



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE
SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y
CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO DE MANTENIMIENTO

AUTORES: JESSICA MARIELA VELASCO ROJANO
ALEX MATEO GUAJÁN CAMPUÉS
DIRECTOR: Ing. GABRIEL VINICIO MOREANO SÁNCHEZ

Riobamba - Ecuador
2019

©2019, Jessica Mariela Velasco Rojano y Alex Mateo Guaján Campués

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Jessica Mariela Velasco Rojano, y Alex Mateo Guaján Campués declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de diciembre de 2019.



Jessica Mariela Velasco Rojano

C.I. 180553081-1

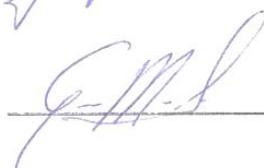


Alex Mateo Guaján Campués

C.I. 172467818-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo Propuesta Tecnológica denominado **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA**, realizado por la señorita: **JESSICA MARIELA VELASCO ROJANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. José Antonio Granizo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		<u>2019/12/20</u>
Ing. Gabriel Vinicio Moreano Sánchez DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION		<u>2019/12/20</u>
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo MIEMBRO DE TRIBUNAL		<u>2019/12/20</u>

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo Propuesta Tecnológica denominado **ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA**, realizado por la señorita: **ALEX MATEO GUAJÁN CAMPUÉS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. José Antonio Granizo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		<u>2019/12/20</u>
Ing. Gabriel Vinicio Moreano Sánchez DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION		<u>2019/12/20</u>
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo MIEMBRO DE TRIBUNAL		<u>2019/12/20</u>

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico con mucho cariño a mis padres quienes fueron el pilar fundamental para alcanzar una de mis metas, a mis abuelitos por su cariño, a mis dos hermanos quienes me brindaron su apoyo incondicional, a mi sobrina que es la alegría de mi familia y a mis amigos.

JESSICA MARIELA VELASCO ROJANO

En primer lugar, dedico a DIOS por darme la vida y el don para alcanzar la meta. También dedico con mucho amor y cariño a mis padres Augusto Guaján y Carmen Campués, quienes fueron mi fortaleza principal para superarlo todo obstáculo que se presenta en el camino, gracias a ellos tengo la dicha de culminar el trabajo de titulación.

ALEX MATEO GUAJÁN CAMPUÉS

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento eterno a Dios, a mis Padres Wilson y María por su amor, dedicación, esfuerzo y apoyo durante cada paso de mi vida. De la misma manera quiero agradecer a mis abuelitos y a mis hermanos que me acompañaron y me aconsejaron, a mis amigos por su lealtad y solidaridad en el día a día.

Retribuyo mi agradecimiento a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, a toda la planta docente, especialmente al director y miembro de mi trabajo de titulación.

JESSICA MARIELA VELASCO ROJANO

Agradezco, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por formar y ser parte de esta noble y exitosa institución, de igual manera a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento y docentes durante todo el transcurso de mi vida estudiantil.

Agradezco de igual manera a los docentes Ing. Gabriel Moreano y Ing. Pablo Montalvo, quienes formaron parte del desarrollo de mi trabajo de titulación.

Y por último agradezco a mis padres, hermanos, familiares y a mi novia por el mutuo apoyo y amigos por contribuir en cada paso de mi vida.

ALEX MATEO GUAJÁN CAMPUÉS

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación y actualidad	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Granjas avícolas	3
2.1.1 <i>Bioseguridad</i>	3
2.1.2 <i>Galpones para crianza de pollos</i>	3
2.1.3 <i>Condiciones ambientales del galpón para pollos de engorde</i>	3
2.1.4 <i>Densidad de pollos en galpones</i>	4
2.1.5 <i>Temperatura óptima para pollos en engorde</i>	4
2.1.6 <i>Humedad</i>	5
2.1.7 <i>Ventilación</i>	5
2.2 Subsistemas y variables en galpones para crianza de aves.....	5
2.2.1 <i>Sistemas de control de temperatura.</i>	5
2.2.1.1 <i>Control de temperatura por flujo de aire</i>	5
2.2.2 <i>Sistemas de control de humedad.</i>	7
2.2.2.1 <i>Control de humedad por flujo de aire</i>	7
2.2.2.2 <i>Relación entre temperatura y humedad</i>	8
2.2.2.3 <i>Ventilación mínima</i>	8
2.2.4 <i>Sistema eléctrico</i>	9

2.3	Domótica	9
2.3.1	<i>Sistemas de control</i>	11
2.3.2	<i>Planta</i>	11
2.3.3	<i>Controlador</i>	11
2.3.3.1	<i>Dispositivo de control.</i>	11
2.3.4	<i>Actuador.</i>	12
2.3.4.1	<i>AD20P 1230A Brushless DC PUMP</i>	12
2.3.4.2	<i>Micro servo 9g (SG90)</i>	13
2.3.4.3	<i>Bomba de agua de diafragma.</i>	13
2.3.4.4	<i>Niquelina con aislador cerámico</i>	14
2.3.4.5	<i>Ventilador 12VCD</i>	14
2.3.5	<i>Sensores.</i>	14
2.3.5.1	<i>Sensor DHT11</i>	14
2.3.5.2	<i>Sensor HC-SR04</i>	15
2.4	Interfaz LabVIEW con XBEE.	15
2.4.1	<i>LabVIEW y Xbee</i>	15
2.4.2	<i>Arduino y Xbee</i>	16
2.4.3	<i>Dispositivo Xbee.</i>	16
2.5	Marco legal	18

CAPÍTULO III

3	METODOLOGÍA	19
3.1	Diseño y construcción del prototipo de galpón	19
3.1.1	<i>Diseño de la planta o galpón</i>	19
3.1.2	<i>Diseño del sistema de alimentación de aves</i>	20
3.1.2.1	<i>Diseño del funcionamiento del subsistema de alimentación de aves</i>	22
3.1.3	<i>Diseño del sistema de control de temperatura y humedad</i>	23
3.1.3.1	<i>Diseño y funcionamiento del subsistema de control de factores físicos</i>	24
3.1.3.2	<i>Comunicación XBEE</i>	26
3.1.4	<i>Diagramas de conexión de los elementos del sistema</i>	27
3.2	Programación, pruebas de funcionamiento y ensayos.	34
3.2.1	<i>Programación para el funcionamiento normal del prototipo</i>	34
3.2.1.1	<i>Programación en el microcontrolador</i>	34
3.2.2	<i>Pruebas de funcionamiento.</i>	37
3.3	Guía de usuario.	39
3.3.1	<i>Guía de inicio rápido</i>	39
3.3.2	<i>Normativa de seguridad</i>	41

3.3.3	<i>Plan de mantenimiento</i>	41
4	GESTIÓN DEL PROYECTO	49
4.1	Cronograma	49
4.2	Presupuesto	50
4.2.1	<i>Costos de implementación de un sistema domótico para una avícola real</i>	51
	CONCLUSIONES	53
	RECOMENDACIONES	54
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-2: Densidad para pollos de engorde.....	4
Tabla 2-2: Temperatura para pollos de engorde.	4
Tabla 3-2: Modos de funcionamiento elementos Xbee.....	18
Tabla 1-3: Componentes sistema de control comida	22
Tabla 2-3: Componentes del sistema de control agua.....	23
Tabla 3-3: Componentes principales del sistema de control factores físicos.....	25
Tabla 4-3: ConFiguración dispositivos Xbee en XCTU.	26
Tabla 5-3: Resumen elementos conectados a los pines de Arduino.	33
Tabla 6-3: Guía de usuario.....	39
Tabla 7-3: Listado de localizaciones.....	42
Tabla 8-3: Nivel de sección.	42
Tabla 9-3: Codificación de los sistemas del prototipo.	42
Tabla 10-3: Codificación de los equipos del sistema de alimentación	43
Tabla 11-3: Codificación de los equipos del sistema de climatización.....	43
Tabla 12-3: Codificación de los equipos del sistema eléctrico.	43
Tabla 13-3: Codificación de los equipos del sistema de control automático.	43
Tabla 14-3: Codificación de los equipos del sistema de seguridad.....	44
Tabla 15-3: Codificación de los equipos del sistema civil.....	44
Tabla 16-3: Codificación de los equipos del sistema de comunicación.....	44
Tabla 17-3: Tareas de mantenimiento equipos.	44
Tabla 18-3: Stock anual de materiales y recursos para mantenimiento.	47
Tabla 19-3: Ejemplo de materiales y tiempo empleado por actividad de mantenimiento.	47
Tabla 20-3: Costos por mano de obra y materiales.....	47
Tabla 21-3: Costos totales de mantenimiento para el activo ventilador.	48
Tabla 1-4: Actividades desarrolladas cronológicamente.	49
Tabla 2-4: Costos totales de implementación.	50
Tabla 3-4: Costos implementación sistema domótico.	51
Tabla 4-4: Ganancia esperada por crianza de aves.	52
Tabla 5-4: Costo-beneficio.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-2. Calentamiento del aire del galpón.....	6
Figura 2-2. Enfriamiento del aire del galpón.....	7
Figura 3-2. Extracción de humedad del galpón.....	7
Figura 4-2. Aspectos de la domótica.....	10
Figura 5-2. Elementos de un sistema control.....	10
Figura 6-2. Arduino MEGA vista superior.....	12
Figura 7-2. Despiece bomba de agua.....	12
Figura 8-2. Brushless DC PUMP.....	12
Figura 9-2. Servomotor SG90 9G.....	13
Figura 10-2. PWM servomotor SG90 9G.....	13
Figura 11-2. Bomba de diafragma.....	13
Figura 12-2. Niquelina con cerámico.....	14
Figura 13-2. Ventilador.....	14
Figura 14-2. Sensor DHT11 para humedad y .temperatura.....	15
Figura 15-2. Sensor ultrasónico HC-SR04.....	15
Figura 16-2. Ejemplo diagrama de bloques transmisión, recepción, visualización variables.....	16
Figura 17-2. Conexión entre Arduino y Xbee.....	16
Figura 18-2. Xbee series 2.....	17
Figura 19-2. Roles del dispositivo Xbee.....	17
Figura 1-3. Diseño del prototipo de galpón.....	19
Figura 2-3. Diseño y ensamblaje del silo de alimento.....	20
Figura 3-3. Diseño Línea de distribución de alimento y comederos.....	20
Figura 4-3. Diseño almacenamiento y bombeo de agua.....	21
Figura 5-3. Línea de distribución de agua a bebederos.....	21
Figura 6-3. Flujograma sistema de control comida.....	22
Figura 7-3. Flujograma sistema de control agua.....	23
Figura 8-3. Diseño calentador y bombeo de agua.....	24
Figura 9-3. Flujograma sistema de control de temperatura y humedad.....	25
Figura 10-3. Estructura comunicación de los dispositivos del prototipo.....	26
Figura 11-3. Diagrama de conexión Arduino MEGA.....	27
Figura 12-3. Diagrama de conexión módulo de comunicación XBEE.....	27
Figura 13-3. Diagrama de conexión para Niquelina en sócalo.....	28
Figura 14-3. Diagrama alimentación Mosfet-ventilador.....	28
Figura 15-3. Diagrama sócalo para sensor de temperatura.....	29

Figura 16-3.	Diagrama de conexión para sócalos de ventoleras.....	29
Figura 17-3.	Diagrama de conexión para control de iluminación RGB.....	29
Figura 18-3.	Diagrama conexión para bomba de agua.	30
Figura 19-3.	Diagrama conexión para sensor nivel de agua.	30
Figura 20-3.	Diagrama conexión para sensores de nivel de alimento.....	31
Figura 21-3.	Diagrama de conexión sócalos para servomotor truncado.....	31
Figura 22-3.	Diagrama de conexión sócalos para servos emergencia.....	31
Figura 23-3.	Diagrama sensor de peso.....	31
Figura 24-3.	Diagrama conexión sócalo fuente-DC buck.....	32
Figura 25-3.	Placa electrónica desarrollada en Proteus	32
Figura 26-3.	Placa electrónica con elementos montados.	33
Figura 27-3.	Código Arduino parcial para control automático funcionamiento del prototipo.....	35
Figura 28-3.	Código Arduino parcial para control manual funcionamiento del prototipo.....	35
Figura 29-3.	Diagrama de bloques ventoleras.....	36
Figura 30-3.	Vista frontal VI de control del prototipo.	36
Figura 31-3.	Selección puerto serial	37
Figura 32-3.	Indicadores de los sensores del prototipo.....	37
Figura 33-3.	Elementos par registro del peso de aves.....	38
Figura 34-3.	Elementos para modo de funcionamiento automático.....	38
Figura 35-3.	Elementos para modo de funcionamiento manual.....	39
Figura 1-4.	Diagrama Gantt (primera parte)	49
Figura 2-4.	Diagrama Gantt (segunda parte).....	50

LISTA DE ABREVIACIONES

API	Interfaz de programación de aplicaciones
PWM	Modulación por ancho de Pulso
IN	Entrada del controlador
OUT	Salidas del controlador

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO B DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE ELEMENTOS Y SIMBOLOGÍA

ANEXO C CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO AÑO 2020

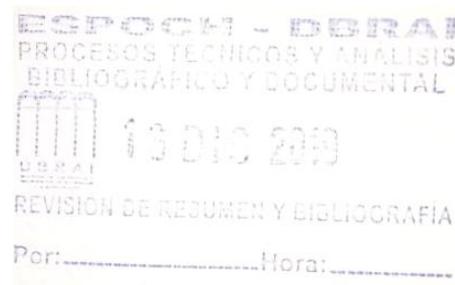
ANEXO D CÓDIGO COMPLETO DE PROGRAMACIÓN ARDUINO

ANEXO E PROGRAMACIÓN REALIZADA EN LABVIEW

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue elaborar e implementar un prototipo de sistema domótico para la alimentación de aves y climatización de un centro avícola, para esto, de manera previa al desarrollo se investigaron las características propias y requerimientos de los sistemas que forman un galpón, seleccionando así, los instrumentos y elementos necesarios para que el prototipo elaborado cumpla con los parámetros requeridos de acondicionamiento en cuanto a humedad, temperatura y alimentación adecuada de aves en crianza, a continuación se seleccionó un controlador que mediante dispositivos de comunicación inalámbrica Xbee, recibe y envía información desde un computador, la interfaz hombre-máquina desarrollada permite la adquisición de datos para control y monitoreo del prototipo bajo modos de funcionamiento automático y manual, lo que implica la manipulación de los parámetros de temperatura, y de todos los elementos sensores y actuadores configurados. Como resultado final de la elaboración del prototipo se obtuvo el acondicionamiento de variables bajo parámetros establecidos y requeridos en base a la etapa de vida de las aves en proceso de crianza, dando cumplimiento al objetivo de implementación de este sistema domótico que puede ser utilizado en la industria para mejorar la producción al utilizar sistemas fiables con bajos costos de mano de obra y de mantenimiento. Es de suma importancia y recomendable realizar una investigación previa de los factores ambientales a los que se encontrará expuesto el galpón, para seleccionar los materiales constructivos adecuados y actuadores que permitan al sistema cumplir con la función deseada, para la etapa inicial de crecimiento, se debe garantizar un control preciso de humedad y temperatura para disminuir la tasa de mortalidad en esta etapa crítica de vida, por ende, sería necesario acoplar elementos de domótica distribuida que garantizarán mayor robustez con respecto a seguridad y fiabilidad de funcionamiento del sistema de control del galpón.

Palabras clave: <PROTOTIPO DOMÓTICO>, <COMUNICACIÓN XBEE>, <COMUNICACIÓN SERIAL>, <LABVIEW (SOFTWARE) >, <MANTENIMIENTO>.



ABSTRACT

The objective of this work was to develop and implement a prototype home automation system for the feeding of birds and air conditioning of a poultry center, for this, prior to the development, the own characteristics and requirements of the systems that form a shed were investigated, selecting thus, the instruments and elements necessary for the elaborated prototype to comply with the required parameters of conditioning in terms of humidity, temperature and adequate feeding of breeding birds, then a controller is selected that through Xbee wireless communication devices receives and sends information From a computer, the developed man-machine interface allows the acquisition of data for control and monitoring of the prototype under automatic and manual modes of operation, which implies the manipulation of the temperature parameters, and of all the configured sensor and actuator elements. As a final result of the development of the prototype, the conditioning of variables was obtained under established and required parameters based on the stage of life of the birds in the process of breeding, fulfilling the objective of implementing this home automation system that can be used in the industry to improve production by using reliable systems with low labor and maintenance costs. It is of the utmost importance and advisable to carry out a previous investigation of the environmental factors to which the shed will be exposed, to select the appropriate construction materials and actuators that allow the system to fulfill the desired function, for the initial stage of growth, it must guarantee a precise control of humidity and temperature to reduce the mortality rate at this critical stage of life, therefore, it would be necessary to attach distributed home automation element that would guarantee greater robustness with respect to safety and reliability of the shed system operation.

Keywords: <DOMOTIC PROTOTYPE>, <XBEE COMMUNICATION>, <SERIAL COMMUNICATION>, <LABVIEW (SOFTWARE)>, <MAINTENANCE>.



CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación y actualidad

Mediante la creación del prototipo de un sistema domótico para la alimentación de aves y climatización de un centro avícola se busca controlar la constante variación de temperatura del galpón, la distribución de los alimentos y agua en el tiempo justo y la cantidad exacta, evitando de esta manera la existencia de enfermedades tales como, estrés calórico y la hipertermia.

Las enfermedades antes mencionadas ocasionan la disminución del apetito de las aves, pollos en este caso, y de la presencia sanguínea considerando que el estrés calórico es la disminución de la temperatura por debajo de 20°C y la hipertermia cuando la temperatura sube hasta 41°C.

Con el prototipo se busca representar una manera fiable de mantener todo el tiempo un sistema controlado, abaratar los costos de contratación de personal, disminuir el índice de enfermedades y de esta manera mejorar la calidad del producto, aumentando los ingresos y optimizando el tiempo.

Los beneficiarios directos serán los propietarios de centros avícolas que por medio de la automatización les permitirá facilitar las tareas de distribución de alimentos y controles de temperatura que habitualmente es controlada por el ser humano; en ocasiones estas tareas se deben realizar en horarios de la noche y madrugada que resulta más costoso.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad existe dos parámetros fundamentales dentro de un sistema productivo y éstos son la eficiencia y la funcionalidad que son de vital importancia en la administración de un centro avícola. La eficiencia se deduce como la capacidad para acondicionar la temperatura y la humedad, no de forma estática o que no se pueda controlar, sino de acuerdo con los rangos en base a los requerimientos fisiológicos de los pollos.

