de los tipos de dosificación descritos en la sección 3.1.7 con el fin de determinar el mecanismo más eficiente que cumpliera con los objetivos propuesto, se obtuvo lo que se muestra en la Tabla 9, donde se puede concluir que para el caso se empleará el tornillo sinfín.

Tabla 9 *Evaluación sistema dosificador*

TIPOS DE DOSIFICADOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p><b>Tornillo Sinfín</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sencillez de fabricación</li> <li>• Sistema a bajo costo</li> <li>• Existe una gran variedad en cuanto a la construcción de las hélices con respecto al material a trasportar y función a realizar.</li> <li>• Proporciona una cantidad exacta del producto a trasportar</li> <li>• Permite variar la cantidad del producto a trasportar según la cantidad de tiempo en funcionamiento, dependiendo las necesidades del usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No permite que sea de gran longitud ya que dificulta su funcionamiento y aumenta la potencia para su accionamiento.</li> <li>• Está limitado para materiales de transporte excesivamente frágiles.</li> </ul>

Continuación Tabla 9

TIPOS DE DOSIFICADOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p data-bbox="266 457 651 489"><b>Puerta Rotativa con Divisiones</b></p> 	<ul data-bbox="716 464 1053 569" style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona una cantidad de producto exacta.</li> <li>• Fácil construcción</li> </ul>	<ul data-bbox="1086 464 1432 716" style="list-style-type: none"> <li>• No es posible variar la cantidad de forma exacta según las necesidades del usuario.</li> <li>• Requiere una mayor potencia para su accionamiento.</li> </ul>
<p data-bbox="306 1010 610 1041"><b>Dispensador de Cereales</b></p> 	<ul data-bbox="716 1010 1053 1293" style="list-style-type: none"> <li>• Permite dosificar de manera sencilla el alimento.</li> <li>• Dosifica la cantidad que el usuario requiera a partir del tiempo de funcionamiento del motor.</li> </ul>	<ul data-bbox="1086 1010 1432 1367" style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta los costos de fabricación.</li> <li>• Requiere una mayor potencia para su funcionamiento ya que sus materiales son más pesados. En ocasiones se atasca el alimento en las aspas del sistema dosificador.</li> </ul>



Fuente: Propia autoría.

## 5.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA DEL PROTOTIPO

### 5.2.1 Dimensiones del prototipo

Para determinar las dimensiones del prototipo se realizaron distintas mediciones con el fin de establecer tanto el tamaño de los tanques de almacenamiento como la autonomía del mismo, las cuales se describen en la Tabla 10.

Tabla 10 Dimensiones del prototipo

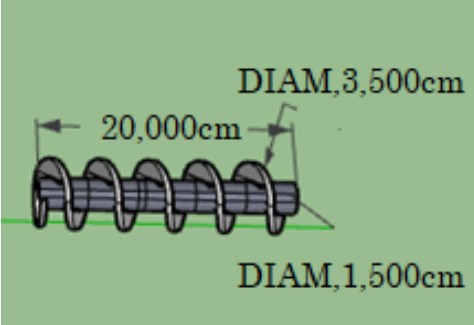
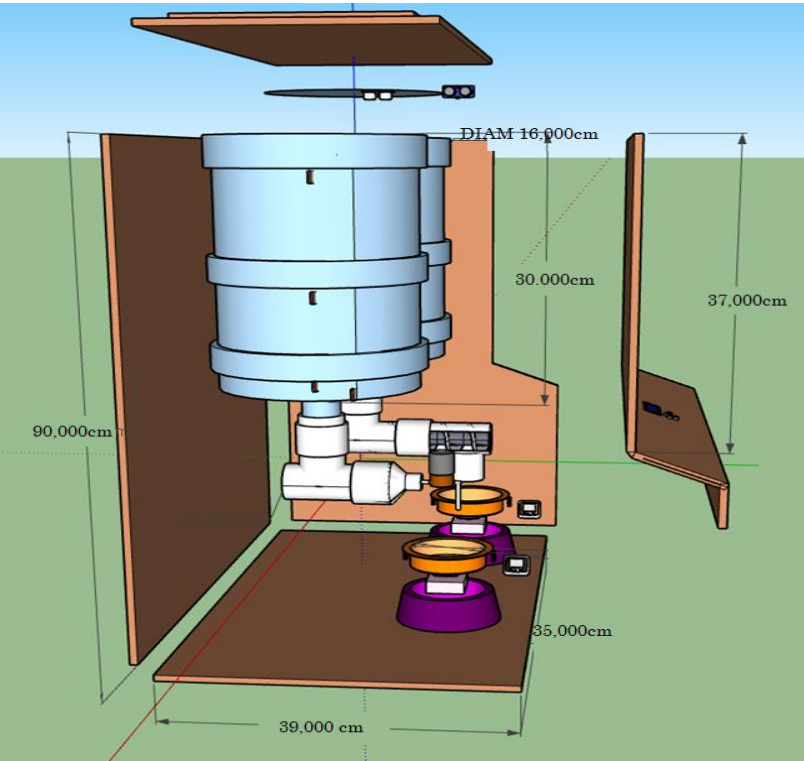
Elemento	Descripción
	<p>Para los tanques de almacenamiento se pesaron 3 kg de alimento de la marca dog chow que tiene una tamaño promedio con respecto a las demás marcas de concentrado, con el fin de determinar el volumen que va a ocupar en el tanque de almacenamiento y así establecer la autonomía del prototipo teniendo en cuenta las tablas nutricionales recomendadas que se muestran en Tabla 6 y Tabla 7 dónde se obtuvo que para un perro de aproximadamente 20 kg con una ración de 310 - 400 kg de alimento diario tendría una autonomía de 8 a 9 días aproximadamente, y para el caso de los gatos el tanque puede ser intercambiable con una tamaño menor con el fin de tener la misma autonomía. Para el caso del tanque de almacenamiento de agua se realizó conservando las dimensiones del tanque de almacenamiento de alimento.</p>
	<p>Para determinar la altura del prototipo se tuvo en cuenta el tamaño de los tanques de almacenamiento y la longitud del ducto de transporte que tiene alojado en su interior el tornillo sinfín el cual realiza el transporte del alimento, adicional a ello el espacio existente entre la desembocadura del ducto de transporte y el recipiente que va a recibir el alimento para finalmente ser consumido, con el fin de que sea cómodo y de fácil acceso para el animal.</p>

