

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 8</b>

16.

<b>FECHA</b>	viernes, 26 de julio de 2019
--------------	------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Chía
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	<b>Ingeniería de Sistemas</b>

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Flórez Ruiz	Wilson	1113781992

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 2 de 8</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Prieto Moreno	Arles

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
Prototipo dispensador de comida para mascotas (canes), con medidor y control en el registro del alimento consumido.

<b>SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)</b>

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía</b>
Ingeniero de Sistemas

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
06/06/2019	121

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)</b>	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Alimentación	Feeding
2.Comida	Food
3.Perros	Dogs
4.Porciones	Portions
5.Prototipo	Prototype
6.Registro	Registry

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 8</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Resumen: Se desarrolla e implementa un prototipo dispensador de comida para perros con medidor y control en el registro del alimento consumido, facilitando el suministro de comida en horas determinadas previamente programadas. El proceso depende de variables como el peso corporal del perro, edad, y el tipo de raza (pequeña o mediana), posteriormente estos datos fueron almacenados en una memoria micro SD, para que el microcontrolador lea estas variables al momento preciso de hacer la dispensa y, saber las horas y cantidad de comida que debe suministrar. El mecanismo de dispensa va implementado a una tolva y un motorreductor, los cuales se activan de manera automática de acuerdo a la configuración almacenada y las ordenes que envíe el microcontrolador.

Esta idea se presenta para promover el cuidado y la sana alimentación de las mascotas en el momento que se encuentren solas en el hogar, o en ausencia de su dueño, determinando que la mala nutrición y la falta de cuidado puede generar enfermedades como, gastritis aguda, inflamación de esófago, obesidad, y alergias. En el desarrollo del prototipo se empleó la metodología de prototipado, donde se llevó a cabo una serie de etapas las cuales agilizaron el proceso en la toma de decisiones, elaboración y los recursos económicos.

Con este dispositivo se tendrá un control alimenticio donde al poseedor de la mascota, ahorrará dinero garantizando la disponibilidad del alimento y una dieta nutricional adecuada, facilitando el suministro de comida, si el animal está solo en casa y no hay una persona que provise él alimento.

Abstract: A food dispenser prototype for dogs is developed and implemented; the prototype includes measuring and controlling in a log the food intake, making it easier to supply food in hours that have previously been scheduled. The process depends on variables like the dogs weight, age, and race type (small or medium), all the data was stored in a microSD memory so the microcontroller can read these variables when dispensing food and know at what time and what amount to dispense. The dispense mechanism is implemented in a chute and a reducer motor which are automatically activated according to the configuration saved and the orders the microcontroller sends.

This idea is presented to promote the care and healthy nourishment of pets when they are alone in the house, as unnourishment can lead to illnesses such as, acute gastritis, inflammation of the esophagus, obesity, and allergies. The prototype was developed using a Prototype methodology where through a series of stages the process was sped up when making decisions, elaborating the prototype and the economic resources.

With this device, the pet owner will have greater control over food intake and money as it will guarantee the availability of food and adequate nourishment, making it easier to feed the animal if it is home alone.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 8</b>

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 8</b>

autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI** \_\_\_ **NO** X.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 8</b>

patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 7 de 8</b>



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



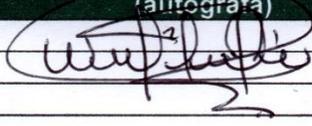
**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. FlorezWilson2019.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Flórez Ruiz Wilson	

16.2.34



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 8 de 8</b>

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

**PROTOTIPO DISPENSADOR DE COMIDA PARA MASCOTAS (CANES), CON  
MEDIDOR Y CONTROL EN EL REGISTRO DEL ALIMENTO CONSUMIDO**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas.**

**WILSON FLÓREZ RUIZ**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHIA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**2019**

**PROTOTIPO DISPENSADOR DE COMIDA PARA MASCOTAS (CANES), CON  
MEDIDOR Y CONTROL EN EL REGISTRO DEL ALIMENTO CONSUMIDO.**

**WILSON FLÓREZ RUIZ**  
**561213240**

**DIRECTOR**  
**ARLES PRIETO MORENO**  
**INGENIERO ELECTRONICO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHIA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**2019**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Ing. Arles Prieto Moreno por su constante apoyo y asesoría en el desarrollo de este proyecto, agradezco también la colaboración, asesoría y sugerencias del Ing. Javier H. Ruiz F. También hago extensivo mi agradecimiento al Ing. Leonardo Moreno por brindar su ayuda y conocimientos a este proyecto.

Agradezco el tiempo y colaboración de mi amigo Camilo Fiquitiva ya que con su ayuda se logró realizar las pruebas de campo con su mascota “Luna”, y poder hacer las correcciones respectivas para el correcto funcionamiento del dispositivo.

A la Universidad de Cundinamarca y la facultad de Ingeniería de sistemas sede Chía, así como a cada uno de los docentes que me permitieron crecer intelectualmente y los procesos académicos, ya que fueron fuente de conocimiento con los cuales crecimos como para forjarnos un mejor futuro desde el punto de vista profesional. es y mejores personas.

Muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de grado lo dedico a mi padre, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo con ayuda de un lápiz y un papel. También, lo dedico a mi madre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez. A mis hermanos, familiares y amigos quienes con su apoyo y ánimo hicieron que pudiera llevar a cabo este proyecto, con el fin de obtener mi título de profesional a todos ellos muchas gracias.*

## RESUMEN

Se desarrolla e implementa un prototipo dispensador de comida para perros con medidor y control en el registro del alimento consumido, facilitando el suministro de comida en horas determinadas previamente programadas. El proceso depende de variables como el peso corporal del perro, edad, y el tipo de raza (pequeña o mediana), posteriormente estos datos fueron almacenados en una memoria micro SD, para que el microcontrolador lea estas variables al momento preciso de hacer la dispensa y, saber las horas y cantidad de comida que debe suministrar. El mecanismo de dispensa va implementado a una tolva y un motorreductor, los cuales se activan de manera automática de acuerdo a la configuración almacenada y las ordenes que envíe el microcontrolador.

Esta idea se presenta para promover el cuidado y la sana alimentación de las mascotas en el momento que se encuentren solas en el hogar, o en ausencia de su dueño, determinando que la mala nutrición y la falta de cuidado puede generar enfermedades como, gastritis aguda, inflamación de esófago, obesidad, y alergias. En el desarrollo del prototipo se empleó la metodología de prototipado, donde se llevó a cabo una serie de etapas las cuales agilizaron el proceso en la toma de decisiones, elaboración y los recursos económicos.

Con este dispositivo se tendrá un control alimenticio donde al poseedor de la mascota, ahorrará dinero garantizando la disponibilidad del alimento y una dieta nutricional adecuada, facilitando el suministro de comida, sí el animal está solo en casa y no hay una persona que provinee él alimento.

## **ABSTRACT**

A food dispenser prototype for dogs is developed and implemented; the prototype includes measuring and controlling in a log the food intake, making it easier to supply food in hours that have previously been scheduled. The process depends on variables like the dogs weight, age, and race type (small or medium), all the data was stored in a microSD memory so the microcontroller can read these variables when dispensing food and know at what time and what amount to dispense. The dispense mechanism is implemented in a chute and a reducer motor which are automatically activated according to the configuration saved and the orders the microcontroller sends.

This idea is presented to promote the care and healthy nourishment of pets when they are alone in the house, as unnurishment can lead to illnesses such as, acute gastritis, inflammation of the esophagus, obesity, and allergies. The prototype was developed using a Prototype methodology where through a series of stages the process was sped up when making decisions, elaborating the prototype and the economic resources.

With this device, the pet owner will have greater control over food intake and money as it will guarantee the availability of food and adequate nourishment, making it easier to feed the animal if it is home alone.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	9
<b>LISTA DE TABLAS</b>	13
<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
<b>CAPITULO I</b>	15
<b>1. PROBLEMA</b>	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Formulación del problema	16
<b>2.OBJETIVOS</b>	17
2.1 Objetivo general	17
2.2 Objetivos específicos	17
<b>3.ALCANCES Y LIMITACIONES</b>	18
3.1 Alcances	18
3.2 Limitaciones	19
<b>4.JUSTIFICACIÓN</b>	20
<b>5.LINEAS DE INVESTIGACIÓN</b>	22
<b>CAPITULO II</b>	23
<b>6.MARCO TEÓRICO</b>	23
6.1 Marco referencial	23
6.2 Marco conceptual	26
6.3 Marco ingenieril	30
<b>CAPITULO III</b>	37
<b>7.METODOLOGIA</b>	37
<b>8.DESARROLLO</b>	39
8.1 Encuesta	41
8.2 Desarrollo de la metodología	50
8.2 Costo del proyecto	96
<b>9.TESTER</b>	98
<b>CAPÍTULO IV</b>	111

<b>10.CONCLUSIONES</b>	111
<b>11.RECOMENDACIONES</b>	112
<b>12.PROYECCIONES</b>	113
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	114
<b>ANEXOS</b>	117

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°1.....	40
<b>Figura 2</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°2.....	41
<b>Figura 3</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°3.....	41
<b>Figura 4</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°4.....	42
<b>Figura 5</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°5.....	43
<b>Figura 6</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°6.....	43
<b>Figura 7</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°7.....	44
<b>Figura 8</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°8.....	44
<b>Figura 9</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°9.....	45
<b>Figura 10</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°10.....	46
<b>Figura 11</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°11.....	46
<b>Figura 12</b> Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°12.....	47
<b>Figura 13</b> Diagrama de flujo general del prototipo dispensador de comida.....	51
<b>Figura 14</b> CU 1 Menú principal.....	52
<b>Figura 15</b> CU 2 Programación Manual.....	53
<b>Figura 16</b> CU 2.1 Seleccionar etapa del perro.....	55
<b>Figura 17</b> CU 2.2 Seleccionar tipo de raza.....	56

<b>Figura 18</b> CU 2.3 Ingresar el peso del perro.....	57
<b>Figura 19</b> CU 2.4 Seleccionar las porciones.....	59
<b>Figura 20</b> CU 2.5 Ingresar cantidad de comida.....	60
<b>Figura 21</b> CU 2.6 Ingresar horas de dispensa.....	62
<b>Figura 22</b> CU 3 Programación automática.....	64
<b>Figura 23</b> CU 3.1 Seleccionar etapa del perro.....	65
<b>Figura 24</b> CU 3.2 Seleccionar tipo de raza.....	66
<b>Figura 25</b> CU 3.3 Seleccionar rango de peso.....	68
<b>Figura 26</b> CU 4 Ver hora y fecha.....	69
<b>Figura 27</b> CU 5 Dispensa de emergencia.....	71
<b>Figura 28</b> CU 6 Abrir tapa vasija.....	72
<b>Figura 29</b> Diagrama de arquitectura de clases.....	74
<b>Figura 30</b> Diagrama de secuencia programación manual.....	75
<b>Figura 31</b> Diagrama de secuencia programación automática.....	76
<b>Figura 32</b> Diagrama de secuencia consultar hora y fecha.....	77
<b>Figura 33</b> Diagrama de secuencia dispensar porción de emergencia.....	77
<b>Figura 34</b> Diagrama de secuencia abrir cubierta de vasija.....	78
<b>Figura 35</b> Diagrama estructura física interna del dispensador.....	79

<b>Figura 36</b>	Diagrama estructural de la báscula con la celda de carga.....	80
<b>Figura 37</b>	Conexión de Arduino Mega 2560 con teclado matricial, pantalla LCD y modulo I2C..	82
<b>Figura 38</b>	Conexión de motores y puente H al Arduino mega 2560.....	83
<b>Figura 39</b>	Conexión de sensores, módulos de almacenamiento y conexión GPRS.....	84
<b>Figura 40</b>	Diagrama de conexión del circuito electrónico general del sistema.....	85
<b>Figura 41</b>	Menú principal.....	86
<b>Figura 42</b>	Seleccionar Etapa (programación manual).....	87
<b>Figura 43</b>	Seleccionar tipo de raza (programación manual).....	87
<b>Figura 44</b>	Ingresar el peso corporal del perro.....	88
<b>Figura 45</b>	Seleccionar porciones.....	88
<b>Figura 46</b>	Ingresar cantidad de comida para cada porción.....	89
<b>Figura 47</b>	Ingresar horas de cada dispensa.....	89
<b>Figura 48</b>	Seleccionar etapa del perro (programación automática).....	90
<b>Figura 49</b>	Seleccionar tipo de raza del perro (programación automática).....	90
<b>Figura 50</b>	Seleccionar rango del peso corporal del perro.....	91
<b>Figura 51</b>	Asignación de porciones diarias y cantidad de comida al día.....	91
<b>Figura 52</b>	Asignación de las horas de dispensa de comida.....	92
<b>Figura 53</b>	Validación de datos ingresados.....	92
<b>Figura 54</b>	Almacenamiento de datos.....	92

<b>Figura 55</b> Validación de datos.....	93
<b>Figura 56</b> Consular hora y fecha.....	93
<b>Figura 57</b> Abrir la cubierta de la vasija.....	93
<b>Figura 58</b> Dispensa de emergencia.....	94
<b>Figura 59</b> Dispositivo dispensando alimento.....	108
<b>Figura 60</b> Archivo CONFIG generado.....	109

**LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Dispensadores comerciales más comunes y sus características.....	25
<b>Tabla 2.</b> Relación entre peso y porción de comida, para perro raza pequeña adulto.....	27
<b>Tabla 3.</b> Relación entre peso y porción de comida, para perro raza mediana adulto.....	27
<b>Tabla 4.</b> Ficha técnica de motorreductor.....	30
<b>Tabla 5.</b> Ficha técnica de celda de carga.....	31
<b>Tabla 6.</b> Especificaciones técnicas sensor ultrasónico HC-SR04.....	31
<b>Tabla 7.</b> Lista de comandos AT usados para comunicación con módulos GPRS.....	32
<b>Tabla 8.</b> Población de personas con perros en su hogar, en la zona centro del municipio de Chía Cundinamarca.....	38
<b>Tabla 9.</b> Informe detallado sobre costos del proyecto.....	95

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en la sociedad se viene observando que, en los hogares, las familias están con la tendencia de adquirir perros como mascotas de manera exponencial, ya sea para acompañamiento, o cuidado y vigilancia de una casa; ante este aumento, se ve la necesidad de los propietarios de perros estimar los gastos necesarios para la manutención y cuidado de sus mascotas. El objetivo general del proyecto es diseñar e implementar un prototipo dispensador de comida programable para perros de razas pequeñas y medianas, con medidor de alimento y control en el registro de la comida consumida, mediante un dispositivo móvil; el cual, ayudará a evitar desperdicios y compras innecesarias de concentrado, manteniendo así la nutrición adecuada y balanceada de la mascota, asimismo, tener a disposición la comida en las horas establecidas y las porciones adecuadas, en los lapsos de tiempo que se encuentre solo, evitando que el alimento quede a la intemperie expuesto a la contaminación por insectos y roedores.

El dispensador se desarrolla por medio de la metodología de prototipado, con ayuda de la técnica de la observación sistemática, la cual consta de las etapas de recolección y refinamiento de requisitos, que es donde se realiza la lista de materiales para poder hacer el prototipo y modelado; elaborar un diagrama representando cada uno de los componentes que lo conforman, la construcción, es la etapa la cual tiene como fin el ensamble de cada uno de los sensores, actuadores y dispositivos electrónicos para su respectivo funcionamiento; la evaluación del prototipo, tiene como objetivo efectuar las diferentes pruebas de su desempeño; refinamiento, es la etapa donde se procede a evaluar los resultados obtenidos de las pruebas determinando la necesidad de hacer cambios, y por ultimo producto de ingeniería, el cual determina que cada uno de los requerimientos se están cumpliendo a cabalidad.

## CAPITULO I

### 1. PROBLEMA

#### 1.1 Planteamiento del problema

1.1. Según un estudio realizado por FENALCO en el segundo trimestre del año 2016 afirma:

1.2. *Cada día son más las personas que deciden tener mascotas en sus hogares. Según uno de los últimos estudios que se han sacado del tema, Fenalco encontró que más de la tercera parte de los hogares colombianos ha optado por incluir en sus núcleos familiares a una mascota, lo que indica que aproximadamente 1 de cada 3 familias poseen alguna, sea un perro, gato, aves o peces principalmente.* (Forero, 2016).

1.3. Se debe tener presente que la tenencia de mascotas exige unos cuidados especiales, como lo es en el manejo y control de plagas y sus residuos de excremento, así como la alimentación que debe ser suministrada en unos horarios determinados. Teniendo en cuenta los cambios en el aspecto social y económico, la tendencia actual de las familias modernas en donde las parejas matrimoniales acuden a sus empleos a laborar y realizar actividades diarias, conlleva a que no permanezcan el tiempo suficiente en casa, sin que no haya nadie para brindarle a su mascota todo lo que necesita a la hora de alimentarse, sin saber que esto puede perjudicar la salud de las mismas, con complicaciones nutricionales, como lo es la inflamación del esófago, diarrea y gastritis aguda (MisAnimales, s/f.).

1.4.

1.5. Para poder llevar a cabo una alimentación óptima, el poseedor de la mascota está en el deber de disponer un tiempo justo y adecuado, para que pueda brindarle todo lo que necesite a la hora de consumir su alimento, garantizando que se suministre en las porciones adecuadas y asegurar la disponibilidad, que se provea en unos horarios específicos, teniendo en cuenta también la supervisión que la mascota consuma el alimento en su totalidad.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo, con un prototipo de dispensador de comida automático para mascotas –perros-, es posible llevar el registro de las raciones suministradas, para suplir la presencia del dueño o quien este encargado de su alimentación, en horas determinadas?

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Diseñar un prototipo dispensador de comida programable para canes de razas pequeñas y medianas, con medidor de alimento, control en el cambio de apetito y registro de la comida suministrada.

### 2.2 Objetivos específicos

- Efectuar un levantamiento de información en el casco urbano (zona centro), del municipio de Chía (Cundinamarca), mediante encuesta y entrevistas a una muestra de la población que tengan razas pequeñas de perros, para conocer la manutención y cuidado de los mismos.

- Recolectar información, sobre los requerimientos que se necesitan para el desarrollo del prototipo dispensador de comida a nivel de hardware y software.

- Realizar un análisis de la información obtenida con el fin de determinar las necesidades de la mascota más relevantes, con el objetivo de encontrar las variables que permitan plantear el diseño y desarrollo del dispensador de comida programable.

- Diseñar el sistema mecánico y de control electrónico, que permita suministrar el alimento de las mascotas de manera automática y porcionada.

- Analizar los resultados almacenados del dispensador en las diferentes pruebas de campo, con el fin de determinar que la configuración establecida, cumpla con los requerimientos conforme a las variables seleccionadas.

### 3. ALCANCES Y LIMITACIONES

#### 3.1 Alcances

Con el desarrollo de este prototipo, se entrega un equipo funcional que está dotado de unas celdas de carga, que permiten determinar la cantidad de comida asignada por el poseedor de la mascota. Se cuenta con un motor que está conectado a un tornillo helicoidal, el cual cumple con la función de dirigir el alimento a la tolva; un módulo RTC DS3231 para tener la hora en tiempo real; un teclado matricial 4X4 para poder ingresar los datos requeridos en la configuración seleccionada; un módulo mini micro SD, se conecta y configura para poder almacenar las variables establecidas, y llevar un registro del alimento consumido con su respectiva hora y cantidad, buscando hacer un control en la dispensa; una pantalla LCD 20X4 que muestra los diferentes menús de configuración del equipo.

Teniendo ya establecidas todas las configuraciones pertinentes y necesarias de cada elemento electrónico y diferentes actuadores, estos tienen la finalidad de proporcionar la cantidad de comida necesaria, con el fin de que la mascota tenga una forma de alimentación más sana y optimizada, evitando enfermedades comunes por una mala alimentación, como alergias, diarrea, gastritis y obesidad. Ayudará a que no haya desperdicios en ausencia del poseedor, debido a que únicamente dispensará la cantidad de comida indicada por porción, cuenta con una cubierta, la cual evitará que roedores y plagas de insectos contaminen la comida que se encuentre en la vasija, almacenándola para su posterior consumo por parte de la mascota. Por otra parte, poder detectar si los cambios de apetito resultantes puedan ser a causa de una enfermedad, o un rechazo de la mascota hacia la comida, mal estado del alimento por causas externas o caducidad del alimento con respecto a la fecha de vencimiento, y posteriormente poder atenderlo con mayor rapidez y eficacia.

### 3.2 Limitaciones

Se ve limitado al tamaño de los canes y la raza de los mismos, que se especifican de la siguiente manera:

- Los perros de raza pequeña que se encuentran entre los 5 y 15 Kg y en torno a los 30 cm de alzada. Entre las razas más populares se encuentra: Bichón Frisé, Spaniel, Carlino, Chihuahua, Maltés y Yorkshire Terrier.

- Los perros de raza mediana que se encuentran entre los 15 y 25 Kg y en torno entre los 30 y 40 cm de alzada. Entre las razas más populares se encuentra: Mestizos (Criollos), Chow-Chow, Bulldog, Basset, Labrador, Cocker Spaniel, Golden Retriever, American Pit Bull Terrier y Bull Terrier.

- El equipo no está en la capacidad de poder determinar si la comida de la mascota se encuentra contaminada por causas externas como lo pueden ser, excremento y orina de roedores, y plagas de insectos.

- El prototipo solo puede ser implementado en hogares donde solo haya un perro, esto con el fin de evitar peleas entre los canes y descontrol en la dispensación de la comida.

- El dispensador puede ser utilizado únicamente dentro de la casa, o en un sitio que no se encuentre a la intemperie ya que no está elaborado de materiales impermeables.

- No poder implementar un sistema embebido más complejo y compacto como eBOX560-900-FL que ayude a reducir el tamaño y el alcance del dispensador, esto debido a que la importación del dispositivo rebaza el límite de costos previstos.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Según un informe auspiciado por FENALCO, *en Colombia, seis de cada diez familias cuentan con alguna mascota en su casa, siendo los perros los animales preferidos, seguidos por los gatos.* (Espectador, 2015) se lleva a cabo la indagación si el poseedor, realiza de forma adecuada y oportuna la alimentación, encontrando que debido a que hay miembros de la familia que no están gran parte del día en casa, optan por cambiar los canes por los felinos, ya que no requiere demasiada atención y pueden estar solos durante largas jornadas.

Basados en el análisis realizado por la revista Royal Canin donde afirma, *Para proporcionar una correcta alimentación a nuestro perro, además de elegir el alimento más adecuado, es esencial controlar la cantidad que ofrecemos, de lo contrario no estará nutrido correctamente, por mucho que hayamos elegido el mejor alimento del mercado* (Baciero, 2015). Se propone diseñar un prototipo dispensador de comida, el cual estará equipado con unos sensores y actuadores, que ayudarán en la dosificación del alimento sin que haya desperdicios, con la capacidad de brindar la comida a las horas establecidas mediante la porción correcta, esto a consecuencia de la ausencia del poseedor.

Con base en lo expuesto, la mascota tendrá beneficios como la disposición de la comida cada vez que la necesite, por lo que no se verá afectada su dieta nutricional, llevando esto a mejorar la calidad de su alimentación en lapsos de tiempo que se encuentre solo, evitando que el alimento se encuentre a la intemperie expuesto a la contaminación por insectos y roedores, dado el caso que la mascota no consuma la porción completa de alimento en la primera comida.

Para el caso que la mascota vaya a consumir la segunda porción, el dispensador estará en la capacidad de completarla de acuerdo a la cantidad faltante con respecto a la cantidad no consumida en la primera comida, con esto se economiza gastos a la hora de comprar el alimento.

## Aspectos

### Económico

Mediante el diseño del prototipo, se pretende que el dueño de la mascota (poseedor), obtenga un ahorro considerable en la compra de la comida por no presentarse desperdicios, y de esta forma aportar a la reducción de sus gastos para que la manutención no se salga de su presupuesto.

### Social

Por medio de la configuración del prototipo dispensador, se busca el control de los desperdicios evitando la proliferación de roedores y plagas, ya que estos se alimentan muchas veces de la comida que hay sobrante en los recipientes de la mascota.

### Técnicos

Se busca hacer uso de algunos materiales que se puedan reciclar y sean útiles para el diseño del prototipo como lo son: botellones y recipientes plásticos de tamaño mediano y grande, hacer uso de cajas de cartón resistente que ya no se necesite en la casa, teniendo en cuenta que sean de fácil acceso y bajo costo, algunos dispositivos electrónicos y mecánicos recuperados, que se adquieren en diferentes tiendas de componentes y partes electrónicas.

## **5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

DISEÑO E INSTRUMENTACION Y CONTROL, comprende: diseño y construcción de modelos e instrumentos que tengan aplicaciones de robótica y simulación, Biomédica, Industrial, Agrónica y de Telecomunicación usadas para medir alguna propiedad natural, psicológica o social. (Acuerdo No 007 de mayo 29 de 2003).

## CAPITULO II

### 6. MARCO TEÓRICO

#### 6.1 Marco referencial

Se han seleccionado un conjunto de trabajos previos relevantes a la problemática en el control de la alimentación de mascotas, en la que se detectan algunos problemas, como son: llevar un registro de la cantidad de comida que se debe suministrar a la mascota y la cantidad que consume durante el día, de esta forma poder establecer si el perro se está alimentado de forma adecuada, con el fin de ayudar a encontrar factores los cuales influyen en los cambios de apetito, como pueden ser, alimento contaminado o en mal estado, comida no soportada por el perro, comida con fecha de caducidad e incluso algún tipo de enfermedad ocasionada por el alimento o por terceros.

**• Diseño y construcción de un sistema prototipo que dispensa alimento para perros, controlado y monitoreado mediante un dispositivo Android.**

A través de la recopilación de información, se puede establecer que la sociedad actualmente ha cambiado el ritmo de vida, donde la permanencia de los miembros de la familia en los hogares es mínima, donde conlleva que la mascota de la casa este, largos lapsos de tiempo solitaria.

*El desarrollo del proyecto permite ayudar a los dueños de las mascotas caninas, buscar alguna alternativa para suplir las necesidades nutricionales, donde se desarrolló un sistema prototipo, el cual utiliza tecnología electrónica y de comunicación, proporcionando alimento balanceado a una mascota desde cualquier lugar donde el dueño se encuentre y a cualquier hora, haciendo uso de un dispositivo con sistema operativo Android con una aplicación que tenga conexión a internet, donde se puede hacer un llamado para activar un mecanismo que proporciona comida y verifica la entrega del mismo (Chimarro Villalba, 2016).*

**• Estudiantes crear dispensador de alimento automático para mascotas.**

El dispositivo, creado por estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional (sede Manizales), está diseñado para perros y gatos domésticos que tiene la posibilidad de manejarse a través de un celular.

Se trata de un dispensador automático de alimento para perros y gatos que funciona haciendo una llamada desde un dispositivo móvil. Oscar (2015) dice en su investigación que “El teléfono celular implementado en el artefacto detecta la llamada y abre una compuerta que permite el paso del alimento a un recipiente”.

*El prototipo diseñado cuenta con una especie de contenedor de almacenamiento del alimento, una compuerta que abre el paso a la comida, un circuito electrónico y un celular que actúa cuando entra la llamada y que no consume minutos del plan móvil. (Fundación Universia, 2015)*

#### • **Dispensador automático de croquetas para perro.**

*En México, el 58% de los hogares cuenta con por lo menos una mascota, sin importar que tipo sea, siendo los perros la más popular de este país, (Consulta Mitofsky, 2014) y por otro lado México ocupa el primer lugar en Latinoamérica en población canina, por medio de estas estadísticas se quiere construir un modelo funcional de un dispensador automático y programable de croquetas, según el requerimiento energético del perro, a las horas programadas por el usuario.*

*Existen distintos tipos de productos enfocados en la alimentación de los perros. El dispositivo más común es el dispensador por gravedad, que como su nombre lo indica, utiliza el principio de gravedad para alimentar a un perro. En este dispensador, se almacena comida en un contenedor y esta cae a un plato para que el perro se alimente por lo que estos dispensadores promueven una dieta ad libitum y, por ende, todas las enfermedades que esta puede ocasionar, como son: obesidad, anorexia y otros trastornos alimenticios. (González Zaragoza & Picazo Luna, 2014).*

#### • **Proyecto de factibilidad para el ensamble y comercialización de un dispensador de alimentos para mascotas, en el área metropolitana de San Salvador, El Salvador.**

El siguiente trabajo surge como necesidad de tres emprendedoras por obtener un estudio debido a un proyecto de inversión sobre la factibilidad y viabilidad de un plan donde permita la elaboración y comercialización de un alimentador automático para mascotas en la zona metropolitana de San Salvador.