La climatización radica en establecer condiciones de humedad y de temperatura del aire adecuado. En muchos casos se evidencia la falta de condiciones óptimas en el interior del galpón, una de

ellas es la de ventilación en el lugar, lo que provoca concentraciones elevadas de amoníaco que implican un mayor impacto ambiental y afectan el proceso de engorde de las aves.

El ineficiente control de la temperatura dentro de un centro avícola se ocasiona frecuentemente debido a la calidad de instrumentos de medición que en la mayoría de los casos no son los adecuados para una lectura de datos, ocasionando un resultado erróneo, los cuales afectan al sistema de producción para un buen desarrollo del ave.

Puede existir variación de peso entre los pollos del centro avícola, debido a que la dosificación manual de alimentos no garantiza cantidades equitativas de comida para todas las aves, causando que el proceso de engorde sea diferente, produciendo disminución en la calidad del producto.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Elaborar e implementar un prototipo de sistema domótico para la alimentación de aves y climatización de un centro avícola.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Seleccionar los dispositivos eléctricos y electrónicos, y los materiales constructivos para desarrollar el prototipo domótico.

Implementar el prototipo de climatización y distribución del alimento.

Elaborar una interfaz hombre-máquina para la manipulación de los parámetros de dosificación y temperatura.

Realizar un análisis de resultados del sistema para verificar el correcto funcionamiento y la rentabilidad de implementación en un centro avícola real.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este apartado se expone el fundamento del estudio a través de una revisión bibliográfica rigurosa, que incluye un estado del arte, bases teóricas y marco legal.

2.1 Granjas avícolas

“Una granja avícola es un establecimiento agropecuario para la cría de aves de corral tales como pollos, pavos, patos, y gansos, con el propósito de usarlos como base alimenticia sea matándolos por su carne o recogiendo sus huevos” (Ganazhapa, 2017).

2.1.1 Bioseguridad. - “Es el conjunto de normas, medidas y prácticas que se aconseja seguir para prevenir la entrada y transmisión de agentes patógenos (enfermedades) que afectan la salud de las aves en las granjas avícolas” La utilización de medidas de bioseguridad en granjas avícolas, incrementa la rentabilidad, e inocuidad para la carne de pollo y huevos (MAG ECUADOR, 2016).

2.1.2 Galpones para crianza de pollos. – El galpón es la estructura empleada para albergar a los pollos durante las diferentes etapas de crianza, y el tipo de galera dependerá de la actividad a realizarse (producción de huevos, incubación/crianza o crianza/desarrollo), a las condiciones climáticas de la región, y al número de animales que se desea tener (MAG ECUADOR, 2016).

A las aves se les debe proporcionar: espacio, alimentación, iluminación, ventilación y manejo adecuado, para alcanzar la máxima rentabilidad en crianza (Eguez, y otros, 2007).

2.1.3 Condiciones ambientales del galpón para pollos de engorde. - Los pollos no poseen buenas características de adaptabilidad, la disipación de calor está regulada por el agua que desprenden durante la respiración o la excretada por las heces; razón por la cual no pueden ajustarse rápidamente cuando existen cambios bruscos de temperatura, ni soportar temperaturas extremas (altas o bajas) (Gonzales, 2018).

Los factores principales a considerar son la densidad de pollos en el galpón, y la temperatura y humedad existentes.

2.1.4 Densidad de pollos en galpones. - La cantidad de pollos maneja densidades por metro cuadrado de galpón, y depende del tamaño, edad y peso de los animales de engorde y crianza (Gonzales, 2018).

Tabla 1-2: Densidad para pollos de engorde.

Edad del pollito	Número de aves por m ² .
1 día	70 – 80
2 – 3 días	40 – 50
3 – 5 días	30 – 40
5 – 7 días	25
8 – 12 días	22
12 – 16 días	15
17 – 42 días	10

Fuente: (Gonzales, 2018)

2.1.5 Temperatura óptima para pollos en engorde. - La temperatura óptima del galpón varía de acuerdo a la edad del pollo, necesitando una temperatura mínima de 32 °C después del nacimiento, misma que se reduce hasta de 21 °C para la época del sacrificio, es decir al comienzo de la cría el pollo bebe no debe sufrir frío y durante el crecimiento se debe controlar el calor (Gonzales, 2018).

Tabla 2-2: Temperatura para pollos de engorde.

Edad	Temperatura
Pollos de 1 semana	30 – 32 °C
Pollos entre 2 y 3 semanas	28 °C
Pollos entre 4 y 5 semanas	22 °C
Pollos mayores a 5 semanas	20 – 21 °C

Fuente: (Gonzales, 2018)

La temperatura idealmente se mide con termómetros de valores máximos y mínimos a una altura entre 10 - 15 cm del piso dentro del galpón (a la altura del pollo). (Gonzales, 2018).

Según Eguez, 2007, las temperaturas extremas dentro del galpón pueden provocar las siguientes consecuencias en las aves:

- No consumen la ración normal de alimento.
- Se dificulta el proceso respiratorio y el trabajo muscular.
- La falta de oxígeno provoca que la cresta se torne cianótica (morada).
- Se echan debido a su presión sanguínea baja, afectando su metabolismo.
- El consumo energético se eleva, baja la ganancia de peso diario y la conversión alimenticia (cantidad de alimento que se debe consumir para aumentar 1 kilo de peso vivo).
- Se incrementa el riesgo de infarto (Eguez, y otros, 2007).

2.1.6 Humedad. – “La humedad dentro del galpón es producto del agua eliminada por las aves en la respiración y en las heces, también influye la humedad del medio ambiente, la temperatura dentro del galpón y su ventilación” (Gonzales, 2018).

“Si la humedad es alta, las camas están compactas, hay altos niveles de amoníaco y las aves están muy sensibles al frío y al calor, generalmente se presenta por tránsito rápido en los animales, manejo inadecuado de bebederos” (Gonzales, 2018).

“Si la humedad es baja las camas están polvosas, generalmente es ocasionado por exceso de calor interno. En ambos casos se predispone a las aves a enfermedades de tipo respiratorio”. (Gonzales, 2018).

2.1.7 Ventilación. – Una adecuada ventilación remueve periódicamente el exceso de humedad y los gases provenientes de la respiración y las heces de las aves, y permite controlar la temperatura, humedad y pureza del aire dentro del galpón produciendo una composición parecida del ambiente interior al aire exterior del galpón (Gonzales, 2018).

Un buen sistema de ventilación debe cumplir como mínimo las siguientes especificaciones:

- Permitir la circulación y el intercambio del aire exterior por el aire interior del galpón.
- Renovación total y de manera igualitaria del ambiente en toda el área que ocupan las aves.
- Velocidad baja de aire a nivel de las aves (lenta) (Gonzales, 2018).

2.2 Subsistemas y variables en galpones para crianza de aves.

Las variables en las que se enfocan la crianza de aves engloban principalmente dos subsistemas orientados al control de temperatura y el segundo al control de humedad.

2.2.1 Sistemas de control de temperatura.

El proceso de crianza avícola comprende 45 días, en los cuales el punto de control de la temperatura debe ir variando, partiendo desde el primer día cuando ingresan los pollos bebés a un ambiente con 32 °C, hasta el día de despacho de las aves cuando la temperatura requerida baja a 21 °C (Erazo, y otros, 2014).

2.2.1.1 Control de temperatura por flujo de aire. - El flujo de aire es una técnica muy utilizada para incrementar y disminuir la temperatura de manera rápida y eficaz, dinamizando el proceso

para realizar un control más efectivo independientemente de la temperatura ambiental (Eguez, y otros, 2007).

Para elevar la temperatura del galpón, se calienta el aire alrededor del acceso de aire, mismo que se mezcla con el aire frío del interior del galpón, logrando un aumento rápido pero que no es brusco en el ave, y mediante la utilización de extractores se distribuye uniformemente la mezcla de aire por todo el galpón (Eguez, y otros, 2007).

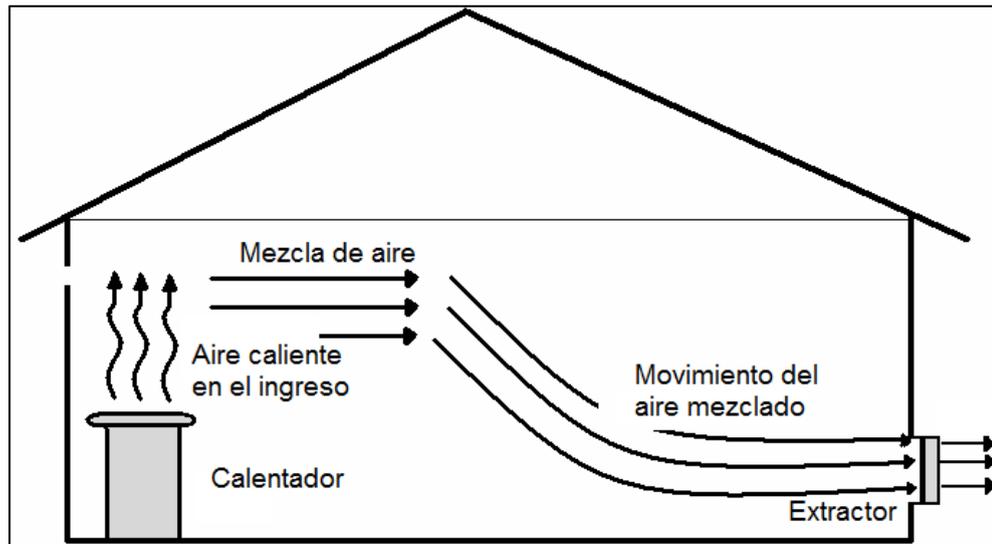


Figura 1-2. Calentamiento del aire del galpón.
Fuente: (Eguez, y otros, 2007)

Para reducir la temperatura interior del galpón se procede a encender los extractores para renovar el aire y reducir la temperatura, esto, siempre y cuando la temperatura ambiental sea menor a la temperatura deseada según la etapa de engorde de aves. Si no se cumple dicha condición, o la temperatura es extremadamente alta, se debe incorporar una técnica de enfriamiento (Eguez, y otros, 2007).

El enfriamiento por riego es una técnica comúnmente utilizada por su facilidad de implementación, y funciona mediante la pulverización de agua a cierta altura del galpón, lo que produce un incremento en la humedad y reduce la temperatura del mismo (Eguez, y otros, 2007).

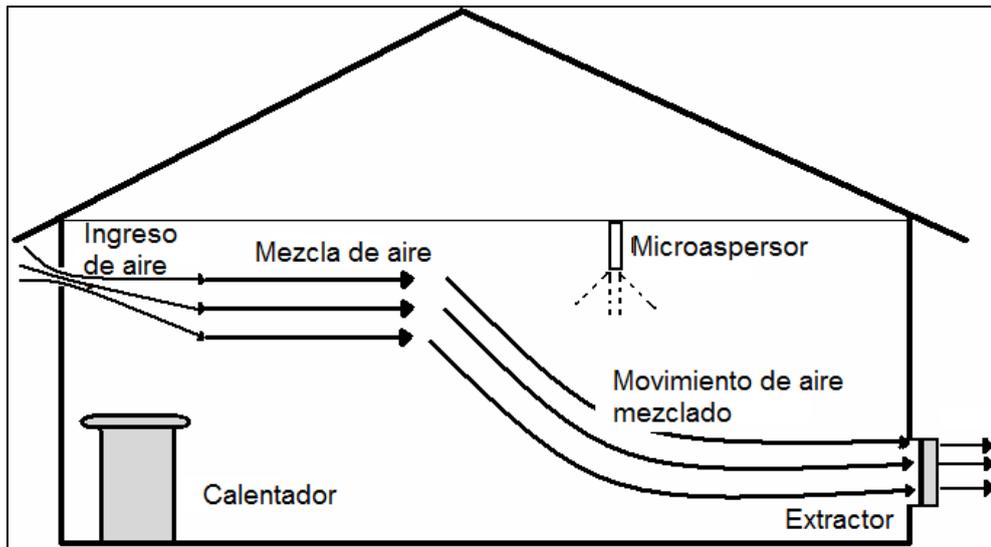


Figura 2-2. Enfriamiento del aire del galpón.
Fuente: (Eguez, y otros, 2007).

2.2.2 *Sistemas de control de humedad.*

2.2.2.1 Control de humedad por flujo de aire. - El exceso de humedad representa un serio problema en la cría de aves, una humedad alta incrementa la producción de amoníaco, y daña rápidamente la cama de las aves (Eguez, y otros, 2007).

“Los extractores sacan el aire cargado de humedad y ejercen presión para ingresar aire seco desde el exterior, controlando los niveles de humedad del galpón”, caso adverso, en ambientes extremadamente secos se utiliza el sistema de enfriamiento por riego para aumentar la humedad. (Eguez, y otros, 2007).

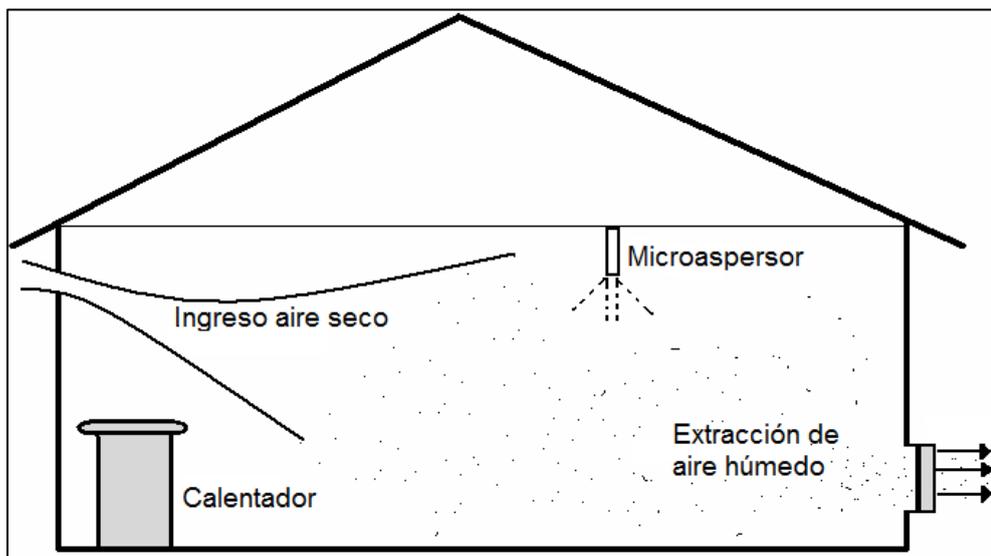


Figura 3-2. Extracción de humedad del galpón.
Fuente: (Eguez, y otros, 2007)

Eguez, 2007, define el funcionamiento del sistema de control de temperatura y humedad de la siguiente manera:

- Si la temperatura sube, los extractores funcionan para sacar el aire caliente del galpón.
- Si la temperatura baja, los calentadores entran en acción subiendo la temperatura del aire que ingresa por las ventilas.
- Si la humedad sube, los extractores sacan el aire condensado del interior del recinto
- Si la humedad baja se utilizan los micro aspersores para subirla.

2.2.2.2 Relación entre temperatura y humedad. - “A mayor temperatura mayor absorción de humedad, es decir el aire caliente absorbe mayor humedad y viceversa”. “El efecto de relación se produce con el incremento o decremento de temperatura ya que si se calienta el aire éste puede transportar mayor cantidad de vapor y si se enfría la cantidad de vapor necesaria para saturarlo sería menor” (Eguez, y otros, 2007).

2.2.2.3 Ventilación mínima. – Adicionalmente al ambiente con aire controlado en su temperatura y humedad, las aves necesitan poseer un flujo de aire permanente que permita satisfacer las necesidades de respiración (ventilación mínima) (Eguez, y otros, 2007).

La ventilación mínima se calcula con respecto al peso de las aves, para lo cual se aplica la siguiente fórmula:

$$V_{min} = \frac{0.702 \frac{m^3}{hora}}{kg^{0.75}} \quad (1)$$

Dónde:

V_{min} es la ventilación mínima,

kg es el peso del ave al momento del cálculo.

2.4.3 Sistemas de alimentación de aves. – El sistema de alimentación automático permite suministrar el alimento en intervalos de tiempo exactos y a dosis precisas, basándose únicamente en el plan de alimentación establecido, siendo solamente el sistema de recarga de alimento a la tolva el que se realiza en forma manual, pero con ayuda de implementos mecánicos (Cevallos, 2013). “Las instalaciones para el suministro y administración de alimento se controlarán permanentemente para evitar desperdicios y deterioro de su calidad” (MAG ECUADOR, 2016).

Los principales elementos que componen este sistema son los comederos y bebederos que se calculan en base al número, y a la edad de las aves que serán producto de engorde en el galpón, es recomendable la utilización de equipos que sean fácilmente desarmables, de tal manera que faciliten la realización del lavado y de la desinfección integral (MAG ECUADOR, 2016).

Todos los elementos del galpón: comederos, bebederos, mallas divisorias, calentadores, ventiladores, extractores, y demás implementos, deben ser de un tipo de material inofensivo y no tóxico, contemplando en su diseño y construcción tanto la seguridad de los trabajadores y de las aves (MAG ECUADOR, 2016).

2.2.4 Sistema eléctrico. -El sistema eléctrico y todos los elementos que lo componen desde el tendido de las instalaciones de energía eléctrica, deben encontrarse protegidos y cubiertos por mangueras, tubos o canaletas para evitar riesgo al personal y a las aves (MAG ECUADOR, 2016).

“Los implementos eléctricos como tableros de control, caja de térmicos, tomacorrientes, interruptores y boquillas estarán de acuerdo a la normativa para uso industrial”, y deben satisfacer condiciones de carga y de ambiente al que se encontrarán sometidos (MAG ECUADOR, 2016).

Además, es recomendable que se empleen lámparas que brinden el estímulo lumínico adecuado comprendido entre 65 - 1200 lúmenes dependiendo de la etapa de crianza del ave, de manera distribuida y uniforme en todos los puntos del galpón necesarios, pero que sean lámparas de bajo consumo eléctrico propiciando el ahorro energético (MAG ECUADOR, 2016).