Fuente: Propia autoría

### 5.2.2 Etapa de desarrollo

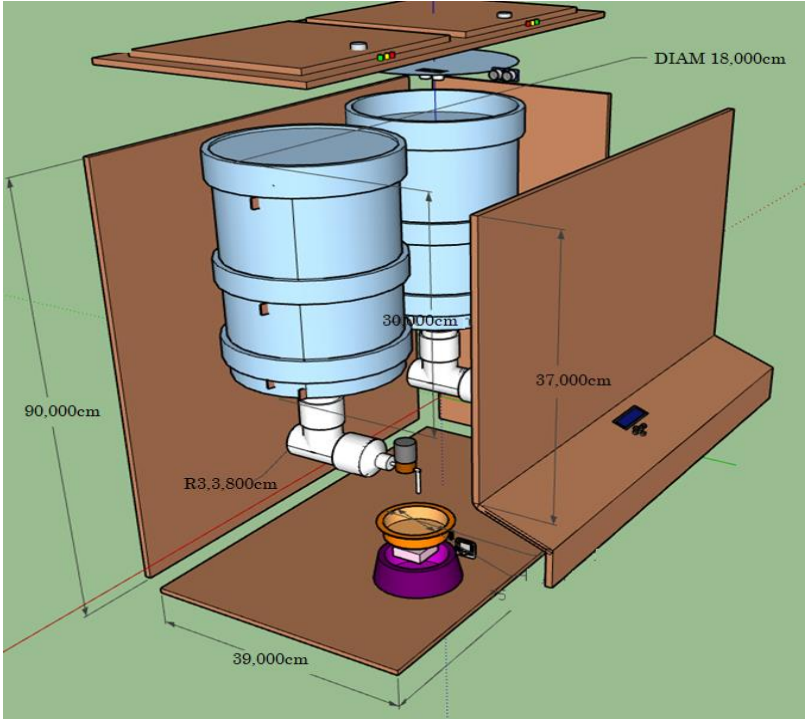
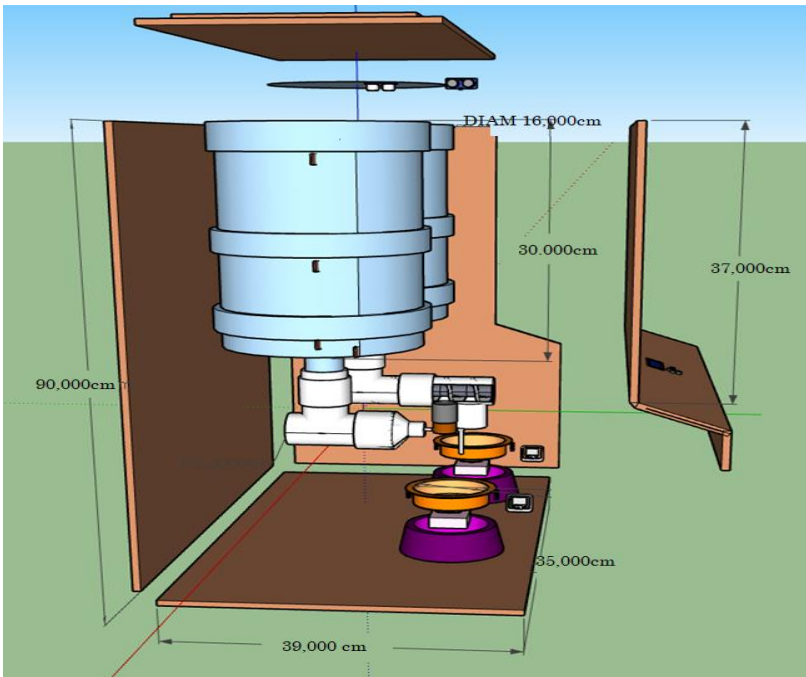
Como se mencionó en la sección 4.2 el diseño de la estructura mecánica que realizó en el software SketchUP, con el fin de establecer con precisión las dimensiones que tendrán cada una de las piezas que conformarán dicha estructura tales como alto, ancho, profundidad, diámetro de los tanques de almacenamiento, altura de los mismos, longitud del tornillo sinfín y radios correspondientes, longitud y diámetro del ducto de transporte como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11 **Diseño SketchUP**

VISTA	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="560 619 722 651">Tornillo sinfin</p> 	<p data-bbox="1063 655 1396 762">Como se observa, el tornillo sinfin contará con las siguientes dimensiones:</p> <ul data-bbox="1063 768 1396 913" style="list-style-type: none"> <li>• Longitud: 20 cm</li> <li>• Diámetro externo: 3,5 cm</li> <li>• Diámetro interno: 1,5 cm</li> </ul>
<p data-bbox="560 1024 722 1056">Vista Lateral</p> 	<p data-bbox="1063 1058 1396 1165">Como se observa, la estructura contará con 5 piezas que la conforman.</p>

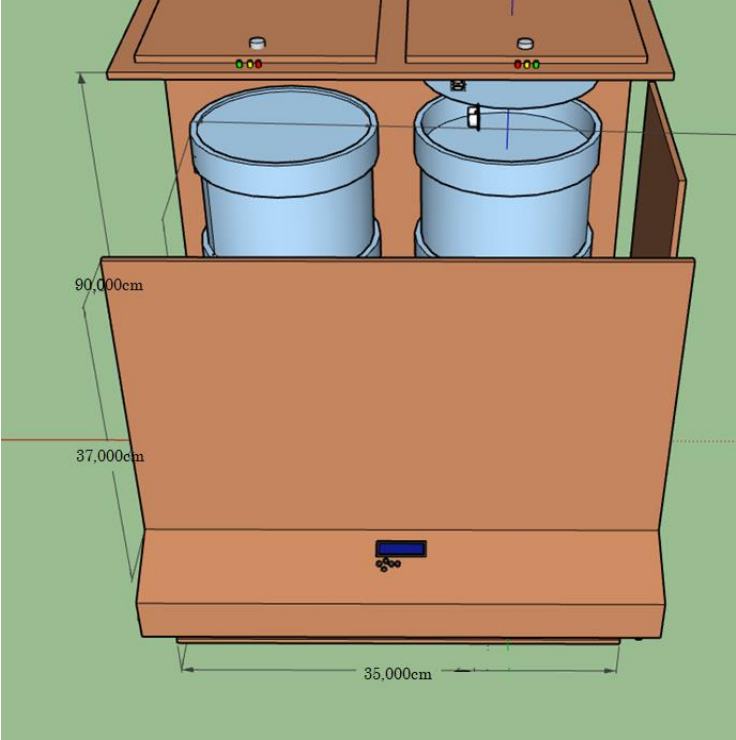
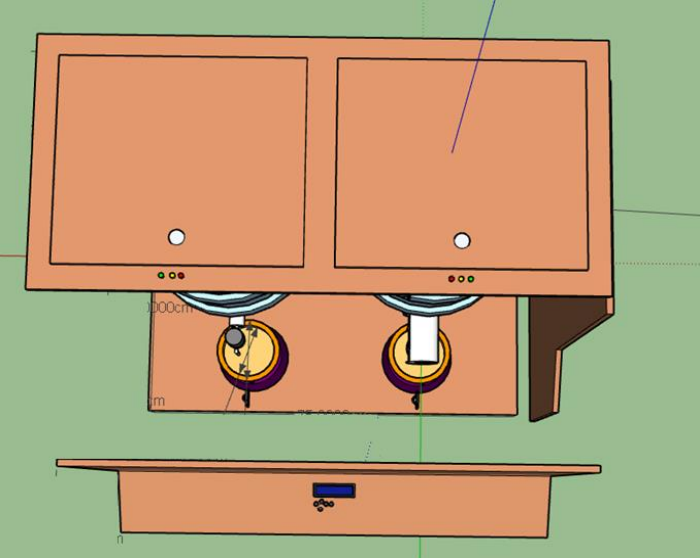


Continuación Tabla 11

VISTA	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="542 365 734 401">Vista Isométrica</p>  <p>The isometric view shows a complex assembly with a large cylindrical component (DIAM 18,000cm) mounted on a base. The base has a width of 39,000cm and a height of 37,000cm. A vertical dimension of 90,000cm is shown on the left. A radius of R3,3,800cm is indicated for a curved part. A smaller cylindrical component has a height of 30,000cm.</p>	<p data-bbox="1062 401 1393 506">Cada una de las piezas contará con las siguientes medidas:</p> <ul data-bbox="1062 514 1339 703" style="list-style-type: none"> <li>• Frontal: 37x35 cm</li> <li>• Lateral: 90x39 cm</li> <li>• Posterior: 90x35 cm</li> <li>• Superior e inferior: 35x39 cm</li> </ul>
<p data-bbox="565 1163 711 1199">Vista Lateral</p>  <p>The lateral view shows the assembly from the side. The main cylindrical component has a diameter of DIAM 16,900cm. The base has a width of 39,000cm and a height of 37,000cm. A vertical dimension of 90,000cm is shown on the left. A smaller cylindrical component has a height of 30,000cm. A dimension of 35,000cm is shown for the base's depth.</p>	<p data-bbox="1062 1199 1393 1304">Como se observa, la estructura contará con 5 piezas que la conforman.</p>



Continuación Tabla 11

VISTA	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="542 367 734 401">Vista Isométrica</p> 	<p data-bbox="1062 403 1398 548">Los tanques de almacenamiento contarán con las siguientes dimensiones</p> <ul data-bbox="1062 552 1305 625" style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro: 16 cm</li> <li>• Altura: 30 cm</li> </ul>
<p data-bbox="555 1207 721 1241">Vista superior</p> 	<ul data-bbox="1062 1247 1398 1430" style="list-style-type: none"> <li>• La pieza superior contara con una ventana por donde serán introducidos el alimento y el agua.</li> </ul>

Fuente: Propia autoría.