La investigación es sumamente relevante para descubrir a que segmento de mercado se dirigirá el producto, conociendo a los clientes potenciales y los posibles canales de distribución

del producto, se determinó que en el mercado salvadoreño no se encuentra a la venta dispensadores de alimentos para mascotas con las características del que se ha elaborado, por ello, se pretende conocer si el producto es sustentable en el mercado y la utilidad que manifiesta para el consumidor indirecto (dueños de la mascota). (Duarte, Grimaldi, & Márquez, 2014)

- **Comedero automático para perros.**

En las familias modernas, es cada vez más frecuente encontrar mascotas de cualquier tipo, pero son los caninos los que más generan agrado en los hogares debido a la gran variedad de razas. La alimentación de los perros es una actividad que tiene que estar presente, pero la disposición de tiempo para dicha actividad la gran mayoría de las ocasiones es poca debido a motivos laborales.

*La propuesta del comedero automático para perros, es el diseño de un dispositivo que cumple con las virtudes de la tecnología en mecatrónica, siendo un instrumento que reúna las disciplinas de la mecánica, programación, eléctrica y electrónica capaz de dar solución al problema planteado, mediante la dispensación de comida para perros en horarios y cantidades programables. (Guanes Montehermoso & Cañón Paredes, 2013).*

## 6.2 Marco conceptual

### Dispensador de comida.

Este es un dispositivo que permite alojar la comida del perro en un tanque de almacenamiento hermético, para que luego mediante un mecanismo sea dosificado en un recipiente y posteriormente la mascota pueda consumirlo, permitiendo conservar el alimento y llevar a cabo el control de las porciones. Hoy día existe en el comercio varios tipos de dispensadores de comida, estos son diferentes debido a sus diseños, a su funcionamiento y necesidades de cada mascota, por este motivo se lleva a cabo la siguiente comparación de algunos modelos los cuales son los más comerciales.

**Tabla 1.** Dispensadores comerciales más comunes y sus características.

Producto	Marca	Automático	Control Porción	Control remoto	Grabación de voz	Grabación de video	Conexión internet	Capacidad	Tipo de alimento
	Houzetek Navaris	Si	Si	No	No	No	No	3 kg	Seco
	isYoung	Si	Si	No	Si	No	No	2.5 kg	Seco
	LESHP	Si	Si	No	Si	No	No	2.5 kg	Seco

	Producen	Si	Si	No	No	No	No	15 kg	Seco
	Bigwing Style	Si	2-150 ml	No	No	No	No	300 ml	Seco Húmedo
	PETWANT	Si	Si	Si	No	Si	Si	2 kg	Seco
	Silycon Pet Colombia	No	No	No	No	No	No	2.5 kg	Seco
	PetSafe	Si	6-100 ml	No	Si	No	No	600 ml	Seco

---

Fuente: En la siguiente tabla se relacionan los dispensadores comerciales más comunes y que se encuentran a la venta en páginas como Amazon, Universo mascotas, Mundo Mascotas, EBay, etc.

## Alimentación canina

En la actualidad la cantidad de productos que ofrece el mercado de mascotas es demasiado extenso y variado, muchas veces es difícil saber qué tipo de productos se debe comprar para alimentar el perro, y esto hace que, en ocasiones al no saber alimentarlo, la mascota puede que se enferme y pueda llegar a tener complicaciones nutricionales, las cuales con llevan a generar riesgo de desnutrición, pérdida de peso excesiva, gastritis crónica y alergias.

*Para proporcionar una correcta alimentación, además de elegir el alimento adecuado, es esencial controlar la cantidad que se dispensa, y establecer unos horarios de acuerdo a la raza del perro, su edad y peso corporal.* (Mascotas, 2016), este control es adecuado hacerlo en compañía de un veterinario, debido a que no todos los perros son iguales por lo que es conveniente saber que existe una amplia gama de fórmulas alimenticias, las cuales están específicamente diseñadas para la necesidad de cada mascota, para llevar el control de algunas enfermedades y del peso corporal, a continuación se muestra la siguiente tabla, donde se relaciona la cantidad de comida que debe consumir al día un perro de raza pequeña adulto, de acuerdo a su peso corporal.

**Tabla 2.** Relación entre peso y porción de comida, para perro raza pequeña adulto.

Peso corporal promedio (kilogramos)	Cantidad de comida al día (gramos)
0 – 2	50
2 – 3	62.5
3 – 4	87.5
4 – 6	125
6 – 7	162.5
7 – 8	187.5
8 – 9	212.5

Fuente: [expertoanimal.com](http://expertoanimal.com), [alimentoanimal.com](http://alimentoanimal.com), [royalcanin.es](http://royalcanin.es)

En la siguiente tabla, se relaciona la cantidad de comida que debe consumir al día un perro de raza mediana adulto, de acuerdo a su peso corporal.

**Tabla 3.** Relación entre peso y porción de comida, para perro raza mediana adulto.

Peso corporal promedio (kilogramos)	Cantidad de comida al día (gramos)
-------------------------------------	------------------------------------

---

10 – 12	220
12 – 14	260
14 – 16	300
16 – 18	340
18 – 20	380
20 – 22	420
22 – 24	460
24 – 26	500

---

Fuente: [expertoanimal.com](http://expertoanimal.com), [alimentoanimal.com](http://alimentoanimal.com), [royalcanin.es](http://royalcanin.es)

### **Motorreductores**

*Un motorreductor se constituye por un motor eléctrico y una serie de engranajes que van acoplados al eje de un motor eléctrico y sirve para reducir el número de rpm ( ) del motor y mantenerlo en una velocidad constante, capaces de controlar un reloj de pulsera hasta, automóviles, buques de carga, molinos, grandes máquinas de industria etc (Schrage Rohrketten-system GmbH, s/f).*

### **Balanza Electrónica**

Es un instrumento el cual está destinado para medir la cantidad de masa que compone un objeto, de una manera precisa, el cual implica el uso de algunos sensores que ayudan que la información obtenida sea lo más exacta posible, este instrumento se usa en hogares, industrias, laboratorios y empresas (Bembibre, 2015).

## 6.3 Marco ingenieril

### Enfermedades caninas por mala alimentación

Muchas veces las enfermedades causadas a la mascota de la casa, son el reflejo de una mala alimentación, (Mirón, 2017) afirma, *“del mismo modo que nosotros podemos enfermar debido a una mala alimentación, si no damos los nutrientes y componentes necesarios para nuestra mascota, ella también enfermará”*. A continuación, se relacionan las enfermedades más comunes:

#### Alergia

Las alergias son reacciones en la piel como, resequedad, carachas e irritación como es el caso del prurito, otro síntoma también puede ser problemas respiratorios en el perro, ya visto este tipo de síntomas en la mascota se debe de ir al veterinario inmediatamente para que se realice una supervisión al alimento, ya que hay algunos ácidos grasos y proteínas los cuales no son tolerados por ellos.

#### Diarrea

*Siendo este el mal más común presentado en los perros, se puede presentar por cambios bruscos en la alimentación o algún tipo de intolerancia a la comida consumida, hay que prestar mayor atención cuando estos síntomas son muy frecuentes ya que puede ocurrir que el perro tenga parásitos intestinales, o la comida se encuentre en mal estado por una mala manipulación o se encuentre contaminada por insectos o roedores.* (Mirón, 2017)

#### Obesidad

Esta enfermedad se presenta cuando no hay control y una planificación acorde a la dieta adecuada para el perro, debido al consumo excesivo de proteínas y calorías, aun mas cuando no tiene una actividad física acompañada por su dueño o poseedor.

#### Gastritis

Sobre todo, cuando ofrecemos a nuestros animales los restos de nuestros menús. Petmas (2019) afirma que *“La sal y demás aditivos pueden provocar trastornos en su aparato digestivo”*.

#### Sistemas embebidos

Son sistemas electrónicos digitales que se diseñan para una función específica, como puede ser el control de un ascensor, hasta la electrónica de un automóvil o un satélite y se piensan para una función determinada como tal, que se optimiza tanto la funcionalidad, consumo y el costo, se trabaja la confiabilidad según sea el caso Fundacion CPqD (s/f) & Lutenberg (2013).

### **Arduino ATmega 2560**

En el desarrollo del prototipo dispensador de comida para perros, se toma la decisión de escoger la placa de desarrollo con el microcontrolador ATmega 2560, debido a su capacidad de memoria y gran cantidad de pines de conexión con los cuales cuenta, ya que es necesario hacer uso de varios de ellos para el posterior desarrollo del dispensador, permitiendo acoplar los componentes en una sola placa facilitando de esta manera su construcción y programación.

Se encuentra también que esta placa mantiene un lenguaje de programación basado en C++, lo cual facilita el desarrollo debido a su fácil interpretación y el soporte que se encuentra para este microcontrolador, accesible a la hora de llevar a cabo cualquier tipo de desarrollo electrónico basado en su plataforma. Arduino (s/f.)

### **Descripción del motorreductor utilizado**

Los motorreductores, se caracterizan ya que su aplicación en la ingeniería, robótica y automatización de procesos es muy frecuente debido a su bajo consumo y su alto desempeño, por eso se hace indispensable la implementación de un motorreductor en el desarrollo del dispensador, teniendo en cuenta las características principales y su respectiva descripción técnica. En la tabla 4 se muestra la ficha técnica con la información más importante del motorreductor utilizado.

**Tabla 4.** Ficha técnica de motorreductor.

Modelo	VFR-528CG-13470/32L
Voltaje de operación	6V~12V (recomendado 12V)
Corriente de operación	27mA (sin carga) / 140mA (con carga)
Velocidad	32 RPM sin carga 22 RPM con carga (+ o – 10% de error)
Torque	11.8 Kg cm
Potencia de salida	0.86W
Peso	295 gramos
Alto	3.7 cm

Largo	7.5 cm
Ancho	3.7 cm

Fuente: superrobotica.com, vistronica.com

### Celda de carga

Una celda de carga permite establecer de manera acertada el peso de un objeto, por medio de una adecuada configuración y conexión de sus diferentes cables, donde se aplica una tensión de 5 -10 V y esta fuerza se emite como una señal eléctrica capaz de ser medible. En la tabla 5 se relaciona las características principales de la calda de carga implementada en el dispensador, para poder llevar acabo el peso de la comida.

**Tabla 5.** Ficha técnica de celda de carga.

Carga nominal	1 kg
Salida nominal	1.0mv/v $\pm$ 0 0.15mv/v
Cero salida	$\pm$ mv/v
Voltaje de funcionamiento	3 ~ 12 VCD
Impedancia de entrada	1115 $\pm$ 10%
Clase de protección	IP65
Tamaño total	Aprox. 7.9x1.2x1.2 cm
Material	Aleación de aluminio
Peso del modulo	30 g

Fuente: electronilab.co, es.omega.com, didacticaselectronicas.com

### Sensor Ultrasónico HC-SR04

Este es un sensor muy utilizado para determinar a qué distancia se encuentra un objeto, dentro del rango de 2 a 450 cm, tiene una excelente precisión, además de su bajo consumo eléctrico y su tamaño lo hace ideal para incorporarlo en muchos desarrollos. En la tabla 6 se observa las características principales del sensor ultrasónico, el cual se utilizó en el dispensador.

**Tabla 6.** Especificaciones técnicas sensor ultrasónico HC-SR04.

Voltaje de operación	5V DC
----------------------	-------

Corriente de reposo	<2mA
Corriente de trabajo	15mA
Rango de medición	2 a 450 cm
Precisión	±3mm
Angulo de apertura	15°
Frecuencia de ultrasonido	40KHz
Duración mínima del pulso de disparo TRIG	10µS
Duración del pulso ECO de salida	100-25000 µS
Dimensiones	45mm x 20mm x 15mm

Fuente: naylampmechatronics.com

### Comandos AT

Los comandos AT fueron desarrollados por los fabricantes de módems Dennis C. Hayes y Dale Heatherington, como una interfaz de comunicación para así poder hacer configuraciones y asignar instrucciones como, marcas números de teléfono. (Bluehack, (s/f.)) afirma “*Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem*”.

Con el pasar del tiempo y los avances del baudio la telefonía móvil GSM incluyeron el estándar de lenguaje AT para tener comunicación con sus terminales, los móviles pueden llevar a cabo acciones tales como, realizar llamadas de voz, enviar mensajes SMS y realizar lectura y escritura de registros. (Finder, (s/f.)) & (Villagómez, 2016).

A continuación, se relaciona una tabla con la lista de los comandos AT más usados a nivel general, y su respectiva descripción de la acción que realiza al ser enviado.

**Tabla 7.** Lista de comandos AT usados para comunicación con módulos GPRS.

### Lista de comandos AT

Comando	Descripción
---------	-------------

AT	Comprueba estado del módulo que se tenga conectado.
AT+CPIN="XXXX"	Introducir el PIN de la SIM. Cambiar XXXX por el PIN
AT+CREG?	Comprueba la conexión a la red.
ATDXXXXXXXX	Realiza una llamada. Se cambia las XXXXXXXX por el numero al que se quiere llamar.
ATA	Descuelga una llamada
ATH	Finaliza la llamada.
AT+CMGF=1	Configura el modo texto para enviar o recibir mensajes. Devuelve">" como inductor
AT+CMGS="XXXXXXXXXX"	Nº al que vamos a enviar el mensaje.
AT+CLIP=1	Activamos la identificación de llamada.
AT+CNMI=2,2,0,0,0	Configuramos el módulo para que muestre los SMS por el puerto serie.
AT+CGATT=1	Conectamos a la red GPRS.
AT+CSTT="APN","usuario","contraseña"	Definimos APN. usuario y contraseña
AT+CIICR	Activamos el perfil de datos inalámbrico
AT+CIFSR	Obtenemos nuestra IP
AT+CIPSTART="TCP","direccionIP","puerto"	Indicamos el tipo de conexión, dirección IP y puerto al que realizamos la conexión
AT+CIPSEND	Preparamos el envío de datos. Devuelve ">" como inductor.
AT+CIPCLOSE	Cerramos la conexión.
AT+CIPSHUT	Cierra el contexto PDP del GPRS
AT+CGPSPWR=1	Activar el GPS.
AT+CGPSSTATUS?	Comprueba que el GPS ha encontrado la red.
AT+CGPSINF=0	Obtiene los datos del GPS: Modo, Latitud, Longitud, Altitud, Horario UTC, Tiempo de respuesta, Número de satélites, Velocidad, Curso

AT+CGPSOUT=32	Para obtener los datos del GPS usando la especificación de la NMEA: Horario UTC, Estado, Latitud, Longitud, Velocidad en nudos, Ángulo de derrota en grados, Fecha, Variación magnética, Datos del Cheksum
AT+CGPSPWR=0	Cerrar el GPS.

Fuente: Lista de algunos de los comandos AT utilizados, en los módulos GSM/GPRS (*Prometec, 2018*)

### **Modulo GPRS SIM900A**

*Esta tarjeta GPRS SIM900A de comunicación inalámbrica, es compatible con todos los modelos de Arduino, y además puede ser controlada con otros microcontroladores también, este módulo funciona como un teléfono móvil, donde puede enviar mensajes de texto, y realizar llamadas a un número de teléfono, además está configurada y controlada vía UART haciendo uso de los comandos AT, ideal para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control. (Miliohm, 2017 & HeTPro, 2019).*

### **Especificaciones**

- Cuatribanda 850/900/1800/1900 MHz
- Banda Dual 900/1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8GPRS estación móvil clase B
- Cumple con GSM fase 2/2 + Clase 4 (2W @ 850/900 MHz)
- Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900 MHz)
- Control a través de comandos AT (GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM comandos AT mejorados)
- Bajo consumo de energía: 1.5mA (modo de reposo)
- Temperatura de funcionamiento: -40 °C a +85°C

(SIMCom, 2015)

## Lenguaje C++

Las placas de Arduino se basan en lenguaje C++, debido a que este tipo de programación está orientada a objetos, permitiendo ser portable, rápida y de uso general. En consecuencia, la gran mayoría de páginas y de soporte brindado en internet es en este lenguaje a su fácil comprensión.

Algunas características generales son:

- Sintaxis heredada del lenguaje C
- Lenguaje fuertemente tipado
- Uso de punteros
- Biblioteca estándar

## Librerías

Debido a la simplicidad y facilidad que permite el lenguaje C++ llevar a cabo la programación, es de uso muy frecuente el uso de librerías, al momento de desarrollar, (Hernandez (s/f.)) afirma *“Las librerías de Arduino tienen otro sentido. Se trata de un archivo de código que agrupa funciones similares que ayuda a hacer algo”*. Las librerías estándar se encuentran ya preinstaladas en el IDE de Arduino, para el uso de proyectos comunes y frecuentes, dado el caso que el desarrollo que se esté llevando a cabo sea más complejo se requiere hacer una búsqueda en internet de la librería en específico para su uso. A continuación, se relaciona las librerías usadas el proyecto del dispensador.

- **<Wire.h>**: se utiliza para conectar la placa de Arduino con dispositivos que trabajan con protocolo I2C
- **<ArduinoJson.h>**: se utiliza para serializar y transmitir datos estructurados
- **<SD.h>**: permite la lectura y escritura de datos en memorias tipo SD
- **<RTClib.h>**: controlar y usar el reloj en tiempo real
- **<HX711.h>**: permite hacer una lectura de peso de manera análoga, y conversión a digital
- **<LiquidCrystal\_I2C.h>**: permite controlar pantallas LCD por medio del módulo I2C
- **<Keypad.h>**: permite hacer uso del teclado matricial para ingresar datos numéricos

## CAPITULO III

### 7. METODOLOGIA

El dispensador de comida para perros con medidor y control en el registro del alimento consumido, se basa en la construcción de un prototipo con el objetivo de solucionar un problema específico de tal manera que no se empleen demasiados recursos, el cual se desarrollará implementado la metodología de prototipado, que consta de las siguientes etapas:

#### **Recolección y refinamiento de requisitos**

Realizar una lista de los materiales para poder hacer el prototipo y el respectivo montaje. Estos se obtienen de las tiendas de electrónica, como lo son el motor, los sensores y actuadores. Con respecto a la estructura física externa se hace uso de algunos materiales reciclables como recipientes plásticos de buena capacidad y calidad, algunas cajas de cartón, cartón piedra, tablas de madera MDF, y láminas de aluminio recicladas, con el fin de reducir los costos del desarrollo.

#### **Modelado, diseño rápido**

Dentro del diseño se realiza un diagrama el cual representa gráficamente cada una de las partes electrónicas que intervienen en el desarrollo con su posible ubicación y función de cada actuador, pudiendo encontrar y determinar el espacio necesario para hacer un mueble con las medidas adecuadas posteriormente ensamblar cada uno de los dispositivos dentro del mueble en los espacios ajustados a las medidas previamente tomadas, con el fin de hacer un dispensador lo más pequeño posible aprovechando cada uno de los espacios.

#### **Construcción del prototipo**

En esta etapa se lleva a cabo el ensamble pertinente de los sensores, actuadores y dispositivos electrónicos, en sus respectivos espacios dentro de la caja, uniendo las diferentes partes que forman, tales como: la tolva, base para celdas de carga, soporte del tornillo helicoidal, base de las compuertas de expulsión de comida, base de la vasija y los tubos que dirigen la comida al recipiente final, teniendo en cuenta el diseño hecho con anterioridad.

### **Evaluación del prototipo**

Luego se lleva a cabo las diferentes pruebas, tanto del suministro de la comida, como del control y programación de horarios establecidos para la alimentación de la mascota, teniendo en cuenta la cantidad de comida dispensada ya que las razas pequeñas y medianas se les suministra porciones totalmente diferentes, con respecto a los gramos requeridos, adicional a esto las diferentes etapas del perro hace que la cantidad de porciones cambie de modo que entre más pequeña sea la mascota, más porciones de comida se deberá de proporcionar al día. Estas variables deberán ser almacenadas y evaluadas de tal forma que coincida de manera acertada a la hora que el prototipo lleve a cabo la dispensa de la comida.

### **Refinamiento del prototipo**

En esta etapa se evalúan los resultados obtenidos en las diferentes pruebas llevadas a cabo del prototipo, con el fin de determinar con el grupo de trabajo la necesidad de hacer cambios y adecuaciones pertinentes para el correcto funcionamiento del dispensador. Las cuales se establecen en dos partes, la primera, funcionamiento de la dispensa de comida, donde se busca hacer la relación de cada una de las porciones con respecto a la cantidad asignada y las horas establecidas, teniendo en cuenta su peso corporal y etapa, la segunda parte tiene que ver con la estructura física externa, donde se verifica que la tolva, el soporte del tornillo helicoidal y los soportes de las basculas estén asegurados de manera segura a la base principal, de tal forma que no haya ningún tipo de pérdida de alimento en el momento preciso de la dispensa.

### **Producto de ingeniería**

Determinar que cada uno de los requerimientos se estén cumpliendo a cabalidad, y las funciones específicas del dispensador, no presenten ningún tipo de falla física y electrónica, que interfieran con el correcto funcionamiento del dispositivo, a la hora de llevar a cabo la dispensa de comida, teniendo en cuenta que cualquier tipo de falla antes mencionada, puede llegar a causar daño a la mascota.

## 8. DESARROLLO

Para obtener una muestra que es el grupo de la población a la cual se aplicara un estudio específico se debe definir algunos elementos importantes.

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones; la muestra es una pequeña parte de la población de interés, sobre el cual se recolectarán datos, y que tienen que definirse o delimitarse. Para hacer el cálculo de la muestra cómo se observa en la Tabla 8, se toma un número de personas que tenga perros en su casa, o en posesión, y que vivan en el casco urbano (zona centro), del municipio de Chía Cundinamarca; con esta muestra lo que se busca es realizar un análisis de la información obtenida con el fin de determinar las necesidades de la mascota más relevantes, a fin de encontrar las variables que permitan el diseño y desarrollo del dispensador.

**Tabla 8.** Población de personas con perros en su hogar, en la zona centro del municipio de Chía Cundinamarca.

Nº	Barrio	Número de Personas
1	Centro Histórico	24
2	Alegría	19
3	Ibaró	43
4	La Lorena	15
5	Tranquilandia	12
6	El Rosario	16
7	San Luis	23
8	20 de julio	31
9	Rio Frio	52
10	La Primavera	26
11	Saucos	16
12	La Trinidad	34
13	Santa Lucia	28
14	Los Chilacos	48
<b>Total</b>		<b>387</b>

Fuente: Elaboración propia

Los criterios tenidos en cuenta para la toma de la muestra son los siguientes: por ser un proyecto nuevo sin ningún tipo de antecedentes en el municipio, se tomó un nivel de confianza del 93% y un margen de error del 7%. Del mismo modo, como no se tiene encuestas anteriores la probabilidad de ocurrencia  $p = q = 50\%$ , en consecuencia, se aplicará la fórmula que a continuación se describe.

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N-1)E^2 + Z^2pq}, \text{ donde:}$$

N= Tamaño de la población

Z= Confianza

E= Error

p= Probabilidad de ocurrencia

n= Tamaño de la muestra

A continuación, reemplazamos los valores en la fórmula para hallar el resultado de n.

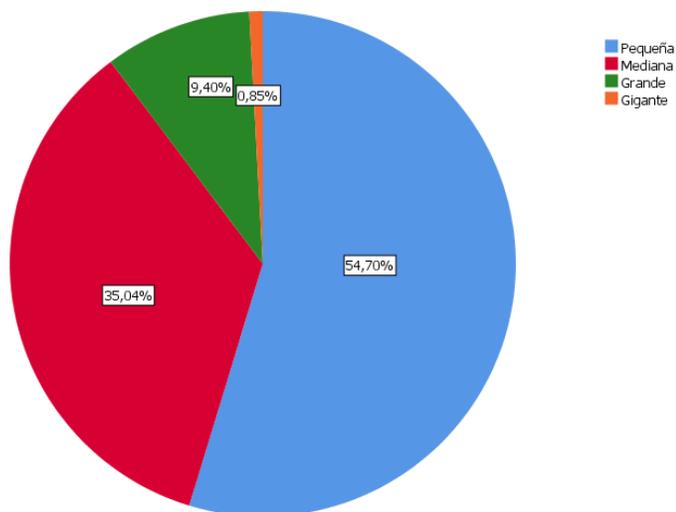
$$n = \frac{387 * 1.81^2 * 0.5 * 0.5}{(387 - 1)0.07^2 + 1.81^2 * 0.5 * 0.5} = 116,9 \text{ personas}$$

las encuestas se llevaron a cabo según la muestra obtenida (117) donde en su totalidad de encuestados, tienen al menos un perro como mascota por lo que el resultado de las encuestas es en base a este estudio; las encuestas se desarrollaron mediante formulario electrónico elaborado en la plataforma de Google Forms.

## 8.1 Encuesta

**Figura 1.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°1.

### 1. ¿Qué tipo de raza es su perro?

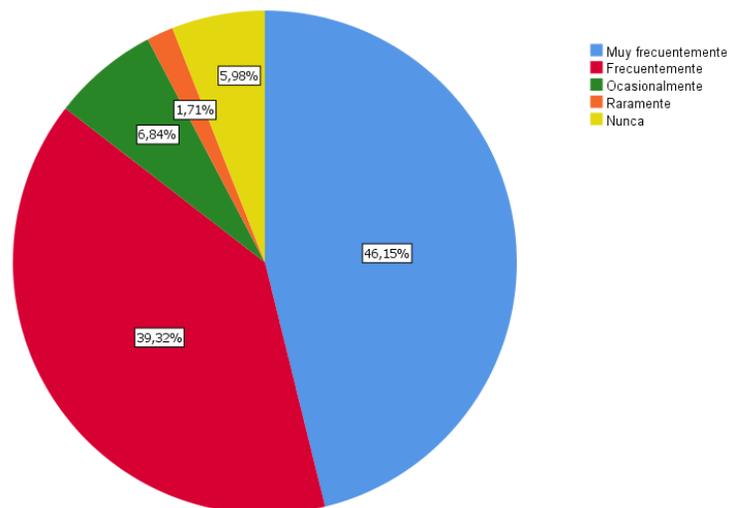


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura 1, el 54,70% de los encuestados tiene como preferencia perros de raza pequeña, mientras que el 35,04% mediana, el 9,40% grande, y el 0,85% tiene raza gigante, como se puede observar las personas tienden a tener canes de razas pequeñas y medianas.

**Figura 2.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°2.

**2. ¿Alimenta a su mascota con comida especial?**

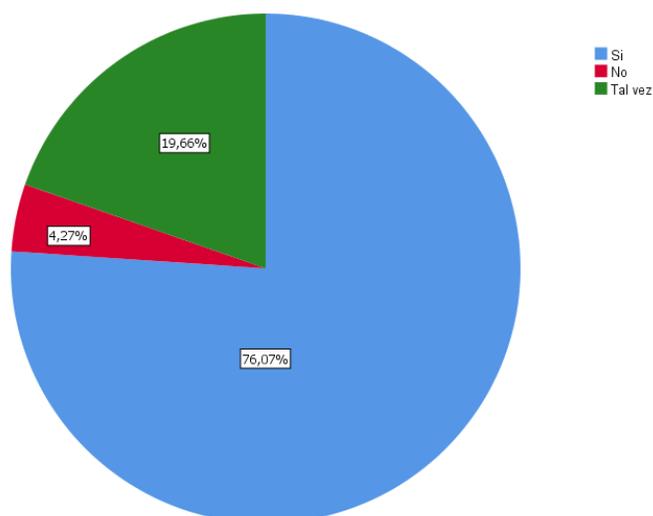


Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar un análisis, se puede determinar que un gran porcentaje de personas alimentan a su perro con concentrado, el 46,15% de todos los encuestados siempre compran la comida especial, el 39,32% lo realizan frecuentemente, el 6,84% ocasionalmente, el 5,98% nunca y el 1,71% raramente lo hacen.