2.3 Domótica

“La domótica va más allá de la automatización de cualquier tipo de edificio, integrando su control con el uso que se hace de él” (Universidad de Sevilla, 2018).

La domótica por sus cuatro funciones básicas que se muestran en la Figura 4-2, que incluyen el confort, la seguridad, la energía y las telecomunicaciones, brinda las características necesarias para el control y manipulación de los requerimientos físicos ya especificados para la crianza de aves, dependiendo básicamente del enfoque que se da a las instalaciones, de la finalidad del edificio, vivienda, tablero, o construcción en general, siempre teniendo en cuenta el presupuesto para llevar a cabo el proyecto (Universidad de Sevilla, 2018).

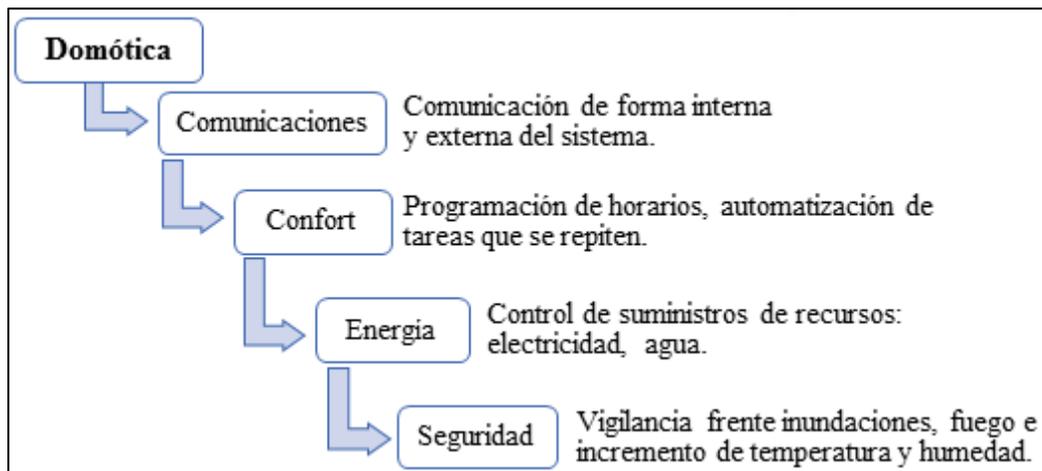


Figura 4-2 Aspectos de la domótica
Fuente: (Castañeda, 2004)

Los sistemas domóticos pueden clasificarse en sistemas centralizados y distribuidos, en los sistemas del primer tipo los elementos a controlar y supervisar (sensores, actuadores) son cableados hasta el sistema de control de la vivienda (PC o similar), siendo el sistema de control una parte esencial que si falla todo deja de funcionar, mientras que para sistemas distribuidos el elemento de control debe colocarse conjuntamente con el elemento a controlar, permitiendo un diseño fácil de las instalaciones y más robusto frente a fallos localizados, pero que representa un mayor costo por punto o elemento controlado (Castañeda, 2004).

La Figura 5-2 muestra los elementos principales que componen en general un sistema de control.

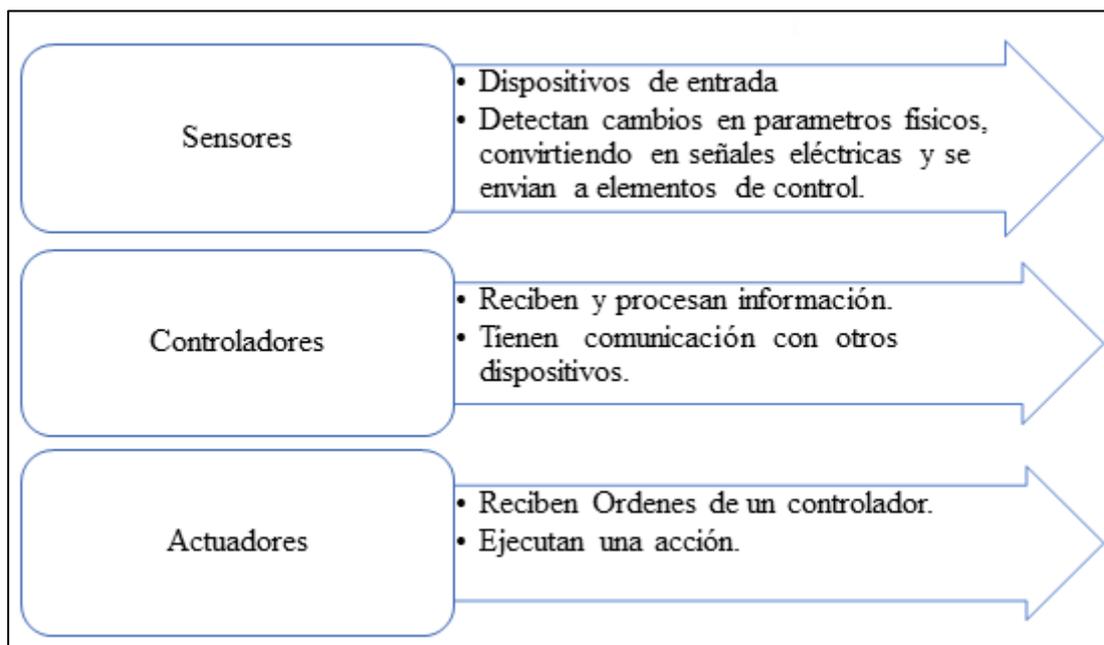


Figura 5-2. Elementos de un sistema control.
Fuente: (Castañeda, 2004)

2.3.1 Sistemas de control. - Desde el inicio de la revolución industrial el hombre ha tratado de hacer sus procesos más eficientes. Hoy en día la economía global obliga a las industrias a tener una producción mayor y con mejor calidad, utilizando cada vez menos recursos, dando a la automatización de procesos un puesto fundamental para mejorar la estrategia competitiva de un negocio, y ayudando a mantener una posición única en el mercado global (Morales, y otros, 2013).

Los sistemas de control automático son una parte crítica de los sistemas complejos y procesos industriales actuales, convirtiendo al control automático en un aspecto muy relevante en la vida profesional, ya que permite adquirir habilidades de análisis y síntesis en la identificación y la solución de problemas de los sistemas de control de plantas industriales (Morales, y otros, 2013).

Morales, 2013, menciona que un sistema automatizado se debe diseñar tomando en cuenta las herramientas disponibles y las limitaciones tanto prácticas como financieras, e indica que los principales elementos que deben conformar un sistema de control automático son:

- La planta,
- El controlador,
- Sensores y
- Actuadores.

2.3.2 Planta. – “Es el sistema a controlar y se puede expresar, por una formulación matemática, la dinámica del sistema, y la naturaleza de dicha dinámica permitirá proponer leyes de control adecuadas para un desempeño apropiado” (Morales, y otros, 2013).

2.3.3 Controlador – “Un controlador es una ley de actuación, es decir, una fórmula matemática que se ingresa en un dispositivo de control, este dispositivo es el que ejecuta la ley de control enviando acciones de corrección de errores a los actuadores, en base de las señales captadas por los sensores”.

2.3.3.1 Dispositivo de control. – Como dispositivo de control se seleccionó el módulo programable Arduino Mega 2560 que es una tarjeta electrónica basada en el microcontrolador AtMega, está diseñada para el desarrollo de proyectos complejos, cuenta con 54 pines de Entradas / Salidas digitales, y con 16 entradas analógicas, brindando espacio suficiente y oportunidades de configuración para los proyectos a desarrollar (Arduino, 2019).



Figura 6-2. Arduino MEGA vista superior.
Fuente: (Arduino, 2019)

2.3.4 Actuator. - Es el dispositivo físico que efectúa la acción de control, es decir es el elemento que transforma la energía del sistema en el movimiento o esfuerzo físico requerido para llevar al sistema a los parámetros de funcionamiento deseado (Morales, y otros, 2013).

2.3.4.1 AD20P 1230A Brushless DC PUMP. – Es una bomba de corriente continua sin escobillas, y con alta vida útil, por lo cual es utilizada para refrigeración en sistemas de circulación médica e industrial, con enfriamiento de circulación de agua, además, utiliza un controlador de circuito electrónico inteligente de alta sensibilidad, de bajo costo y alta eficiencia, produciendo un rendimiento general alto (JUTAI, 2018).

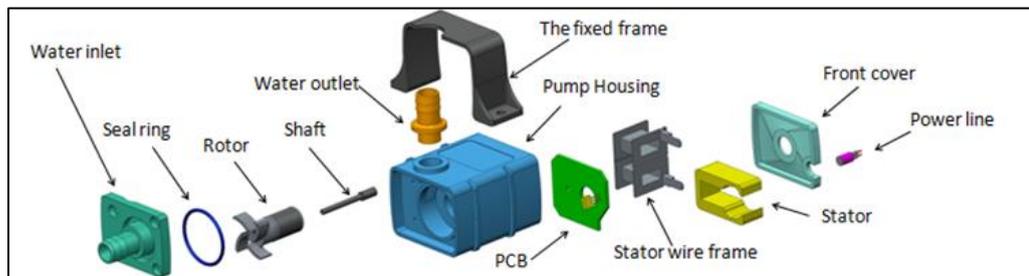


Figura 7-2. Despiece bomba de agua
Fuente: (JUTAI, 2018)



Figura 8-2. Brushless DC PUMP.
Fuente: (JUTAI, 2018)

2.3.4.2 Micro servo 9g (SG90). – Es un servomotor pequeño, de construcción sencilla e ideal para principiantes, pero con buena potencia de salida, diseñado para funcionar con un ángulo de giro de máximo 180°, este dispositivo es controlado por una señal de PWM, en el caso particular de Arduino, el IDE original de este hardware incluye directamente las funciones para manejo de estos motores de propósito especial (Electronilab, 2015).



Figura 9-2. Servomotor SG90 9G
Fuente: (Electronilab, 2015).

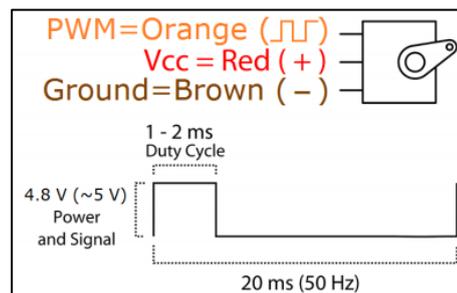


Figura 10-2. PWM servomotor SG90.
Fuente: (Electronilab, 2015).

2.3.4.3 Bomba de agua de diafragma. – Se puede utilizar tanto para agua, como para aire, no es una bomba sumergible y cuenta con una potencia de máximo 6W/hr. Su rango de funcionamiento está dentro de 6-12 VCD, y aspiración máxima de 2 metros (Robotshop, 2019).



Figura 11-2. Bomba de agua.
Fuente: (Robotshop, 2019)

2.3.4.4 Niquelina con aislador cerámico. – Es un disipador de calor mediante resistencia eléctrica cuya aleación y soporte cerámico están diseñados para soportar temperaturas de hasta 800°C, dependiendo netamente el valor de temperatura alcanzado del voltaje que se aplique a la misma.



Figura 12-2. Niquelina con cerámico.
Fuente: Autores, 2019.

2.3.4.5 Ventilador 12VCD. – Es un ventilador ideal sin escobillas para utilización en impresoras 3D, refrigeración Raspberry Pi, o cualquier proyecto de electrónica, debido a sus dimensiones reducidas, y ofreciendo un muy buen rendimiento y bajo consumo (Cimech 3D, 2019).



Figura 13-2. Ventilador.
Fuente: (Robotshop, 2019)

2.3.5 Sensores. – En domótica los sensores son los encargados de recoger información relativa al proceso o entorno físico convirtiendo una magnitud o variable física en señal eléctrica, comúnmente se clasifican mediante dos tipos:

- Según el tipo de su señal de salida: Todo o nada, sensor digital o sensor analógico.
- Según la magnitud medida: humo, gas, inundación, temperatura, humedad, etc.

2.3.5.1 Sensor DHT11. – Este sensor de humedad y temperatura presenta un buen ciclo de comunicación entre controlador y dispositivo de aproximadamente 4ms, es un sensor fácil de adaptar a cualquier proyecto ya que integra un pequeño microcontrolador para hacer el tratamiento de señal fácil. Una particularidad de estos sensores es que la señal de salida es digital, por lo tanto, lo tendremos que conectar a pines digitales. (OMNIBLUG, 2019)

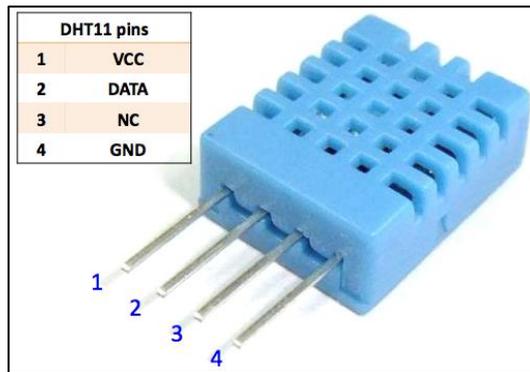


Figura 14-2. Sensor DHT11 para humedad y temperatura.

Fuente: (OMNIBLUG, 2019)

2.3.5.2 Sensor HC-SR04. – Es un sensor ultrasónico de bajo costo que permite detectar la presencia de un objeto y detectar y transmitir la distancia al mismo, está formado por dos transductores, básicamente, un altavoz y un micrófono. (BKAR ELECTRÓNICA, 2013)

Ofrece una excelente detección remota con elevada precisión y lectura estable en un formato fácil de usar, su funcionamiento no se ve afectado por la luz solar o el material negro como telémetros ópticos (BKAR ELECTRÓNICA, 2013).



Figura 15-2. Sensor ultrasónico HC-SR04.

Fuente: (BKAR ELECTRÓNICA, 2013)

2.4 Interfaz LabVIEW con XBEE.

2.4.1 LabVIEW y Xbee. - LabVIEW es un software que ofrece un enfoque de programación gráfica que ayuda a visualizar la configuración de hardware, datos de medidas y depuración. LabVIEW presenta gran compatibilidad y librerías afines con los módulos Xbee y Arduino, la programación necesaria para el proyecto se categoriza en dos secciones, una de ellas enfocada al módulo Arduino, y la otra es la presente en la programación gráfica de LabVIEW (Morales, y otros, 2014).

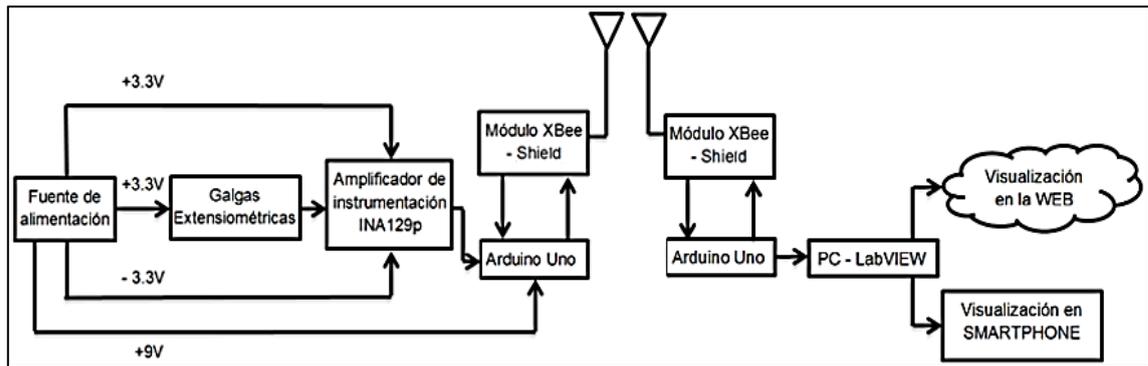


Figura 16-2. Ejemplo diagrama de bloques transmisión, recepción y visualización de variables.
Fuente: (Electronica de XIAO, 2018)

2.4.2 Arduino y Xbee. – Se utiliza Arduino como un módulo para comunicar el portátil con el XBEE, para ello se debe resetear el microprocesador Arduino como conversor USB / TTL, y utilizar los pines de comunicación serial TX / RX de la placa para comunicarnos al XBEE (Electronica de XIAO, 2018).

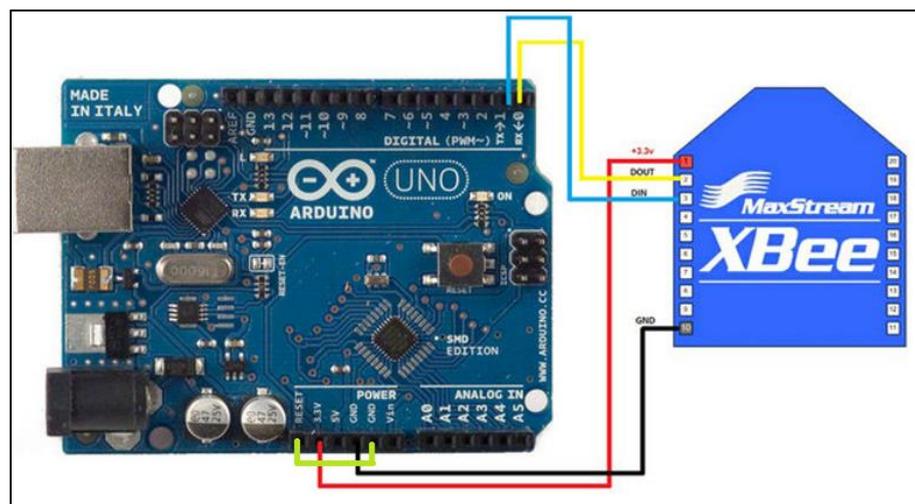


Figura 17-2. Conexión entre Arduino y Xbee.
Fuente: (Electronica de XIAO, 2018)

2.4.3 Dispositivo Xbee. - Son pequeños dispositivos que pueden comunicarse entre sí o con un PC de manera inalámbrica, existen dispositivos Xbee y zigbee estándar, y otros que son propietarios o modificaciones del estándar (Electronica de XIAO, 2018).

Las principales características de los módulos Xbee son:

- Económicos, poderosos y fáciles de utilizar e integrar.
- Alcance de hasta 100 metros en línea de vista para los módulos Xbee, y hasta 1600 metros de alcance para los módulos Xbee Pro.
- Cuentan con 9 entradas/salidas analógicas y digitales.