### 5.2.3 Características de las piezas

Como se mencionó en la sección 4.2 los materiales a implementar serán plástico madera y PVC, ya que estos son de bajo costo para la estructura mecánica, tanques de almacenamiento y ductos de transporte respectivamente, en la Tabla 12 se muestran las piezas reales del prototipo.





*Tabla 12 Piezas de la estructura mecánica*

Pieza	Material de construcción	Descripción
<p>Vista Isométrica</p> 	<p>Madera</p>	<p>Está construido por 5 placas de madera de 5mm de espesor, el cual tiene como función dar soporte y proteger los tanques de almacenamiento y la parte de control</p>
<p>Vista Isométrica</p> 	<p>Madera</p>	<p>El prototipo cuenta con una puerta frontal la cual permite tener un control visual del estado de los tanques de almacenamiento.</p>

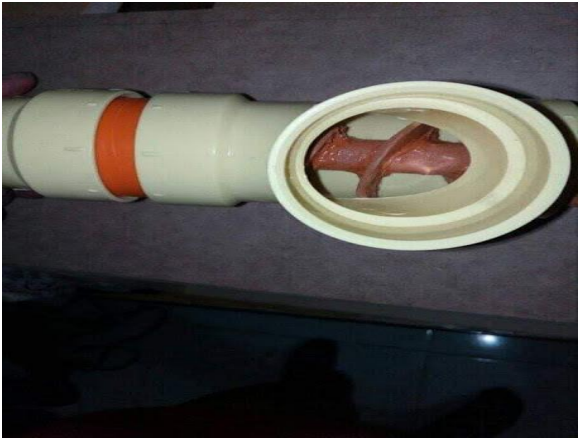
Continuación Tabla 12

Pieza	Material de construcción	Descripción
<p data-bbox="451 403 597 436">Vista Frontal</p> 	<p data-bbox="883 478 974 512">Madera</p>	<p data-bbox="1045 478 1357 546">Estructura con todas sus piezas unidas.</p>
<p data-bbox="363 1201 688 1234">Tanque de almacenamiento</p> 	<p data-bbox="883 1381 974 1415">Plástico</p>	<p data-bbox="1045 1381 1250 1415">agua y croquetas</p>

Continuación Tabla 12

Pieza	Material de construcción	Descripción
<p>Tornillo sinfin</p> 	<p>Madera</p>	<p>Está diseñado con el fin de transportar el alimento desplazándolo entre las ranuras.</p>
<p>Codo</p> 	<p>PVC</p>	<p>Pieza final del ducto de transporte.</p>
<p>Yee</p> 	<p>PVC</p>	<p>Pieza que conduce el alimento del tanque de almacenamiento al tornillo sinfin</p>
<p>Ductos de transporte</p> 	<p>PVC</p>	<p>Canaliza el alimento hasta el plato de la mascota.</p>

Continuación Tabla 12

Pieza	Material de construcción	Descripción
<p data-bbox="337 403 716 436">Ducto de transporte vista interna</p> 	<p data-bbox="899 436 959 470">PVC</p>	<p data-bbox="1045 436 1357 506">Ducto con el tornillo sinfín en su interior.</p>

Fuente: Propia Autoría

### 5.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROTOTIPO

En esta sección se describe de manera detallada el diseño de control del prototipo, la placa seleccionada la cual permite ser programada en la interfaz de Arduino y software a implementar para su desarrollo, variables de entrada y salida y la aplicación para dispositivos Android.

#### 5.3.1 Variables de entrada y salida

Para iniciar con la construcción del código de programación es necesario establecer las variables de entrada y salida como se muestra en la Tabla 13 con el fin de tener claridad en la estructura que va a tener dicho código y este tenga el funcionamiento esperado.

Tabla 13 *Variables de entrada y salida*

	VARIABLE	TIPO DE SEÑAL
ENTRADA	Flotador	Digital
	Sensor de peso	Decodificador análogo-digital
SALIDA	Motor	
	Electroválvula	

Fuente: Propia Autoría

#### 5.3.2 Placa Seleccionada

Como se observa en la Tabla 8 la placa NodeMCU posee las características que mejor se ajustan para el desarrollo del presente proyecto que cumple con lo planteado en los objetivos.

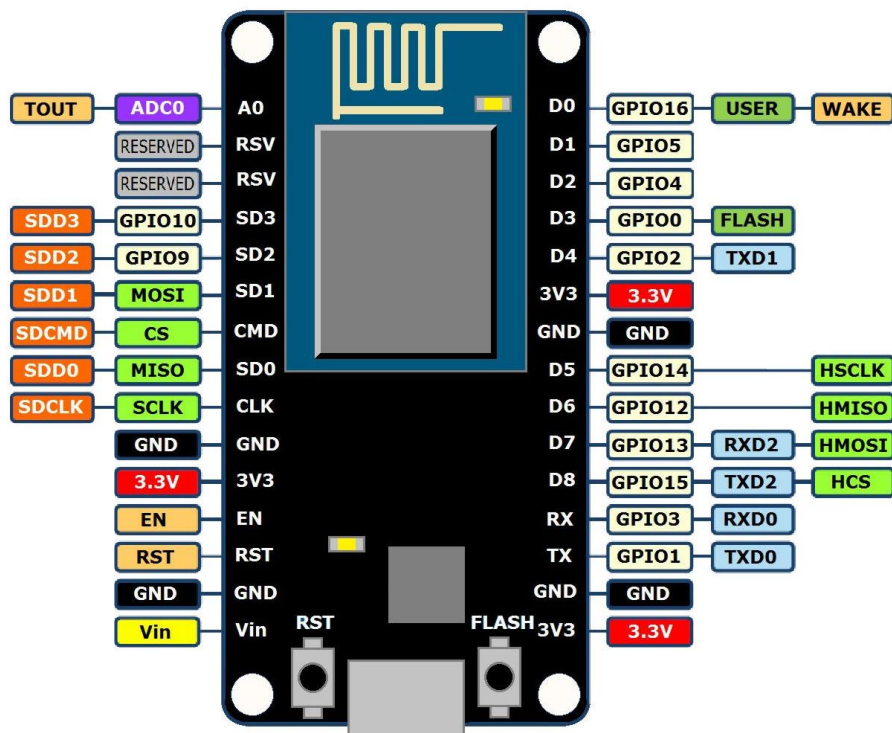
El NodeMCU es un kit de desarrollo de código abierto basado en el popular chip ESP8266 (ESP-12E), que utiliza el lenguaje de programación Lua y C++ para crear un ambiente de desarrollo propicio para aplicaciones que requiera conectividad Wifi de manera rápida.