**Figura 3.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°3.

**3. ¿Está consciente que las mascotas caninas deben recibir su comida por raciones de acuerdo a su actividad, peso, raza, edad, y tipo de alimento?**

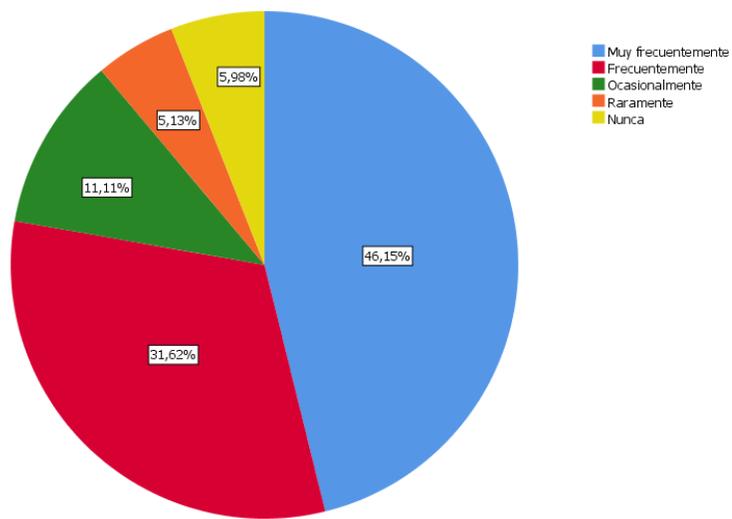


Fuente: Elaboración propia.

De esta manera el 76,07% de las personas encuestadas, están totalmente conscientes que los perros deben recibir el alimento racionado acorde a su peso, raza, edad y tipo de actividad, el 19,66% no están del todo consciente y el 4,27% no tiene ningún tipo de conocimiento al respecto.

**Figura 4.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°4.

**4. ¿Usted lleva a cabo el racionamiento de la comida de acuerdo a la cantidad apropiada?**

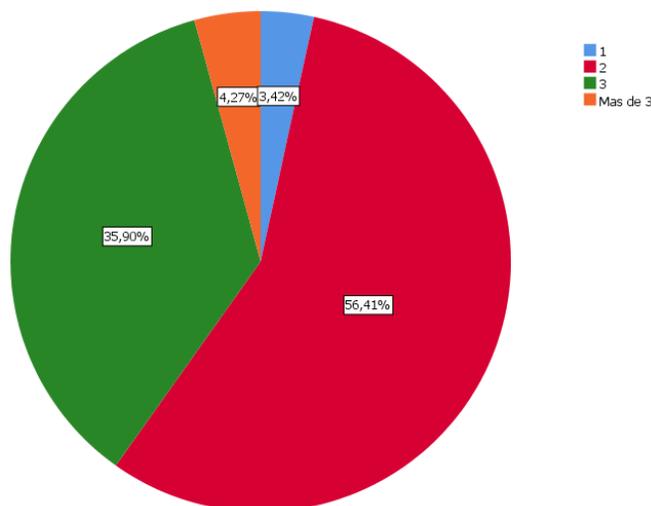


Fuente: Elaboración propia.

Del total de los encuestados, el 46,15% tienen la responsabilidad de racionar el alimento a su mascota siempre, el 31,62% lo hacen frecuentemente, el 11,11% ocasionalmente, el 5,98% raramente y el 5,13% nunca lo hacen.

**Figura 5.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°5.

**5. ¿Cuántas raciones de comida le proporciona a su mascota?**

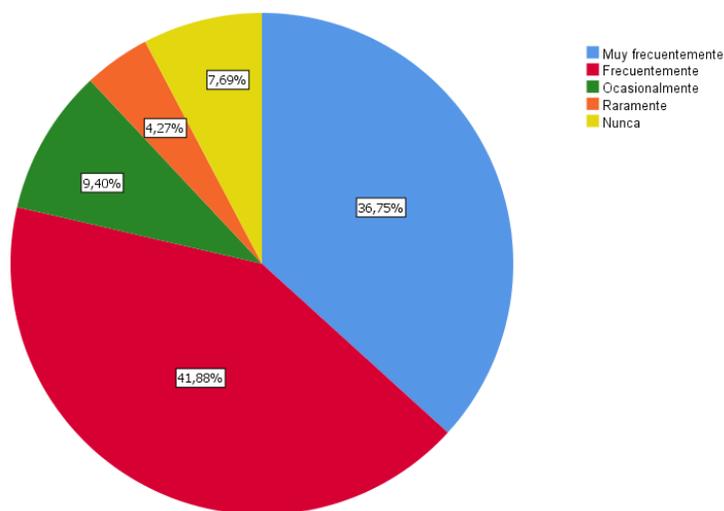


Fuente: Elaboración propia.

La anterior figura muestra que el 3,42% de los encuestados asignan una sola comida a su perro, en cambio el 56,41% sirven dos porciones, siendo el porcentaje más alto, el 35,90% sirven tres veces al día y el 4,27% más de tres porciones al día.

**Figura 6.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°6.

#### 6. ¿Su mascota tiene algún horario establecido durante el día para alimentarse?

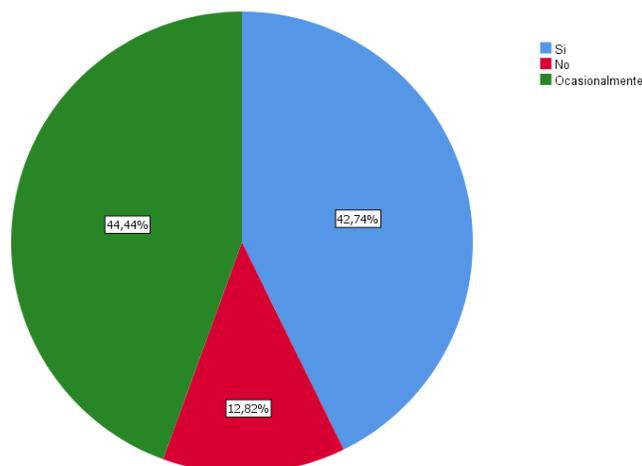


Fuente: Elaboración propia.

El 36,75% de las personas encuestadas siempre sirven la comida de su mascota a unas horas establecidas, el 41,88% frecuentemente dan la comida a una hora determinada, el 9,40% ocasionalmente, el 4,27% raramente y el 7,69% no tienen ninguna hora estipulada para brindar el alimento.

**Figura 7.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°7.

**7. ¿Alguna otra persona en su hogar se encarga de la alimentación de su mascota?**

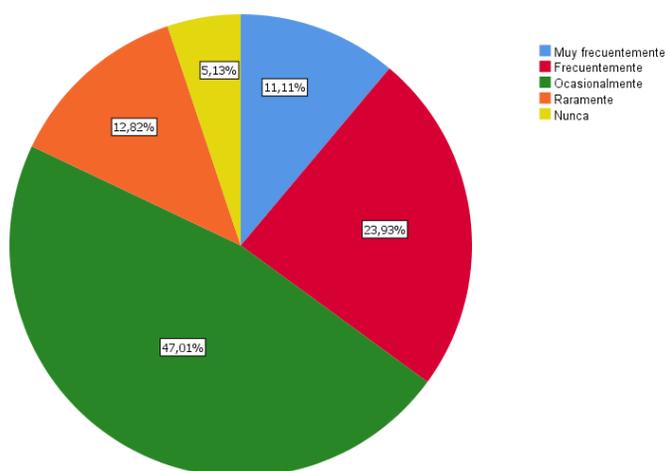


Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se muestra que el 42.74% de las personas encuestadas, afirman que otras personas también se encargan de la alimentación de su mascota, el 44,44% responde que ocasionalmente otras personas se encargan con la alimentación, mientras que el 12,82% no tiene otra ninguna persona que alimente la mascota.

**Figura 8.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°8.

**8. ¿Con que nivel de frecuencia lleva su perro al veterinario?**

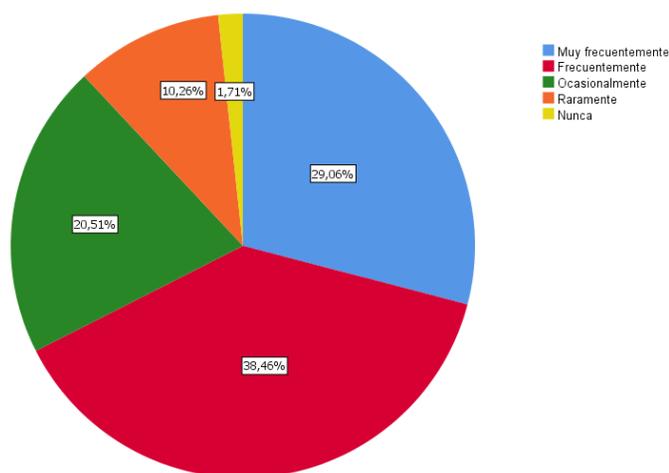


Fuente: Elaboración propia.

El 47,01% del total de las personas encuestadas lleva su perro al veterinario ocasionalmente, el 23,93% lo hace de manera frecuente, en comparación con el 12,82% y el 5,13% que raramente o nunca asisten al veterinario con su mascota.

**Figura 9.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°9.

**9. ¿Por algún motivo, ha tenido que dejar su mascota sola en casa?**

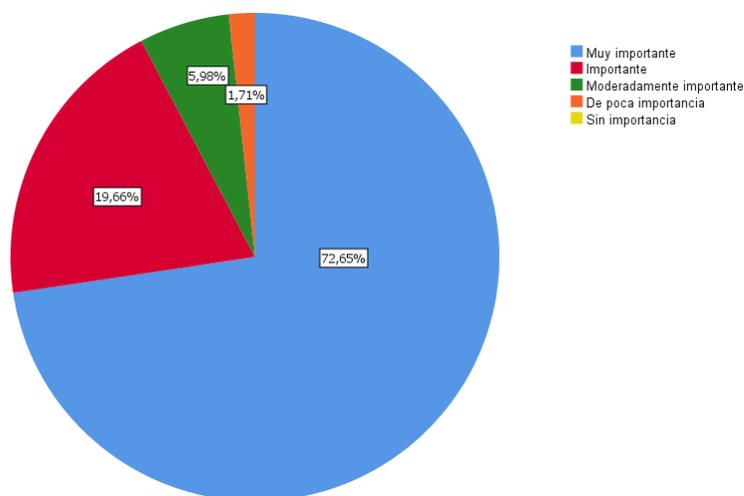


Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se observa que el 38,46% del total de las personas encuestadas afirman que han dejado sola la mascota en casa frecuentemente, el 29,06% lo hacen de manera muy frecuente, en comparación con el 20,51% que ocasionalmente la dejan sola, el 10,26% raramente y el 1,71% nunca dejan sola la mascota.

**Figura 10.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°10.

**10. ¿Considera importante tener un dispositivo en casa, que le permita alimentar a la mascota cuando no hay personas presentes para suministrar él alimento?**

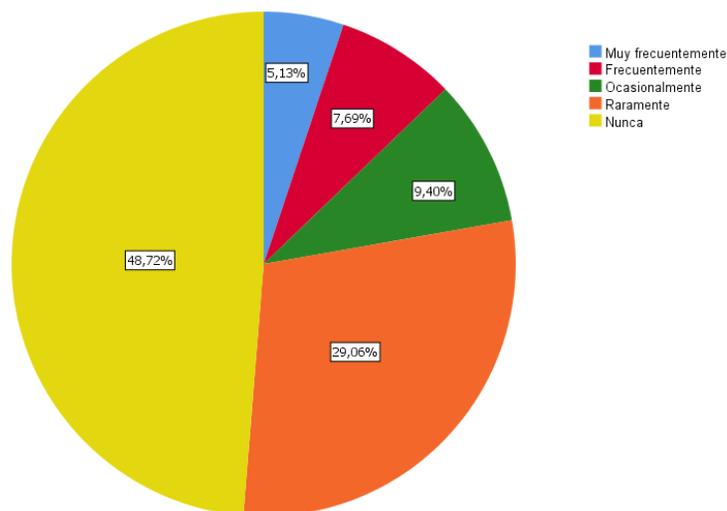


Fuente: Elaboración propia.

Del total de las personas encuestadas, el 72,65% considera muy importante el uso de un dispositivo que suministre alimento al perro cuando no hay personas en casa, el 19,66% afirma que es importante, en comparación con el 5,98% y 1,71% que lo consideran moderadamente importante y de poca importancia.

**Figura 11.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°11.

### 11. ¿Lleva usted un registro de la comida que consume su mascota?



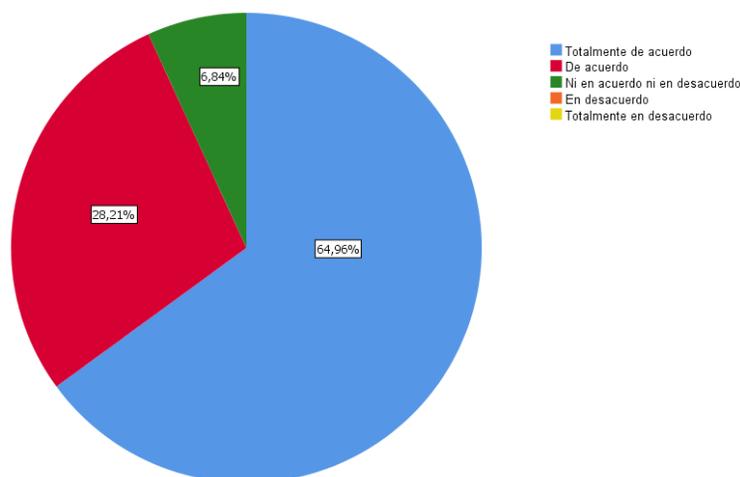
Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se muestra que, el 48,72% de la cantidad total de personas encuestadas nunca llevan un registro del alimento que consume el perro, además del 29,06% que raramente lo

hacen, en comparación con el 9,40% que lo hacen ocasionalmente, el 7,69% frecuentemente y el 5,13% llevan el registro de manera muy frecuente.

**Figura 12.** Grafica con porcentajes de respuestas a pregunta N°12.

**12. ¿Está de acuerdo que el uso de un dispensador de comida ayuda a que su mascota no tenga sobre-alimentación, y reducir los gastos de manutención?**



Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se observa que el 64,96% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con el uso de un dispensador de comida el cual ayuda con la sobre alimentación del perro y reducir los gastos de manutención, el 28,21% está de acuerdo y el otro 6,84% dicen estar ni en acuerdo ni en desacuerdo.

### **Análisis de la información**

Luego de extraer los datos, evaluar y analizar cada una de las respuestas, se puede identificar las actividades que los propietarios llevan a cabo con la alimentación de su mascota, teniendo en cuenta el concepto y la solución al problema que se quiere resolver, y determinar de manera estadística los requerimientos para llevar a cabo el desarrollo del dispensador.

La consideración de este prototipo a la solución del problema planteado es notable, del mismo modo se recomienda a los dueños que es de suma importancia estar atentos a la adecuada alimentación y nutrición de sus mascotas.

De acuerdo al análisis ya aplicado se determina los siguientes requerimientos:

### **Hardware**

- Un recipiente con la capacidad de contener una cantidad considerable de alimento - concentrado-, tanto para perros de raza pequeña y mediana.
- Una vasija plástica con capacidad de 200 g de comida
- El uso de un instrumento capaz de llevar a cabo el racionamiento, por medio del peso del concentrado.
- Es necesario un dispositivo que muestre la hora, en tiempo real.
- Un dispositivo de almacenamiento para almacenar los registros de dispensa.
- Teclado matricial para ingresar los datos de configuración.
- Pantalla para observar al momento de ingresar los datos.

### **Software**

El dispensador estará en la capacidad de realizar las siguientes acciones:

- Fijar el racionamiento de comida, indicada por el usuario.
- Dispensar el concentrado a la hora registrada de manera automática.
- Almacenar los registros más importantes, que son la cantidad de alimento que salió a la vasija, y la hora en que se activó el dispensador.

## 8.2 Desarrollo de la metodología

A continuación, se presenta el desarrollo del proyecto dentro de cada una de las etapas que se han presentado en la metodología propuesta para su respectivo desarrollo.

### Modelo de requisitos

#### Requisitos Funcionales

De acuerdo a cada uno de los requisitos funcionales necesarios para que el desarrollo del prototipo dispensador de comida, se hace necesario enunciar cada uno de ellos a continuación:

- Seleccionar que tipo de configuración desea (manual o automática).
- Seleccionar la etapa del perro.
- Seleccionar el tipo raza (pequeña o mediana).
- Ingresar el peso corporal del perro en kilogramos.
- Seleccionar la cantidad de porciones que se quiere que ejecute el dispensador al día.
- Determinar la cantidad de comida que se necesita arrojar de acuerdo a cada porción.
- Ingresar la cantidad de comida en gramos, la cual se establece que el perro requiere
- Determinar la cantidad de comida que necesita consumir el perro diariamente, de acuerdo a su peso corporal.
- Ingresar las horas de acuerdo el usuario configure el dispensador, para que arroje la comida en las horas estipuladas.
- Guardar los registros de las horas de dispensación del alimento y la cantidad de comida.
- Realizar la respectiva revisión si hay o no comida en la vasija de alimentación.
- Realizar la consulta de registros que corresponde a la cantidad de comida consumida y a la hora de dispensación.
- Consultar hora y fecha actual.
- Realizar una dispensa de comida de emergencia de 50g cada vez que se necesite.
- Abrir la cubierta que protege la vasija de alimentación.

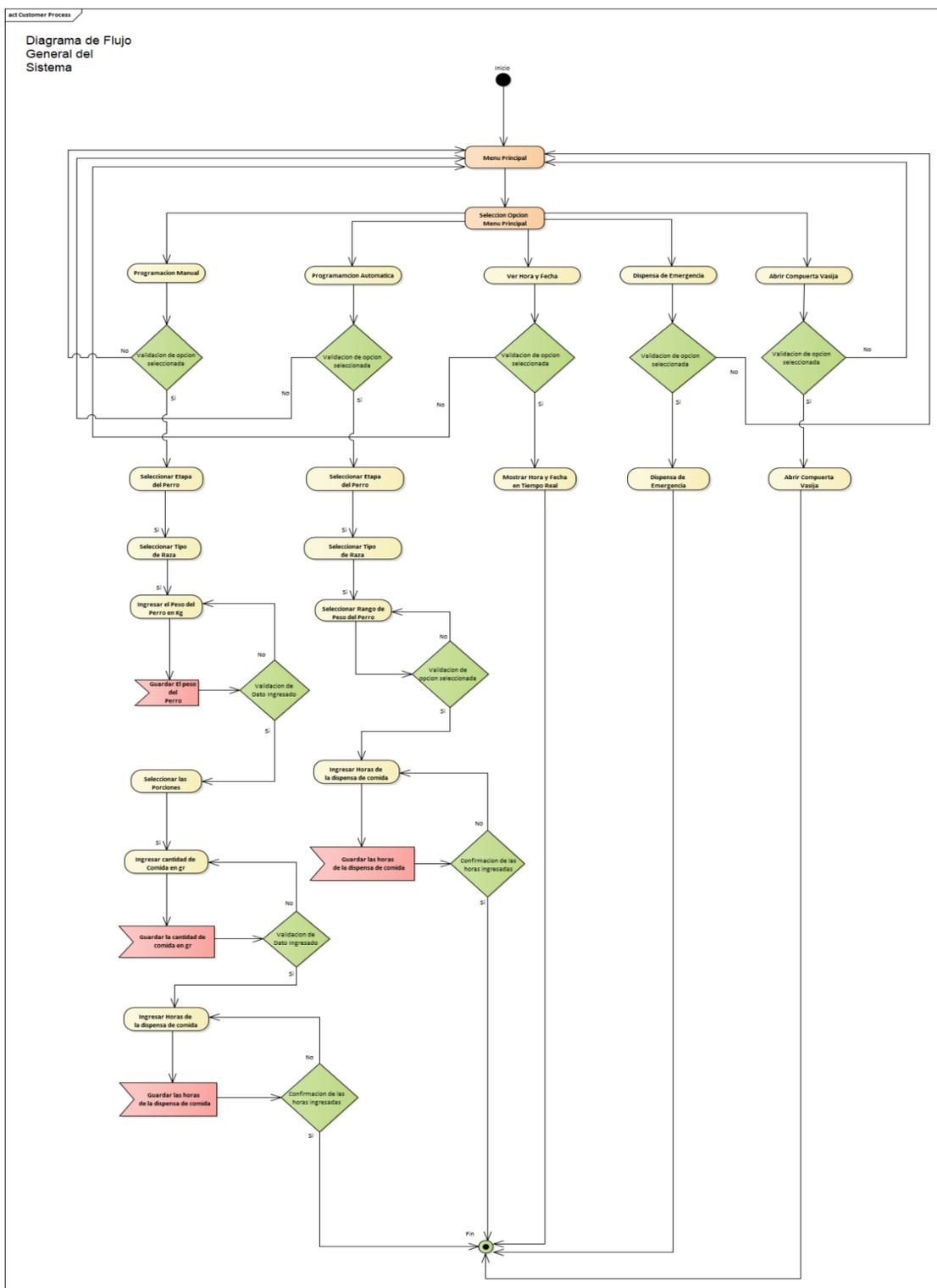
### Requisitos no funcionales

Se han determinado una serie de requisitos no funcionales, los cuales no dependen directamente del desarrollo del prototipo, pero a su vez influyen en el correcto funcionamiento del sistema, estos requisitos no funcionales se enuncian a continuación:

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Seguridad</b>	El dispensador debe estar en un lugar seco y libre de humedad, no se recomienda colocarlo a la intemperie, y se recomienda que sea manipulado por la persona que haya leído previamente el manual de usuario, para evitar pérdida de registros y una mala alimentación a la mascota.
<b>Rendimiento y Escalabilidad</b>	Los sensores y actuadores incorporados al dispensador están configurados de tal manera que si se encuentra algún tipo de daño sea fácil de reparar, o revisar algún elemento electrónico que se encuentre mal configurado.
<b>Disponibilidad</b>	El dispensador debe estar disponible las 24 horas del día, y el usuario podrá hacer la consulta de los registros tanto de comida arrojada, como de las horas las cuales el alimento se dispense
<b>Fiabilidad</b>	El sistema debe de almacenar la configuración realizada por el usuario, y almacenar los registros, para posteriormente ser visualizados, ya sea por cortes de energía o algún tipo de falla humana, por ejemplo, una manipulación inadecuada.

## Diagrama de flujo general del sistema

Figura 13. Diagrama de flujo general del prototipo dispensador de comida.

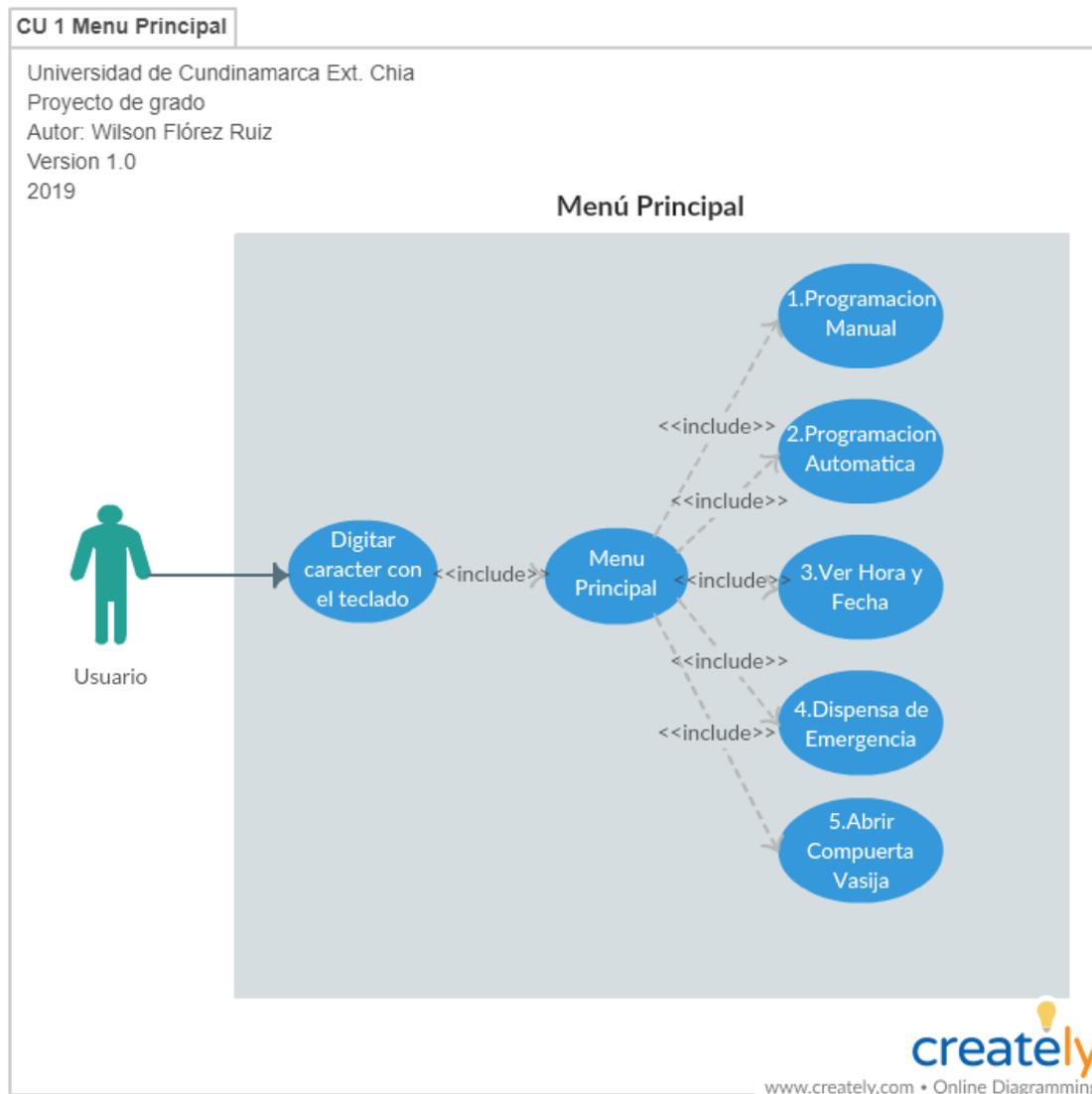


Fuente: Elaboración propia.

## Modelo de Casos de Uso

### Casos de Uso del Sistema

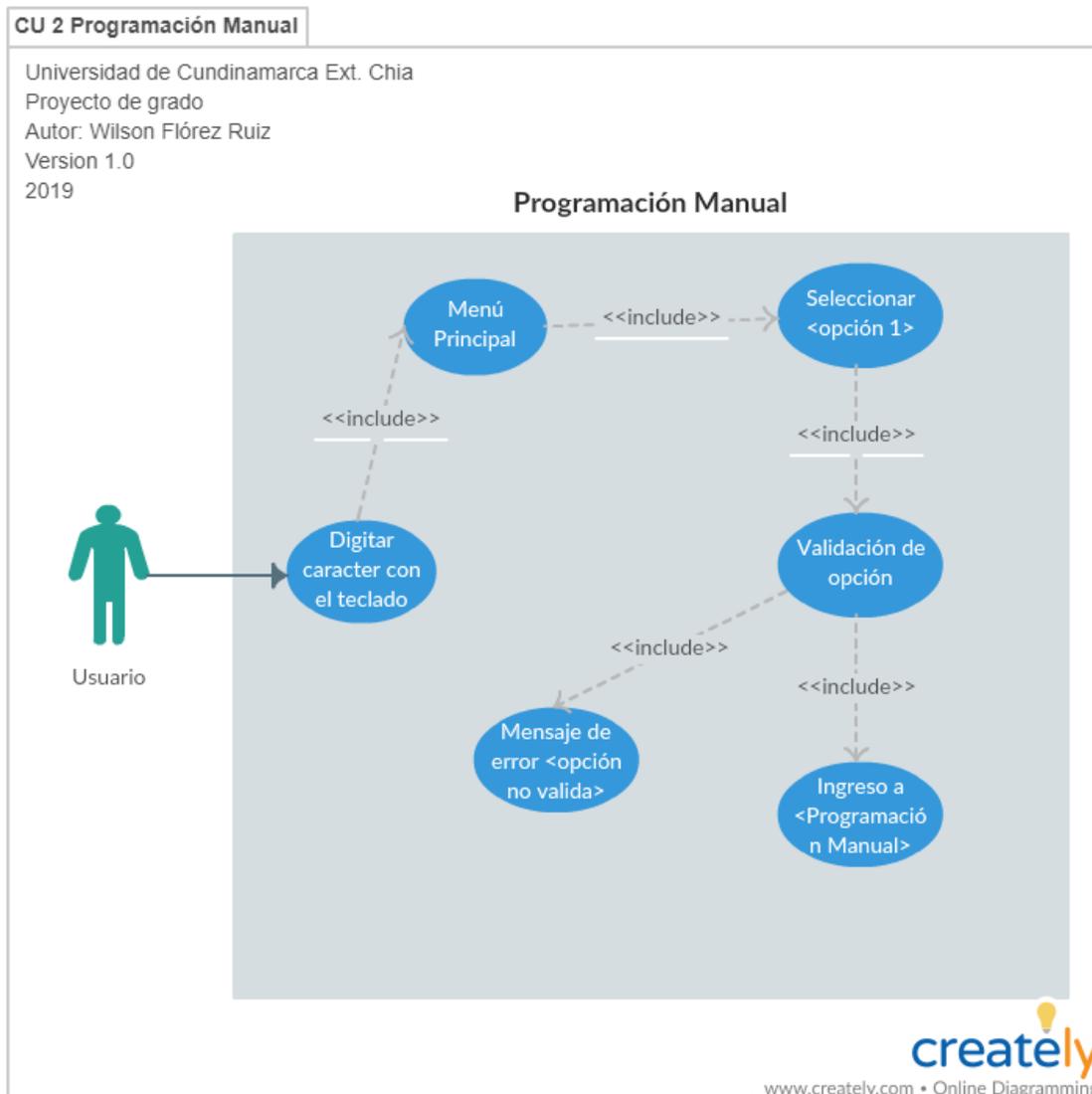
**Figura 14.** CU 1 Menú principal.