- Muy bajo consumo de energía (<50mA en funcionamiento y <10uA en modo sleep).
- Interfaz serial para comunicación con otros dispositivos.
- 65,000 direcciones para cada uno de los 16 canales disponibles. (Electronica de XIAO, 2018)



Figura 18-2. Xbee series 2
Fuente: (Electronica de XIAO, 2018)

En la Figura 19-2 se muestra la arquitectura básica de una comunicación Xbee donde se identifican los roles que puede tomar un dispositivo Xbee dentro una red de comunicación.

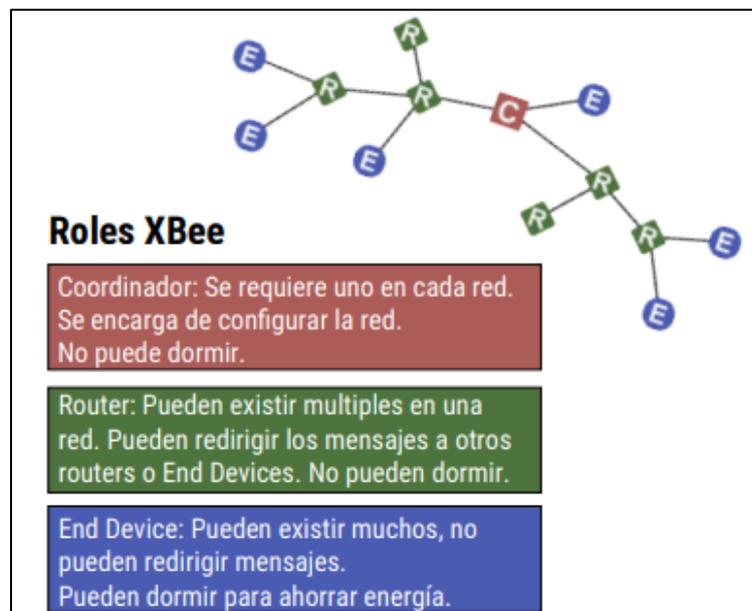


Figura 19-2. Roles del dispositivo Xbee.
Fuente: (Electronica de XIAO, 2018)

Los dispositivos Xbee poseen dos modos de funcionamiento, la transmisión serial transparente y el modo comando o modo API, dichos funcionamientos se describen en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Modos de funcionamiento elementos Xbee.

Modo de funcionamiento	Descripción
Transmisión serial transparente (modo AT)	El modo de transmisión serial transparente (Modo AT), se asemeja a una transmisión a través de un puerto serial, el dispositivo Xbee se encarga de crear la trama y el dato que llegue al pin Tx, que será enviado de forma inalámbrica, considerándolo el modo más sencillo para utilizar estos nodos. Si se debe enviar información a distintos nodos es necesario entrar constantemente al modo configuración para cambiar la dirección de destino.
Comando o modo API	En este caso un microcontrolador externo se debe encargar de crear una trama específica al tipo de información que se va a enviar, este modo es recomendado para redes muy grandes donde no se puede perder tiempo entrando y saliendo del modo configuración de los dispositivos. Para redes con topología en Malla este es el modo a utilizar.

Fuente: (Electronica de XIAO, 2018)

2.5 Marco legal

El presente trabajo de titulación se realiza en base a lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico de 2017, que en su artículo 21 establece la obligatoriedad de la realización del trabajo de titulación, como uno de los medios viables para el proceso de graduación posterior a cumplir con los requisitos y características necesarias dependiendo del tipo definido y aprobable de trabajo escrito realizado. Además, define que: “El trabajo de titulación es el resultado investigativo, académico o artístico, en el cual el estudiante demuestra el manejo integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional; deberá ser entregado y evaluado cuando se haya completado la totalidad de horas establecidas en el currículo de la carrera, incluidas las prácticas pre profesionales” (CES, 2017).

Para el desarrollo del prototipo se tomó en cuenta la normativa genérica respecto a la realización se circuitos impresos electrónicos IPC2221B, que define “Los requisitos generales para el diseño de PCB y algunos aspectos de ensamble de tarjetas electrónicas, principios y recomendaciones, incluye el montaje o ensamble de los componentes, tipo THT o de huecos pasantes, de superficie SMT”. Además, para la comunicación entre PC y el controlador se utilizó tecnología Zigbee(Xbee) cuyo protocolo de comunicación fue diseñado en base al estándar IEEE 802.15.4, que define: “el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos (low-rate wireless personal area network, LR-WPAN)” (IEEE 802.15, 2010).

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto tiene un carácter cuantitativo y aplicativo a la vez, las variables físicas obtenidas del diseño y configuración del sistema de control son medibles y procesables, el proyecto se desarrolló en tres etapas que contemplan: el diseño y construcción del prototipo, la programación con sus respectivas pruebas de funcionamiento, concluyendo con la elaboración de una guía de usuario que incluye normativa de utilización y criterios de mantenimiento para el prototipo de galpón de crianza de aves.

3.1 Diseño y construcción del prototipo de galpón

3.1.1 Diseño de la planta o galpón. - El prototipo se ha diseñado a escala y con materiales que ofrecen cierto grado de robustez y resistencia a la transferencia del calor, lo cual conjuntamente con los elementos eléctricos y electrónicos instalados, facilitan el correcto funcionamiento del sistema de control, para dar cumplimiento a los requerimientos de las características físicas necesarias en la crianza y engorde de aves, que incluyen requerimientos de densidad de población, temperatura, humedad y ventilación mínima en el interior del galpón.

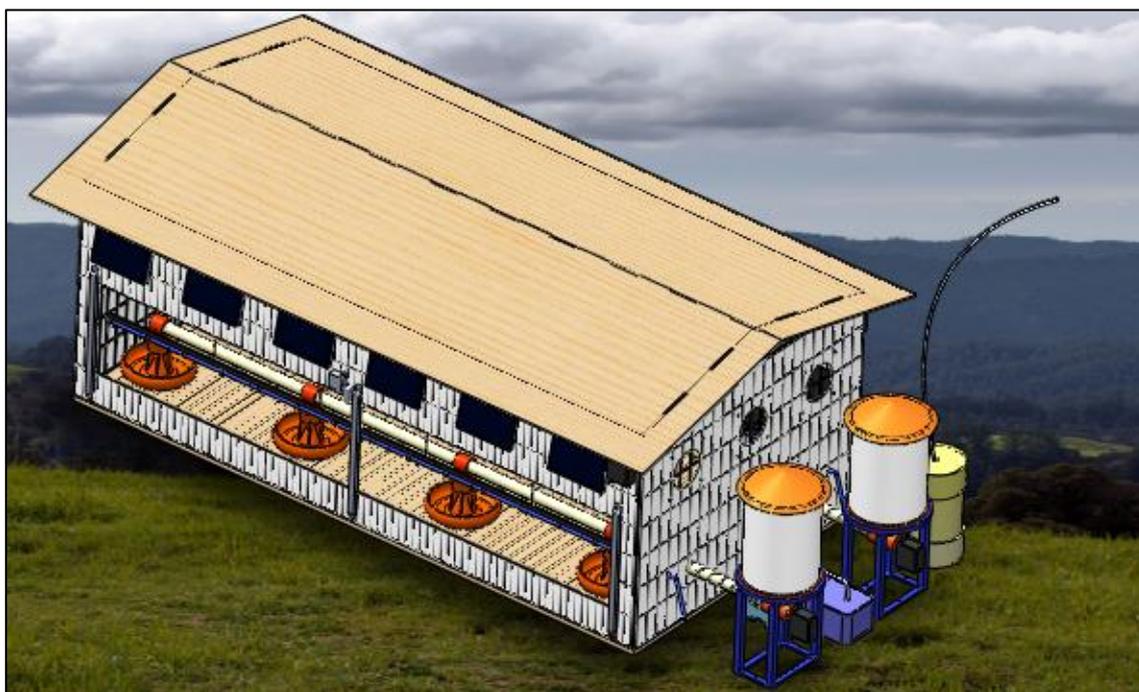


Figura 1-3. Diseño del prototipo de galpón.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.2 Diseño del sistema de alimentación de aves. – El prototipo cuenta con almacenamiento y distribución de comida y agua.

El alimento es transportado a los diferentes comederos a través de dos ejes con tornillos sin fin conectados a servomotores truncados, los tornillos sin fin poseen el ajuste necesario respecto a los cilindros huecos estáticos donde se hallan colocados, permitiendo la distribución de alimento hasta cada uno de los comederos existentes, el flujo de comida se detiene cuando en cada comedero se alcanza el nivel de llenado de alimento establecido por el diseño propio de la línea de distribución, siendo el punto final de llenado en la línea dicha línea el indicador para el apagado de los servomotores truncados. Además, los silos de alimento cuentan con sensores ultrasónicos que permiten calcular de manera automática el volumen y nivel de la comida dentro del silo.

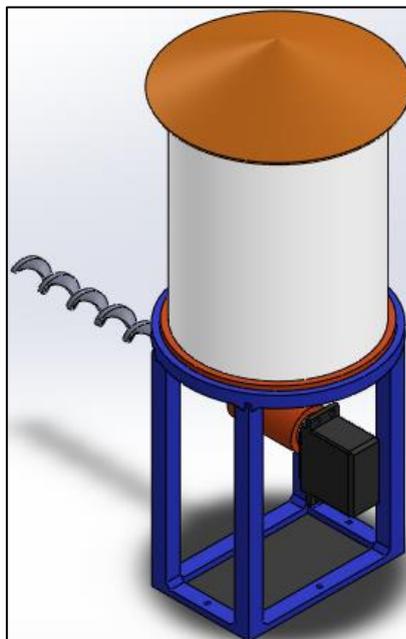


Figura 2-3. Diseño y ensamblaje del silo de alimento.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

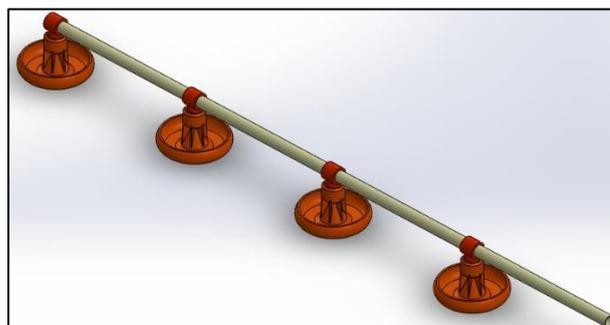


Figura 3-3. Diseño Línea de distribución de alimento y comederos.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El sistema de almacenamiento y distribución de agua se diseñó en tres partes que incluyen: un tanque de almacenamiento de agua, un tanque cerrado herméticamente en cuyo interior se halla colocada una bomba sumergible, que es la parte principal de este sistema, y finalmente cuenta con una válvula que controla el flujo de agua y es activada mediante un micro servo.

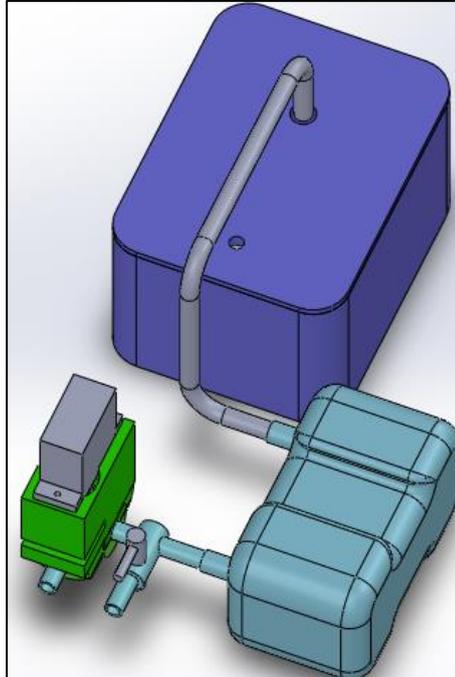


Figura 4-3. Diseño almacenamiento y bombeo de agua.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Las líneas de distribución de agua cuentan con bebederos a lo largo de su trayecto, los bebederos permiten la salida de agua por goteo brindando la cantidad necesaria de agua al momento en el que un ave ingresa el pico en la boquilla del mismo.

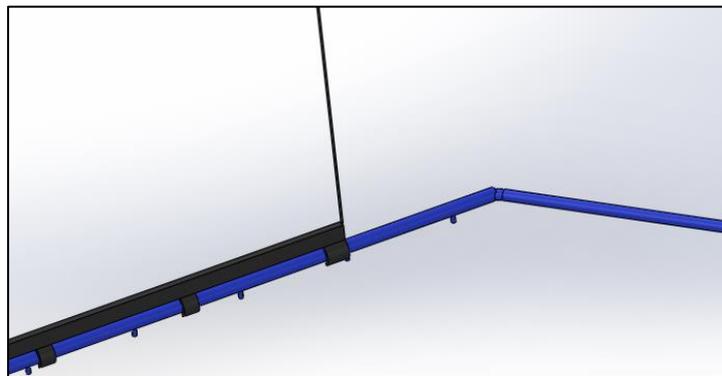


Figura 5-3. Línea de distribución de agua a bebederos.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.2.1 *Diseño del funcionamiento del subsistema de alimentación de aves.* - Se centra en dos aspectos que son: el almacenamiento y distribución de comida, y el almacenamiento y distribución de agua. Los componentes del sistema de almacenamiento y distribución de comida, conjuntamente con el flujograma de funcionamiento se muestran en la Tabla 1-3 y en la Figura 6-3 respectivamente.

Tabla 1-3: Componentes sistema de control comida

Ítem	Descripción	Cantidad
SENSORES		
1	Sensores ultrasónicos para el nivel de comida	2
ACTUADORES		
2	Servomotor truncado con tornillo sin fin	2
ELEMENTOS ADICIONALES		
3	Silos de almacenamiento de comida	2
4	Líneas de distribución de alimento	2
5	Comederos	8
6	Galga para el control de peso	1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

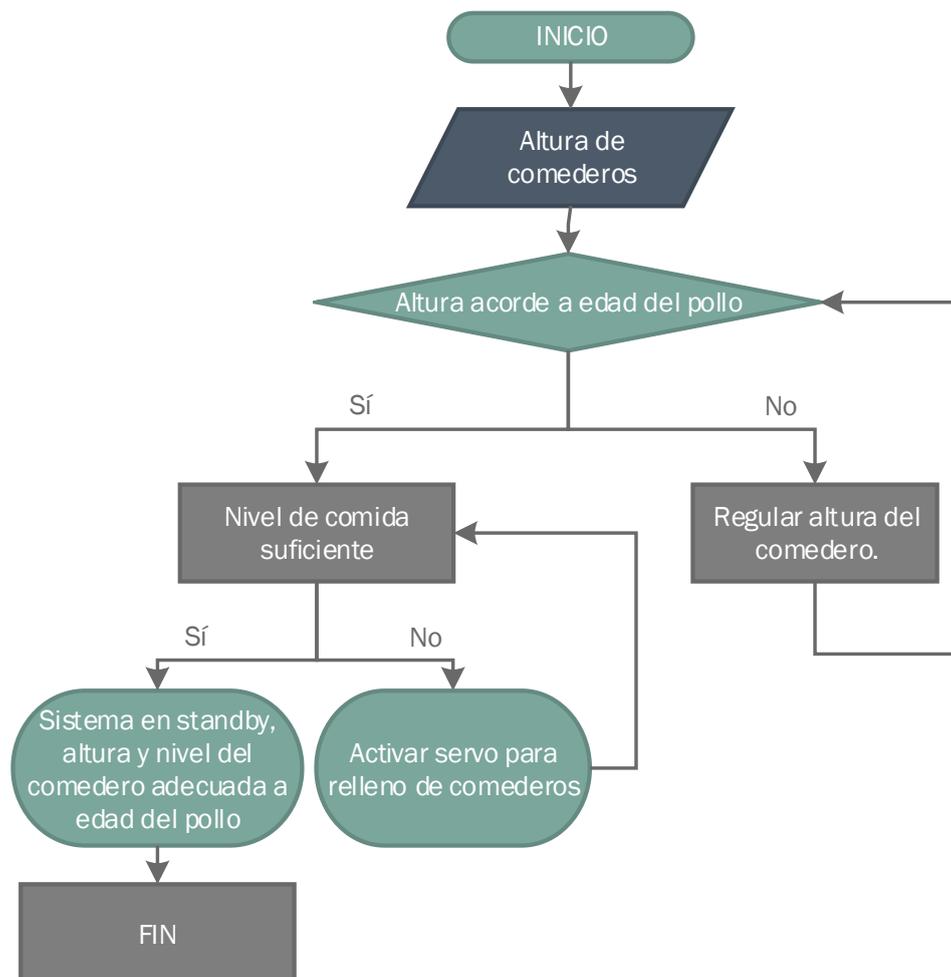


Figura 6-3. Flujograma sistema de control comida.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Los componentes del sistema de almacenamiento y distribución de agua, conjuntamente con el flujograma de funcionamiento se muestran en la Tabla 2-3 y en la Figura 7-3 respectivamente.

Tabla 2-3: Componentes del sistema de control agua

Ítem	Descripción	Cantidad
SENSORES		
1	Sensor nivel de agua	1
ACTUADORES		
2	Bomba sumergible en caja cerrada herméticamente	1
3	Micro servo para apertura de válvula de paso de agua	1
ELEMENTOS ADICIONALES		
3	Depósito de agua	1
4	Líneas de distribución de agua	2
5	Bebederos	24

Fuente: Elaboración propia, 2019.