El ESP8266 es un chip altamente integrado diseñado para las necesidades de un nuevo mundo conectado. Ofrece una solución completa y autónoma de redes Wi-Fi, lo que le permite alojar la aplicación o servir como puente entre Internet y un microcontrolador.

El ESP8266 tiene potentes capacidades a bordo de procesamiento y almacenamiento que le permiten integrarse con sensores y dispositivos específicos de aplicación a través de sus GPIOs con un desarrollo mínimo y carga mínima durante el tiempo de ejecución. Su alto grado de integración en el chip permite una circuitería externa mínima, y la totalidad de la solución, incluyendo el módulo está diseñado para ocupar el área mínima en un PCB. (Electronilab, 2019)

En la Figura 12 **Pines Arduino** se observan los pines con los que cuenta el Arduino seleccionado.

Figura 12 Pines Arduino



Fuente: tomada de (Electronilab, 2019)

#### Características

- Código abierto
- Interactivo

- Programable
- Bajo costo
- Sencillo
- Inteligente
- WIFI
- Compatible con Arduino
- USB-TTL included, plug&play
- 10 GPIO, every GPIO can be PWM, I2C, 1-wire
- FCC CERTIFIED WI-FI module
- PCB antena, (Electronilab, 2019)

### 5.3.2.1 Lenguaje de programación

C++ es un lenguaje imperativo orientado a objetos derivado del C. En realidad, un superconjunto de C, que nació para añadirle cualidades y características de las que carecía. El resultado es que, como su ancestro, sigue muy ligado al hardware subyacente, manteniendo una considerable potencia para programación a bajo nivel, pero se le han añadido elementos que le permiten también un estilo de programación con alto nivel de abstracción. Estrictamente hablando, C no es un subconjunto de C++; de hecho, es posible escribir código C que es ilegal en C++. Pero a efectos prácticos, dado el esfuerzo de compatibilidad desplegado en su diseño, puede considerarse que C++ es una extensión del C clásico. La definición "oficial" del lenguaje nos dice que C++ es un lenguaje de propósito general basado en el C, al que se han añadido nuevos tipos de datos, clases, plantillas, mecanismo de excepciones, sistema de espacios de nombres, funciones inline, sobrecarga de operadores, referencias, operadores para manejo de memoria persistente, y algunas utilidades adicionales de librería (en realidad la librería Estándar C es un subconjunto de la librería C++), (EcuRed, 2019).

Conceptos generales de la programación orientada a objetos:

- Clase: Es una plantilla que define la estructura de un conjunto de objetos, que al ser creados se llamarán las instancias de la clase. Esta estructura está compuesta por la definición de los atributos y la implementación de las operaciones (métodos).
- Objeto: Es la implementación de una instancia de clase, es decir, una ocurrencia de esta, que tiene los atributos definidos por la clase, y sobre la que se puede ejecutar las operaciones definidas en ella.
- Identidad: Característica de cada objeto que lo diferencia de los demás, incluyendo de aquellos que pudieran pertenecer a la misma clase y tener los mismos valores en sus atributos.
- Herencia: Es la capacidad que tienen las clases para heredar propiedades y métodos de otras clases. (EcuRed, 2019)

En la Tabla 14 se muestran las ventajas y desventajas que presenta el lenguaje de programación C++, (Multimedia , 2013).

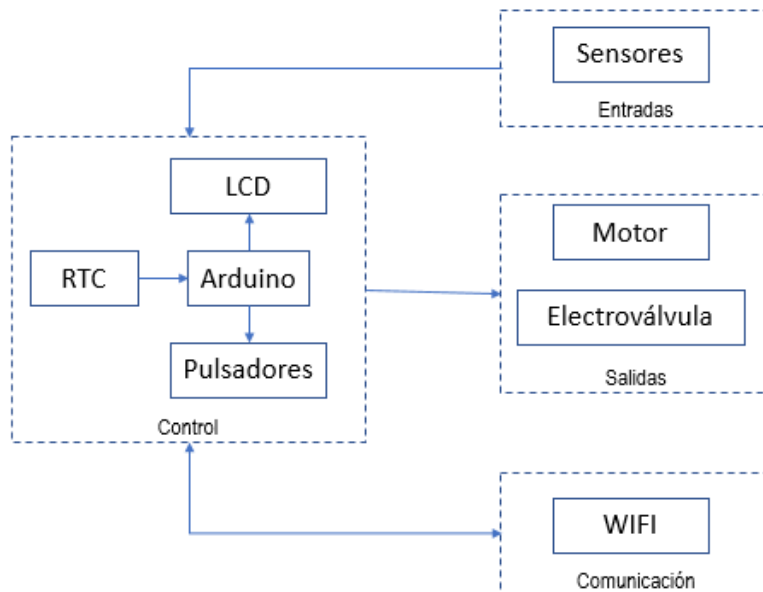
Tabla 14 Lenguaje C++

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenguaje de programación orientado a objetos.</li> <li>• Lenguaje muy didáctico, con este lenguaje puedes aprender muchos otros lenguajes con gran facilidad, como C#, Java, Visual Basic, Javascript, PHP, entre otros.</li> <li>• Es muy potente en lo que se refiere a creación de sistemas complejos, un lenguaje muy robusto.</li> <li>• Actualmente, puede compilar y ejecutar código de C, ya viene con librerías para realizar esta labor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es más complejo de usar q otros lenguajes de programación.</li> <li>• Tiene mayor grado de dificultad programar bases de datos</li> </ul>

### 5.3.3 Esquema General de Funcionamiento

En la Figura 13 se muestra el esquema general de funcionamiento del prototipo. En el diagrama de bloques se observan cuatro bloques que conforman el sistema de control.

Figura 13 Esquema general de funcionamiento



**Fuente: Propia Autoría**

El módulo control contiene el Arduino que es el encargado de manejar el prototipo de acuerdo al funcionamiento establecido, la pantalla LCD que permite la visualización del estado del prototipo, el reloj de tiempo real (RTC) que se encarga de sincronizar el tiempo del Arduino con el tiempo de la