<b>Caso de Uso: CU 1 Menú Principal</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Prestar atención a las opciones del menú principal	

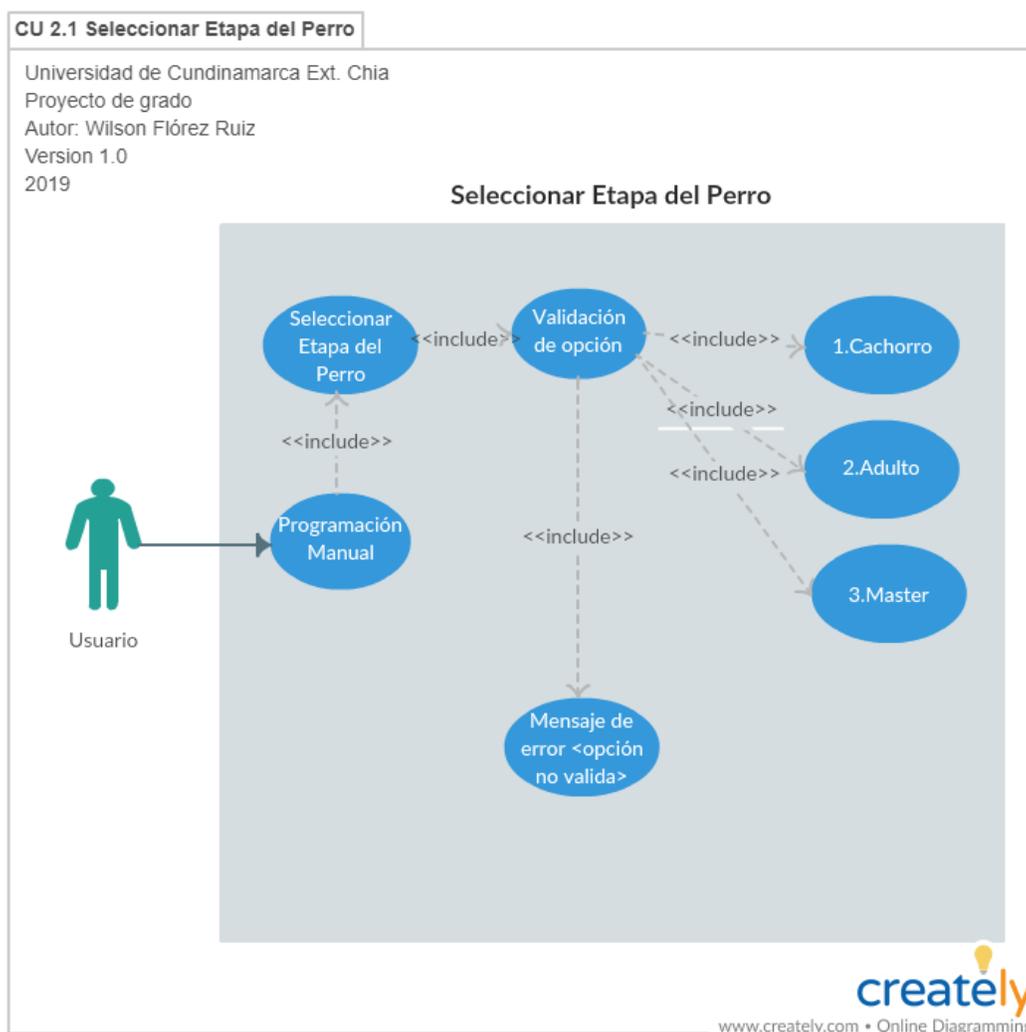
Se hace la solicitud de seleccionar una opción de acuerdo a las opciones mostradas	
Se valida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
Ingresa a la opción seleccionada	
<b>Comentarios</b>	

**Figura 15.** CU 2 Programación manual.



<b>Caso de Uso:</b> CU 2 Programación Manual	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Estar en el menú principal	
Seleccionar la opción “Programación Manual” de acuerdo al número asignado en el menú principal	
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
Ingresa a la opción seleccionada (Programación Manual)	
<b>Comentarios</b>	

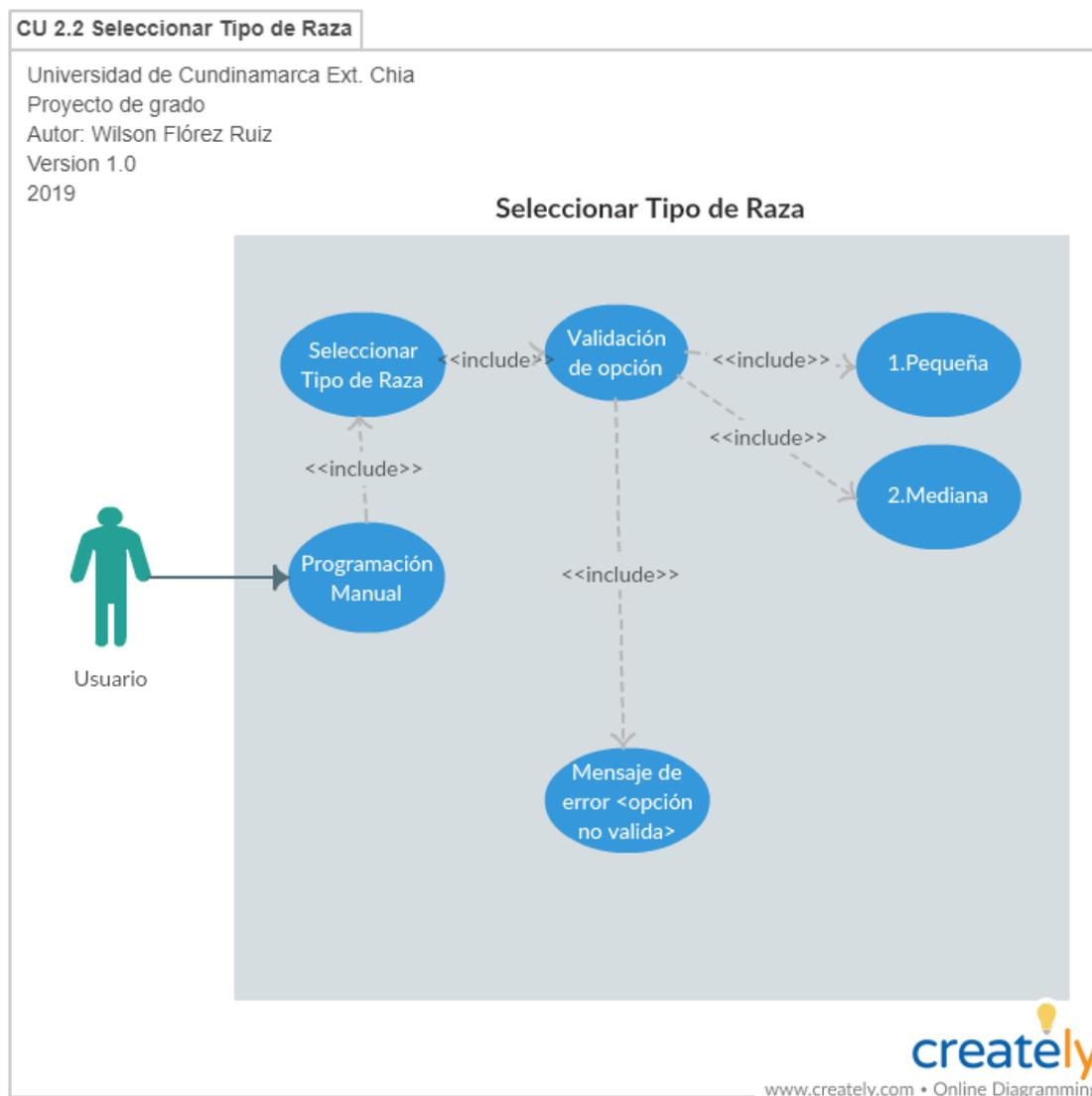
**Figura 16.** CU 2.1 Seleccionar etapa del perro.



<b>Caso de Uso: CU 2.1 Seleccionar Etapa del Perro</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Ingresar a la opción de Programación Manual del menú principal	
Ingresar la opción de Seleccionar Etapa del Perro	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Seleccionara la opción que necesite	

Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
<b>Comentarios</b>	

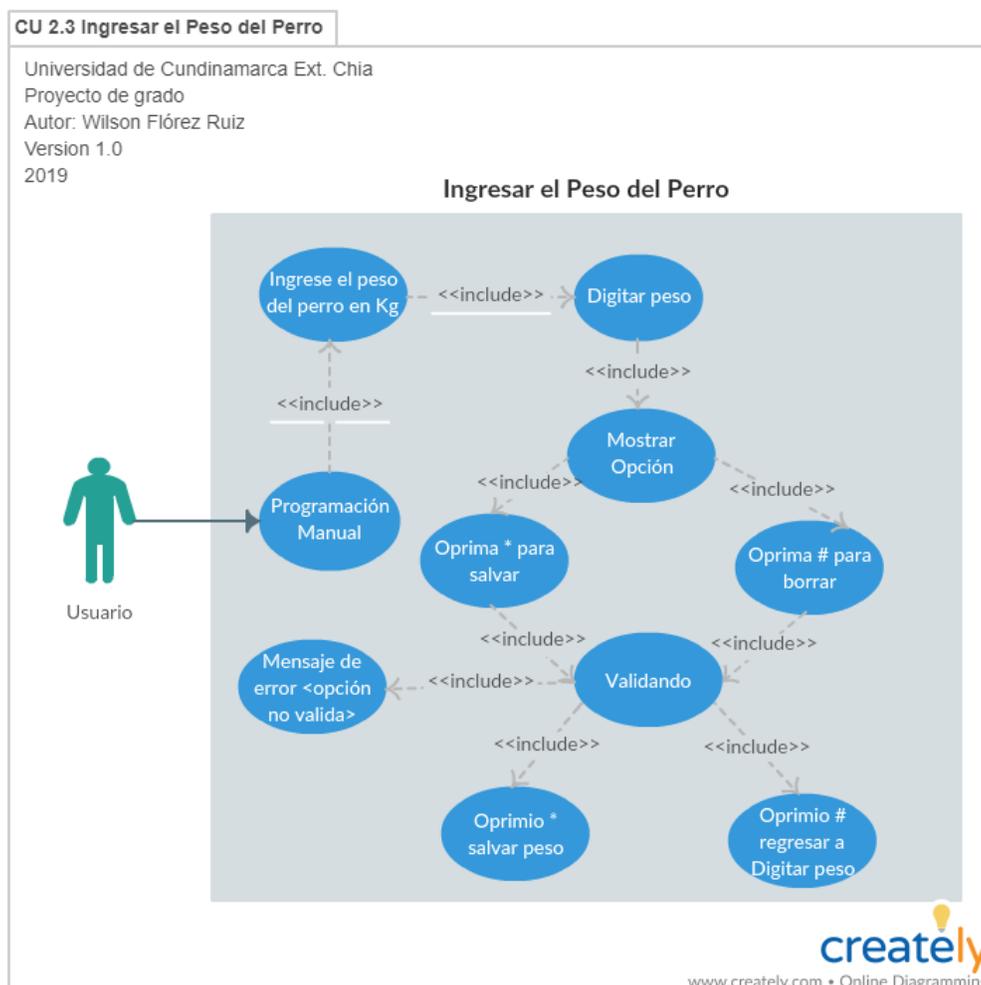
**Figura 17.** CU 2.2 Seleccionar tipo de raza.



<b>Caso de Uso:</b> CU 2.2 Seleccionar Tipo de Raza	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>

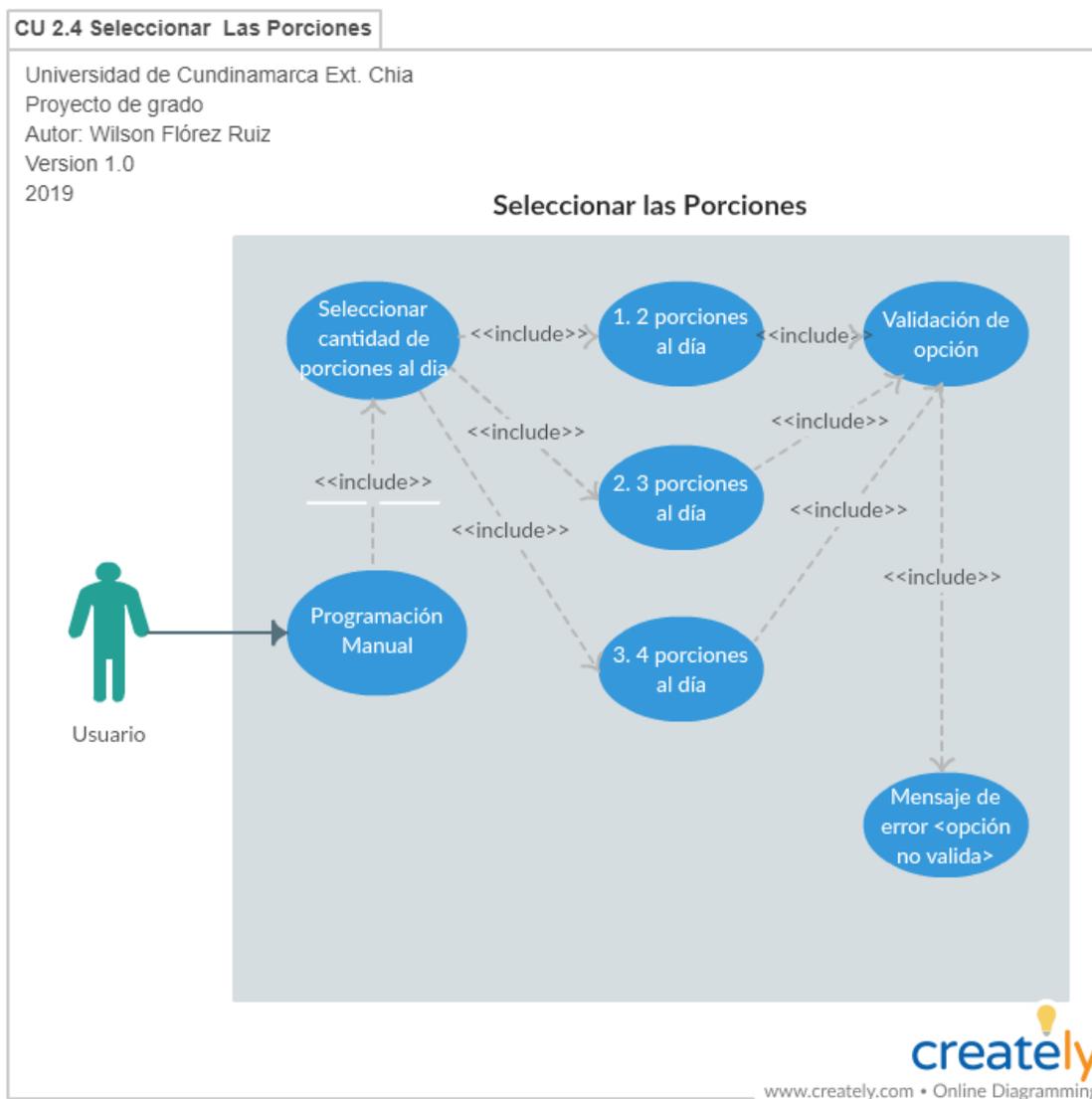
Ingresar a la opción de Programación Manual del menú principal	
Ingresar a la opción Seleccionar Etapa del Perro	
Ingresar a la opción Seleccionar Tipo de Raza	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
<b>Comentarios</b>	

**Figura 18.** CU 2.3 Ingresar el peso del perro.



<b>Caso de Uso:</b> CU 2.3 Ingresar el peso del perro en kilogramos	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Ingresar a la opción de Programación Manual del menú principal	
Ingresar a la opción Seleccionar Etapa del Perro	
Ingresar a la opción Seleccionar Tipo de Raza	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Seleccionar la opción Ingresar el Peso en Kg	Muestra el espacio para digitar los números correspondientes al peso del perro
Validación de datos ingresados	Se mostrará un mensaje donde indica oprimir * para confirmar los datos, y oprimir # para borrar los datos
<b>Comentarios</b>	
La opción de borrar datos, aplica únicamente para la opción Ingresar el Peso en Kg	

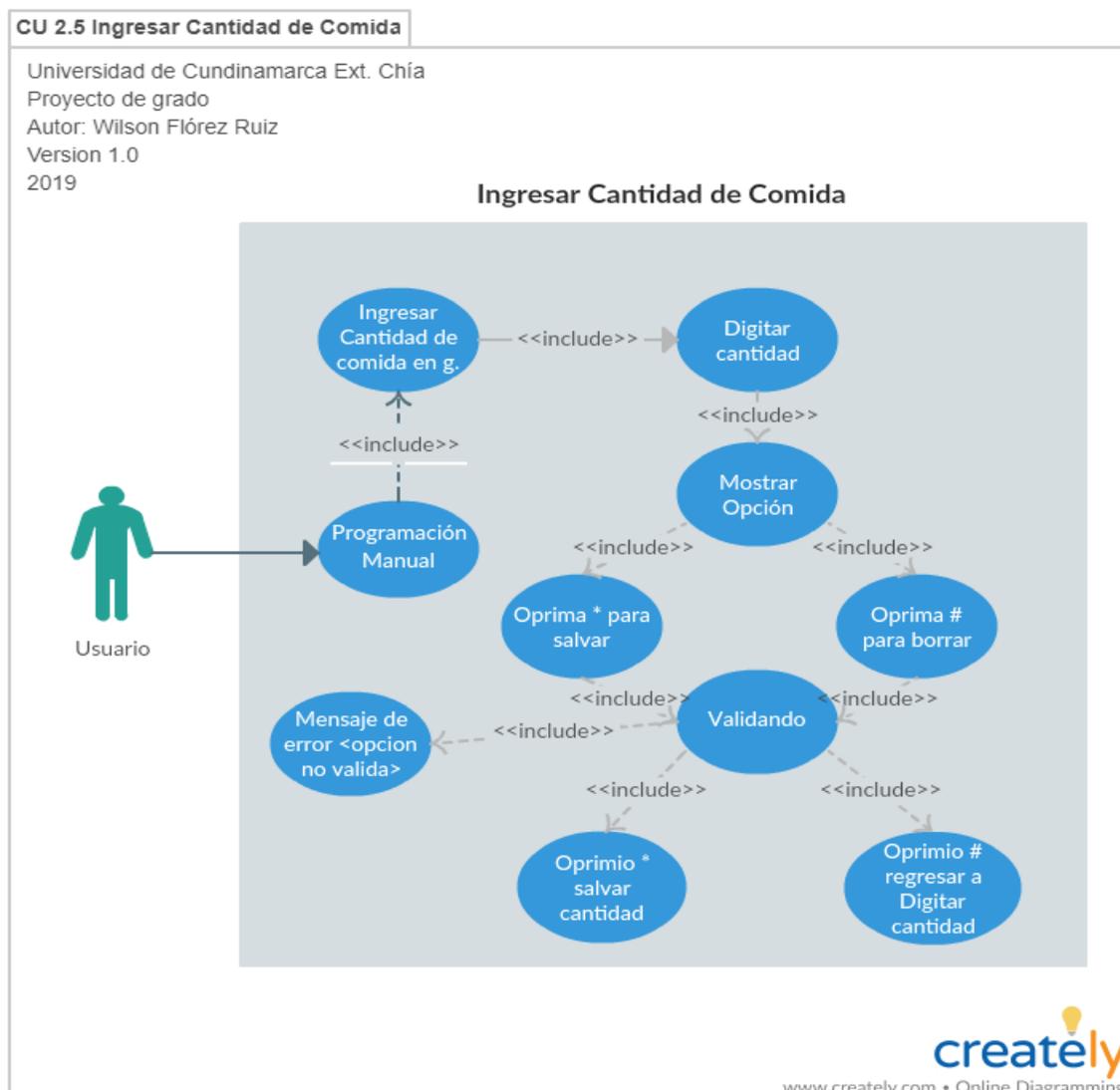
**Figura 19.** CU 2.4 Seleccionar las porciones.



<b>Caso de Uso:</b> CU 2.4 Seleccionar las Porciones	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Ingresar a la opción de Programación Manual del menú principal	
Ingresar a la opción Seleccionar Etapa del Perro	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Ingresar a la opción Seleccionar Tipo de Raza	

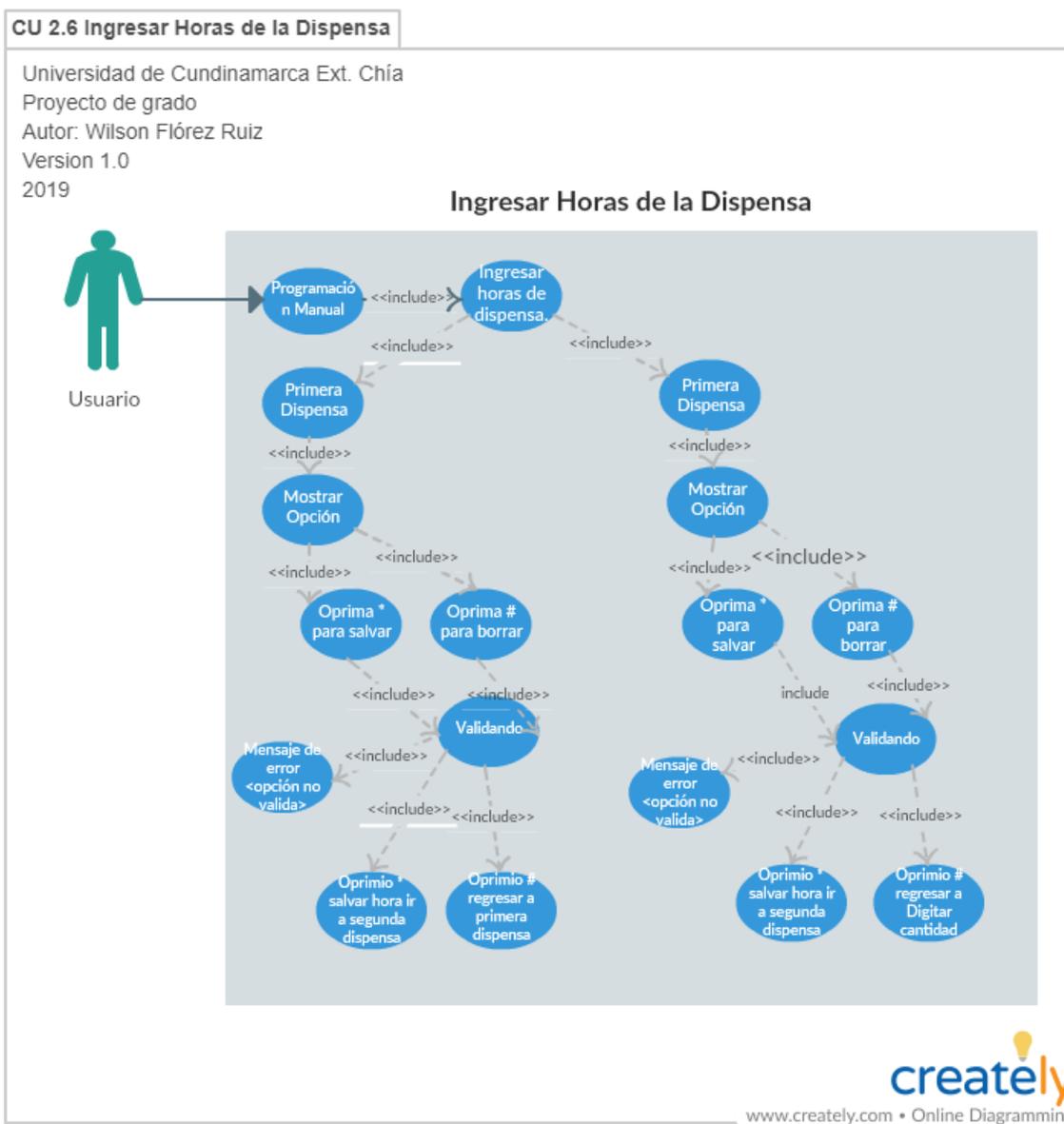
Seleccionar la opción Ingresar el Peso en Kg	Muestra el espacio para digitar los números correspondientes al peso del perro
Ingresar a la opción Seleccionar las Porciones	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
<b>Comentarios</b>	

**Figura 20.** CU 2.5 Ingresar cantidad de comida.



<b>Caso de Uso:</b> CU 2.5 Ingresar cantidad de comida en gramos	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Ingresar a la opción de Programación Manual del menú principal	
Ingresar a la opción Seleccionar Etapa del Perro	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Ingresar a la opción Seleccionar Tipo de Raza	
Seleccionar la opción Ingresar el Peso en Kg	Se mostrará un mensaje donde indica oprimir * para confirmar los datos, y oprimir # para borrar los datos
Ingresar a la opción Seleccionar las Porciones	
Seleccionar la opción Ingresar cantidad de comida en gr	Muestra el espacio para digitar los números correspondientes a la cantidad de comida
Validación de datos ingresados	Se mostrará un mensaje donde indica oprimir * para confirmar los datos, y oprimir # para borrar los datos
<b>Comentarios</b>	
La opción de borrar datos, aplica únicamente para la opción Ingresar Cantidad de Comida en g.	