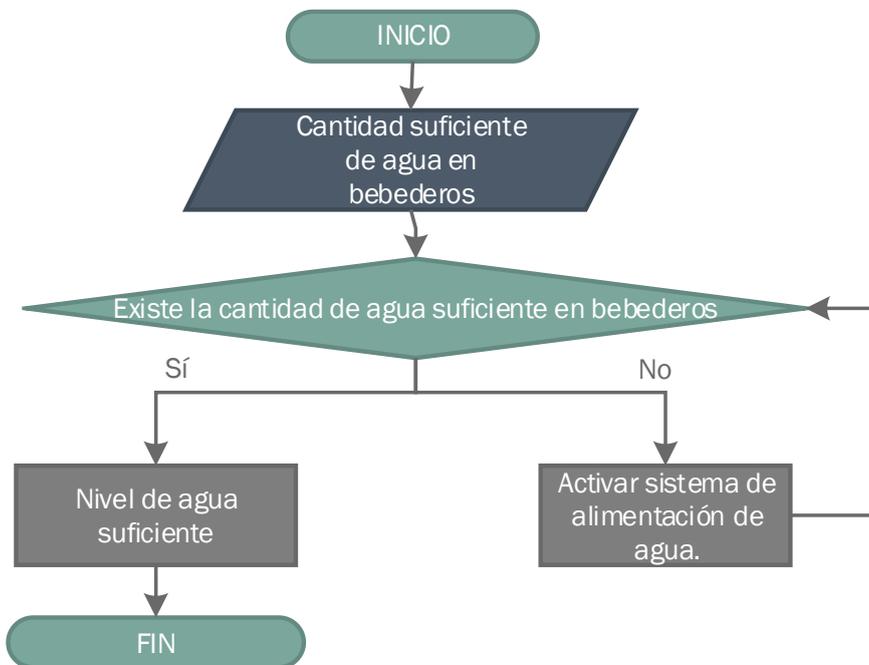


Figura 7-3. Flujograma sistema de control agua.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.3 Diseño del sistema de control de temperatura y humedad. – Para controlar los parámetros físicos de humedad y temperatura se tomaron medidas en el diseño propio del galpón, al integrar elementos tales como ventoleras de activación automática y paredes de lona que pueden ser extraíbles, y, además, se incluyeron actuadores para elevar o disminuir la temperatura interior del galpón.

El sistema de calefacción está formado por una bomba brushless que transporta el agua caliente de un tanque con níquelina a través de la extensión del suelo del prototipo a manera de

condensador termodinámico emitiendo calor y elevando la temperatura interior del galpón desde la parte más baja posible a la altura de los pollos, y como elemento actuador para disminuir la temperatura se cuenta con un sistema de ventiladores que fomentarán el enfriamiento del ambiente interior mediante el incremento en el flujo de entrada y salida de aire, al utilizar ventiladores para el enfriamiento del ambiente interior el sistema trabaja perfectamente siempre y cuando el galpón se ubique en zonas donde la temperatura ambiental no sobrepasa exageradamente el valor seteado de temperatura para la etapa de crianza del ave, es decir el funcionamiento del sistema de control de temperatura se verá limitado en el caso de que la temperatura interior requerida sea baja y con un amplio margen con respecto a la temperatura exterior o ambiental de la zona en la que se encuentre ubicado.

La planta o galpón cuenta con un sistema de control del tipo ON/OFF, para la activación de los elementos calefactores, y para los elementos de enfriamiento como las ventoleras existe una activación con distintos ángulos de apertura, así como para ventiladores a diferentes potencias de trabajo dependiendo del margen existente entre temperatura deseada y la medida en el prototipo; en resumen el sistema activará los actuadores a tiempos definidos según la lectura recibida de los sensores, la utilización de este tipo de sistema ayuda a satisfacer ampliamente los requerimientos de factores físicos en las instalaciones para la crianza de aves.

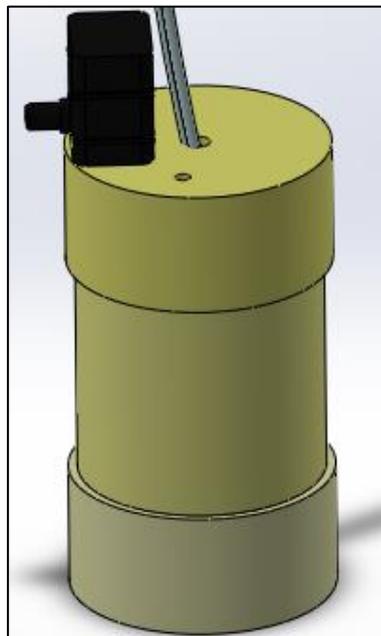


Figura 8-3. Diseño calentador y bombeo de agua.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.3.1 *Diseño y funcionamiento del subsistema de control de factores físicos.* - Este sistema de control tiene como elemento principal tarjeta electrónica con un microcontrolador, y

está conformado por los elementos descritos en la Tabla 3-3 y el funcionamiento del mismo se describe en el flujograma de trabajo de la Figura 9-3.

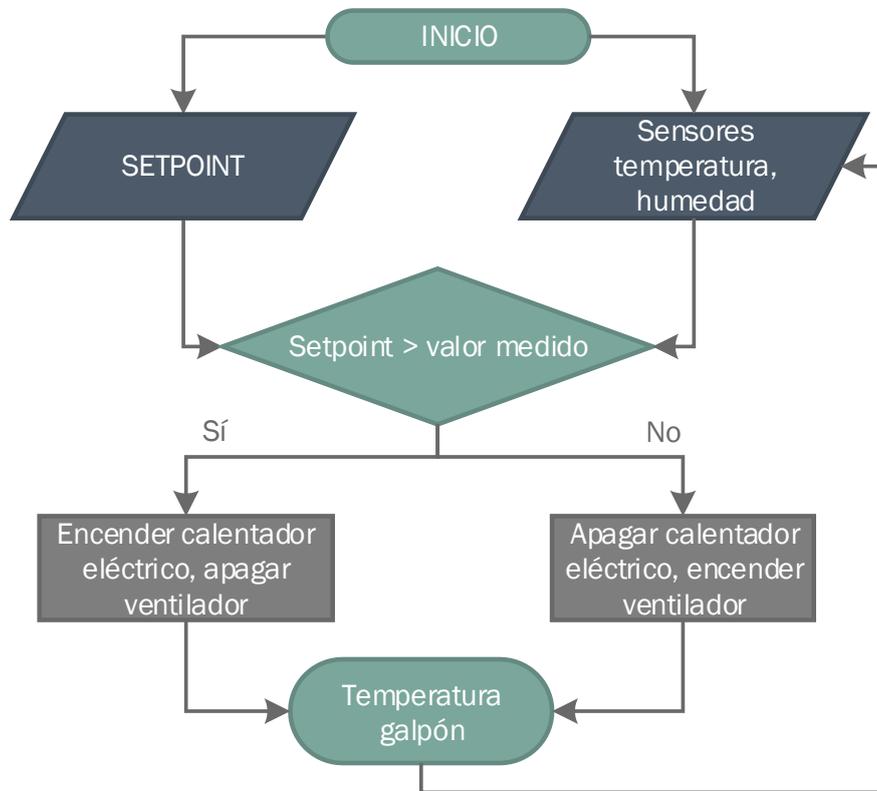


Figura 9-3. Flujograma sistema de control de temperatura y humedad.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 3-3: Componentes principales del sistema de control factores físicos.

Ítem	Descripción	Cantidad
SENSORES		
1	Sensor de temperatura y humedad DHT11	1
2	Sensor de temperatura para líquidos DS18B20	1
3	Sensor magnético (puerta principal)	2
ACTUADORES		
4	Servo para ventoleras	2
5	Micro servo para extracción de lonas de paredes de emergencia	4
6	Niquelina con cerámico	1
7	Ventiladores	4
DISPOSITIVO DE CONTROL		
8	Tarjeta Arduino MEGA 2560 basado en microcontrolador ATmega	1
ELEMENTOS ADICIONALES		
9	Buzzer (alarma)	1
10	Lámpara LED RGB (Iluminación interior)	1
11	Módulo de comunicación XBEE	2
12	Bomba de diafragma	1
13	Convertidor LM2596	2

Ítem	Descripción	Cantidad
14	Resistencias eléctricas, diodos, transistores, MOSFET.	>10
16	Fuente de alimentación 5 VCD	2
17	Detector de humo	1
18	Cámara con pantalla de vigilancia en tiempo real	1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.3.2 *Comunicación XBEE.* – La comunicación XBEE incluida al sistema de control total, permite el desarrollo de una interfaz de control, manipulación y monitoreo de manera inalámbrica desde softwares compatibles, como es el caso de LabVIEW.

Los dispositivos de comunicación inalámbrica Xbee disponen de varios modos de configuración y comunicación entre dispositivos, para este caso de aplicación se utilizó el modo denominado “Transparente” donde dos dispositivos Xbee actúan como un reemplazo de cable serial, recibiendo y enviado datos a través del puerto serie.

Para el modo seleccionado (Modo AT), se debe configurar un dispositivo como coordinador y otro como router (maestro esclavo respectivamente.) desde el software XCTU disponible para configuración de dispositivos Xbee.

Tabla 4-3: Configuración dispositivos Xbee en XCTU.

Coordinador	Router
<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar PAN ID = 1209 - Habilitar Coordinador 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar PAN ID = 1209 - Habilitar verificación de canal. - DH=0 y DL=0

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La comunicación para la adquisición de datos desde LabVIEW con el dispositivo maestro de Xbee, utiliza comunicación serial a través de un puerto USB, mediante la utilización de NI-VISA (VIRTUAL INSTRUMENT SOFTWARE ARCHITECTURE), y para la transmisión de datos entre Arduino y Xbee basta con activar la comunicación serial en Arduino y conectar los pines correspondientes a recepción y transmisión de datos entre los dispositivos.

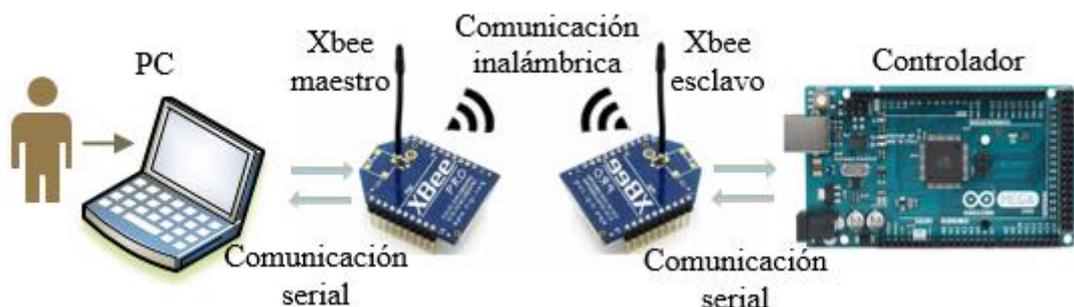


Figura 10-3. Estructura comunicación de los dispositivos del prototipo.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.4 Diagramas de conexión de los elementos del sistema. – En la Figura 11-3 se muestra el dispositivo de control del sistema que corresponde a una tarjeta Arduino MEGA, a cuyos pines etiquetados se conectan todos los elementos sensores/actuadores de los subsistemas de control de humedad y temperatura, y del sistema de alimentación.

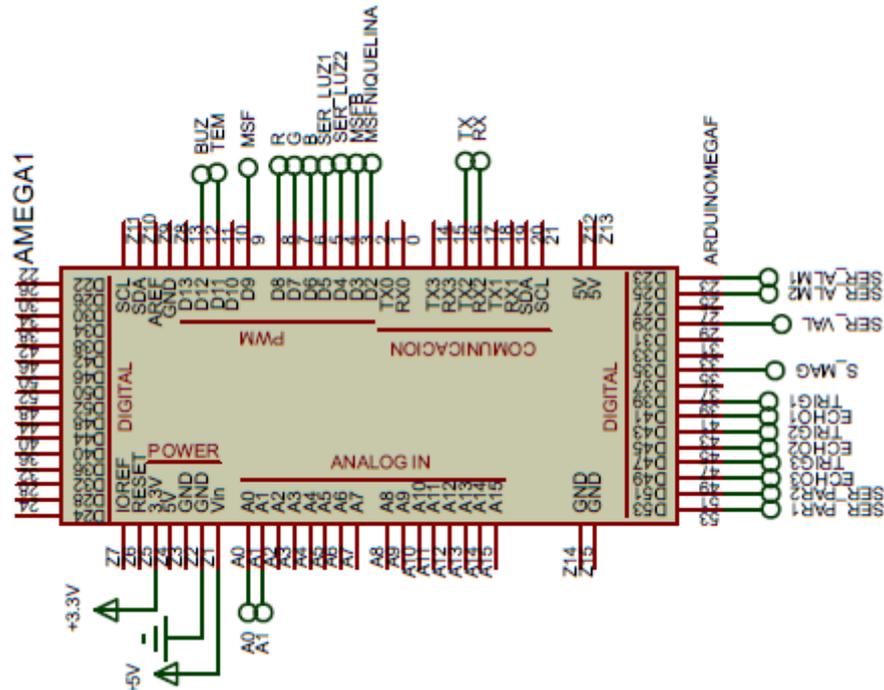


Figura 11-3. Diagrama de conexión Arduino MEGA.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 12-3 muestra la conexión del módulo XBEE para comunicación con el PC o dispositivos compatibles, además, se puede observar la conexión entre pines de comunicación serial provenientes del microcontrolador hacia los pines de comunicación serial (Tx y Rx) del módulo receptor Xbee 1, las resistencias colocadas con denominación R11 y R12 funcionan como elementos de protección regulando los parámetros eléctricos de ingreso al puerto de comunicación serial.

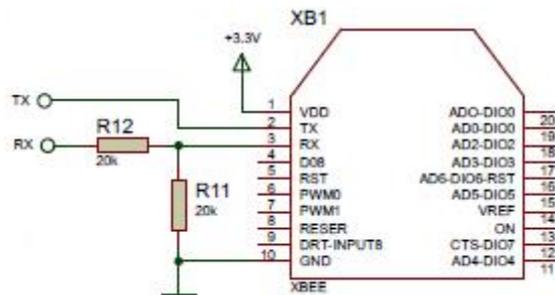


Figura 12-3. Diagrama de conexión módulo XBEE.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De la Figura 13-3 a la 15-3 se muestran los diagramas de conexión desde el microcontrolador hacia socalos que albergan el sensor y los actuadores para control de temperatura del prototipo, los actuadores se encuentran aislados del circuito de control desde el microcontrolador mediante la utilización de elementos electrónicos de estado sólido que para este caso son MOSFET IRFP250.

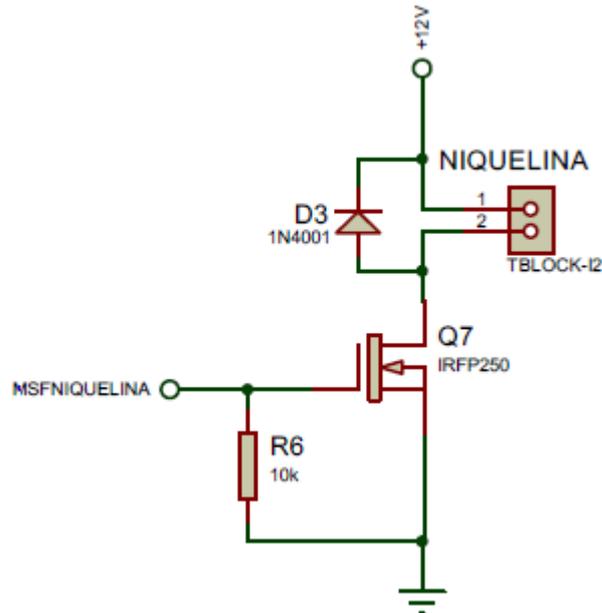


Figura 13-3. Diagrama de conexión para Niquelina en socalo.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

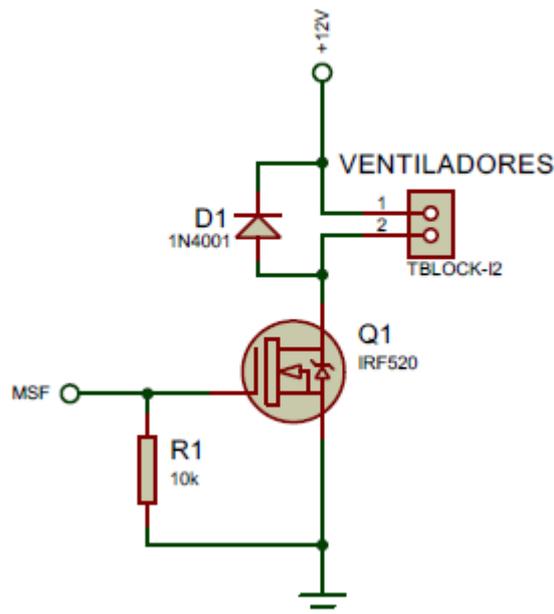


Figura 14-3. Diagrama alimentación Mosfet-ventilador.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

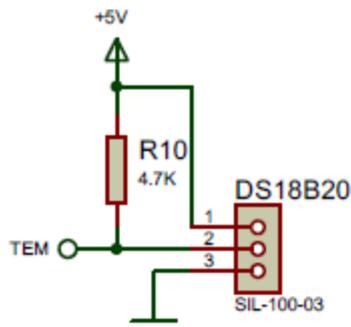


Figura 15-3. Diagrama sócalo para sensor de temperatura.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la Figura 16-3, se indica el diagrama de conexión de los pines del microcontrolador hacia los sócalos a los que se conectan los servos de 180° regulables por señales de PWM, que se acoplan con las ventoleras.

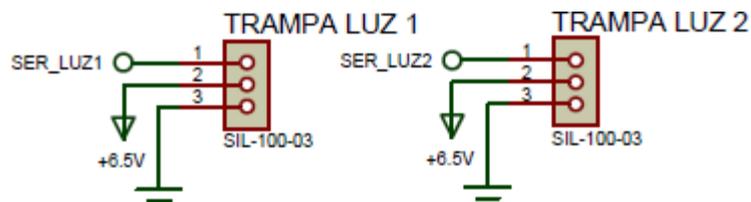


Figura 16-3. Diagrama de conexión para sócalos de ventoleras.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 17-3 muestra el diagrama de conexión de los pines del microcontrolador hacia una barra led RGB, para la activación de este elemento se utilizan resistencias que controlan la intensidad de disparo de los transistores que en este caso actúan como conmutadores o interruptores que permiten la activación bajo los rangos requeridos de voltaje y corriente de los elementos.