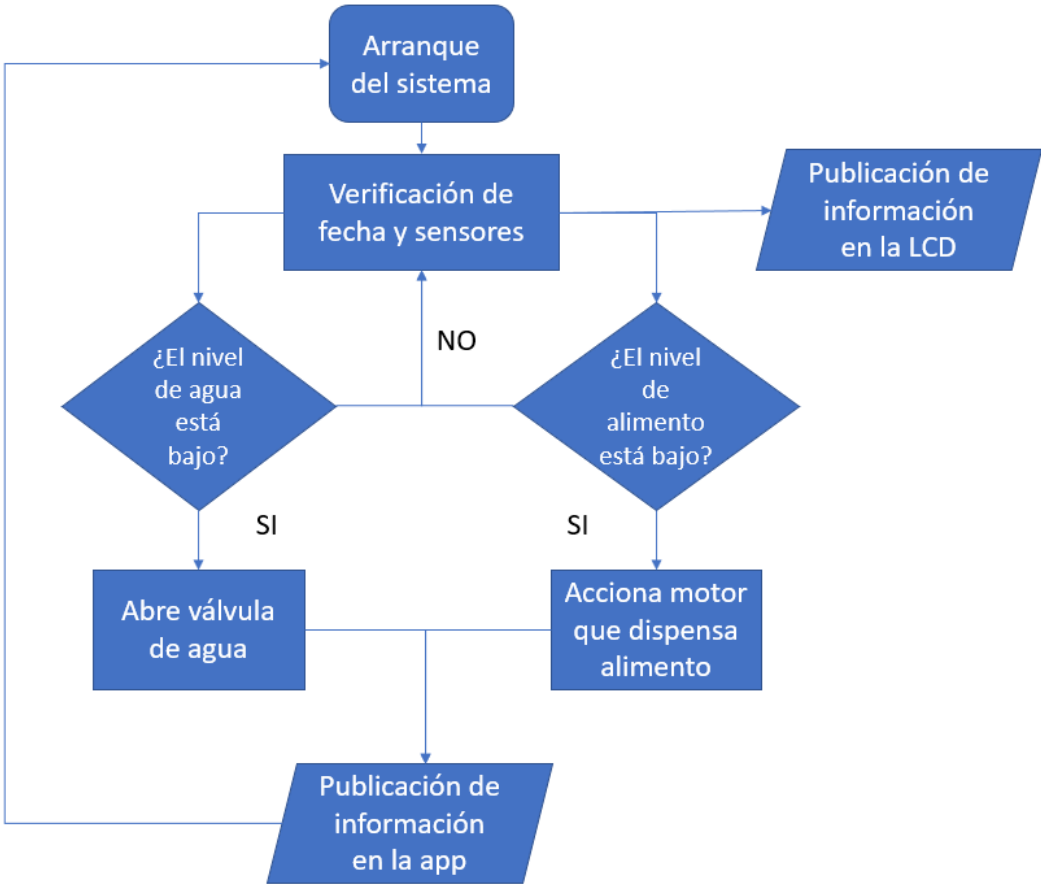


aplicación móvil y los pulsadores que permiten seleccionar acciones a realizar, el módulo sensores está compuesto por dos sensores flotadores de nivel, dos sensores de peso, los cuales envían las señales al Arduino del estado de los platos y los tanques de almacenamiento respectivamente, el módulo salidas, está conformado por el motor y la electroválvula, los cuales tras recibir la orden enviada por el Arduino permiten el paso del agua y el alimento según sea el caso y por último el módulo comunicación está conformado por el módulo WIFI integrado en el Arduino, que permite la visualización del estado del prototipo de forma remota.

5.3.4 Diagrama de Flujo General

El diagrama de flujo que se muestra en la Figura 14 corresponde a las acciones que van a realizar cada uno de los sensores y actuadores del prototipo dependiendo de la señal enviada por el Arduino, donde se observa que inicialmente los sensores de peso de los platos realizan una verificación del estado de los mismo y si este está vacío y concuerda con la hora establecida por el usuario, se activan el motor y la electroválvula, según sea el caso, de lo contrario se realiza una nueva verificación para corroborar los datos y al mismo tiempo se realiza la publicación de los datos tanto en la pantalla LCD como en la aplicación móvil.

Figura 14 Diagrama de flujo del funcionamiento

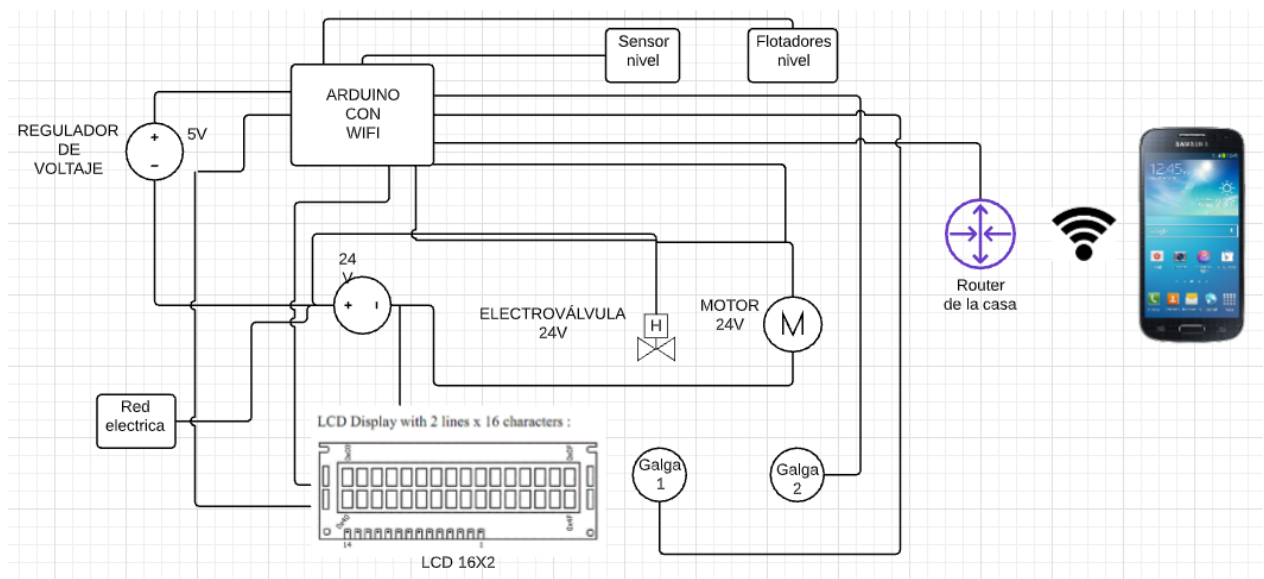


Fuente: Propia Autoría

### 5.3.5 Diagrama de Funcionamiento P&ID

Haciendo uso de los diagramas P&ID, que son una ilustración esquemática de los componentes relacionados en el flujo de proceso físico, en el campo de la instrumentación y control o de la automatización. Generalmente son creados por ingenieros que están diseñando un proceso de producción para una planta física (LucidChart, 2019), donde se observa la conexión física del prototipo, con todos sus elementos, tales como: fuente de alimentación de 24 Vdc donde estarán conectados el motor, la electroválvula y la fuente reductora a 5 Vdc donde estarán conectados el Arduino, la LCD y el reloj de tiempo real, y finalmente los sensores están conectados en las salidas del Arduino, como se muestra en la Figura 15 **Diagrama P&ID** Figura 15.

Figura 15 **Diagrama P&ID**



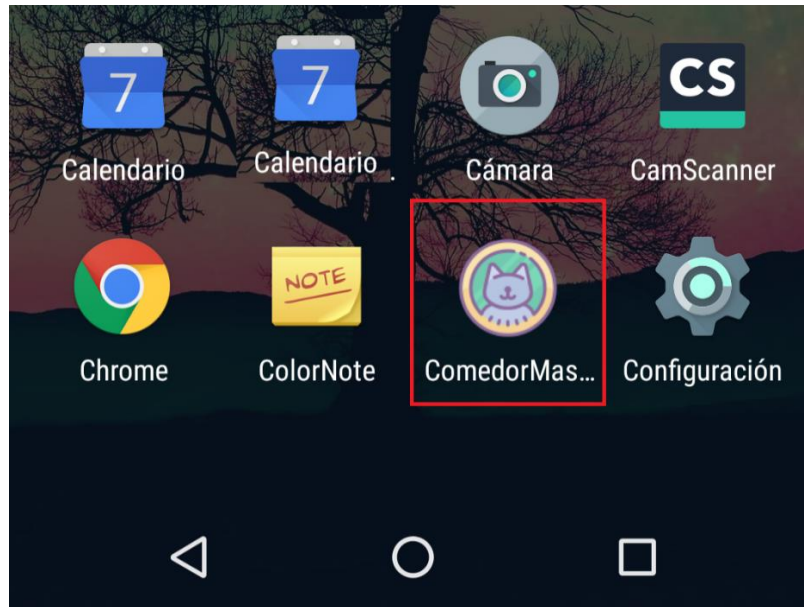
**Fuente: Propia Autoría.**

### 5.3.6 Aplicación para Dispositivos Móviles con Sistema Operativo Android

La aplicación móvil permitirá observar el estado de los platos de forma visual con el fin de tener un control de forma remota, ya que permite al usuario en dado caso accionar tanto el motor como la electroválvula para realizar la dosificación en horas no establecidas, además contara con un reloj de tiempo real como se mencionó en la sección 5.3.3 que permite estar en sincronía con el Arduino.