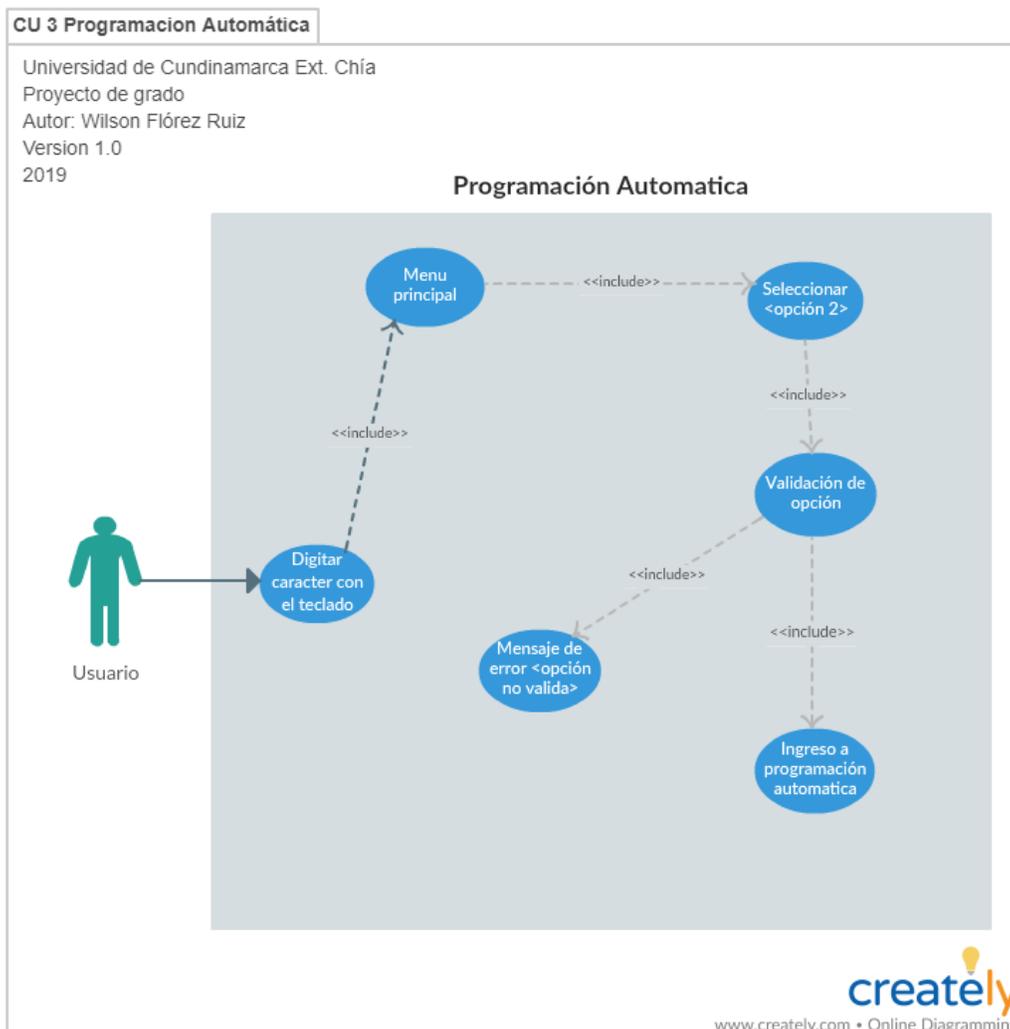
**Figura 21.** CU 2.6 Ingresar horas de la dispensa.



<b>Caso de Uso:</b> CU 2.6 Ingresar horas de la dispensa	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Ingresar a la opción de Programación Manual del menú principal	
Ingresar a la opción Seleccionar Etapa del Perro	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.

Ingresar a la opción Seleccionar Tipo de Raza	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Seleccionar la opción Ingresar el Peso en Kg	
Ingresar a la opción Seleccionar las Porciones	
Seleccionar la opción Ingresar cantidad de comida en gr	
Seleccionar la opción Ingresar Horas de la Dispensa	Muestra el espacio para digitar los números correspondientes a la hora y minutos que se quiere que active el dispensador para dar la comida
Validación de datos ingresados	Se mostrará un mensaje donde indica oprimir * para confirmar los datos, y oprimir # para borrar los datos
<b>Comentarios</b>	
La opción de borrar datos, aplica únicamente para la opción Ingresar Horas de la Dispensa como lo es la hora y los minutos	

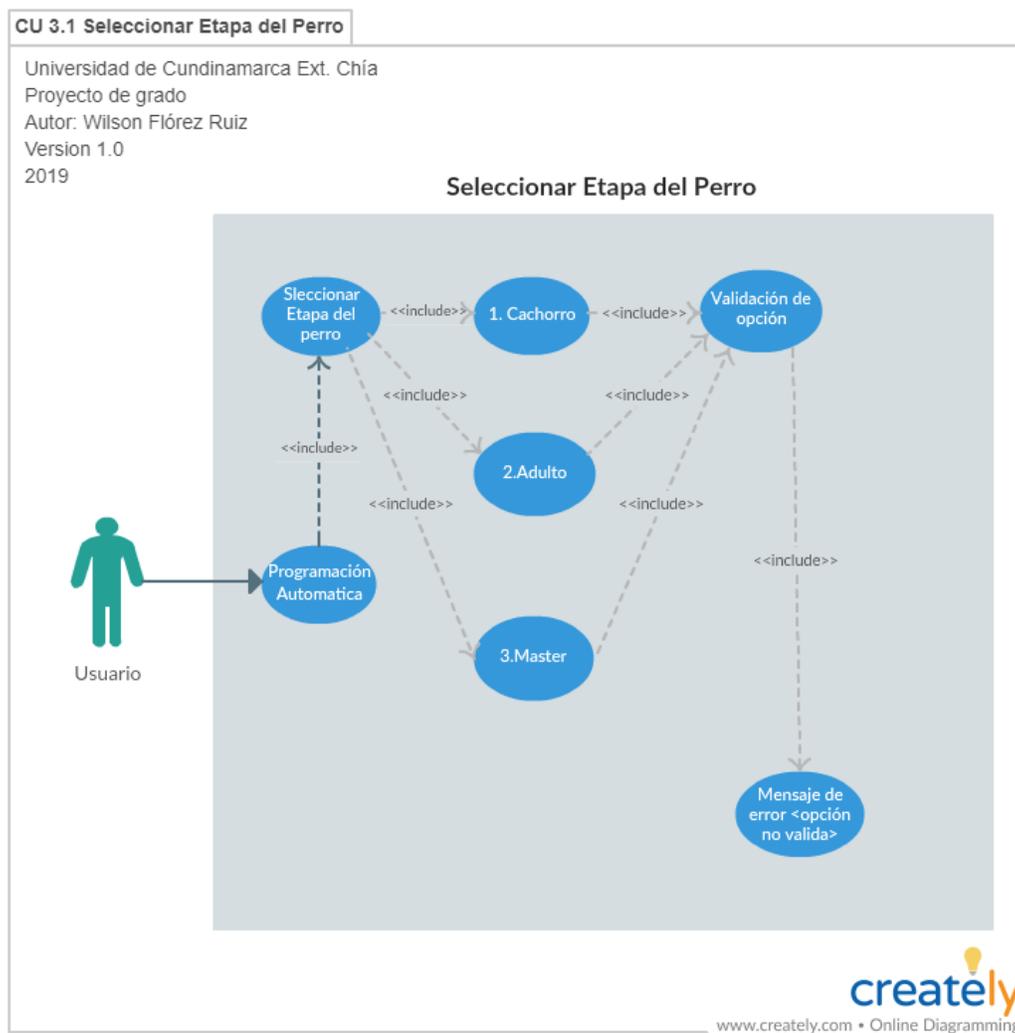
**Figura 22.** CU 3 Programación automática.



Caso de Uso: CU 3 Programación Automática	
<b>Actor:</b> Usuario	
Descripción de los procesos	Alternativas
Estar en el menú principal	
Seleccionar la opción “Programación Automática” de acuerdo al número asignado en el menú principal	
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo

Ingresa a la opción seleccionada (Programación Automática)	
<b>Comentarios</b>	

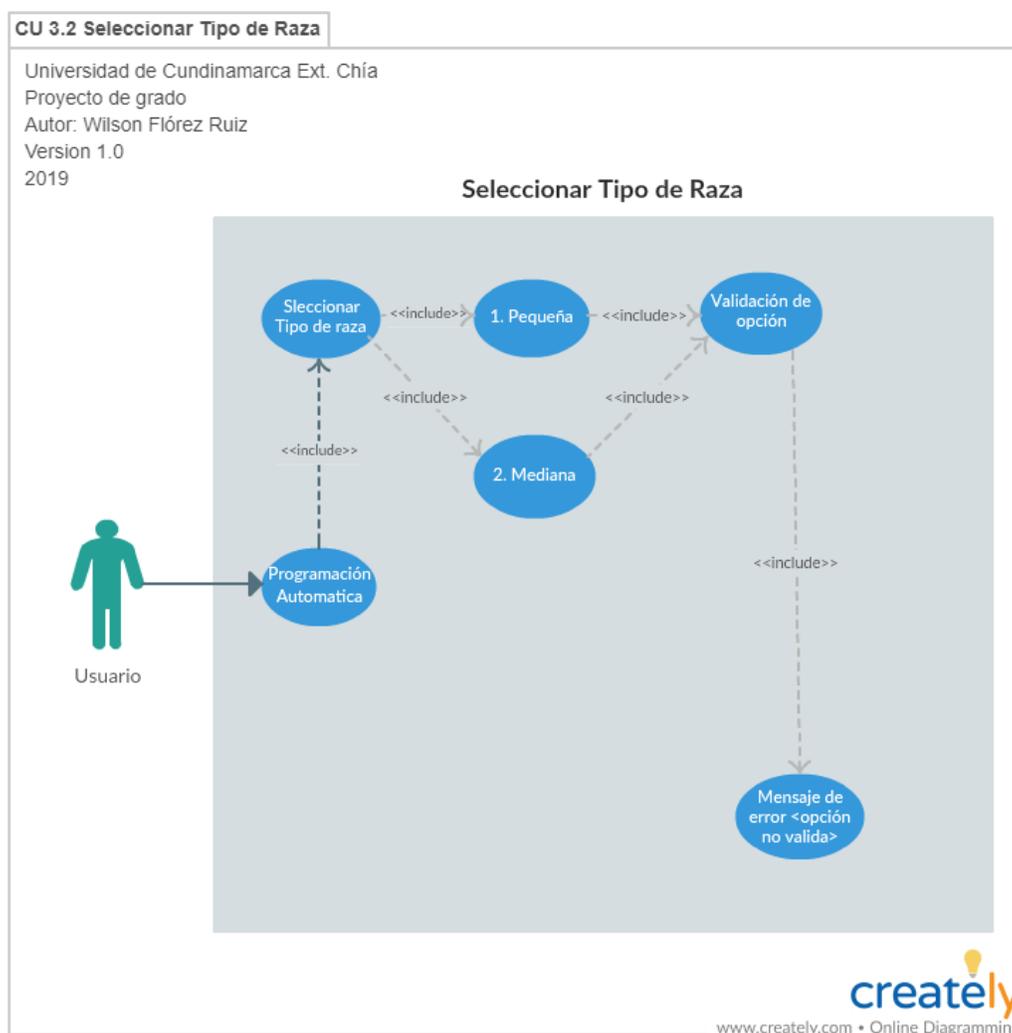
**Figura 23.** CU 3.1 Seleccionar etapa del perro.



<b>Caso de Uso:</b> CU 3.1 Seleccionar Etapa del Perro	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>

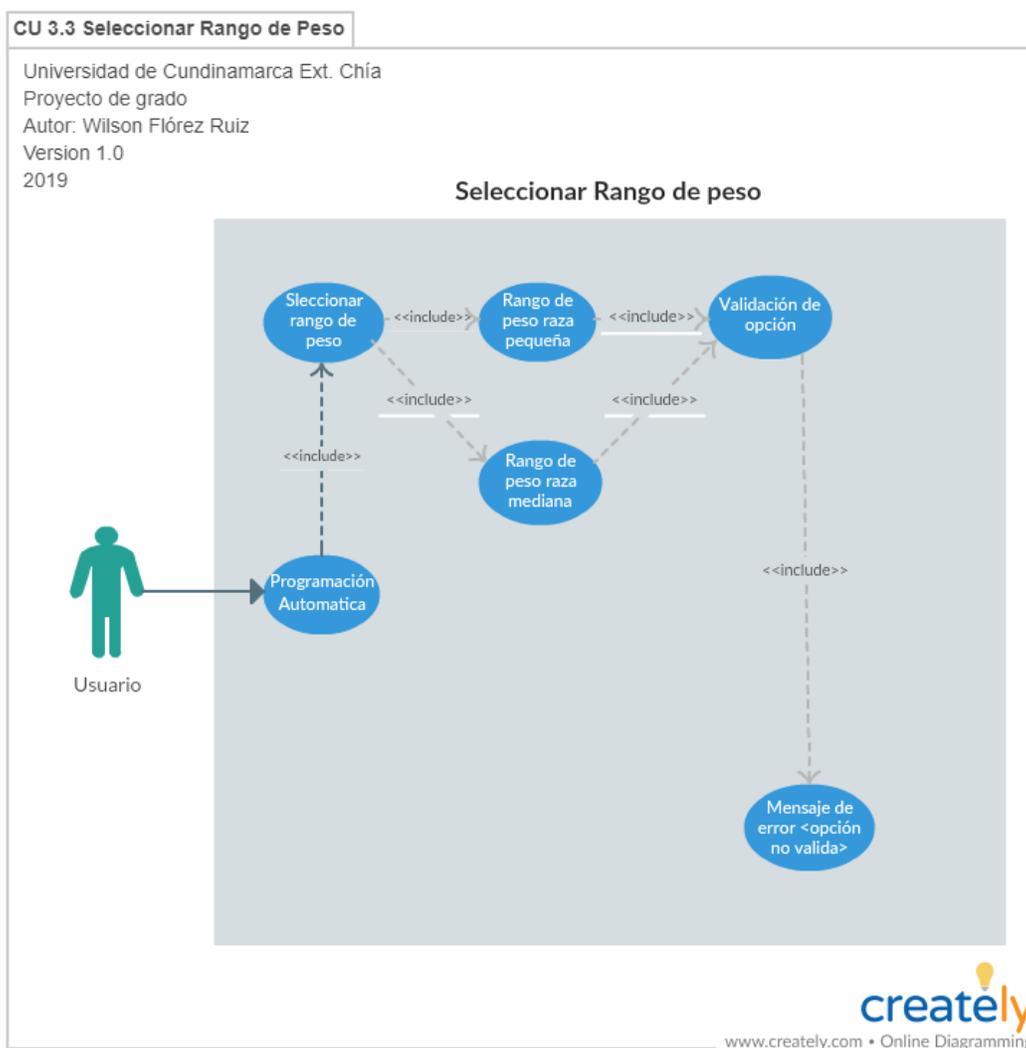
Ingresar a la opción de Programación Automática del menú principal	
Ingresar la opción de Seleccionar Etapa del Perro	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Seleccionara la opción que necesite	
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
<b>Comentarios</b>	

**Figura 24.** CU 3.2 Seleccionar tipo de raza.



<b>Caso de Uso:</b> CU 3.2 Seleccionar Tipo de Raza	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Ingresar a la opción de Programación Automática del menú principal	
Ingresar a la opción Seleccionar Etapa del Perro	
Seleccionara la opción que necesite	
Ingresar a la opción Seleccionar Tipo de Raza	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
<b>Comentarios</b>	

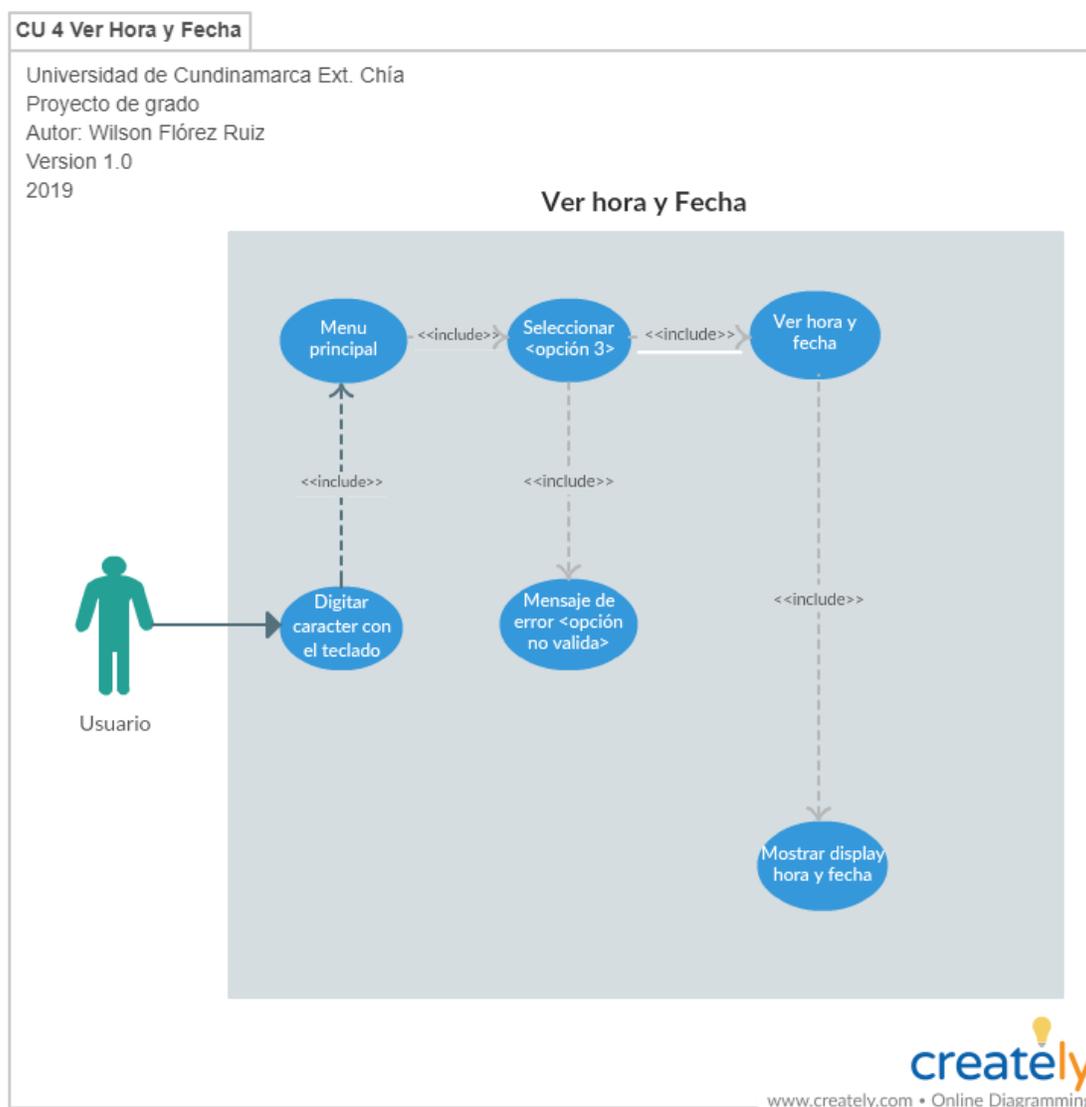
**Figura 25.** CU 3.3 Seleccionar rango de peso.



Caso de Uso: CU 3.3 Seleccionar Rango de Peso	
Actor: Usuario	
Descripción de los procesos	Alternativas
Ingresar a la opción de Programación Automática del menú principal	
Ingresar a la opción Seleccionar Etapa del Perro	
Seleccionara la opción que necesite	
Ingresar a la opción Seleccionar Tipo de Raza	

Ingresar a la opción Seleccionar Rango Peso Perro	Muestra las diferentes opciones que corresponde al método seleccionado.
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
<b>Comentarios</b>	

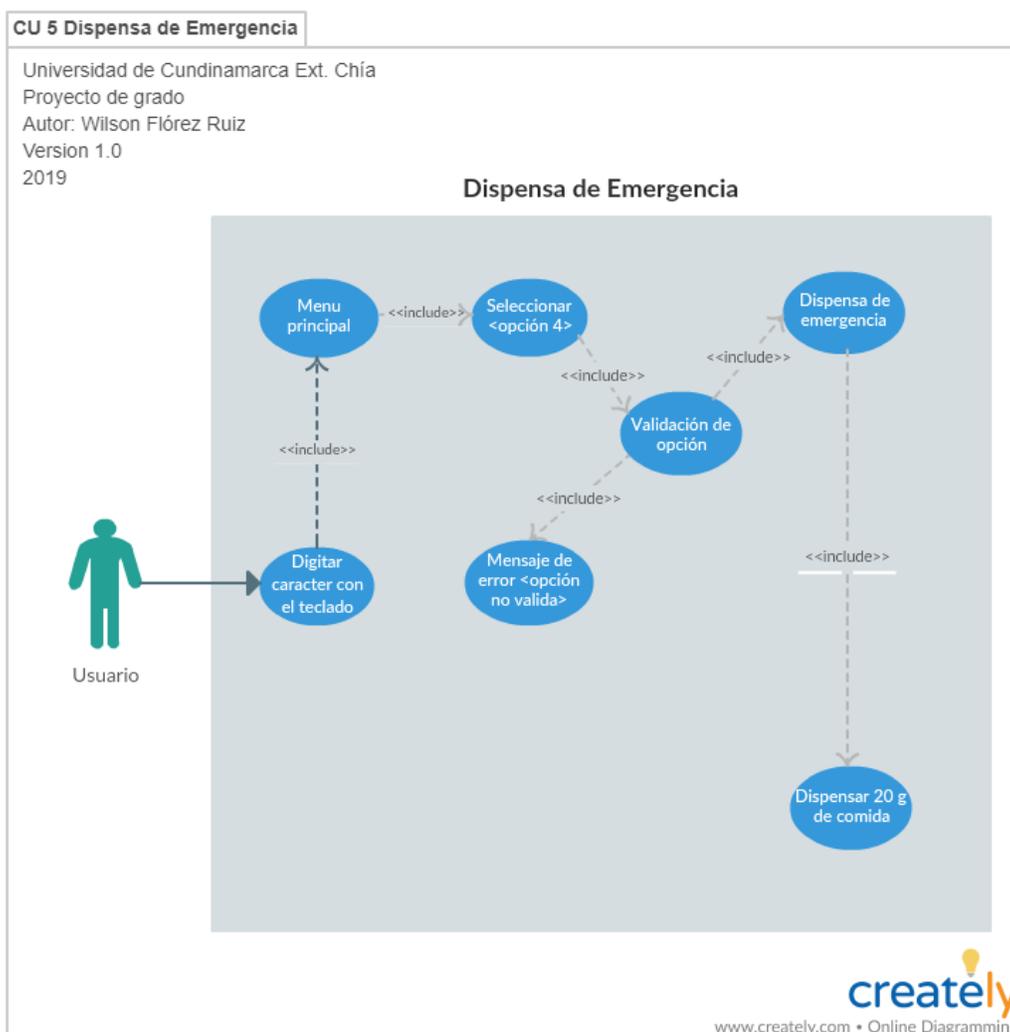
**Figura 26.** CU 4 Ver hora y fecha.



**Caso de Uso:** CU 4 Ver Hora y Fecha

<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
Estar en el menú principal	
Seleccionar la opción “Ver Hora y Fecha” de acuerdo al número asignado en el menú principal	
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
Ingresar a la opción seleccionada (Ver Hora y Fecha) muestra la hora y la fecha en tiempo real.	
<b>Comentarios</b>	
La hora y que se muestra en este método no se puede modificar	

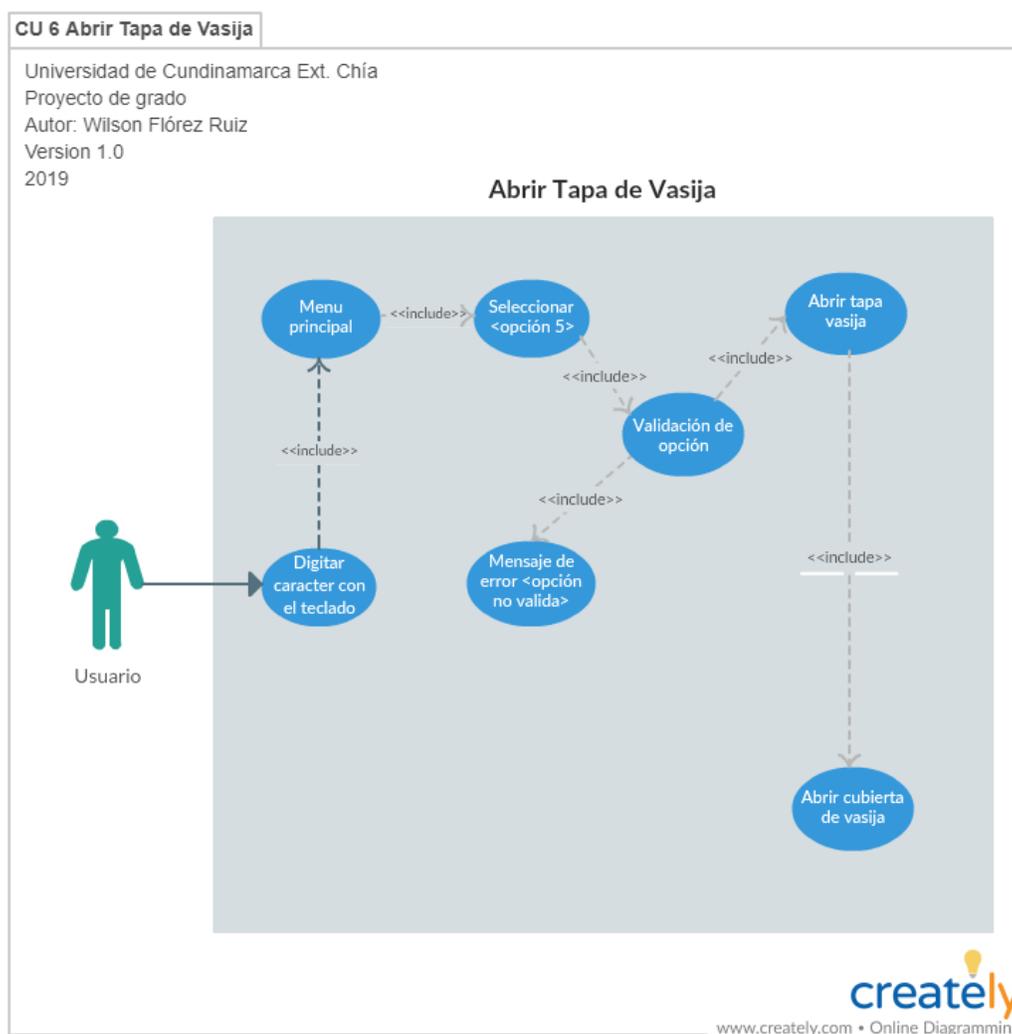
**Figura 27.** CU 5 Dispensa de emergencia.