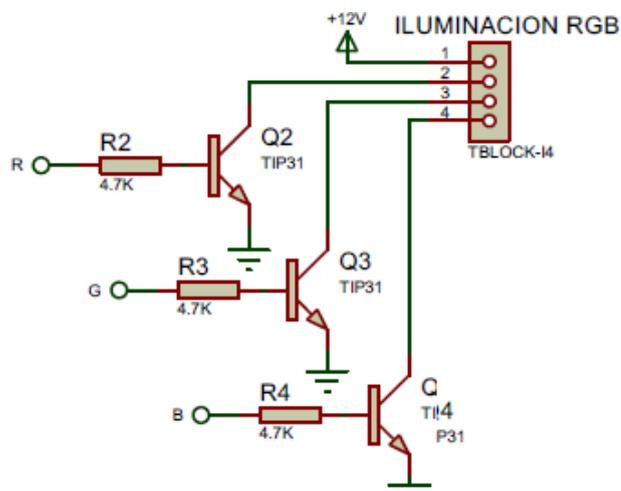


Figura 17-3. Diagrama de conexión para control de iluminación RGB.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la Figura 18-3 se muestra el circuito de conexión desde el pin del microcontrolador hacia el socalo de la bomba de circulación de agua a bebederos, que se activa mediante la utilización de un Mosfet IRF520 como elemento conmutador.

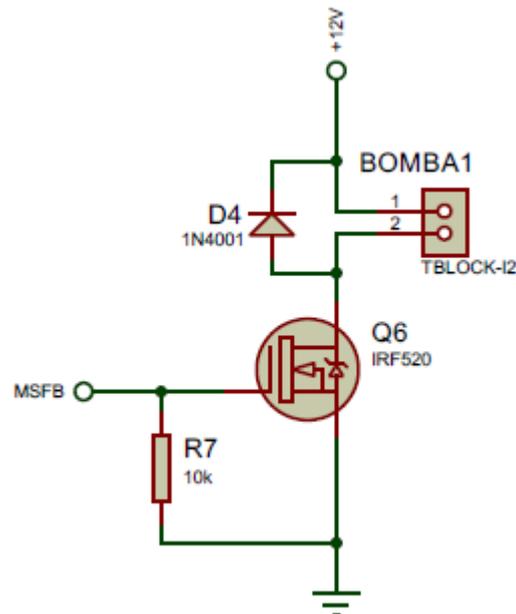


Figura 18-3. Diagrama conexión para bomba de agua.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 19-3 muestra el diagrama de conexión de los pines del microcontrolador hacia un socalo donde se conecta un sensor para nivel de agua.

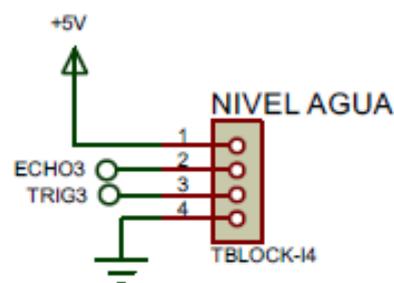


Figura 19-3. Diagrama conexión para sensor nivel de agua.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 20-3 muestra el diagrama de conexión desde los pines del microcontrolador hacia socalos de la placa electrónica, donde se conectan sensores ultrasónicos para la lectura de los niveles de alimento en los silos, y la Figura 21-3 muestra el diagrama de conexión entre microcontrolador y los socalos donde se conectan los servomotores truncados que sirven para la distribución de alimento por tornillos sin fin.

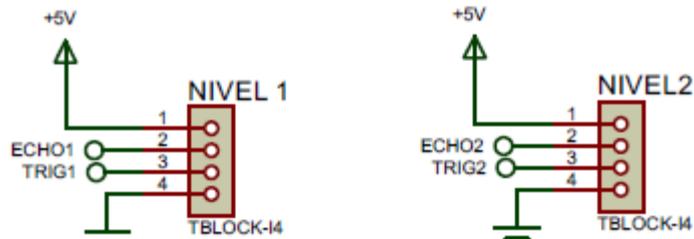


Figura 20-3. Diagrama conexión para sensores de nivel de alimento.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

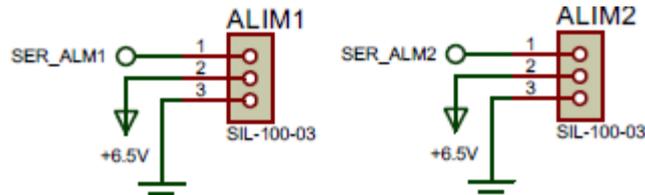


Figura 21-3. Diagrama de conexión socalos para servomotor truncado.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 22-3 muestra el diagrama de conexión desde el pin asignado del microcontrolador hasta los socalos donde se conectan los micro servos que permiten extraer las lonas de la pared en caso de emergencia cuando existan valores excesivos de temperatura interior del galpón.

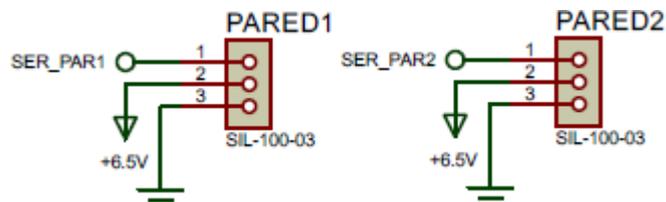


Figura 22-3. Diagrama de conexión socalos para servos emergencia.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 23-3 muestra el diagrama de conexión desde el pin designado en el microcontrolador hasta el socalo donde se conecta una galga extensiométrica de capacidad máxima 5 kg debido al diseño del prototipo. Esta galga utiliza dos pines de entradas analógicas de la tarjeta Arduino.

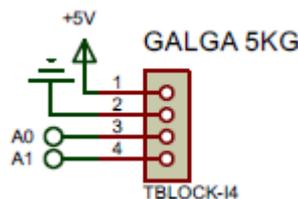


Figura 23-3. Diagrama sensor de peso

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 24-3 muestra el diagrama de conexión desde un socalo correspondiente a la fuente principal de alimentación de 12 Vcd, hasta dos convertidores de potencia DC Buck o reductores, que regulan el voltaje a los valores nominales de trabajo de los diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos, es decir se obtienen salidas de 5Vcd y 6,5Vcd.

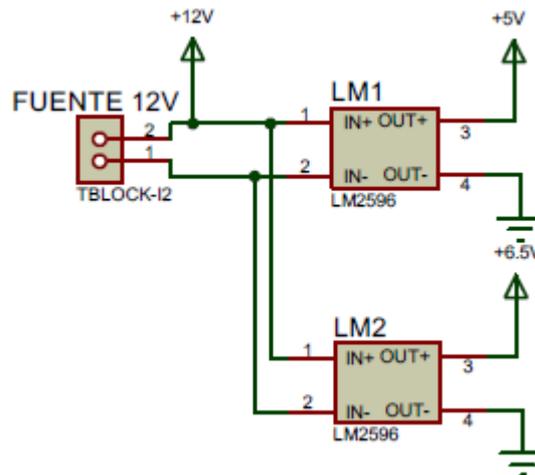


Figura 24-3. Diagrama conexión socalo fuente-DC buck.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 25-3 muestra el diseño en 3D desarrollado en el software Proteus de todos los circuitos de conexión anteriormente mostrados que son integrados en una placa PCB con circuitos impresos, seguido a ello, la Figura 26-3 muestra una imagen del resultado final real de la placa electrónica, y posteriormente la Tabla 5-3 muestra a manera de resumen todos los pines utilizados del controlador con el tipo de dato enviando o recibido en el pin, y la lista de los dispositivos conectados a dichos pines.

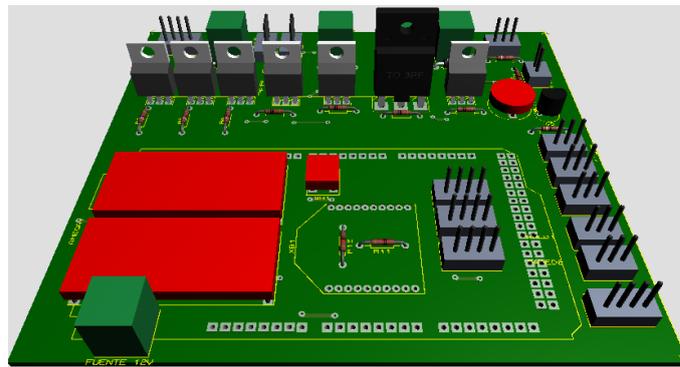


Figura 25-3. Placa electrónica desarrollada en Proteus

Fuente: Elaboración propia, 2019.

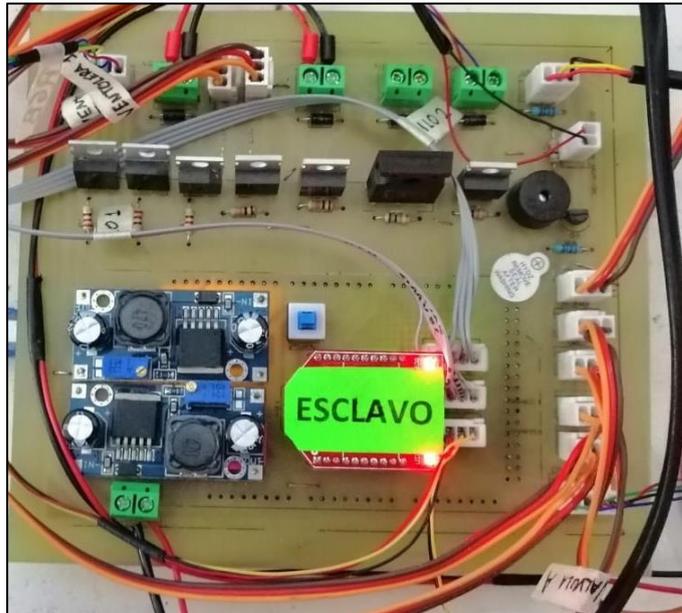


Figura 26-3. Placa electrónica con elementos montados.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 5-3: Resumen elementos conectados a los pines de Arduino.

Ítem	Descripción elemento	PIN Arduino	Función asignada
1	Comunicación serial	0	Rx0
		1	Tx0
2	Mosfet-Bomba para suministro de agua	4	Digital output
2	Mosfet-Niquelina calentamiento agua	5	Digital output
3	Mosfet-Bomba brushless DC para agua caliente	6	Digital output
4	Servo 1 para ventoleras lado derecho	7	PWM
5	Servo 2 para ventoleras lado izquierdo	8	PWM
6	Mosfet-ventiladores	9	Digital output
7	Led RGB terminal B	10	Digital output
	Led RGB terminal G	11	Digital output
	Led RGB terminal R	12	Digital output
8	Sensor ultrasónico 1 nivel alimento silo1	28	Trigger 1
		34	Echo 1
9	Sensor ultrasónico 2 nivel alimento silo2	32	Trigger 2
		38	Echo 2
10	Sensor nivel agua del depósito	36	Trigger 3
		42	Echo 3
11	Galga para peso de pollos	A0	Analog input
		A1	Analog input
12	Sensor de humedad y temperatura	33	Digital input
13	Sensor magnético puerta principal	35	Digital input
14	Buzzer (alarma)	37	Digital output
15	Servo truncado 1 línea de distribución de alimento	43	Digital output
16	Servo truncado 2 línea de distribución de alimento	45	Digital output

Ítem	Descripción elemento	PIN Arduino	Función asignada
17	Servo para válvula de paso flujo de agua a bebederos	47	Digital output
18	Servo extracción lonas de pared	51	Digital output
19	Servo extracción lonas de pared	53	Digital output

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.2 Programación, pruebas de funcionamiento y ensayos.

3.2.1 Programación para el funcionamiento normal del prototipo. – La programación del sistema se realizó netamente en el microcontrolador, permitiendo controlar y monitorear variables establecidas en Arduino desde LabVIEW, mediante dos elementos Xbee de comunicación inalámbrica conectados uno al PC y otro al microcontrolador mediante comunicación serial.

3.2.1.1 Programación en el microcontrolador. – Se estableció un funcionamiento automático y uno manual para los dispositivos que conforman el sistema.

En el caso del funcionamiento automático Arduino se encarga de todo el proceso de control, estableciendo un punto predeterminado de temperatura de 20°C, procesando datos de entrada y activando salidas para llegar a los valores de temperatura deseados, en este modo automático se permite al PC desde el software LabVIEW variar el setpoint o valor predeterminado de temperatura y, además, visualizar las lecturas de estado de funcionamiento de los sensores y actuadores.

En la Figura 27-3 se muestra a manera de ejemplo una parte del código cargado en Arduino que se encarga del control automático de temperatura y humedad, en la imagen se describe el código establecido para la lectura de variables y activación parcial o total de actuadores en base a rangos establecidos de tolerancia entre los parámetros deseados y los parámetros reales o medidos en el prototipo.

NOTA: El código de programación completo realizado en el software Arduino se encuentra en el ANEXO D del presente trabajo escrito.

```

if(ID=="r") {      SET=com.substring(1,3); setpoint=SET.toInt(); Serial.print("SETPOINT: ");
}

if(automatico==1)
{
  Serial.println("AUTOMATICO");

  Serial.print("TA: ");
  Serial.println(ta);

  if(ta<setpoint) { digitalWrite(niquelina,HIGH); digitalWrite(bombaclima,HIGH); }
  if(ta>=setpoint && ta<=(setpoint+5)) { Serial.println("UNO"); digitalWrite(niquelina,LOW);
  if(ta>=(setpoint+5) && ta<=setpoint+10) { Serial.println("DOS"); digitalWrite(niquelina,LOW);
  if(ta>=(setpoint+10) && ta<=setpoint+15) { Serial.println("TRES"); digitalWrite(niquelina,LOW);
  if(ta>=(setpoint+15) && ta<=setpoint+20) { Serial.println("CUATRO"); digitalWrite(niquelina,LOW);
  if(ta>=(setpoint+10) && ta<=setpoint+15) { Serial.println("CINCO"); digitalWrite(niquelina,LOW);

```

Figura 27-3. Código Arduino parcial para el control automático del funcionamiento del prototipo.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Para el modo de funcionamiento manual Arduino cumple con la función de medición de variables hacia LabVIEW, y desde LabVIEW se permite el control de todos y cada uno de los actuadores de todos los subsistemas.

La Figura 28-3 muestra de manera parcial el código cargado en Arduino para el control manual de la planta, en este tipo de funcionamiento todos los actuadores funcionarían mediante señales lógicas de activación y desactivación, es decir el control será del tipo ON/OFF controlado netamente por un usuario, y a la capacidad total de los dispositivos sin ningún tipo de relación de activación proporcional con respecto a valores deseados y valores reales del proceso.

```

if(automatico==0)
{
  Serial.print("MANUAL");
  if(com=="a") { analogWrite(ventiladores,255); }
  if(com=="b") { analogWrite(ventiladores,0); }

  //Encender Ventiladores
  if(com=="c") { analogWrite(r,255); }
  if(com=="d") { analogWrite(g,255); }
  if(com=="e") { analogWrite(b,255); }
  if(com=="f") { analogWrite(r,0); analogWrite(g,0); analogWrite(b,0); }

  if(com=="g") { ventolera1.write(0); ventolera2.write(112); }
  if(com=="h") { ventolera1.write(112); ventolera2.write(0); }

  if(com=="i") { digitalWrite(niquelina,HIGH); digitalWrite(bombaclima,HIGH); }
  if(com=="j") { digitalWrite(niquelina,LOW); digitalWrite(bombaclima,LOW); }

  if(com=="k") { alimentador1.write(180); alimentador2.write(180); }
  if(com=="l") { alimentador1.write(90); alimentador2.write(90); }

  if(com=="m") { digitalWrite(bombabebe,HIGH); delay(2000); digitalWrite(bombabebe,LOW); }

```

Figura 28-3. Código Arduino parcial para el control manual del funcionamiento del prototipo.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

La Figura 29-3 muestra a manera de ejemplo los elementos necesarios en LabVIEW para la escritura de una variable al dispositivo Arduino correspondiente a la activación del actuador servo, que está acoplado a las ventoleras del prototipo. Mediante controles booleanos, se activan estructuras condicionales de manera momentánea, que se encargan de enviar variables del tipo “string”, que fueron declaradas y asignadas en Arduino para la activación total o apagado completo servomotores, el código de trabajo cargado en Arduino para estos actuadores asignados en las variables “g” y “h”, se puede encontrar en la Figura anterior 28-3.

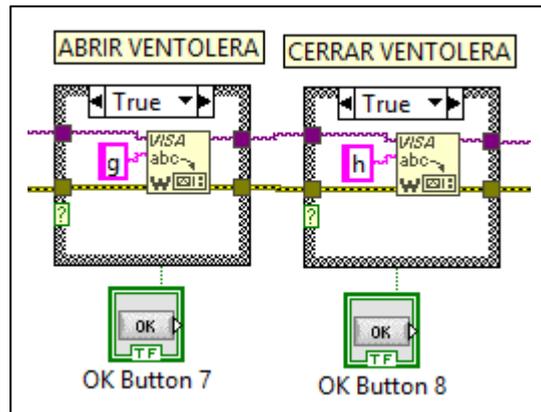


Figura 29-3. Diagrama de bloques ventoleras.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

NOTA: Los diagramas de bloque completos de la programación realizada en LabVIEW se detallan en el ANEXO E.

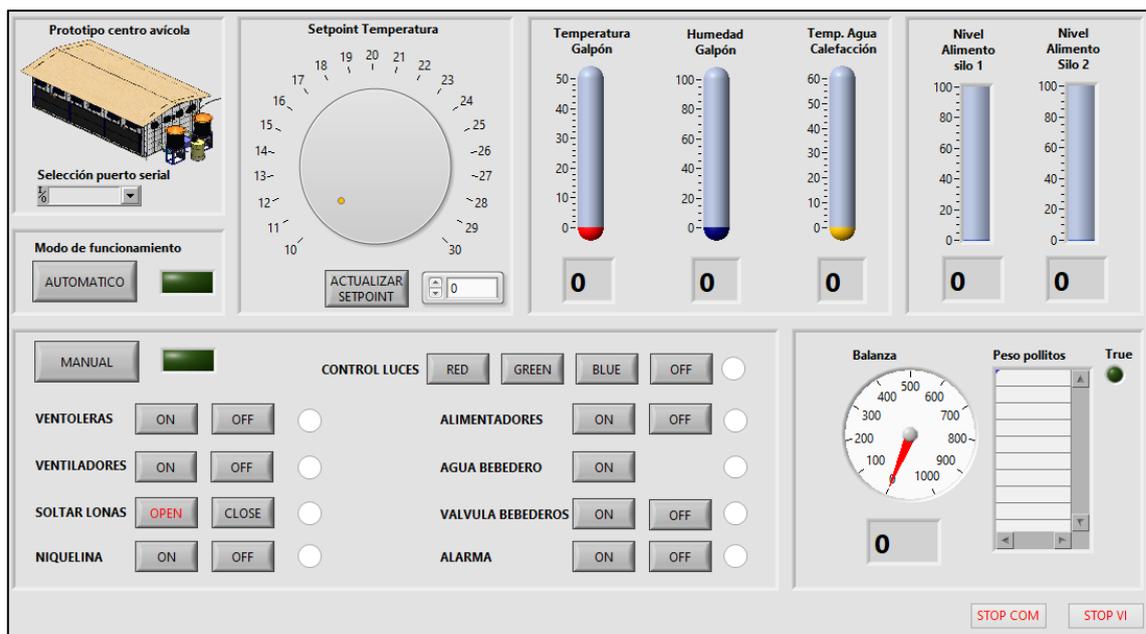


Figura 30-3. Vista frontal VI de control del prototipo.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.2.2 Pruebas de funcionamiento. – Como resultado de la elaboración del prototipo se obtuvo una gama de regulación de los parámetros de temperatura en su máxima eficiencia para un rango de 10°C comprendiendo valores seteados entre 20°C y 30°C.