La aplicación móvil puede ser descargada de manera sencilla desde cualquier dispositivo móvil con sistema operativo Android, denominada comedero mascotas como se muestra en la Figura 16,

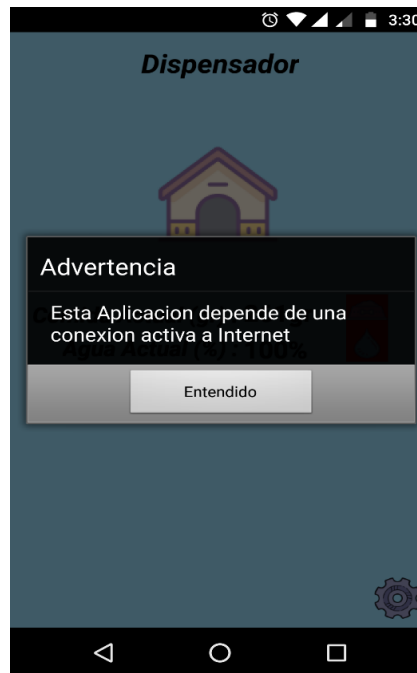
Figura 16 *Ícono de la Aplicación*



Fuente: Propia autoría

Inicialmente ésta muestra en pantalla un mensaje de advertencia donde indica que el dispositivo depende de conexión a internet como se muestra en la Figura 17

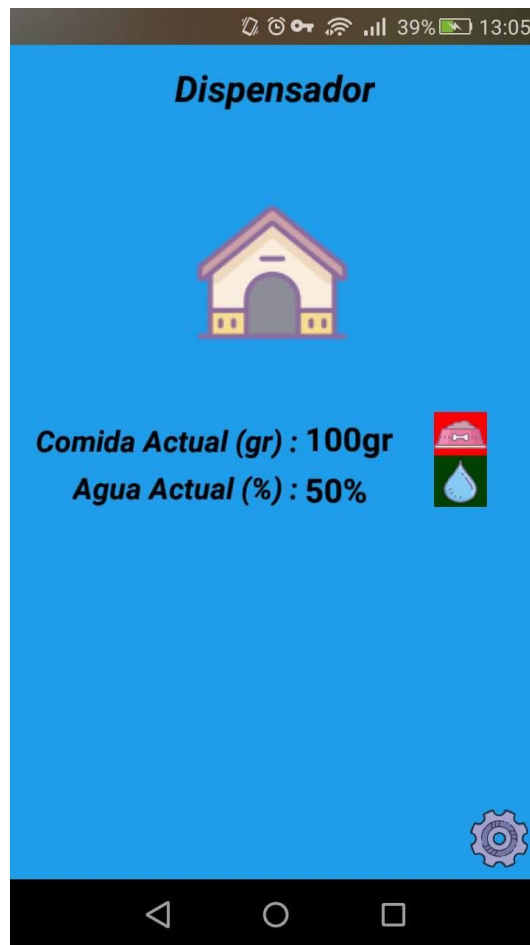
Figura 17 *Mensaje inicial Aplicación*



Fuente: Propia autoría

Posterior a ello la aplicación muestra la página principal donde se pueden observar los estados tanto de los platos, como de los tanques de almacenamiento, como se observa en la figura, en este caso el valor numérico es el que señala el nivel en el que se encuentran los platos y el icono del plato y la gota de agua representan el nivel de los tanques de almacenamiento, es decir, cuando se encuentra de color rojo indica que el tanque está vacío y caso contrario se encontraría de color verde, como se observa en la Figura 18.

Figura 18 **Página principal App**



Fuente: Propia autoría

En la

Figura 19 se observa la página de configuración, para ingresar se debe oprimir el ícono del piñón, inicialmente requiere una contraseña que para el caso es 1234, desde allí haciendo clic en la palabra

“nuevo” se establece la cantidad de veces, gramos de alimento y porcentaje de agua a dosificar respectivamente.



Fuente: Propia autoría

Finalmente, la Figura 20 se observa la pestaña manual, para ingresar se debe oprimir el ícono de la mano, desde allí se puede realizar la dosificación de forma manual en caso de ser requerida, es decir, se accionan tanto el motor como la electroválvula según sea el caso.

Figura 20 Pestaña Manual App



Fuente: Propia autoría

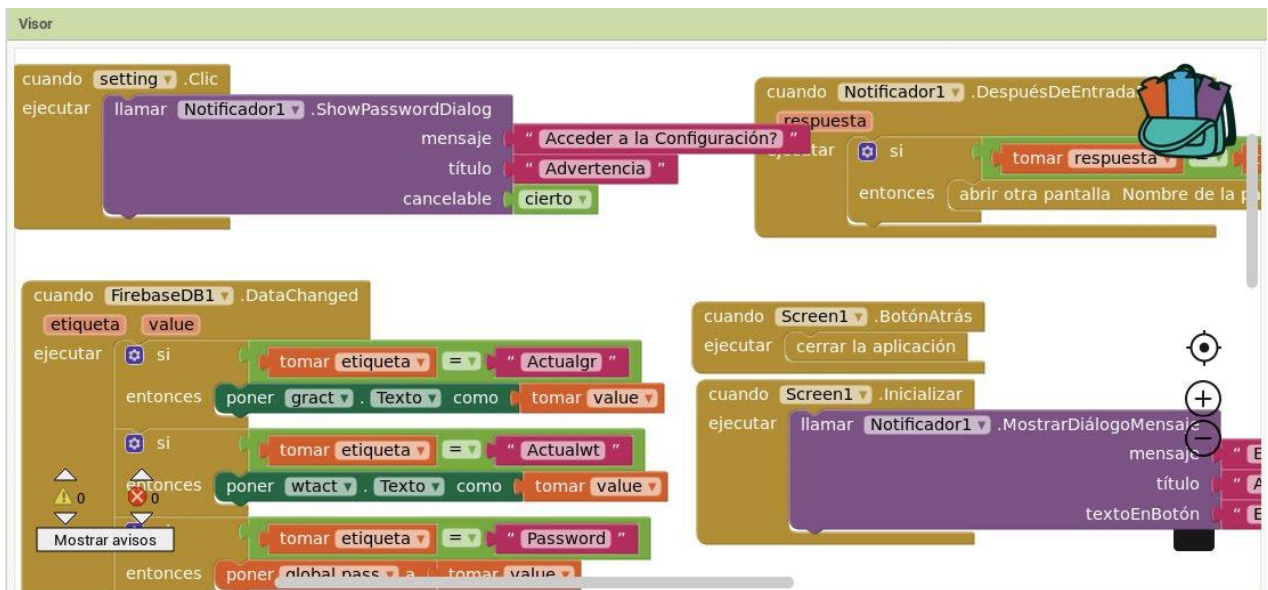
La aplicación móvil fue realizada en AppInventor, es un entorno de desarrollo de software creado por Google para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo de Android. El lenguaje es gratuito y se puede acceder fácilmente de la web. Las aplicaciones creadas con AppInventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil, (Programoergosum, 2019). En la Tabla 15 se mencionan las ventajas y desventajas de AppInventor más representativas.