Caso de Uso: CU 5 Dispensa de Emergencia	
<b>Actor:</b> Usuario	
Descripción de los procesos	Alternativas
Estar en el menú principal	
Seleccionar la opción “Dispensa de Emergencia” de acuerdo al número asignado en el menú principal	
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo

Ingresa a la opción seleccionada (Dispensa de Emergencia)	
<b>Comentarios</b>	
La cantidad de comida de que dispensa el prototipo en este método no se puede cambiar ya que arroja una cantidad mínima de comida que es 50 g	

**Figura 28.** CU 6 Abrir tapa vasija.



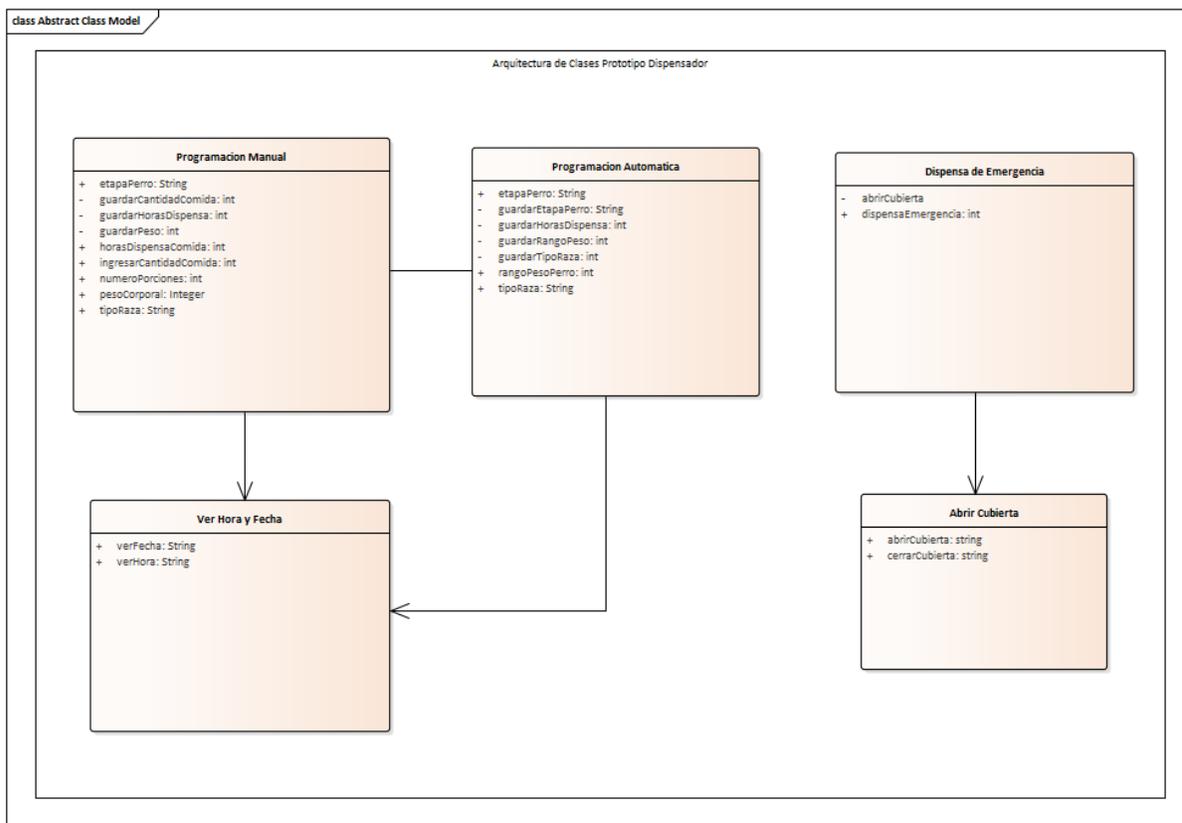
<b>Caso de Uso:</b> CU 6 Abrir Tapa Vasija	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>

Estar en el menú principal	
Seleccionar la opción “Abrir Tapa Vasija” de acuerdo al número asignado en el menú principal	
Se válida la opción seleccionada	Si la opción ingresada no es válida, se muestra un aviso previo
Ingresa a la opción seleccionada (Abrir Tapa Vasija)	
<b>Comentarios</b>	

## Modelo de análisis

### Arquitectura de clases

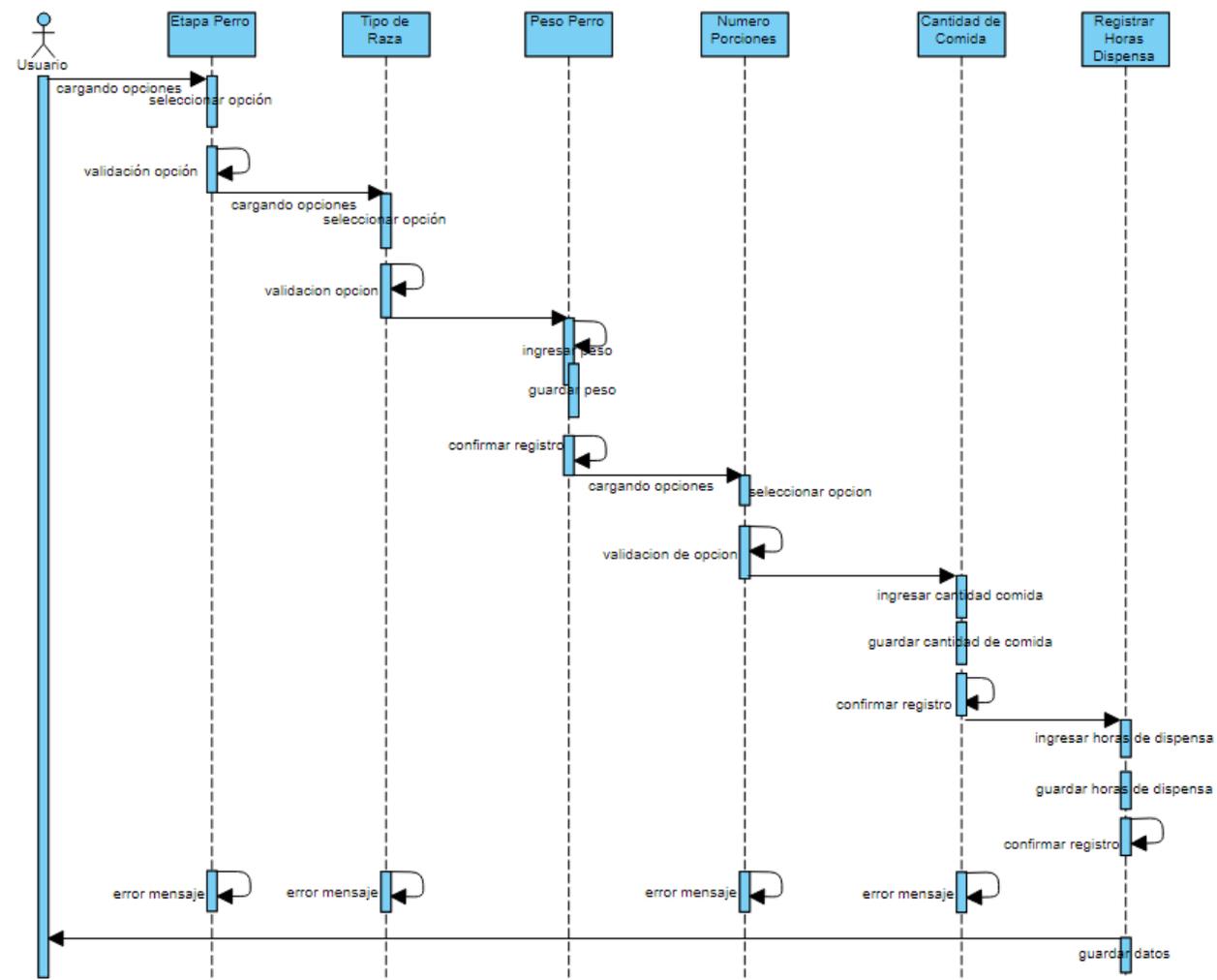
Figura 29. Diagrama de arquitectura de clases.



Fuente: Elaboración propia con el software Enterprise Architect

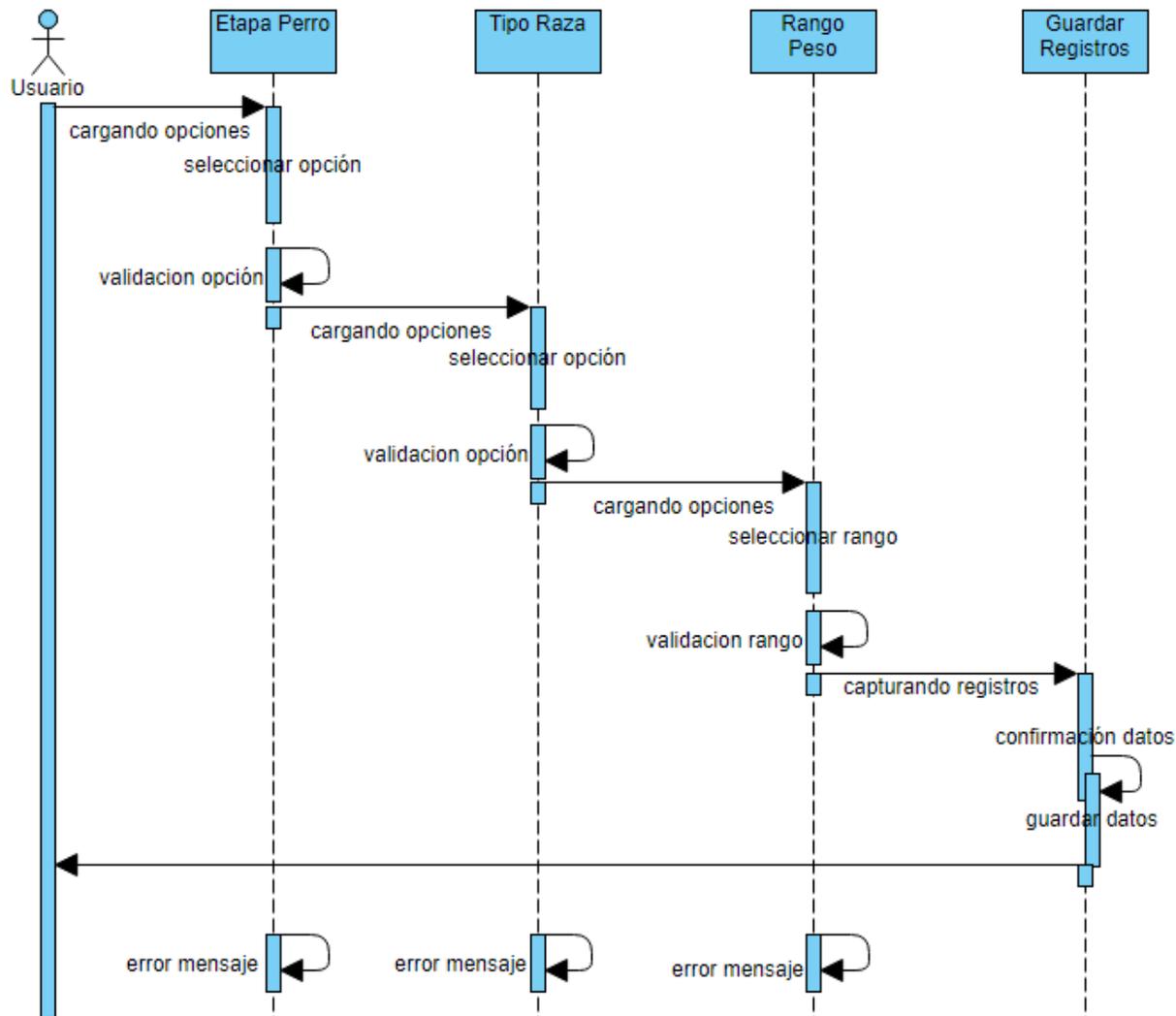
## Diagramas de secuencia

Figura 30. Diagrama de secuencia programación manual.



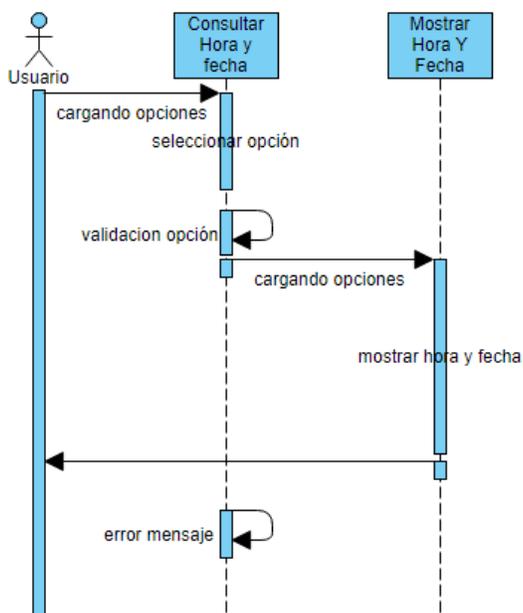
Fuente: Elaboración propia con la plataforma Visual Paradigm Online.

**Figura 31.** Diagrama de secuencia programación automática.



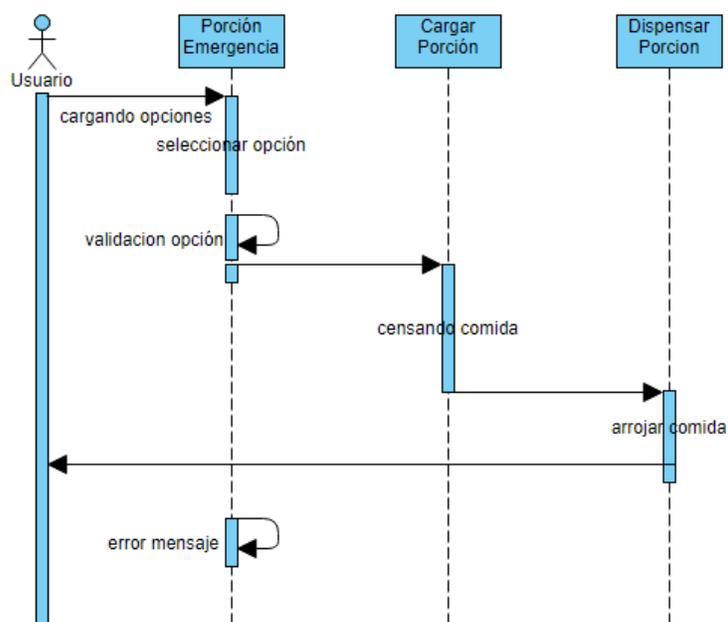
Fuente: Elaboración propia con la plataforma Visual Paradigm Online

**Figura 32.** Diagrama de secuencia consultar hora y fecha.



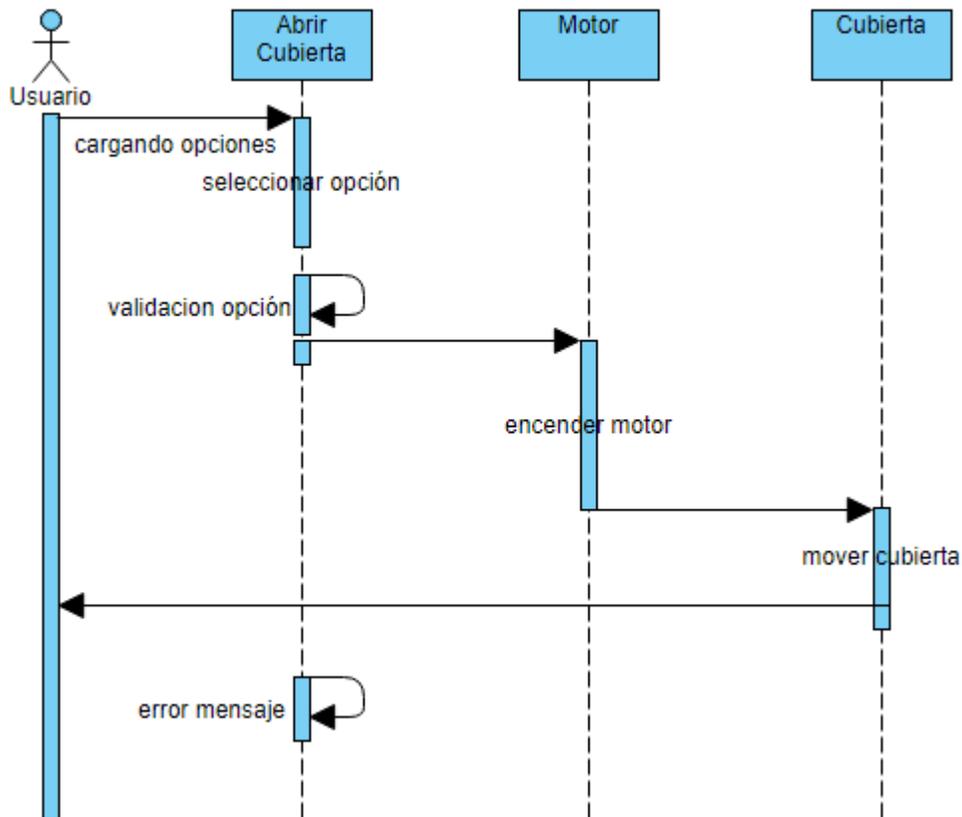
Fuente: Elaboración propia con la plataforma Visual Paradigm Online

**Figura 33.** Diagrama de secuencia dispensar porción de emergencia.



Fuente: Elaboración propia con la plataforma Visual Paradigm Online

**Figura 34.** Diagrama de secuencia abrir cubierta de vasija.



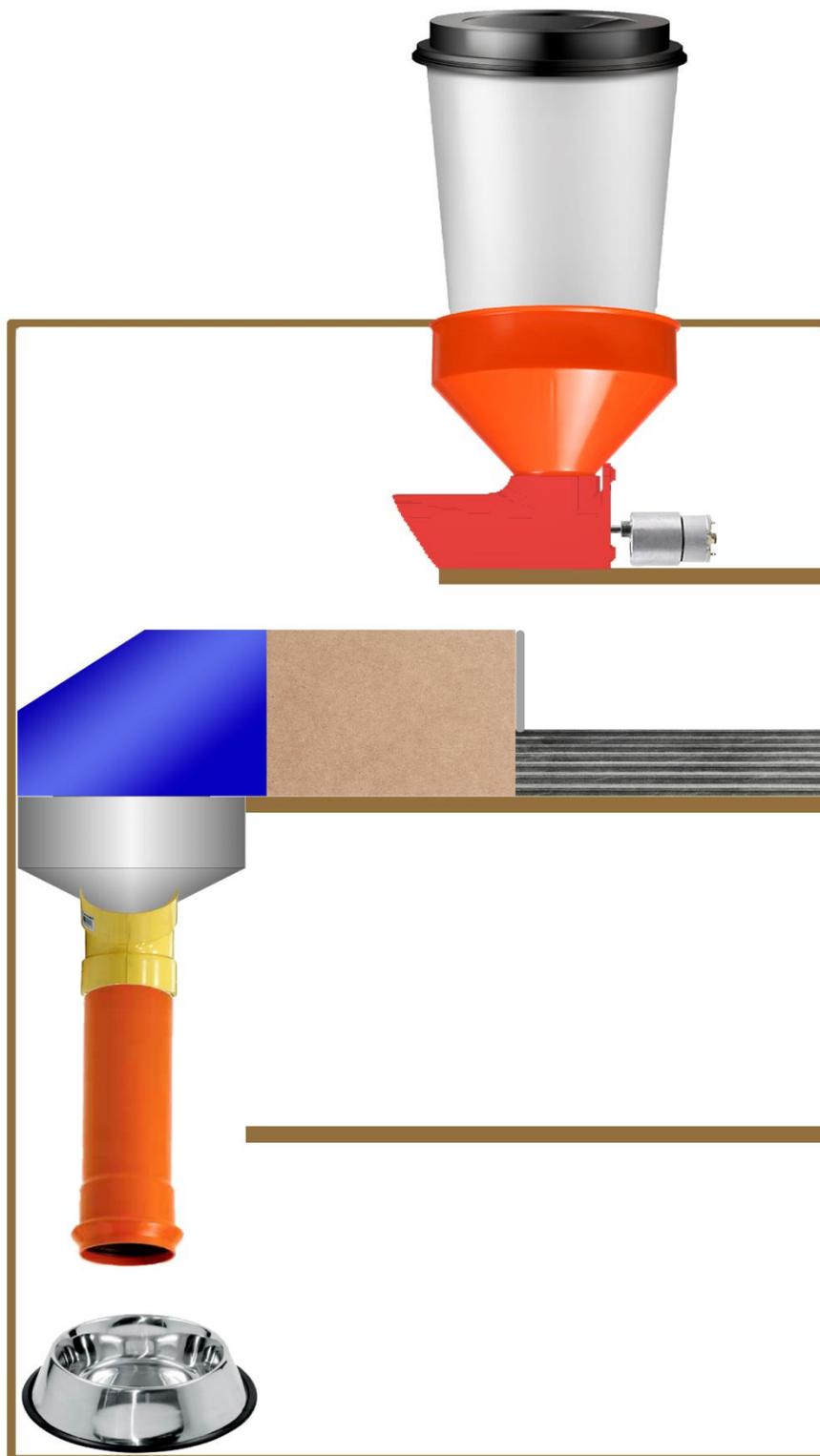
Fuente: Elaboración propia con la plataforma Visual Paradigm Online.

## Modelo de Diseño

### Diseño de estructura física interna del dispensador

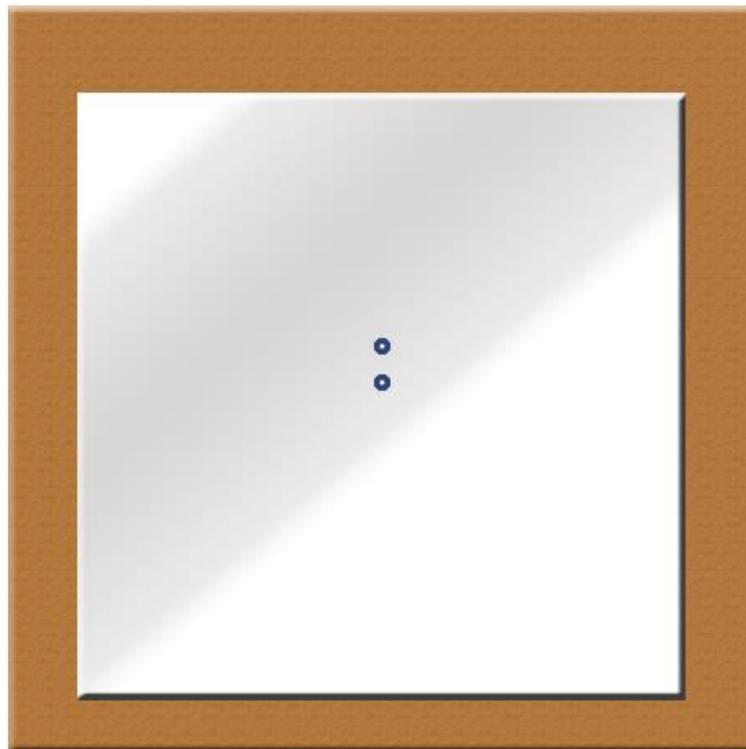
A continuación, se muestra en un diagrama la estructura física del dispensador de acuerdo a las medidas necesarias para adecuar los soportes de la báscula, tolva para dirigir la comida, sistema mecánico encargado de desplazar la comida hacia la tolva, tubo que envía la comida a la vasija y los espacios necesarios para colocar todo lo relacionado con el sistema electrónico y sus diferentes actuadores.

**Figura 35.** Diagrama estructura física interna del dispensador.

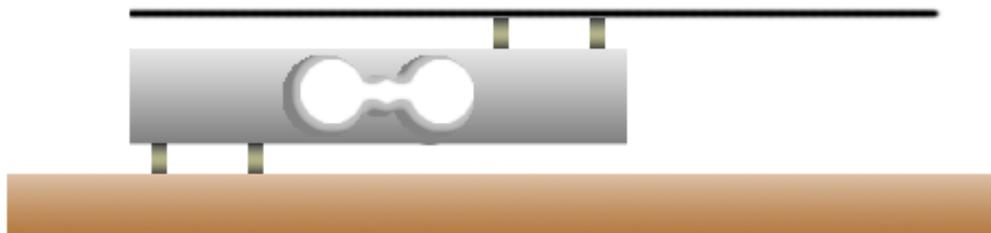


Fuente: Elaboración propia, diseño estructural físico del dispensador.

**Figura 36.** Diagrama estructural de la báscula con la celda de carga.



Fuente: Elaboración propia, vista superior de la báscula.



Fuente: Elaboración propia, vista lateral de la báscula.

## **Diseño de conexiones y circuito electrónico**

El circuito electrónico está conformado principalmente por tres subsistemas, los cuales se muestra a continuación:

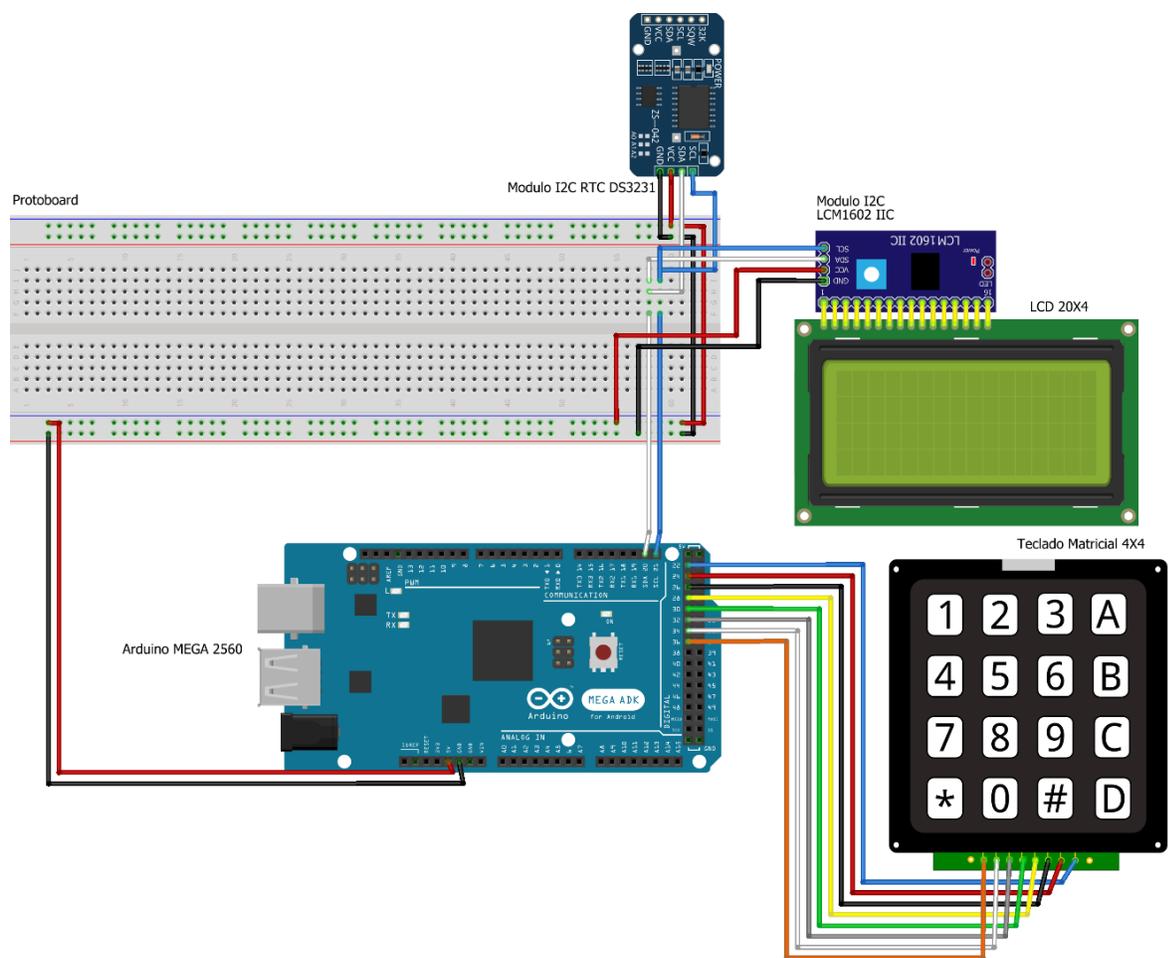
### **Conexión de teclado y pantalla**

la siguiente figura muestra las conexiones del Arduino mega 2560, el teclado matricial 4X4, una pantalla LCD 20X4 y un módulo I2C RTC, los cuales su función principal es permitir ingresar datos al sistema y poder obsérvalos posteriormente.

El módulo adaptador I2C es un expansor de entradas y salidas digitales, tiene los pines ordenados para poder conectar directamente a la pantalla, o se puede hacer mediante una Protoboard. Para conectarlo a la placa Arduino mega 2560 solo es necesario hacer uso de los puertos SDA y SCL que corresponde a los pines 20 y 21 respectivamente, y la alimentación que es GND y 5V.

La conexión del módulo RTC se lleva a cabo ubicando los pines 20 y 21 en la placa de Arduino, y conectando por medio de cables a los puertos SDA y SCL del módulo y la respectiva alimentación con los puertos GND y 5V; posteriormente se lleva a cabo la conexión del teclado el cual va conectado en los puertos 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, y 38 comenzando con el pin del lado izquierdo del teclado respectivamente.