La Figura 30-3 muestra la vista frontal del instrumento virtual de LabVIEW creado para el control manual y automático del prototipo, los elementos colocados y función dentro del VI principal se detallan en las Figuras 31-3 a 35-3.

La Figura 31-3 muestra el elemento “Selección puerto serial” que permite escoger el puerto del PC en el que se conectó el emisor Xbee, también se muestra el prototipo en una vista isométrica.



Figura 31-3. Selección puerto serial
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Los indicadores mostrados en la Figura 32-3 contienen las lecturas recibidas de los valores de temperatura y humedad interna del galpón, temperatura del agua de recirculación para calefacción, y los porcentajes de niveles de alimento en silos.

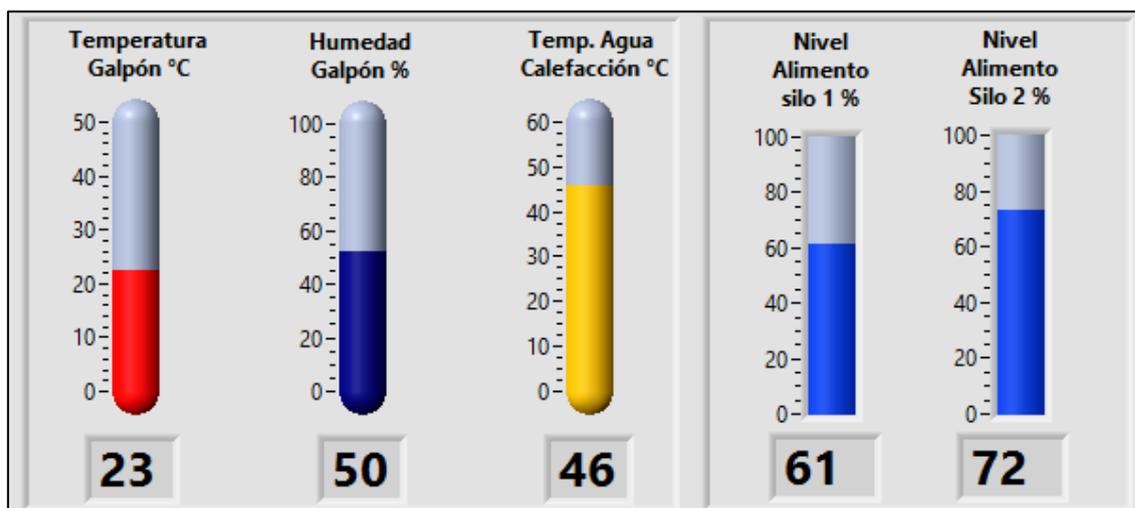


Figura 32-3. Indicadores de los sensores del prototipo.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la Figura 33-3 se muestra el indicador “Balanza” que recibe su valor de la galga extensiométrica del prototipo, y el elemento “Peso Pollitos” registra los pesos dentro del rango considerado (>50gr), dicho rango en la aplicación real corresponde el peso que debería tener el ave y es admisible según la etapa de crianza.



Figura 33-3. Elementos par registro del peso de aves.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

El modo automático del prototipo funciona de manera autónoma con un setpoint de temperatura de 20°C, este modo de funcionamiento es autónomo, es decir, sin necesidad de que exista comunicación entre el prototipo y LabVIEW, y, además, permite al software tras establecer la comunicación variar el setpoint o temperatura interior de trabajo del galpón deseada.

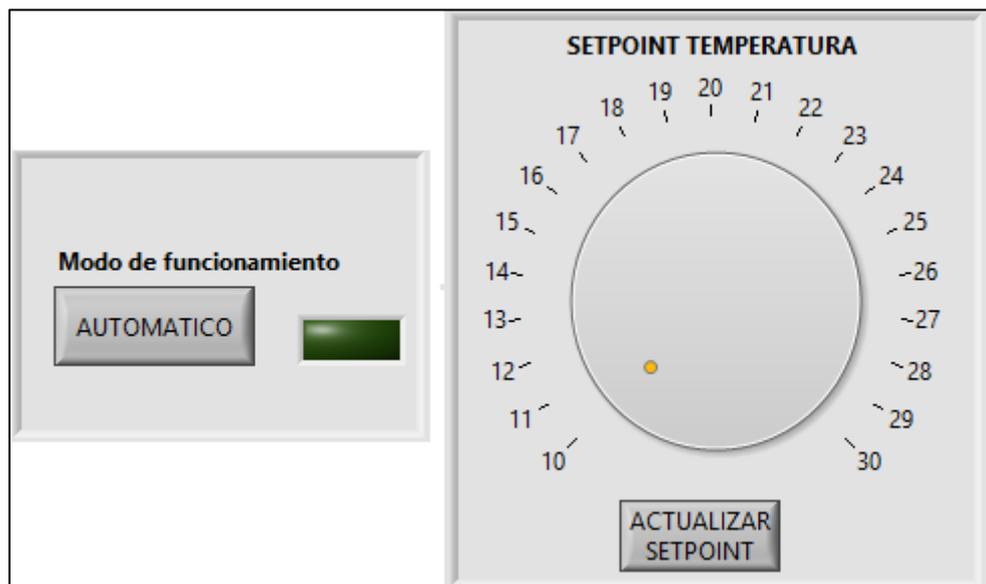


Figura 34-3. Elementos para modo de funcionamiento automático.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

En el modo de funcionamiento manual se permite la activación directa e individual de cada uno de los actuadores del prototipo, tal como se muestra en la Figura 35-3, cada actuador posee un botón de encendido y uno de apagado, con un respectivo indicador de funcionamiento del actuador a forma de LED.



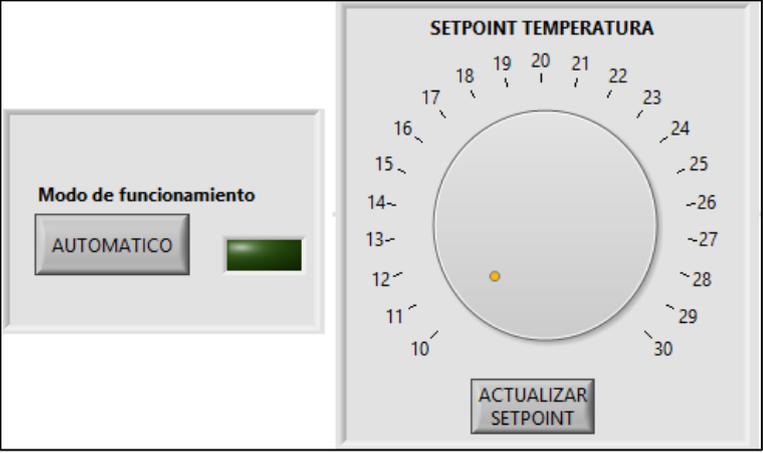
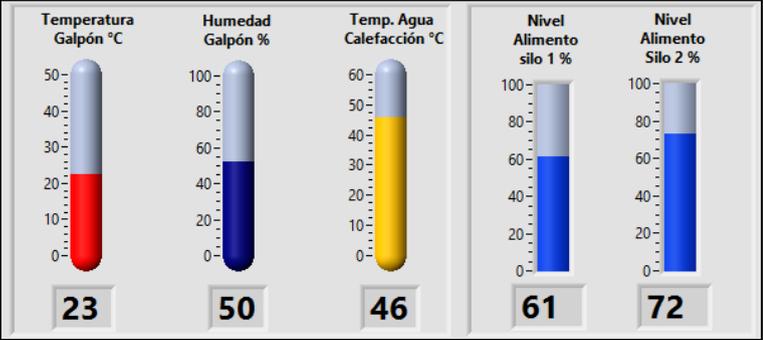
Figura 35-3. Elementos para modo de funcionamiento manual.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3 Guía de usuario.

3.3.1 Guía de inicio rápido. – En esta guía se incluyen los pasos para la puesta en marcha del prototipo, y una descripción breve del funcionamiento en modo manual o automático del mismo.

Tabla 6-3: Guía de usuario.

Pasos para la puesta en marcha del prototipo.
<p>Paso 1.- Energice a un puerto de corriente alterna de 110 Vca el conector que corresponde al sistema de calefacción por niquelinas, y el conector de la fuente principal de alimentación de 12Vcd que alimenta los reguladores DC Buck, a los cuales se conectan los elementos electrónicos del prototipo.</p>
<p>Paso 2.- Conecte el dispositivo Xbee para comunicación inalámbrica en un puerto USB del computador.</p>
<p>Paso 3.- Abra el VI que contiene la programación del sistema, asigne el puerto de la comunicación del dispositivo Xbee, y ejecute el VI.</p>
<p>Paso 4.- Seleccione el funcionamiento automático o manual del sistema de control para el prototipo de galpón.</p>

<p>Descripción funcionamiento automático</p>	<p>Todos los sistemas del galpón son controlados mediante Arduino incluido el control establecido para la activación y potencia de los actuadores.</p> <p>El valor inicial de trabajo del sistema es de 20°C.</p> <p>Se puede variar el valor de setpoint desde el programa LabVIEW para cambiar la temperatura deseada del sistema.</p> 
<p>Descripción sistema manual</p>	<p>No se realiza ningún tipo de control sobre la activación y potencia de los actuadores para llegar a temperaturas deseadas.</p> <p>Se pueden activar desde LabVIEW cualquiera de los actuadores de los diferentes sistemas del Galpón.</p>  <p>Al igual que en el funcionamiento automático del sistema los elementos de lectura de sensores se visualizan en la pantalla principal de LabVIEW.</p> 

Elementos adicionales del prototipo	<p>Estos dispositivos funcionan independientemente del sistema de control desarrollado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detector de humo (Alarma independiente en caso de incendios, o humo producto de cortocircuitos) • Cámara con pantalla de visualización en tiempo real del interior del galpón.
--	---

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3.2 Normativa de seguridad. – Para garantizar el óptimo funcionamiento del prototipo se plantea la realización de normativa básica de seguridad para la utilización adecuada de los equipos y para seguridad de las personas.

Utilización adecuada de equipos:

- Antes de conectar el equipo, verifique que las conexiones entre elementos se encuentren en óptimas condiciones (cables con aislante, bien empalmados, enchufes en buen estado, tomacorrientes con protección a tierra.).
- No se debe maniobrar con los circuitos eléctricos o electrónicos del prototipo, cuando este aún se encuentre energizado.
- No desconectar de la red eléctrica el prototipo tirando del cable, acérquese al tomacorriente y retire el cable con cuidado tirando desde la base del enchufe (ficha o elemento de conexión).
- No utilice el prototipo mientras tiene bebidas o comida alrededor del mismo o sus dispositivos.
- Si es la primera vez que se utiliza el prototipo verificar la potencia de consumo sea soportada por la red a la que se desea conectar, e informarse acerca de las instrucciones de uso o guía de inicio rápido.
- En caso de detectar una condición insegura, se deberá comunicarlo a la persona propietaria o responsable del prototipo.

3.3.3 Plan de mantenimiento. – Todos los elementos del prototipo del galpón están sujetos a factores de desgaste en menor o mayor grado, por lo cual, por las características intrínsecas de los

materiales y componentes utilizados, se establecen actividades de ámbito preventivo que garantizarán que los equipos se mantengan en condiciones óptimas de funcionamiento a través de la ejecución de ciertas tareas a tiempos determinados.

Previamente a la realización del plan de mantenimiento se realiza un inventario, donde se codifican todos los elementos principales según el código de galpón, la sección donde se encuentran y el sistema al que pertenecen.

Se asignó una localización para el galpón denominada A1, tal como se muestra en la Tabla 3-6.

Tabla 7-3: Listado de localizaciones.

Listado de localizaciones	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
A1	Galpón número 1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se establecieron tres secciones distribuidas por etapas de crecimiento en base al tiempo en días o semanas que llevan los pollos en el interior del galpón tal como se muestra en la Tabla 3-7.

Tabla 8-3: Nivel de sección.

Nivel de sección	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
N	Nacimiento
C	Crecimiento
E	Engorde

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El prototipo de galpón está compuesto por siete subsistemas, cada uno con elementos que cumplen tareas específicas. Los subsistemas se muestran y codifican tal como se muestra en la Figura 3-8.

Tabla 9-3: Codificación de los sistemas del prototipo.

Codificación de los sistemas del prototipo	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
C005	Sistema de alimentación
C010	Sistema de climatización
C015	Sistema eléctrico
C020	Sistema de control automático
C025	Sistema de seguridad
C030	Sistema civil
C035	Sistema de comunicación

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Previamente a la asignación de tareas de mantenimiento se realiza la codificación final de cada elemento, equipo o maquinaria que pertenezca a uno de los sistemas establecidos para el galpón tal y como se muestra en el rango de Tablas 10-3 a 16-3.

Tabla 10-3: Codificación de los equipos del sistema de alimentación

Sistema de alimentación A1-C-005	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CSI01	Silo
CCO1	Comederos
CAL01	Almacenamiento de agua
CBE01	Bebederos
MBB01	Bomba brushless dc
ELGE01	Galga extensiométrica
ELMS01	Micro servos SG90

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 11-3: Codificación de los equipos del sistema de climatización.

Sistema de climatización A1-C-010	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
MCT01	Calefactor
MVV01	Ventilador
CTL01	Trampas de luz
ENI01	Niquelina
EMS01	Motores servos
MBB02	Bomba diafragma

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 12-3: Codificación de los equipos del sistema eléctrico.

Sistema eléctrico A1-C-015	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
EIL01	Iluminación
EFV01	Fuente de voltaje
EEE01	Estructura eléctrica
EPR01	Protecciones eléctricas
ECB01	Caja de breakers

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 13-3: Codificación de los equipos del sistema de control automático.

Sistema de control automático A1-C-020	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ELST01	Sensor de temperatura digital ds18b20
ELSH01	Sensor de humedad
ELSM01	Sensor magnético
ELSL01	Sensor de luz
ELAR01	Arduino mega 2560

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 14-3: Codificación de los equipos del sistema de seguridad.

Sistema de seguridad A1-C-025	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SAL01	Alarma
SCV01	Cámara de vigilancia
SSH01	Sensor de humo
SEX01	Extintor

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 15-3: Codificación de los equipos del sistema civil.

Sistema civil A1-C-030	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CGA01	Galpón
CFA01	Fachada

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 16-3: Codificación de los equipos del sistema de comunicación.

Sistema de comunicación A1-C-035	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
DXB01	XBEE S2

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la Tabla 17-3 se agrupan todas las tareas que se realizarán a los diferentes equipos, con su debida frecuencia de ejecución expresada en semanas (S).

Tabla 17-3: Tareas de mantenimiento equipos.

Código	Máquina/equipo	Tarea	Frecuencia
CSI01	Silo	Inspeccionar fugas	4 S
		Revisar revestimiento	8 S
CCO1	Comederos	Limpiar comederos	1 S
		Revisar fugas	2 S
CAL01	Almacenamiento de agua	Inspeccionar fugas	4 S
		Limpiar revestimiento	2 S
		Limpieza total del sistema	26 S
CBE01	Bebederos	Revisar impurezas contaminantes	1 S
		Revisar fugas	1 S
		Limpiar los bebederos	1 S
MBB01	Bomba brushless DC	Revisar la bomba	4 S
		Inspeccionar ruidos anormales	2 S
		Inspeccionar cable de energía	2 S
		Revisar la salida del agua	1 S
		Revisar la entrada del agua	1 S
		Engrasar periódicamente las partes mecánicas	4 S
ELGE01	Galga extensiométrica	Revisar el circuito eléctrico	2 S
ELMS01	Micro servos sg90	Revisar caja de engranajes (parte mecánica)	8 S

Código	Máquina/equipo	Tarea	Frecuencia
		Revisar el controlador (parte electrónica)	8 S
		Revisar el motor ruidos anormales (parte eléctrica)	4 S
		Limpiar manualmente el micro servo 690	2 S
MCT01	Calefactor	Inspeccionar el ducto de aire caliente	4 S
		Engrasar periódicamente las partes mecánicas	8 S
		Inspeccionar el ducto de entrada de aire	2 S
		Inspeccionar ruidos anormales del motor	8 S
		Revisar el control de límite	4 S
MVV01	Ventilador	Inspeccionar las hélices del ventilador	1 S
		Escuchar ruidos anormales del motor	2 S
		Engrasar periódicamente las partes mecánicas	4 S
		Limpiar manualmente el ventilador	4 S
CTL01	Trampas de luz	Inspeccionar visualmente el estado de trampas de luz	8 S
		Limpiar manualmente las trampas de luz	6 S
ENI01	Niquelina	Revisar parámetros de resistencia en la niquelina y desgaste físico.	1 S
EMS01	Motores servos	Inspeccionar la cruceta de servo	2 S
		Inspeccionar periódicamente el potenciómetro	1 S
		Revisar ruidos anormales en el motor	4 S
		Limpiar manualmente el servo motor	4 S
MBB02	Bomba diafragma	Inspeccionar periódicamente la bomba diafragma	1 S
		Limpiar manualmente la bomba diafragma	4 S
		Escuchar ruidos anormales	4 S
EIL01	Iluminación	Inspeccionar periódicamente el funcionamiento correcto de la iluminación	1 S
EFV01	Fuente de voltaje	Revisar las conexiones eléctricas	2 S
		Escuchar ruidos anormales	2 S
		Limpiar la fuente de voltaje	4 S
EEE01	Estructura eléctrica	Inspeccionar periódicamente la estructura eléctrica	6 S
		Limpiar la estructura eléctrica	8 S
EPR01	Protecciones eléctricas	Inspeccionar visualmente los elementos de protección	3 S

Código	Máquina/equipo	Tarea	Frecuencia
ECB01	Caja de breakers	Revisar las fases de los cables de alimentación	4 S
		Medir los voltajes, corrientes y puesta a tierra	3 S
		Verificar que no exista sobre calentamiento en los conductores	2 S
		Limpiar manualmente el tablero	4 S
		Inspeccionar el buen funcionamiento de la caja de breakers	2 S
ELST01	Sensor de temperatura digital DS18B20	Calibrar el sensor	8 S
ELSH01	Sensor de humedad	Calibrar el sensor, verificar funcionamiento correcto	8 S
ELSM01	Sensor magnético	Comprobar el funcionamiento y Calibrar el sensor	8 S
ELSL01	Sensor de luz	Comprobación del funcionamiento y Calibrar el sensor	8 S
ELAR01	Arduino mega 2560	Limpieza externa, inspección del estado físico de la tarjeta Arduino.	8 S
SAL01	Alarma	Inspeccionar y verificar funcionamiento	8 S
SCV01	Cámara de vigilancia	Limpieza de los lentes de la cámara	8 S
SSH01	Sensor de humo	Calibrar el sensor y verificar funcionamiento	8 S
SEX01	Extintor	Evaluar el estado y verificar el correcto funcionamiento de la manguera y boquilla o difusor de descarga	52 S
		Limpiar el polvo y verificar que no contenga grumos ni cuerpos extraños visibles.	8 S
		Verificación de presión, recarga del agente extintor (de ser necesaria)	144 S
CGA01	Galpón	Revisar el estado del techo. (libre de grietas, filtraciones, agujeros)	8 S
CFA01	Fachada	Revisar el estado de la pintura.	26 S
		Inspeccionar que no existan infiltraciones, humedad en paredes	8 S
DXB01	XBEE S2	Limpieza e inspección total	8 S
		Reajuste de conectores	52 S

Fuente: Elaboración propia, 2019.