Tabla 15 **Ventajas de Desventajas AppInventor**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pueden crear aplicaciones por medio de bloques de manera intuitiva y gráfica, sin necesidad de saber código de programación.</li> <li>• Se puede acceder en cualquier momento y cualquier lugar siempre que estemos conectados a internet.</li> <li>• ofrece varias formas de conectividad: directa, wifi o por medio del emulador.</li> <li>• permite descargar la aplicación mediante el apk al computador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No genera código Java para desarrollos más profundos.</li> <li>• Solo se puede desarrollar para Android.</li> </ul>

El lenguaje de programación implementado por esta aplicación es Scratch es un lenguaje visual desarrollado por el MIT y que, basándose en bloques que se unen a modo de puzle, supone un modo sencillo de aprender sobre programación. Pero esa sencillez de la interfaz o su colorido no debe ocultar que estamos ante un lenguaje también muy potente y que admite grandes proyectos que se pueden alcanzar de manera gradual, (Xataka, 2019), en la Figura 21 se muestra el código de programación con el que se realizó la aplicación para dispositivos móviles descrita anteriormente.

Figura 21 Código de programación Aplicación



Fuente: Propia autoría

## 6 PRUEBAS Y AJUSTES DEL PROTOTIPO

### 6.1 PRUEBAS

Luego de realizar la integración de todo el sistema del prototipo, se procede a realizar las configuraciones locales y remotas, para evaluar el funcionamiento. Las pruebas realizadas consisten en comprobar el correcto registro tanto de los sensores de peso como de los de nivel, para posteriormente accionar o interrumpir el motor o la electroválvula según sea el caso, verificar la recepción de los datos en la aplicación móvil y la activación del motor o electroválvula de forma remota, para establecer que ajustes se deben realizar según sea el caso, en la


Tabla 16 se registran las pruebas realizadas.

Tabla 16 Pruebas

Prueba de Funcionamiento
Requisitos Iniciales:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la configuración del prototipo en la aplicación.</li> <li>• Preparar los tanques de almacenamiento con su contenido respectivo.</li> <li>• Verificar la correcta conectividad.</li> </ul>	
Prueba	Funcionamiento con todos los elementos integrados.
Objetivo	Verificar el correcto funcionamiento del prototipo, desde sus sensores y actuadores, hasta la aplicación para dispositivos móviles.

Continuación Tabla 16

Prueba Estado de los sensores	
Objetivo	Verificar la medición realizada por los sensores de peso y de nivel.
Procedimiento	Se debe poner en los platos y en los tanques de almacenamiento un objeto con el peso conocido con el fin de validar la veracidad de los datos y visualización de los mismos.
Resultado Obtenido	 <p>Con la el objeto seleccionado de 2kg se logró verificar el correcto funcionamiento de los sensores de peso, ya que se visualiza en pantalla 2029 g.</p>



		<p>Como se observa el sensor flotador de nivel funciona correctamente ya que en la aplicación se puede observar que el tanque de agua está de color verde, lo que significa que está por encima del nivel.</p>
--	--	--

Continuación Tabla 16 Pruebas Tabla 16

Prueba de Funcionamiento del Tornillo Sinfin	
objetivo	Observar el libre tránsito por medio de las hélices del tornillo sinfin, con el fin de que el alimento sea transportado sin atascarse en el ducto de transporte.
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Como se observa el tornillo sinfin permite el libre tránsito del alimento, sin atascarse en el interior del ducto.</p>
Prueba de funcionamiento integrada	

Objetivo	Observa el funcionamiento del sistema de dosificación con todos sus elementos incorporados.
Resultado Obtenido	


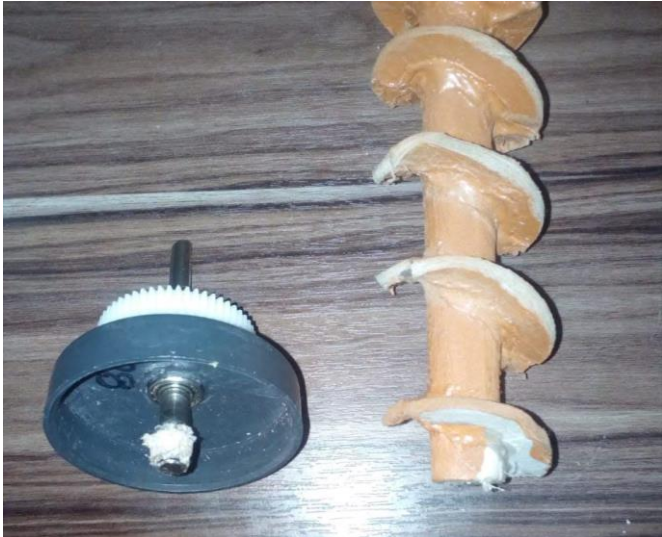
Fuente: Propia autoría

## 6.2 AJUSTES

Tras realizar las pruebas de funcionamiento se observó que se presentaron algunas fallas que se registran en la

Tabla 17.

Tabla 17 Ajustes

	<p>la electroválvula presentó fugas en el pegado que se encuentra en la salida del agua, por lo cual se realizó el ajuste y refuerzo de todo el pegado para garantizar que no se filtre el agua por ninguna de las zonas.</p>
	<p>El tornillo sinfín al realizar un esfuerzo mayor al soportado, se salió de su eje, se realizó su respectivo ajuste dejando un correcto funcionamiento.</p>

Fuente: Propia Autoría

## 7 CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista económico se logró un prototipo con un costo total de 350.000 (treientos cincuenta mil) pesos moneda corriente, lo cual es muy competitivo con respecto a los demás dispositivos que se encuentran en el mercado, teniendo en cuenta sus características además se podría reducir en un 20% haciendo mejoras en la estructura.

- Haciendo uso de la placa ESP8266 la cual ofrece la capacidad de conexión Wifi, principalmente se reduce el uso de módulos adicionales, ya que son limitadas las placas que contienen este modulo internamente, además en el mercado se consigue de manera fácil y económica la cual la hace accesible.
- Para el desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles se tuvieron en cuenta características como: fácil acceso, que el sistema sea amigable con el usuario, que permita visualizar el estado de los platos y de los tanques de almacenamiento.
- Permite la activación de la electroválvula y el motor de forma remota con el fin de realizar la dosificación de forma manual en caso de ser requerido, ésta se puede instalar de manera sencilla desde cualquier dispositivo con sistema operativo Android.
- La estructura mecánica, permite tener una estabilidad en el sistema evitando posibles derrames en el contenido tanto de los platos como de los tanques de almacenamiento, además sostiene de manera segura todos los elementos de control implementados.

#### 7.1 Trabajos Futuros

- Hacer uso de diferentes softwares para la creación de aplicaciones para dispositivos móviles, el cual permita realizar una aplicación que genere notificaciones con alertas sonoras y de mensaje donde se alerte al usuario de los bajos niveles tanto en los tanques de almacenamiento como en los platos, que lleve un control de la cantidad de alimento consumido con el fin de estimar un consumo económico, por otra, parte que permita no solamente la conectividad con dispositivos móviles con sistema operativo sino también con sistema operativo iOS.
- Modificar el diseño de la estructura de tal manera que sea de fácil transporte y menor tamaño.
- Implementar distintos dispositivos programables con el fin de buscar mejoras e innovaciones que contribuyan tanto a la facilidad para el usuario como a la adecuada alimentación de las mascotas.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altecdust. (2018). Obtenido de <https://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>
- Amazon. (2018). *Amazon*. Obtenido de Amazon: [https://www.amazon.es/Petsafe-Drinkwell-Fuente-para-mascotas/dp/B004MXJU5M/ref=pd\\_lpo\\_vtph\\_bs\\_img\\_1/257-7515711-0481228?\\_encoding=UTF8&pvc=1&refRID=QRZZXTME2GWM6HXRVG5](https://www.amazon.es/Petsafe-Drinkwell-Fuente-para-mascotas/dp/B004MXJU5M/ref=pd_lpo_vtph_bs_img_1/257-7515711-0481228?_encoding=UTF8&pvc=1&refRID=QRZZXTME2GWM6HXRVG5)