**Figura 37.** Conexión de Arduino Mega 2560 con teclado matricial, pantalla LCD y modulo I2C.



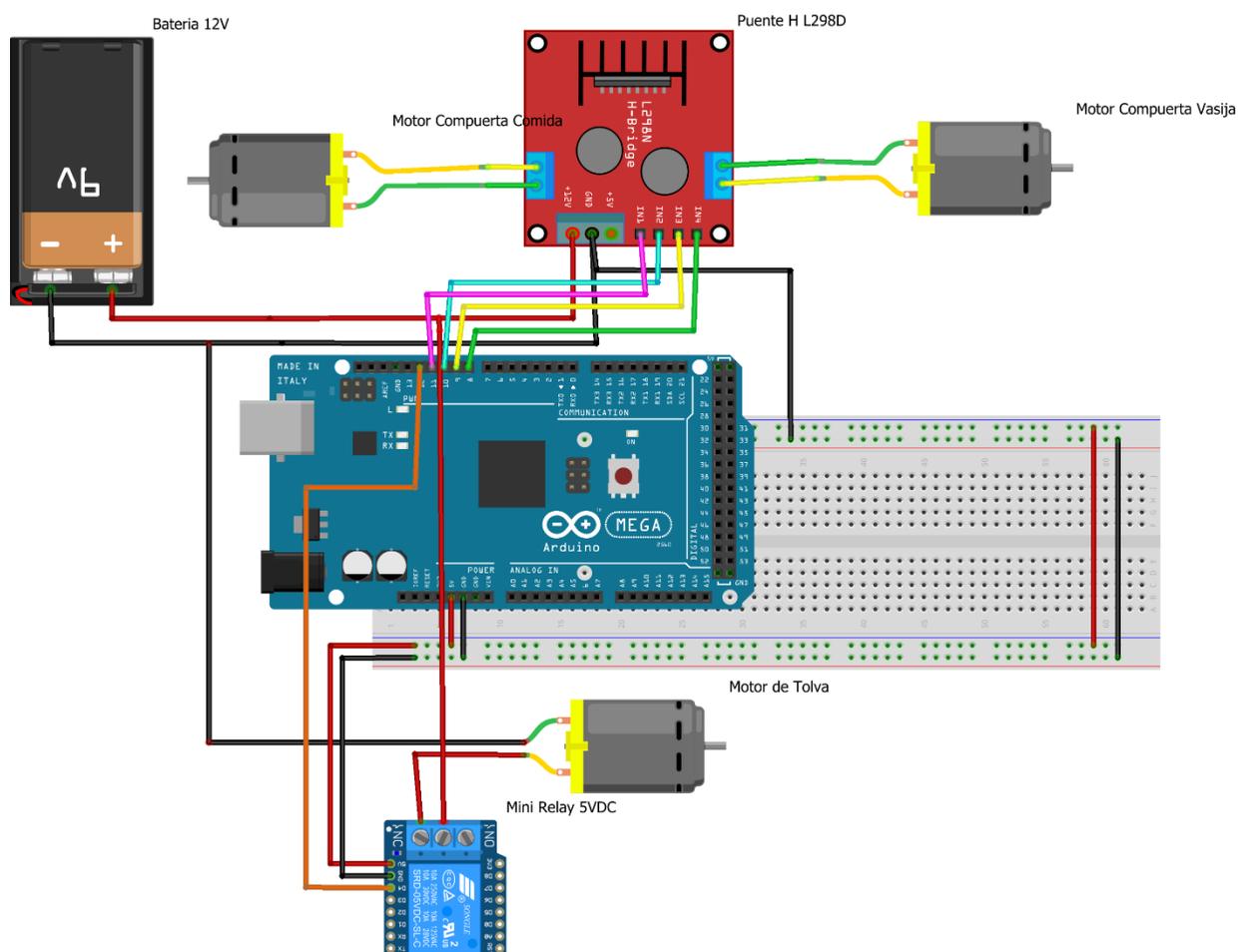
fritzing

Fuente: Elaboración propia en el software Fritzing.

## Conexión de motores

La siguiente figura muestra la conexión de los motores que conforman la estructura mecánica del dispensador, junto con un puente H L298N y un módulo relay de 5V, necesarios para arrojar el alimento al recipiente de consumo.

**Figura 38.** Conexión de motores y puente H al Arduino mega 2560.



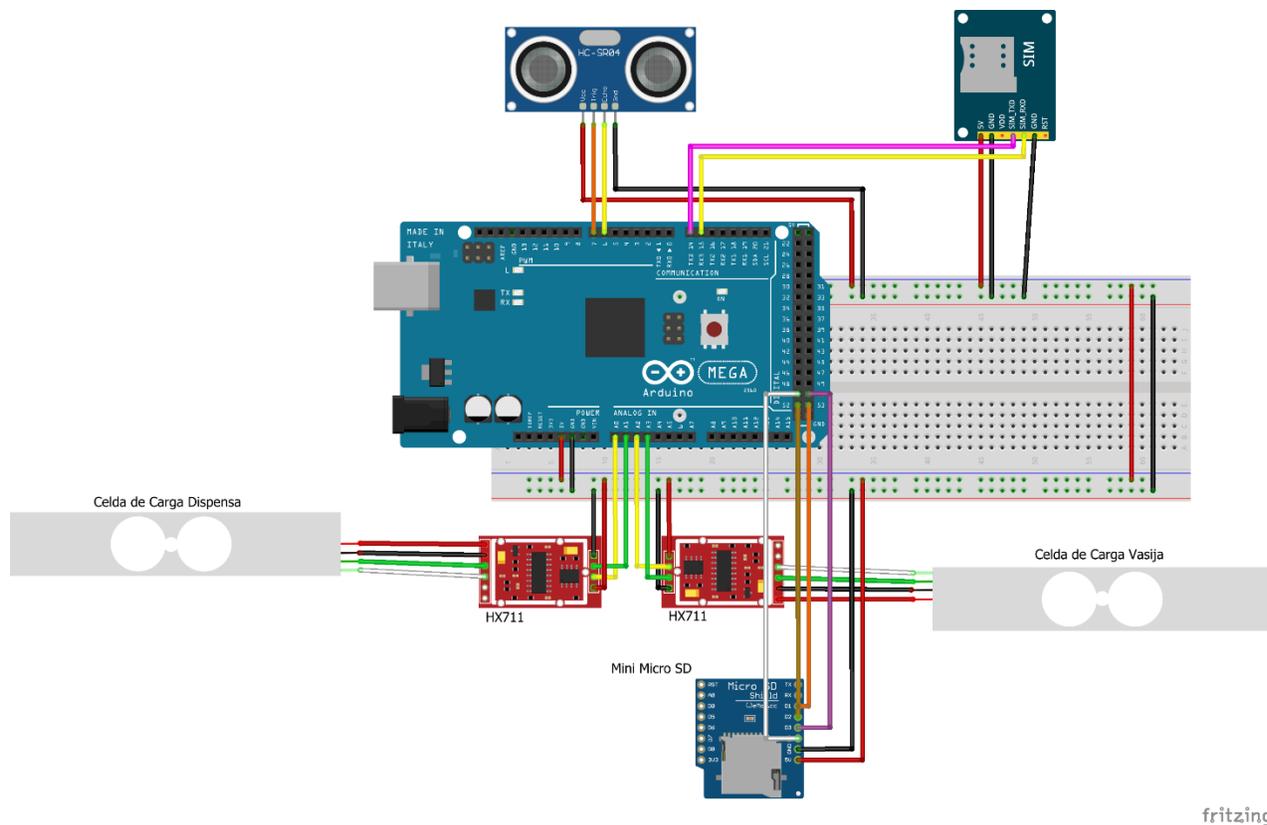
fritzing

Fuente: Elaboración propia con el software Fritzing

## Conexión de sensores, y celdas de carga

A continuación, se muestra las conexiones que corresponde a las celdas de carga, sensor ultrasonido HC-SR 04, modulo GPRS, y módulo de MicroSD.

**Figura 39.** Conexión de sensores, módulos de almacenamiento y conexión GPRS.

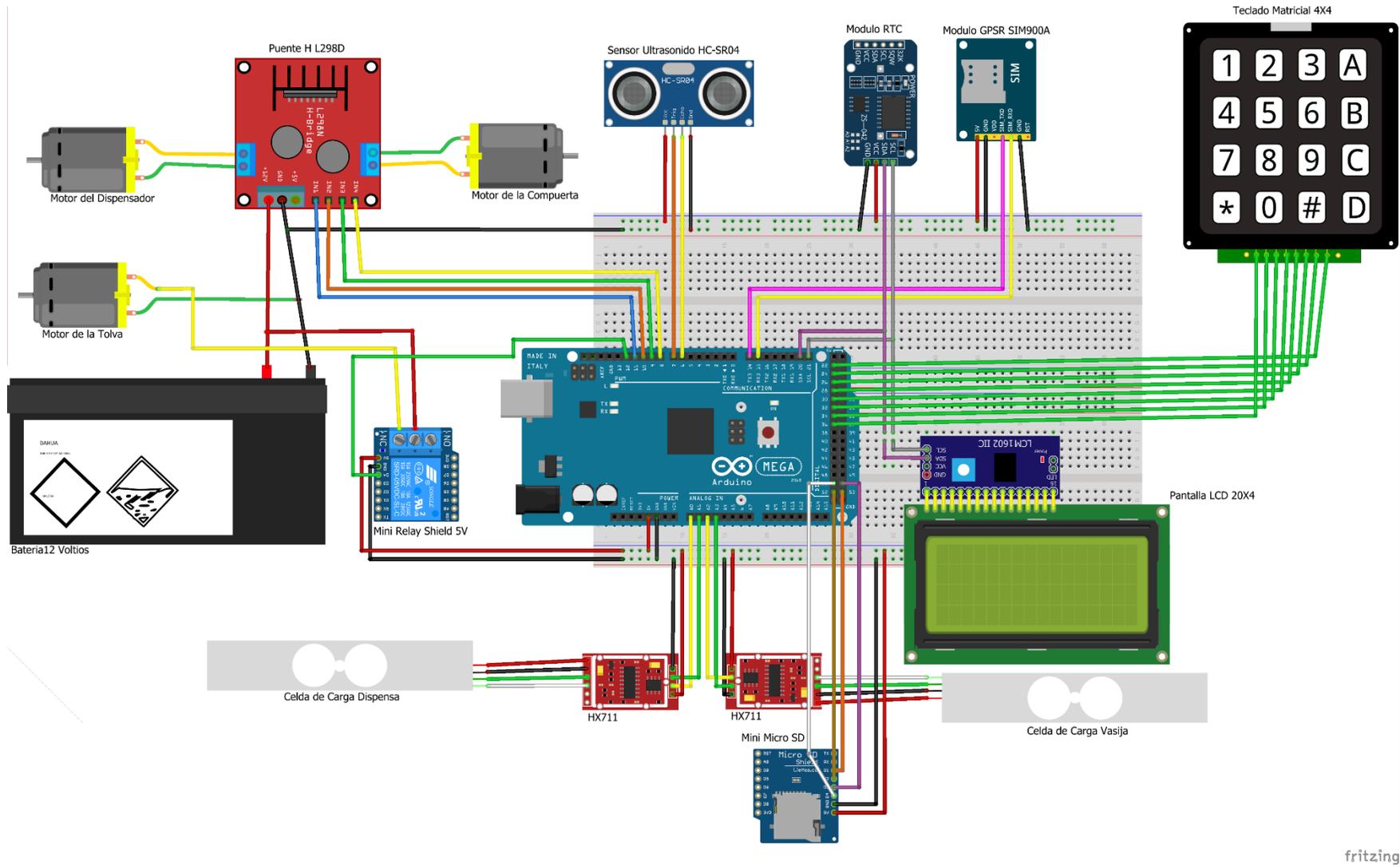


Fuente: Elaboración propia con el software Fritzing.

## Diagrama de conexión del circuito electrónico general del sistema

En el siguiente diagrama se muestra a detalle las conexiones eléctricas entre cada uno de los dispositivos anteriormente mencionados, permitiendo establecer cada enlace necesario al microcontrolador Arduino, para llevar a cabo su posterior desarrollo en el código.

**Figura 40.** Diagrama de conexión del circuito electrónico general del sistema.



Fuente: Elaboración propia con el software Fritzing.

## Diseño de menús

A continuación, se muestran las diferentes menús y submenús asociados a la configuración del dispensador, y cada una de sus funciones.

**Figura 41.** Menú principal



Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se encuentra el menú principal, donde se muestra las diferentes opciones que lo conforman, y desde allí se podrá ingresar a la opción que necesite ejecutar el usuario, desde la programación del dispositivo de manera manual o automática, hasta realizar acciones sencillas para la verificación del correcto funcionamiento y sincronización del equipo.

En la siguiente imagen, se muestra las opciones que conforman el menú de programación manual, las cuales se guardarán en un archivo plano llamado CONFIG, el cual almacenará estos

datos y variables para su posterior consulta y poder saber las opciones seleccionadas de acuerdo a la configuración que se haya llevado a cabo por el usuario.

**Figura 42.** Seleccionar Etapa (programación manual)



Fuente: Elaboración propia

La primera opción dentro de programación manual es seleccionar etapa del perro estableciendo así la edad de la mascota, mostrando las tres opciones que conforman este menú el cual el usuario podrá seleccionar de acuerdo al número que antecede a cada una de estas, con ayuda del teclado, esta opción se validará y en caso de que se digite otro número o carácter que no corresponda se mostrará un mensaje de advertencia y retorna nuevamente para que digite una de las opciones válidas.

**Figura 43.** Seleccionar tipo de raza (programación manual)



Fuente: Elaboración propia

La segunda opción dentro de programación manual es seleccionar tipo de raza del perro al mismo tiempo se guardara en la configuración, mostrando las dos opciones que conforman este menú el cual el usuario podrá seleccionar de acuerdo al número que antecede a cada una de estas, con ayuda del teclado, esta opción se valida y en caso de que se digite otro número o carácter que

no corresponda se mostrará un mensaje de advertencia y retorna nuevamente para que digite una de las opciones válidas.

**Figura 44.** Ingresar el peso corporal del perro



Fuente: Elaboración propia

La tercera opción dentro de programación manual, es ingresar el peso corporal del perro, estableciendo de esta manera la proporción en kg y se guardará en el archivo CONFIG, en el cual se va almacenando la configuración; posteriormente saldrá un mensaje con la opción de borrar los datos ingresados, debido a un error de digitación o la opción de guardar los valores.

**Figura 45.** Seleccionar porciones



Fuente: Elaboración propia

La cuarta opción dentro de programación manual es seleccionar la cantidad de porciones que se quiere asignar para que dispense la comida el prototipo, estableciendo así la cantidad de veces que se alimentara la mascota, mostrando las tres opciones que conforman este menú el cual el usuario podrá seleccionar de acuerdo al número que antecede a cada una de estas, con ayuda del teclado, esta opción se validara y en caso de que se digite otro número o carácter que no corresponda se mostrara un mensaje de advertencia y retornara nuevamente para que digite una de las opciones válidas.

**Figura 46.** Ingresar cantidad de comida para cada porción



Fuente: Elaboración propia

La quinta opción dentro de programación manual es ingresar la cantidad de comida que se quiere el perro coma en cada porción, este valor debe ser ingresado en gramos, de esta manera se establece la cantidad de comida que dispensa el prototipo cada vez que llegue la hora de alimentar la mascota, posteriormente saldrá un mensaje con la opción de borrar los datos ingresados debido a un error de digitación o la opción de guardar los valores.

**Figura 47.** Ingresar horas de cada dispensa



Fuente: Elaboración propia

La sexta opción dentro de programación manual es ingresar la hora a la cual se quiere que se active el dispositivo para que comience a dispensar la comida, la hora debe ingresarse en formato de 24 horas, de acuerdo a la cantidad de porciones que haya seleccionado el usuario de esta manera se generara la misma cantidad de horas de dispensa, posteriormente saldrá un mensaje con la opción de borrar los datos ingresados debido a un error de digitación o la opción de guardar los valores.

En la siguiente imagen, se muestra las opciones que conforman el menú de programación automática, las cuales se guardaran en un archivo plano llamado CONFIG, el cual almacenara estos datos y variables para su posterior consulta y poder saber las opciones seleccionadas de acuerdo a la configuración que se haya llevado a cabo por el usuario.

**Figura 48.** Seleccionar etapa del perro (programación automática)



Fuente: Elaboración propia

La primera opción dentro de programación automática es seleccionar la etapa del perro estableciendo una edad aproximada de la mascota, mostrando las tres opciones que conforman este menú, el cual el usuario podrá seleccionar de acuerdo al número que antecede a cada una de estas, con ayuda del teclado esta opción se valida y en caso de que se digite otro número o carácter que no corresponda se mostrará un mensaje de advertencia y retorna nuevamente para que digite una de las opciones válidas.

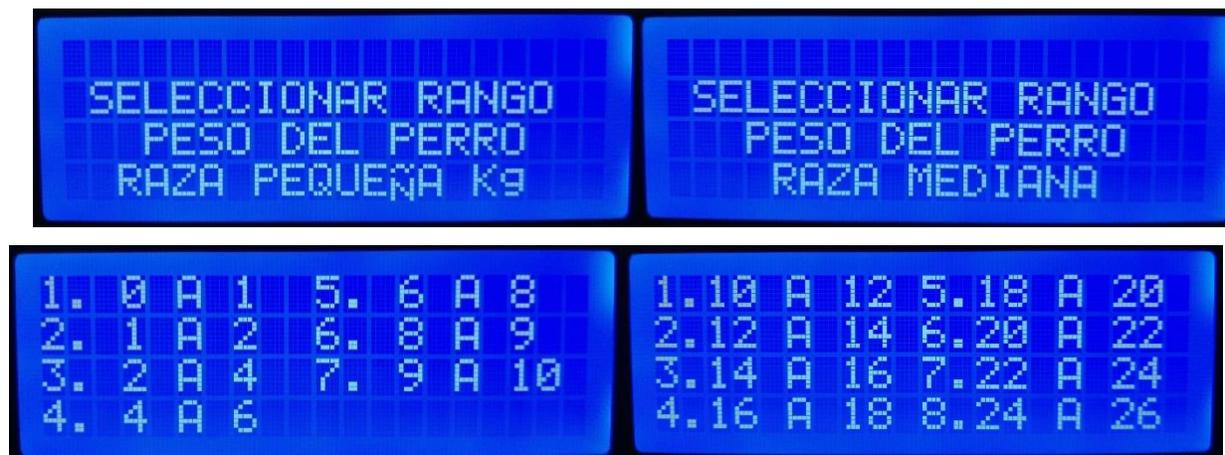
**Figura 49.** Seleccionar tipo de raza del perro (programación automática)



Fuente: Elaboración propia

La segunda opción dentro de programación automática es seleccionar tipo de raza del perro estableciendo de esta manera el tipo de raza que se guardara en la configuración, mostrando las dos opciones que conforman este menú el cual el usuario podrá seleccionar de acuerdo al número que antecede a cada una de estas, con ayuda del teclado, esta opción se valida y en caso de que se digite otro número o carácter que no corresponda se mostrará un mensaje de advertencia y retorna nuevamente para que digite una de las opciones válidas.

**Figura 50.** Seleccionar rango del peso corporal del perro.



Fuente: Elaboración propia

La tercera opción dentro de programación automática es seleccionar el rango de peso corporal en el cual se encuentra el perro, dependiendo del tipo de raza que se haya seleccionado con anterioridad (ver **Figura 21**), mostrando las diferentes opciones que conforman cada menú el usuario podrá seleccionar de acuerdo al número que antecede a cada opción, con ayuda del teclado.

**Figura 51.** Asignación de porciones diarias y cantidad de comida al día



Fuente: Elaboración propia

En la anterior imagen se muestra la asignación de las porciones y la cantidad de comida diaria que el dispositivo ha guardado en su configuración, para su posterior ejecución al momento de dispensar la comida.

**Figura 52.** Asignación de las horas de dispensa de comida.



Fuente: Elaboración propia

En la anterior imagen se muestra la asignación de las horas en la cual se llevará a cabo la primera y segunda dispensa de comida en el día, para la posterior alimentación de la mascota, de acuerdo al ejemplo de dos porciones, dado el caso que sean cuatro porciones, se mostrará en su respectivo orden la primera, segunda, tercera, y cuarta dispensa con su respectiva hora de ejecución.

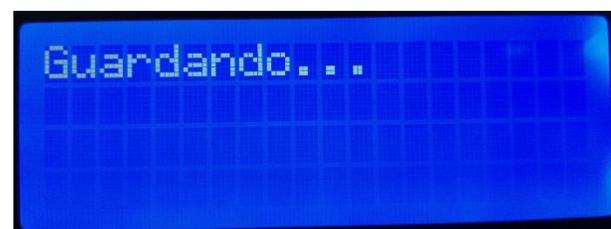
**Figura 53.** Validación de datos ingresados



Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se muestra las dos diferentes opciones, de acuerdo a la validación dada por el usuario si desea salvar la información ingresada y seleccionada, o desea borrarla debido a que se cometió un error al momento de ingresar los datos.

**Figura 54.** Almacenamiento de datos



Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se muestra el momento en que el dispositivo se encuentra guardando los datos ingresados por el usuario, para su posterior ejecución.

**Figura 55.** Validación de datos



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa el mensaje que muestra la pantalla en el momento en que el usuario seleccione un número que no se encuentre dentro de las diferentes opciones de los menús, o ingrese letras o caracteres donde se requiere números.

**Figura 56.** Consultar hora y fecha



La tercera opción del menú principal es mostrar la hora y la fecha actual, de esta manera podemos verificar que el reloj del dispositivo se encuentra sincronizado de manera correcta, de tal manera que se pueda verificar que los tiempos de la dispensa están guardados de manera acorde como lo programo el usuario.

**Figura 57.** Abrir la cubierta de la vasija



Fuente: Elaboración propia

La cuarta opción del menú principal es abrir la cubierta que protege la vasija donde se deposita la comida del perro, esta opción se lleva a cabo al momento que se necesite hacer limpieza o verificar que no se encuentre elementos que lleguen hacer consumidos, previendo la sana alimentación de la mascota.

**Figura 58.** Porción de emergencia.



Fuente: Elaboración propia

La quinta opción del menú principal es hacer una dispensa mínima de comida, que tiene un peso de 20 g, esta dispensa se hace con el fin de poder observar que el alimento se encuentre en buen estado, o para dar una pequeña porción de comida a la mascota fuera de los horarios establecidos por el usuario, debido a que la mascota va salir de la casa a realizar actividad física y posteriormente necesite ser alimentado.

## 8.2 Costo del proyecto

A continuación, se muestra la siguiente tabla donde se relaciona el costo de la elaboración y desarrollo del prototipo dispensador de comida.

**Tabla 9.** Informe detallado sobre costos del proyecto

Concepto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>Recurso Humano</b>			
Desarrollador	1	250.000	250.000
Líder y Diseñador del Proyecto	1	300.000	300.000
Asesor	1	180.000	180.000
			<b>630.000</b>
<b>Recursos Tecnológicos</b>			
Computador portátil	1	1.300.000	1.300.000
Arduino Mega 2560	1	40.000	40.000
Teclado Matricial 4X4	1	10.000	10.000
Pantalla LCD 20X4	1	23.000	23.000
Modulo I2C	1	6.000	6.000
Modulo RTC	1	8.000	8.000
Modulo GPRS SIM900A	1	50.000	50.000
Modulo MicroSD	1	8.000	8.000
Modulo Amplificados HX711	2	7.500	15.000
Modulo Relay Shield 5V	1	12.000	12.000
Modulo puente H L298N	1	10.000	10.000
Celda de Carga	2	20.000	40.000
Sensor Ultrasónico HC-SR04	1	7.000	7.000
Motorreductor 12V 32 rpm	1	35.000	35.000
Unidad de CD (de segunda mano)	2	5.000	10.000
Batería 12V 1,3 Ah	1	22.000	22.000
			<b>1.596.000</b>
<b>Infraestructura Física</b>			

Servicio de Internet	3	72.000	216.000
Servicio de Luz	3	40.000	120.000
			<b>336.000</b>
<b>Materiales y Misceláneos</b>			
Láminas de MDF	7		45.000
Láminas de Aluminio	2	3.000	6.000
Impresiones 3D	3	50.000	150.000
Tubo PVC y semi codo	3	4.000	12.000
Protoboard y cables de conexión			25.000
Insumos Oficina			15.000
			<b>253.000</b>
<b>Subtotal del proyecto</b>			<b>2.815.000</b>
<b>Imprevistos (10%)</b>			<b>300.000</b>
<b>Costo total proyecto</b>			<b>3.115.000</b>

## 9. TESTER

A continuación, se muestra las pruebas de campo llevadas a cabo del dispositivo, en este caso con un perro de las siguientes características:

- **Nombre:** Luna
- **Género:** Hembra
- **Edad:** 7 meses (Cachorro)
- **Tipo de Raza:** Enrasado (Schnauzer - Labrador)
- **Peso Corporal:** 9 Kg

### Pruebas de Funcionamiento

CU1 Menú Principal		Código de Caso	PF1
		Fecha de realización	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Ingresar al menú principal		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El dispositivo tiene que estar encendido</li> <li>2. Tener acceso al teclado</li> <li>3. A ver leído el manual de usuario</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El menú principal debe ingresar a la opción escogida por el usuario por medio del teclado, de acuerdo al número que oprimió.		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encender el dispensador</li> <li>2. Observar con atención las diferentes opciones que muestra la pantalla</li> <li>3. Oprimir el número de acuerdo a la opción la cual desea ingresar</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	El programa debe dirigir al usuario a la opción que digito		
Pruebas realizadas			
Prueba	Resultado		Observaciones
	Positivo	Negativo	
Encendido dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Muestra opciones	X		Las opciones se muestran de manera secuencia cada 3 segundos
Ingresar a la opción	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario, y un mensaje

		emergente dado el caso que haya digitado un número que no sea válido para las diferentes opciones del menú
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje de advertencia cada vez que el usuario digita un número que no corresponde a ninguna de las opciones del menú.

CU2 Programación Manual		Código de Caso	PF2
		Fecha de realización	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Ingresar a programación manual		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener acceso al teclado</li> <li>2. Oprimir el número que identifica la opción</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El programa debe dirigir el usuario a la pantalla de programación manual		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar encendido el dispositivo</li> <li>2. Identificar la opción que se quiere ingresar</li> <li>3. Oprimir el número que identifica la opción de programación manual.</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	Mostrar las diferentes opciones que conforman el menú de programación manual		
<b>Pruebas realizadas</b>			
Prueba	Resultado		Observaciones
	Positivo	Negativo	
Estar encendido el dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Identificar opción	X		Se ven las diferentes opciones
Oprimir tecla	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje de	

	advertencia cada vez que el usuario digita un número que no corresponde a ninguna de las opciones del menú.
--	---

<b>CU2.1 Seleccionar etapa del perro</b>		<b>Código de Caso</b>	<b>PF2.1</b>
		<b>Fecha de realización</b>	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Ingresar etapa del perro		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observar el menú principal</li> <li>2. Ingresar a la opción de programación manual</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El programa debe mostrar las diferentes opciones que conforman el menú seleccionar etapa del perro		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar encendido el dispositivo</li> <li>2. Observar el número que identifica la opción de programación manual</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a programación manual</li> <li>4. Observar las diferentes opciones de seleccionar etapa del perro</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	Mostrar las diferentes opciones que conforman el menú de seleccionar etapa del perro		
<b>Pruebas realizadas</b>			
<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	
Estar encendido el dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Observar opciones	X		Se ven las diferentes opciones
Oprimir tecla	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario
Observar las opciones	X		El programa muestra las diferentes opciones que componen seleccionar etapa del perro
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje de advertencia cada vez que el usuario digita un número que no corresponde a ninguna de las opciones del menú.	

CU2.2 Seleccionar tipo de raza		Código de Caso	PF2.2
		Fecha de realización	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Ingresar tipo de raza		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observar el menú principal</li> <li>2. Ingresar a la opción de programación manual</li> <li>3. Ingresar a la opción seleccionar etapa del perro</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El programa debe mostrar las diferentes opciones que conforman el menú seleccionar tipo de raza		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar encendido el dispositivo</li> <li>2. Observar el número que identifica la opción de programación manual</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a programación manual</li> <li>4. Observar las diferentes opciones de seleccionar etapa del perro</li> <li>5. Oprimir la tecla a una de las opciones de seleccionar etapa del perro</li> <li>6. Observar las diferentes opciones de seleccionar tipo de raza</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	Mostrar las diferentes opciones que conforman el menú de seleccionar tipo de raza		
<b>Pruebas realizadas</b>			
Prueba	Resultado		Observaciones
	Positivo	Negativo	
Estar encendido el dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Observar opciones	X		Se ven las diferentes opciones
Oprimir tecla	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario
Observar las opciones	X		El programa muestra las diferentes opciones que componen seleccionar etapa del perro
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje de advertencia cada vez que el usuario digita un número que no corresponde a ninguna de las opciones del menú.	

CU2.3 Ingresar el peso del perro en kilogramos		Código de Caso	PF2.3
		Fecha de realización	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Ingresar a la opción donde se digita el peso corporal del perro		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observar el menú principal</li> <li>2. Ingresar a la opción de programación manual</li> <li>3. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>4. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El programa debe mostrar el mensaje “ingresar peso del perro:” y se debe digitar los números que corresponde al peso que desea el usuario		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar encendido el dispositivo</li> <li>2. Observar el número que identifica la opción de programación manual</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a programación manual</li> <li>4. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>5. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> <li>6. Digitar el peso del perro que desea el usuario</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	Mostrar el mensaje el cual indica que se debe digitar los números del peso corporal del perro		
Pruebas realizadas			
Prueba	Resultado		Observaciones
	Positivo	Negativo	
Estar encendido el dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Observar opciones	X		Se ven las diferentes opciones
Oprimir tecla	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario
Digitar peso	X		Se puede digitar los números con la respectiva validación de borrar o salvar los datos.
Encargado de la prueba		Comentarios de encargado	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje donde se valida la información de tal forma si se quiere borrar para ser modificada o al contrario se quiere almacenar ya los datos ingresados.	

CU2.4 Seleccionar la cantidad de porciones		Código de Caso	PF2.4
		Fecha de realización	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Seleccionar la cantidad de porciones		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observar el menú principal</li> <li>2. Ingresar a la opción de programación manual</li> <li>3. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>4. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> <li>5. Digitar el peso del perro que desea el usuario</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El programa debe mostrar las diferentes opciones que conforman el menú seleccionar cantidad de porciones		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar encendido el dispositivo</li> <li>2. Observar el número que identifica la opción de programación manual</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a programación manual</li> <li>4. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>5. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> <li>6. Digitar el peso del perro que desea el usuario</li> <li>7. Seleccionar una opción de cantidad de porciones</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	Mostrar las diferentes opciones que conforman el menú de seleccionar cantidad de porciones		
<b>Pruebas realizadas</b>			
Prueba	Resultado		Observaciones
	Positivo	Negativo	
Estar encendido el dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Observar opciones	X		Se ven las diferentes opciones
Oprimir tecla	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario
Digitar peso	X		Se puede digitar los números con la respectiva validación de borrar o salvar los datos.
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje de advertencia cada vez que el usuario digita un número que no corresponde a ninguna de las opciones del menú.	

CU2.5 Ingresar cantidad de comida en gramos		Código de Caso	PF2.5
		Fecha de realización	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Ingresar a la opción donde se digita la cantidad de comida en gramos		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observar el menú principal</li> <li>2. Ingresar a la opción de programación manual</li> <li>3. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>4. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> <li>5. Digitar el peso del perro que desea el usuario</li> <li>6. Seleccionar una opción de cantidad de porciones</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El programa debe mostrar el mensaje “ingresar cantidad de comida en gramos por cada porción:” y se debe digitar el número que corresponde a la cantidad de comida que desea el usuario asignar		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar encendido el dispositivo</li> <li>2. Observar el número que identifica la opción de programación manual</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a programación manual</li> <li>4. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>5. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> <li>6. Digitar el peso del perro que desea el usuario</li> <li>7. Seleccionar una opción de cantidad de porciones</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	Mostrar el mensaje el cual indica que se debe digitar los números para asignar la cantidad de comida que va a registrar el usuario		
<b>Pruebas realizadas</b>			
Prueba	Resultado		Observaciones
	Positivo	Negativo	
Estar encendido el dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Observar opciones	X		Se ven las diferentes opciones
Oprimir tecla	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario
Digitar peso	X		Se puede digitar los números con la respectiva validación de borrar o salvar los datos.
Digitar cantidad de comida	X		Se puede digitar los números con la respectiva validación de borrar o salvar los datos.
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	

Wilson Flórez	El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje donde se valida la información de tal forma si se quiere borrar para ser modificada o al contrario se quiere almacenar ya los datos ingresados.
---------------	---

CU2.6 Ingresar horas de la dispensa de comida		Código de Caso	PF2.6
		Fecha de realización	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Ingresar las horas las cuales se quiere estipular para que se haga la dispensa de la comida		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observar el menú principal</li> <li>2. Ingresar a la opción de programación manual</li> <li>3. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>4. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> <li>5. Digitar el peso del perro que desea el usuario</li> <li>6. Seleccionar una opción de cantidad de porciones</li> <li>7. Digitar la cantidad de comida a dispensar</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El programa debe mostrar el mensaje “ingresar hora de dispensa:” y se debe digitar el número que corresponde a las diferentes horas las cuales se van a estipular se lleve a cabo la dispensa.		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estar encendido el dispositivo</li> <li>2. Observar el número que identifica la opción de programación manual</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a programación manual</li> <li>4. Seleccionar una opción de etapa del perro</li> <li>5. Seleccionar una opción de tipo de raza</li> <li>6. Digitar el peso del perro que desea el usuario</li> <li>7. Seleccionar una opción de cantidad de porciones</li> <li>8. Digitar la cantidad de comida a dispensar</li> <li>9. Digitar las horas en las que se va a realizar la dispensa</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	Mostrar el mensaje el cual indica que se debe digitar los números para asignar las diferentes horas de dispensa		
<b>Pruebas realizadas</b>			
Prueba	Resultado		Observaciones
	Positivo	Negativo	
Estar encendido el dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema

Observar opciones	X		Se ven las diferentes opciones
Oprimir tecla	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario
Digitar peso	X		Se puede digitar los números con la respectiva validación de borrar o salvar los datos.
Digitar cantidad de comida	X		Se puede digitar los números con la respectiva validación de borrar o salvar los datos.
Digitar horas dispensa	X		Se puede digitar los números con la respectiva validación de borrar o salvar los datos.
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra un mensaje donde se valida la información de tal forma si se quiere borrar para ser modificada o al contrario se quiere almacenar ya los datos ingresados.	

<b>CU2.7 Consultar hora y fecha</b>		<b>Código de Caso</b>	<b>PF2.7</b>
		<b>Fecha de realización</b>	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Consultar hora y fecha actual		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El dispositivo tiene que estar encendido</li> <li>4. Observar el menú principal</li> <li>5. Oprimir la tecla que corresponde a consultar hora y fecha</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	En la pantalla se debe observar claramente la hora y la fecha actual		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encender el dispensador</li> <li>4. Observar con atención las diferentes opciones que muestra la pantalla del menú principal</li> <li>5. Oprimir el número con el cual se encuentra identificada la opción de consultar hora y fecha</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	La pantalla debe mostrar claramente la fecha y la hora actual		
<b>Pruebas realizadas</b>			
<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	

Encendido dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Muestra opciones	X		Las opciones se muestran de manera secuencia cada 3 segundos
Seleccionar la opción	X		El programa muestra la opción que selecciono el usuario, y un mensaje emergente dado el caso que haya digitado un número que no sea válido para las diferentes opciones del menú
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y muestra la hora correctamente.	

<b>CU2.8 Dispensa de emergencia</b>		<b>Código de Caso</b>	<b>PF2.8</b>
		<b>Fecha de realización</b>	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Hacer una dispensa de comida mínima		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El dispositivo tiene que estar encendido</li> <li>2. Observar el menú principal</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a dispensa de emergencia</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El dispositivo tiene que hacer una dispensa de comida mínima		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encender el dispensador</li> <li>2. Observar con atención las diferentes opciones que muestra la pantalla del menú principal</li> <li>3. Oprimir el número con el cual se encuentra identificada la opción de dispensa de emergencia</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	La pantalla debe mostrar dispensa de emergencia y se debe de depositar una cantidad de comida mínima la cual equivale a 20 gramos		
<b>Pruebas realizadas</b>			
<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	
Encendido dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema

Muestra opciones	X		Las opciones se muestran de manera secuencia cada 3 segundos
Dispensa emergencia		X	No se ha generado el método en su totalidad, debido errores generados por el código.
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	
Wilson Flórez		El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, revisar el método y hacer las respectivas correcciones para que se haga la dispensa correctamente	

<b>CU2.9 Abrir la cubierta de la vasija</b>		<b>Código de Caso</b>	<b>PF2.9</b>
		<b>Fecha de realización</b>	20/04/2019
<b>Descripción de prueba</b>	Abrir la cubierta de la vasija		
<b>Precondiciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El dispositivo tiene que estar encendido</li> <li>2. Observar el menú principal</li> <li>3. Oprimir la tecla que corresponde a abrir compuerta</li> </ol>		
<b>Postcondiciones</b>	El dispositivo tiene que abrir la cubierta de la vasija		
<b>Secuencia lógica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encender el dispensador</li> <li>2. Observar con atención las diferentes opciones que muestra la pantalla del menú principal</li> <li>3. Oprimir el número con el cual se encuentra identificada la opción de abrir compuerta</li> </ol>		
<b>Resultados esperados</b>	La pantalla debe mostrar compuerta abierta y a su vez la cubierta de la vasija deberá moverse para poder observar el interior de la vasija		
<b>Pruebas realizadas</b>			
<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	
Encendido dispositivo	X		El dispositivo encendió sin ningún problema
Muestra opciones	X		Las opciones se muestran de manera secuencia cada 3 segundos
Abrir compuerta	X		La cubierta de la vasija se mueve satisfactoriamente.
<b>Encargado de la prueba</b>		<b>Comentarios de encargado</b>	

Wilson Flórez	El programa identifica cada una de las teclas que se oprimen al momento de seleccionar la opción a la cual se quiere ingresar, y responde a las acciones asignadas mediante la apertura de la cubierta
---------------	--

### Evidencia de pruebas

En las siguientes figuras se puede evidenciar la dispensa de la comida, de acuerdo a la programación asignada por el propietario del perro, con el fin de verificar la configuración guardada en el dispositivo.

**Figura 59.** Dispositivo dispensando alimento



Fuente: Elaboración propia, prototipo dispensado comida de acuerdo a la programación establecida.

En la siguiente figura se puede observar la manera en la cual quedan registrados los datos que el usuario digita para la respectiva dispensa de la comida, con el fin de que puedan ser consultados posteriormente para su modificación o solo a modo de información.

**Figura 60.** Archivo config generado.



A screenshot of a Notepad window titled "CONFIG: Bloc de notas". The window contains a single line of JSON text: {"etapa":1,"raza":1,"pesoperro":10,"numeroporciones":3,"cantidadpor":100,"hora0":7,"minuto0":30,"hora1":13,"minuto1":30,"hora2":18,"minuto2":30,"hora3":19,"minuto3":30}. The status bar at the bottom indicates "Windows (CRLF)", "Línea 3, columna 1", and "100%".

```
["etapa":1,"raza":1,"pesoperro":10,"numeroporciones":3,"cantidadpor":100,"hora0":7,"minuto0":30,"hora1":13,"minuto1":30,"hora2":18,"minuto2":30,"hora3":19,"minuto3":30}
```

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV

### 10. CONCLUSIONES

Durante el tiempo de desarrollo del prototipo dispensador de comida para perros de razas pequeñas y medianas, se logró establecer que puede controlar la cantidad de alimento que se debe suministrar, acompañado de la cantidad de porciones asignadas por el dueño o las recomendaciones dadas por el fabricante del alimento, que se puede observar al respaldo del empaque. También se puede llevar a cabo dos tipos de configuraciones para la dispensa de la comida, una de ellas es la manual, en la cual el usuario debe de seleccionar ciertas opciones e ingresar algunos datos del perro, ya previamente consultados con un experto, para ingresarlos al sistema de manera correcta, el otro tipo de configuración es la automática, la cual está diseñada, para propietarios de perros que no tengan tanto conocimiento en el tema de la adecuada alimentación de su mascota, donde pide unos datos muy básicos del perro y el sistema automáticamente asigna una configuración ya predeterminada según las características y necesidades requeridas del tipo de perro.

De esta manera nunca se dispensa comida más de la indicada de acuerdo a la configuración realizada por el usuario y no hay desperdicios, ayudando de esta manera al propietario del perro a economizar dinero y gastos en la tenencia del mismo. Teniendo en cuenta las configuraciones guardadas por el usuario en el sistema, se puede llevar un registro de la cantidad de comida dispensada y la hora en la cual fue emanada en la vasija. Estos registros se guardan con el fin de consultarlos posteriormente si se encuentra que la mascota presenta comportamientos diferentes a los habituales con respecto a la alimentación, con el fin de encontrar fechas en las cuales la mascota disminuyo la cantidad de comida que ingiere y poder llevar a cabo hipótesis sobre el por qué no se está alimentado bien, estos registros se consultan mediante un teléfono móvil mediante mensajes de texto, los datos consultados se pueden almacenar en un computador o en un dispositivo de almacenamiento masivo y guardarlos hasta que sea necesario o el usuario lo crea conveniente. De esta manera el desarrollo del proyecto facilita el cuidado de la mascota y se optimiza la tenencia y la adecuada alimentación, aun en ausencia del dueño.

## 11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda leer atentamente el manual de usuario, antes de hacer algún tipo de configuración en el dispensador, o llevar a cabo cualquier tipo de manipulación. Ya que puede establecer configuraciones no adecuadas y alterar la dieta alimenticia del perro.

- El prototipo tiene la posibilidad de adecuarse para que pueda ser usado en perros de razas grande y gigantes, con el cambio del recipiente de almacenamiento y unas configuraciones previas en el sistema.

- Implementar un GPRS, el cual ayudara en la optimización en la forma es que se puede controlar el dispositivo a distancia, con ayuda de un teléfono celular.

- Para un uso eficiente y adecuado se recomienda evitar el uso de alimento húmedo en el dispensador, ya que este está diseñado única y exclusivamente para alimento seco.

- Es de suma importancia que antes de hacer uso del dispensador se lleve el perro a un experto, veterinario, con el fin de brindar toda la información necesaria sobre la salud y cuidados al momento de alimentar la mascota.

- Es recomendable que el dispensador se ubique en un sitio dentro de la casa, donde no tenga contacto con agua o humedad, para evitar daños eléctricos, ya que este no está hecho de materiales impermeables.

- Implementar el dispensador en hogares donde solamente viva un perro, con el fin de evitar peleas entre los canes y descontrol en la dispensación de la comida.

## 12. PROYECCIONES

- Desarrollar un prototipo el cual pueda ser implementado a la intemperie, para perros que vivan en zonas más abiertas como lo son casas campestres, casa lotes y fincas.

- Por medio de unas modificaciones y adecuaciones técnicas y electrónicas, se puede hacer que el dispensador se conecte a un servicio de la nube donde permita almacenar datos de sensores y actuadores en tiempo real y se puedan ver mediante una página web (internet de las cosas).

- El desarrollo del prototipo dispensador de comida tiene la capacidad de aplicarse y adaptarse a la dispensa de alimento no solo de perros, sino también de otro tipo de mascotas domesticas las cuales consuman alimento seco y el pienso compuesto no se mayor a un tamaño de 1,5 cm.

- Tener la posibilidad de presentar el prototipo en un congreso o simposio a nivel nacional, como la feria internacional de animales de compañía, Expopet Colombia, llevado a cabo en la ciudad de Bogotá, cada año.

- Poder llevar a cabo un desarrollo de una patente del prototipo como venta y uso industrial con el fin de generar una idea de negocio rentable de bajo costo, que supla la necesidad de la alimentación de la mascota en ausencia del dueño.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alimento Animal. (1 de Agosto de 2018). alimentoanimal.com. Recuperado el 12 de Diciembre de 2018, de alimentoanimal: <https://alimentoanimal.com/2018/08/01/tabla-de-rationes-diarias-de-comida-para-perros/>
- Amazon. ((s/f.)). Amazon.es. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de Amazon: [https://www.amazon.es/s/ref=sr\\_pg\\_1?rh=i%3Aaps%2Ck%3Acomeder+automatico+perros&keywords=comeder+automatico+perros&ie=UTF8&qid=1552771](https://www.amazon.es/s/ref=sr_pg_1?rh=i%3Aaps%2Ck%3Acomeder+automatico+perros&keywords=comeder+automatico+perros&ie=UTF8&qid=1552771)
- Arduino. ((s/f.)). arduino.cl. Recuperado el 22 de Septiembre de 2018, de Arduinio Mega 2560: <https://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Arduino.cc. (10 de Julio de 2018). Forum Arduino. Recuperado el 25 de Julio de 2018, de Codigos AT basicos: <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=557352.0>
- Baciero, G. (Septiembre de 2015). La importancia de racionar el alimento. Mi perro y yo(7), 23-25. Recuperado el 18 de Agosto de 2018
- Basculas. ((s/f.)). Basculas y balanzas. Recuperado el 14 de Marzo de 2019, de Basculas: <http://www.basculas-y-balanzas.com/>
- Bembibre, C. (enero de 2015). Definición ABC. Recuperado el 15 de Febrero de 2019, de definicionabc.com: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/balanza-electronica.php>
- Bluehack. ((s/f.)). bluehack.elhacker.net. Recuperado el 20 de Marzo de 2019, de elhacker.net: <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>
- Chimarro Villalba, E. P. (Septiembre de 2016). <http://repositorio.uisrael.edu.ec>. Recuperado el 16 de Abril de 2018, de <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1256>
- Consulta Mitofsky. (15 de Junio de 2014). Mexico Ospina. Recuperado el 5 de Marzo de 2019, de consulta.mx: [http://consulta.mx/index.php/estudios-e-investigaciones/mexico-opina/item/download/209\\_4a73041b019d63b63ec5675ab21e1513](http://consulta.mx/index.php/estudios-e-investigaciones/mexico-opina/item/download/209_4a73041b019d63b63ec5675ab21e1513)
- Didacticas Electronicas. ((s/f.)). didacticaselectronicas.com. Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de Celda de carga: <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/celda-de-carga-1kg-detail>
- Duarte Jaime, M. R., Grimaldi Velasco, D. V., & Marquez Argueta, O. O. (Septiembre de 2014). <http://ri.ues.edu.sv/6820/>. Recuperado el 25 de Abril de 2018, de Repositorio Institucional Universidad de El Salvador: <http://ri.ues.edu.sv/6820/1/TESIS%20COMPLETA%20FINAL.pdf>

- Ebay. ((s/f.)). ebay.com. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de ebay: [https://www.ebay.com/sch/i.html?\\_from=R40&\\_trksid=m570.11313&\\_nkw=comederos+automaticos+para+perros&\\_sacat=0&LH\\_TitleDesc=0&\\_odkw=ebay+colombia](https://www.ebay.com/sch/i.html?_from=R40&_trksid=m570.11313&_nkw=comederos+automaticos+para+perros&_sacat=0&LH_TitleDesc=0&_odkw=ebay+colombia)
- Espectador, E. (28 de Enero de 2015). El Espectador. Recuperado el 3 de Abril de 2018, de Periodico El Espectador: <https://www.elespectador.com/noticias/economia/seis-de-cada-10-hogares-colombianos-hay-mascotas-articulo-540449>
- Eukanuba. ((s/f.) de 2018). perroazul.mx. Recuperado el 28 de Octubre de 2018, de Perroazul: <https://www.perroazul.mx/tienda/perro/eukanuba-adulto-razas-medianas-7-3kg>
- Finder, I. ((s/f.)). ideafinder.com. Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de Invencion del PC Modem: <http://www.ideafinder.com/history/inventions/pcmodem.htm>
- Fundacion CPqD para la Investigacion y Desarrollo en Telecomunicaciones. ((s/f)). CPqD.com.br. Recuperado el 15 de Febrero de 2019, de Sistemas Electronicos Embebidos: <https://www.cpqd.com.br/es/innovacion/sistemas-electronicos-embebidos/>
- Fundación Universia. (19 de Junio de 2015). Recuperado el 7 de Abril de 2018, de <https://co.universianews.net/2015/06/19/estudiantes-crear-dispensador-de-alimentos-automatico-para-mascotas/>
- Gonzalez Zaragoza, R., & Picazo Luna, F. (2014). ptolomeo.unam. Recuperado el 7 de Abril de 2018, de Universidad Nacional Autónoma de Mexico: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5764/Tesis.pdf?sequence=1>
- Guanes Montehermoso, L., & Cañon Paredes, J. A. (12 de Noviembre de 2013). Repositorio Universidad Tecnologica de Pereira. Recuperado el 7 de Abril de 2018, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/4325>: [http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4325/6213815G913\\_Anexo.pdf?sequence=3](http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4325/6213815G913_Anexo.pdf?sequence=3)
- HeTPro. (21 de Enero de 2019). Instructables.com. Recuperado el 20 de Marzo de 2019, de instructables: <https://www.instructables.com/id/SIM900-GSM-GPRS-SHIELD-CON-ARDUINO-UNO/>
- López, E. (26 de Enero de 2017). expertoanimal.com. Recuperado el 13 de Enero de 2019, de expertoanimal: <https://www.expertoanimal.com/cantidad-de-comida-para-un-jack-russell-terrier-20978.html>
- Lutenberg, A. (2 de Septiembre de 2013). Sistemas Embebidos. (U. d. Ingenieria, Entrevistador) Recuperado el 23 de Febrero de 2019
- Mascota Moda. ((s/f.)). mascotamoda.com. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de mascotamoda: <https://www.mascotamoda.com/accesorios-perro/platos-y-bebederos>
- Mascotas, B. (1 de Enero de 2016). BiMascotas. Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de Consejos bienestar para mascotas:

[http://consejos.bienestaramascotas.com/consejos/Articulos/530/\\_\\_\\_Sabes\\_cu\\_l\\_es\\_el\\_peso\\_ideal\\_de\\_tu\\_mascota\\_](http://consejos.bienestaramascotas.com/consejos/Articulos/530/___Sabes_cu_l_es_el_peso_ideal_de_tu_mascota_)

Miliohm. (22 de Octubre de 2017). Miliohm.com. Recuperado el 25 de Febrero de 2019, de miliohm: <http://miliohm.com/sim900a-module-with-arduino-tutorial/>

Mirón, V. D. (23 de Enero de 2017). Misanimales.com. Recuperado el 13 de Enero de 2019, de Enfermedades Caninas: <https://misanimales.com/enfermedades-caninas-mala-alimentacion/>

MisAnimales. (s/f.). misanimales.com. Recuperado el 13 de Enero de 2019, de <https://misanimales.com/mala-alimentacion-en-tu-mascota-enfermedades-asociadas/>

Oscar, B. (19 de Junio de 2015). Universia. Recuperado el 3 de Octubre de 2018, de universia.net: <https://co.universianews.net/2015/06/19/estudiantes-crear-dispensador-de-alimentos-automatico-para-mascotas/>

PetLine. ((s/f.)). petline.mx. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de petline: <http://petline.mx/petline-razas-pequenas/>

Petmas. (22 de Enero de 2019). Petmas.masfinca.com. Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de Enfermedades por mala alimentacion: <https://petmas.masfinca.com/enfermedades-por-mala-alimentacion/>

Prometec. (18 de Noviembre de 2018). prometec.net. Recuperado el 6 de Diciembre de 2018, de prometec: <https://www.prometec.net/comandos-at-gsm-gprs-gps/#comments>

Royal Canin. ((s/f.)). royalcanin.es. Recuperado el 6 de Diciembre de 2018, de royalcanin: <https://www.royalcanin.es/razas-perros-pequenos-medianos-una-alimentacion-especifica>

Schrage Rohrkettensystem GmbH. (s/f). schrage.de. Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de Conveying Systems: <https://www.schrage.de/es/schrage-informa/diccionario-tecnico/motorreductor.html?mobile=1>

SIMCom. (11 de Agosto de 2015). Simcom.ee. Recuperado el 17 de Marzo de 2019, de simcom: [https://simcom.ee/documents/SIM900/SIM900\\_Hardware%20Design\\_V2.05.pdf](https://simcom.ee/documents/SIM900/SIM900_Hardware%20Design_V2.05.pdf)

Universo Mascotas. ((s/f.)). universomascotas.co. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de universomascotas: <https://www.universomascotas.co/c/perros/accesorios-y-juguetes/comederos-y-bebederos%C2%A0/>

Villagómez, C. (18 de Octubre de 2016). ccm.net. Recuperado el 20 de Marzo de 2019, de Breve historia del Modem: <https://es.ccm.net/contents/675-modem>

## ANEXOS

### **Encuesta sobre los requerimientos necesarios para el desarrollo de un dispensador de comida programable.**

La siguiente encuesta tiene como finalidad, recolectar información para determinar los requerimientos que se necesitan a nivel de software y hardware, para llevar a cabo el desarrollo de un prototipo dispensador de comida para perros de razas pequeñas y medianas, con medidor y control en el registro del alimento consumido, en el casco urbano del municipio de Chía.

1. ¿Alimenta a su mascota con comida especial?
  - Muy frecuentemente
  - Frecuentemente
  - Ocasionalmente
  - Raramente
  - Nunca
  
2. ¿Qué tipo de raza es su perro?
  - Pequeña
  - Mediana
  - Grande
  - Gigante
  
3. ¿Está consciente que las mascotas caninas deben recibir su comida por raciones de acuerdo a su actividad, peso, raza, edad, y tipo de alimento?
  - Si
  - No
  - Parcialmente
  
4. ¿Usted lleva a cabo el racionamiento de la comida de acuerdo a la cantidad apropiada?
  - Muy frecuentemente
  - Frecuentemente
  - Ocasionalmente
  - Raramente
  - Nunca
  
5. ¿Cuántas raciones de comida para perros le proporciona a su mascota?
  - 1
  - 2

- 3
  - Mas de 3
6. ¿Su mascota tiene algún horario establecido durante el día para alimentarse?
- Muy frecuentemente
  - Frecuentemente
  - Ocasionalmente
  - Raramente
  - Nunca
7. ¿Alguna otra persona en su hogar se encarga de la alimentación de su mascota?
- Si
  - No
  - Ocasionalmente
8. ¿Con que nivel de frecuencia lleva su perro al veterinario?
- Muy frecuentemente
  - Frecuentemente
  - Ocasionalmente
  - Raramente
  - Nunca
9. ¿Por algún motivo, ha tenido que dejar su mascota sola en casa?
- Muy frecuentemente
  - Frecuentemente
  - Ocasionalmente
  - Raramente
  - Nunca
10. ¿Considera importante tener un dispositivo en casa, que le permita alimentar a la mascota cuando no hay personas presentes para suministrar el alimento?
- Muy importante
  - importante
  - Moderadamente importante
  - De poca importancia
  - Sin importancia
11. ¿Lleva usted un registro de la comida que consume su mascota?

- Muy frecuentemente
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nunca

12. ¿Está de acuerdo que el uso de un dispensador de comida ayuda a que su mascota no tenga sobrealimentación, y reducir los gastos de manutención?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni en acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

## **Pruebas y corrección de inconvenientes**

### **Celda de carga**

Durante el proceso de ensamble y configuración de las celdas, se tuvo algunos inconvenientes, los cuales hicieron que el proceso tomara más tiempo de lo esperado, debido a que los pesos que se depositaban no correspondían a los reales, ya que estos se constataban con una gramera digital comercial, la cual arroja el peso de manera exacta. Este inconveniente se resuelve de la siguiente manera:

- Descargar un código el cual tiene como objetivo realizar una tara con la celda de carga, para la calibración adecuada, la cual se encarga de mostrar unos valores que deben ser almacenados en un archivo de Excel.
  - Se lleva a cabo hacer un promedio de todos resultados obtenidos mediante la tara, para poder encontrar una escala y posteriormente hallar el punto medio de esta.
  - Se ejecuta un código el cual ya está previamente configurado para determinar ya el peso de un objeto.
  - Ya encontrado el punto medio, este valor se debe colocar en el código anterior en la configuración de la escala respectiva para la tara, y de este modo ya funciona la celda de carga de manera acertada, mostrando el peso de los objetos más aproximados.

Los archivos para la calibración y lectura de peso se encuentran en el CD en una carpeta llamada ANEXOS

### **Motorreductor y Tornillo helicoidal**

Se hace uso de un motorreductor de 12V, 32 rpm y un torque de 8 kg, debido a que anteriormente se había ensamblado un motor que funciona a 5V, 80 rpm y un torque de 4 kg, pero al momento de hacer girar el tornillo helicoidal el cual hace que ayude a dirigir la comida a la celda de cargar para poder ser pesada, este motor se quedaba sin la suficiente fuerza para poder mover el alimento.

### **Pantalla LCD**

En el circuito se hace uso del módulo I2C, debido a la gran ayuda que brinda con la reducción de cables que se deben de conectar al microcontrolador, para que funcione de manera adecuada, también se tiene en cuenta que los menús del programa contiene bastante caracteres, para una fácil lectura y mejor observación del texto en la pantalla, se ve la necesidad de cambiar una pantalla LCD 16X2 a una pantalla de 20X4, la cual brinda casi el doble de tamaño para poder mostrar el texto de la mejor manera y ser más específico con los mensajes que se muestran.

### **Piezas plásticas**

El tornillo helicoidal, el soporte del tornillo y un embudo, hacen parte fundamental de la dispensa de comida, estas piezas se tuvieron que hacer a medida en una impresora 3D, debido a que no son tan comerciales, esto hizo que se hiciera un gasto un poco más de alto de lo designado para estos elementos, ya que las impresiones en 3D son una tecnología nueva y presta una alternativa optima.

Los archivos con los respectivos diseños de las piezas se encuentran en el CD en una carpeta llamada ANEXOS.