- Amazon. (2018). *Amazon*. Obtenido de Amazon:  
[https://www.amazon.es/dp/B07BDL8SY7/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_2?psc=1&pd\\_rd\\_i=B07BDL8SY7&pf\\_rd\\_m=A1AT7YVPFBWXBL&pf\\_rd\\_p=136906bc-6751-43eb-bafe-95178f3871dd&pf\\_rd\\_r=QRZZXTME2GWM6HXRVG5&pd\\_rd\\_wg=JxxNg&pf\\_rd\\_s=desктоp-dp-sims&pf\\_rd\\_t=40701&pd\\_rd\\_w=iMoTk&pf\\_rd\\_i=d](https://www.amazon.es/dp/B07BDL8SY7/ref=sspa_dk_detail_2?psc=1&pd_rd_i=B07BDL8SY7&pf_rd_m=A1AT7YVPFBWXBL&pf_rd_p=136906bc-6751-43eb-bafe-95178f3871dd&pf_rd_r=QRZZXTME2GWM6HXRVG5&pd_rd_wg=JxxNg&pf_rd_s=desктоp-dp-sims&pf_rd_t=40701&pd_rd_w=iMoTk&pf_rd_i=d)
- Amazon. (2018). *Amazon*. Obtenido de Amazon: [https://www.amazon.es/TOPHGDIY-Alimentador-dispensador-programable-Recordatorio/dp/B071GNCWGC/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?ie=UTF8&qid=1506527799&sr=8-4&keywords=dispensador+automatico+comida+perros&linkCode=s11&tag=decaninos00-21&linkId=9fab2ed821a836c4bb2afb125a4b1d](https://www.amazon.es/TOPHGDIY-Alimentador-dispensador-programable-Recordatorio/dp/B071GNCWGC/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&qid=1506527799&sr=8-4&keywords=dispensador+automatico+comida+perros&linkCode=s11&tag=decaninos00-21&linkId=9fab2ed821a836c4bb2afb125a4b1d)
- Amazon. (2018). *Amazon*. Obtenido de Amazon: <https://www.amazon.es/DZW-Smartphone-Control-Alimentador-Dom%C3%A9stico/dp/B074M9J83V>
- ARANGO HOLGUÍN, C. (19 de Octubre de 2016). Mercado de mascotas crece, Colombia es cuarto en América Latina. *El colombiano*, pág. 1. Obtenido de <http://www.elcolombiano.com/cultura/mascotas/mascotas-mercado-crece-en-colombia-un-13-por-ciento-IX5202497>
- Arduino de ALRO. (15 de Enero de 2013). *MÓDULO RELEE/RELAY*. Obtenido de MÓDULO RELEE/RELAY: <http://arubia45.blogspot.com/2013/01/modulo-releerelay-arduino.html>
- Ciudad mascotas. (11 de Febrero de 2017). *Ciudadmascotas.com*. Obtenido de NUTRICIÓN ADECUADA PARA UN CACHORRO - CIUDADDEMASCOTAS.COM: <http://www.ciudademascotas.com/Perros/nutricion-cachorros>
- DHGate. (2018). *DHGate*. Obtenido de DHGate: <https://es.dhgate.com/product/hot-sale-dual-port-dog-automatic-water-dispenser/248498840.html>
- Ebay. (2018). *Ebay*. Obtenido de Ebay: <https://www.ebay.com/itm/Bergan-Small-Petite-Pet-Dog-Cat-Feeder-6-lbs-Automatic/110909587259?hash=item19d2b9ff3b:g:jtIAAMXQzopRF3cx>
- ESTATUTO NACIONAL DE PROTECCION DE LOS ANIMALES. (27 de DICIEMBRE de 1989). *LEY 84 DE 1989*. Obtenido de [https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Archivos\\_de\\_usuario/Documentos/Documentos\\_Investigacion/Docs\\_Comite\\_Etica/Ley\\_84\\_de\\_1989\\_Estatuto\\_Nacional\\_de\\_Proteccion\\_de\\_Animales\\_unisabana.pdf](https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Archivos_de_usuario/Documentos/Documentos_Investigacion/Docs_Comite_Etica/Ley_84_de_1989_Estatuto_Nacional_de_Proteccion_de_Animales_unisabana.pdf)
- Gómez G, L. F., Atehortua H, C. G., & Orozco P, S. C. (9 de Agosto de 2007). La influencia de las mascotas. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 10. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf>
- Inmecafenix. (2018). Obtenido de <http://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/>
- La nota económica. (21 de Febrero de 2018). El mercado de mascotas en Colombia. *La nota económica*.

- Luis del Valle Hernández. (s.f.). *programar facil*. Obtenido de programar facil:  
<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/processing-wiring-arduino/>
- Luis del Valle Hernández. (s.f.). *Programar facil*. Obtenido de ESP8266 todo lo que necesitas saber del módulo WiFi para Arduino: <https://programarfacil.com/podcast/esp8266-wifi-coste-arduino/>
- Martínez Fuentes, V. (24 de Septiembre de 2014). *Universidad Carlos III Madrid*. Obtenido de Universidad Carlos III Madrid:  
[file:///C:/Users/HP/Desktop/TFG\\_Virginia\\_Martinez\\_Fuentes.pdf](file:///C:/Users/HP/Desktop/TFG_Virginia_Martinez_Fuentes.pdf)
- Mascoteros. (2018). *Mascoteros*. Obtenido de Mascoteros:  
<https://www.mascoteros.com/arquizoo-comedero-inoxidable-antideslizante-para-gatos/5098>
- Mercadolibre. (2018). *Mercadolibre*. Obtenido de Mercadolibre:  
[https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-471022768-comedero-dosificador-alimento-16-x-75-x-275-cm-verde-agua-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-471022768-comedero-dosificador-alimento-16-x-75-x-275-cm-verde-agua-_JM)
- microkits electrónica. (s.f.). *microkits electrónica*. Obtenido de  
<https://www.microkitselectronica.com/media/attachment/file/h/c/hcsr04.pdf>
- Nergiza. (2018). Obtenido de <https://nergiza.com/raspberry-pi-2-b-que-es-y-para-que-nos-puede-servir/>
- Paula Calvo Soler. (s.f.). *Fundación Affinity*. Obtenido de Antrozoología, el vínculo entre humanos y animales: <https://www.fundacion-affinity.org/la-fundacion/catedra/antrozoologia-el-vinculo-entre-humanos-y-animales>
- Sherlin.xbot. (2018). Obtenido de <http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/introduccion-a-los-microcontroladores/que-es-un-microcontrolador>
- TAKASAGO ELECTRIC, INC. (s.f.). *TAKASAGO ELECTRIC, INC*. Obtenido de <http://takasago-elec.co.jp/glossary/post/>
- Veloso, C. (1 de Abril de 2016). *Tools*. Obtenido de Tools:  
<http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/04/01/como-funciona-el-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>
- Viral Spain. (2018). *Viral Spain*. Obtenido de Viral Spain: <https://www.viralspain.com/dispensador-electronico-comida-perro/>
- Xataka. (2018). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Zapata Valencia, J. I., & Gil Agudelo, D. A. (2017). *Diseño e implementación de un prototipo de dispensador automático de comida para animales basado en raspberry pi controlado*

*mediante una aplicaciòn mòvil.* Proyecto de grado, Universidad Tecnològica de Pereira ,  
Pereira, Pereira. Recuperado el 2018