NOTA: El cronograma total de las actividades de mantenimiento se encuentra en el Anexo C del presente trabajo escrito.

Finalmente, para las tareas de mantenimiento se debe disponer de materiales y recursos, mismos que se plasman en la Tabla 17-3.

Tabla 18-3: Stock anual de materiales y recursos para mantenimiento.

Categoría	Ítem	Descripción	Stock anual
Limpieza, inspección	1	Compresor aire comprimido	1
	2	Brochas, franela	10
	3	Limpiador industrial	2
Inspección, comprobación de funcionamiento de los elementos	4	Juego de llaves hexagonales	1
	5	Alicates, cortadora, pinzas eléctricas	1 c/u
	6	Multímetro, pinza amperimétrica	1 c/u
Materiales y repuestos	7	Luminarias	5
	8	Servomotor pequeño	2
	9	Pintura 1 gal	2
	10	Conductor eléctrico de diferentes calibres (100 m)	1
	11	Taype y cintas aislantes rollos	3

Fuente: Elaboración propia, 2019.

A manera de ejemplo en las Tablas 19-3 a 21-3 se muestra el cálculo de los costos totales de mantenimiento contemplando mano de obra y materiales necesarios para las actividades realizadas a un activo contemplado dentro del plan de mantenimiento.

Tabla 19-3: Ejemplo de materiales y tiempo empleado por actividad de mantenimiento.

Código	Equipo	Tareas de mantenimiento	Materiales, herramientas	Precio	Tiempo hora hombre/año
MVV01	Ventilador industrial	Engrase de chumaceras	Grasa mt30, waipe	\$1,00	0.50
		Análisis de vibraciones	Acelerómetro		1
		Megado del motor	Megóhmetro		1
		Análisis termo gráfico	Cámara termografía		1
		Verificación los pernos de fijación	Torquímetro		0.30

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 20-3: Costos por mano de obra y materiales

Tareas de mantenimiento	Frecuencia		Tiempo total hora hombre	costo hora/hombre		precio total
Engrase de chumaceras	12	año	6	10	60	12
análisis de vibraciones	2	año	2	10	20	
Megado del motor	1	año	1	10	10	
Análisis termo gráfico	2	año	2	10	20	
Verificar los pernos de fijación	8	año	8	10	80	
Inspecciones sensoriales	1	día				
subtotal					190	\$12

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 21-3: Costos totales de mantenimiento para el activo ventilador.

Costos totales	
Precio total materiales/año	\$12,00
Costo total hora hombre año	\$190,00
Costo total anual de mantenimiento	\$202,00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

CAPÍTULO 4

4 GESTIÓN DEL PROYECTO

4.1 Cronograma

Tabla 1-4: Actividades desarrolladas cronológicamente.

ID	TAREA	INICIO	FIN	DURACIÓN Horas
1	Búsqueda, cotización y compra de materiales para construcción de prototipo.	04/04/2019	19/04/2019	96 h
2	Elaboración de planos constructivos	05/04/2019	07/05/2019	192 h
3	Diseño del sistema de control	08/05/2019	15/05/2019	48 h
4	Desarrollo de partes constructivas del prototipo.	16/05/2019	14/06/2019	176 h
5	Montaje de elementos principales	16/09/2019	27/09/2019	80 h
6	Programación y desarrollo de interfaz HMI	30/09/2019	22/10/2019	136 h
7	Implementación del prototipo y pruebas de funcionamiento	23/10/2019	28/10/2019	32 h
8	Desarrollo y elaboración del trabajo escrito	17/06/2019	31/10/2019	792 h

Fuente: Elaboración propia, 2019.

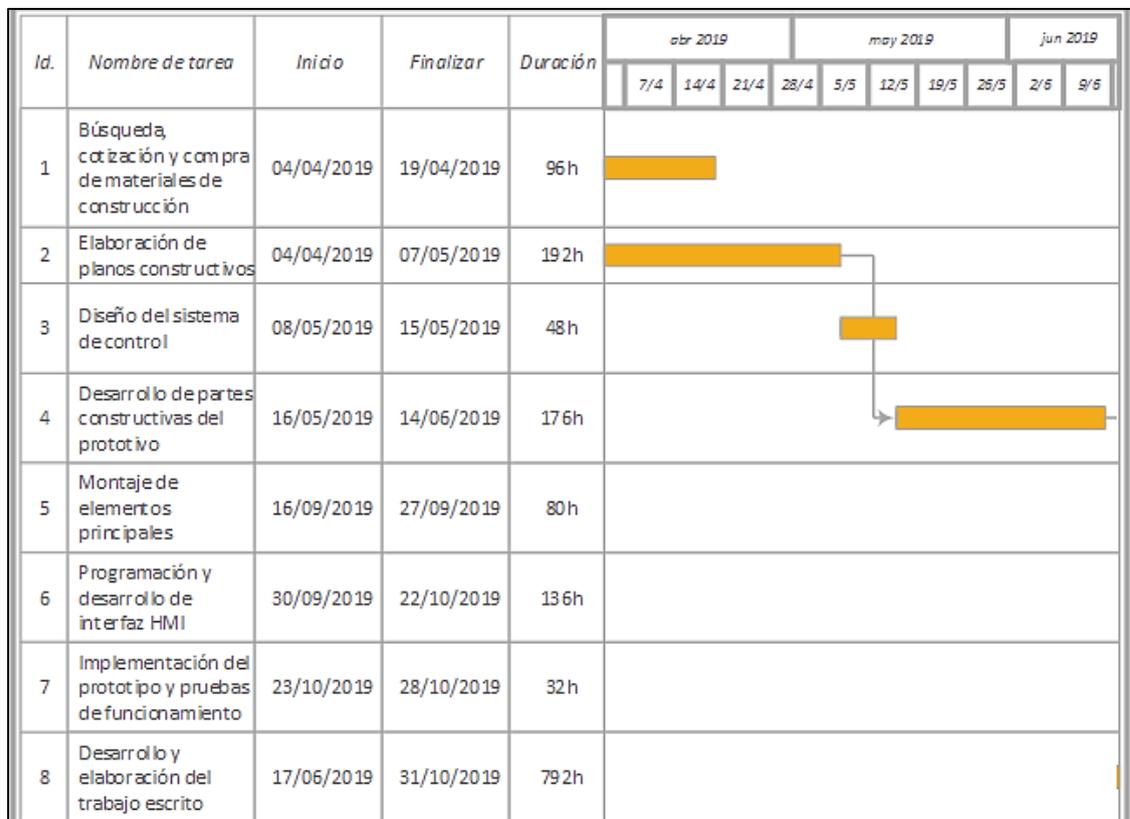


Figura 1-4. Diagrama Gantt (primera parte)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

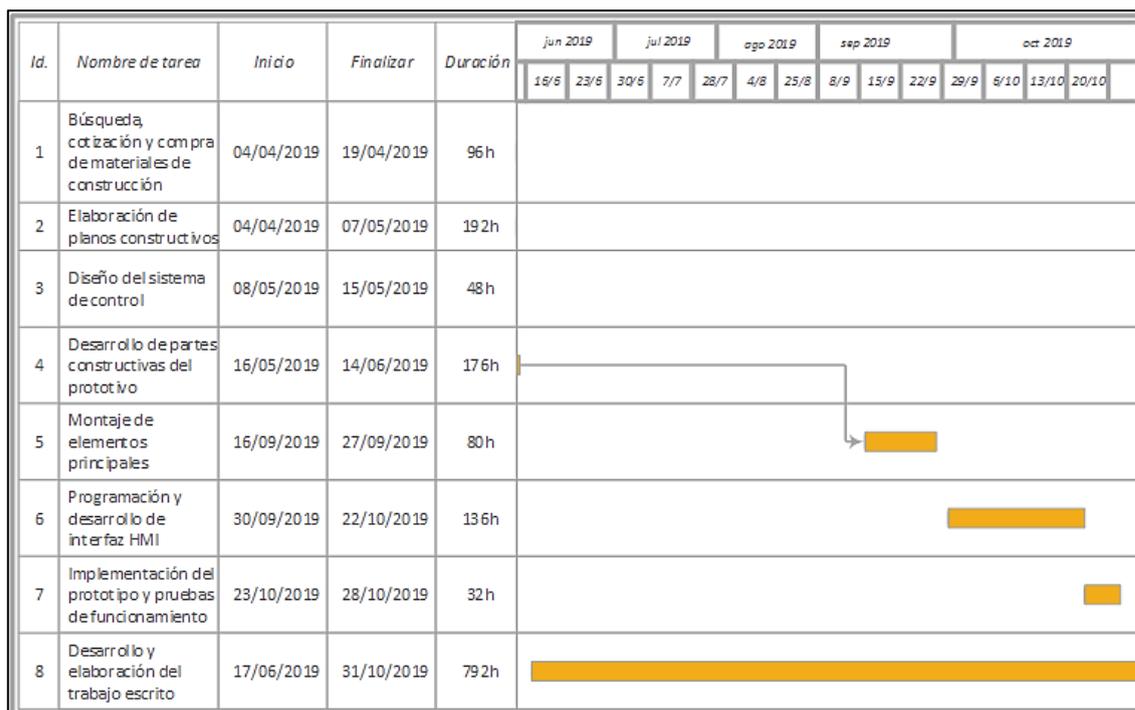


Figura 2-4. Diagrama Gantt (segunda parte)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.2 Presupuesto

El costo de elaboración del prototipo de galpón para la crianza de pollos, engloba los costos directos o valores de materiales y equipos, y los costos indirectos que incluyen transporte y documentación.

El valor de costos totales refleja la inversión que se realizó o debería realizarse para el desarrollo del proyecto con las características planteadas y resultados obtenidos de la ejecución del mismo.

Tabla 2-4: Costos totales de implementación.

COSTOS TOTALES			
	Ítem	Cantidad	Costo unitario USD
COSTOS DIRECTOS	Microcontrolador original Mega	1	80,00
	Módulos de comunicación/ protocolos	1	120,00
	Materiales y dispositivos eléctricos	10	100,00
	Dispositivos electrónicos	10	150,00
	Materiales constructivos e impresiones 3d	1	600,00
COSTOS INDIRECTOS	Impresiones	1	60,00
	Transporte	1	80,00
	Consultas on-line	1	30,00
	Gastos varios	1	300,00
COSTOS TOTALES			1520,00 USD

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.2.1 Costos de implementación de un sistema domótico para una avícola real. – Como complemento del trabajo realizado se efectuó la cotización de mercado de los elementos necesarios para la implementación real de un sistema domótico de un galpón para crianza de pollos en una avícola.

Sánchez, 2012, en su estudio de factibilidad para la implementación de un galpón climatizado y automatizado de aves redacta todos los elementos económicos intervinientes necesarios para la realización de un proyecto rentable, y en base a este estudio, se elaboró el cálculo de implementación de un sistema domótico para un galpón con capacidad máxima de 10000 pollos con un área constructiva de aproximadamente 900m².

Tabla 3-4: Costos implementación sistema domótico.

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total USD
1	Controlador domótico EIB KNX	1	1200	1200
2	Calentadores a gas	6	150	900
3	Comederos para pollos bebe	200	10	2000
4	Comederos de tolva	1000	15	15000
5	Bebedores automáticos	400	28	11020
6	Sensores de temperatura	8	15	120
7	Sistema de almacenamiento (tanque) y distribución de agua (tuberías).	1	1500	1500
8	Sistema de almacenamiento (silo) y distribución de comida.	1	3000	3000
9	Sensores de punto fijo CAM LOGIC para nivel de comida	3	25	75
10	Luminarias LED 15W	50	20	1000
11	Cortinas de polipropileno	40	100	4000
12	Motor 5hp con reductor de velocidad (Sistema de distribución de alimento)	2	450	900
13	Bomba de agua sumergible para caudal 1hp	2	600	1200
13	Placa electrónica de potencia con elementos electrónicos y sócalos para conexión de dispositivos eléctricos/electrónicos	1	400	400
Costo total				42315 USD

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Una vez establecidos los costos de implementación, se calcula el tiempo de recuperación de la inversión en base a las proyecciones de ganancias resultado del galpón, por el ciclo de crianza de los pollos para el año 2021 se proyectaría la salida de 7 camadas de aves para la venta, estimando un 2% en pérdida de vidas de las aves, y una ganancia por ave de aproximadamente un dólar se tendrían los valores mostrados en la Tabla 4-4 sin considerar los costos de implementación del sistema domótico.

Tabla 4-4: Ganancia esperada por crianza de aves.

Camadas al año	Cantidad deseada de pollos para la venta	Cantidad de pollos real	Ganancia neta por ave (promedio)	Ganancias totales
7	70000	68600	1	68600 USD

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la Tabla 5-4 se muestra la relación costo beneficio para el primer año después de la implementación.

Tabla 5-4: Costo-beneficio

Ítem	Cantidad de pollos real	Costo beneficio
Ganancias esperadas año 2021	68600,00 USD	1,47
Costos de implementación	42315,00 USD	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

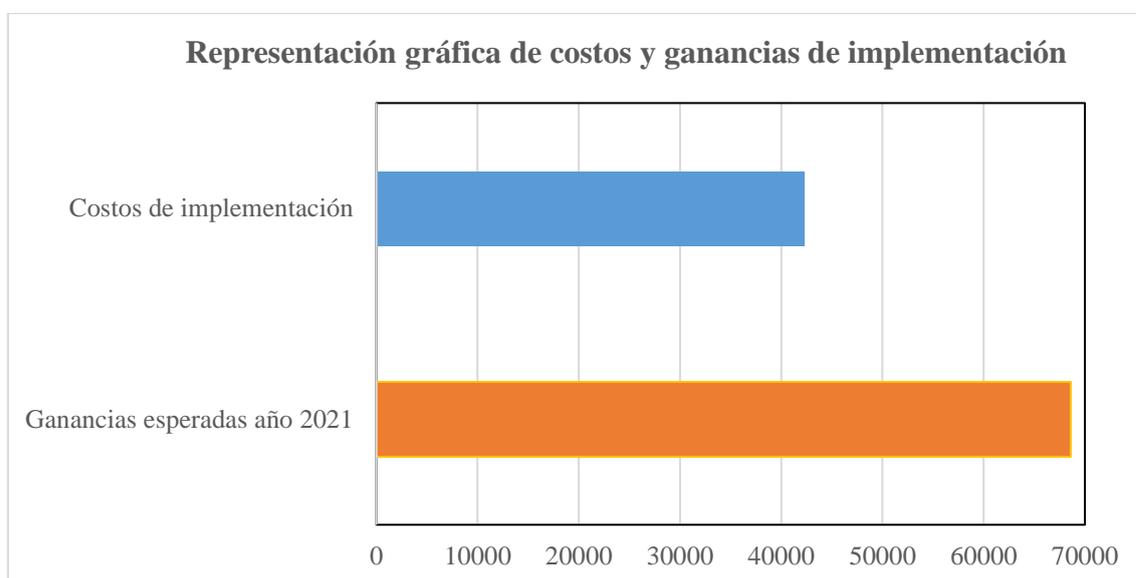


Figura 1-4. Costo beneficio

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se puede observar que la implementación del sistema domótico sería rentable al ser un proyecto de inversión recuperable en un tiempo menor de un año generando utilidades económicas a partir de la venta de la quinta camada, además recalcando que la vida útil del sistema bajo condiciones óptimas de funcionamiento sería de aproximadamente 10 años sin tener implicar gastos mayores de reparación o repotenciación del sistema domótico.

CONCLUSIONES.

El acondicionamiento de los parámetros de humedad y temperatura acorde con la etapa de crecimiento de las aves que permite el prototipo, disminuye el índice de enfermedades tales como hipertermia que se produce a temperaturas mayores de 41° C, así como el estrés calórico que se que aparece en las aves si las temperaturas internas del centro avícola disminuyen por debajo de los 20°C.

La dosificación exacta de alimento y correctamente distribuida por el prototipo de centro avícola, garantiza que todas las aves en proceso de crianza alcancen un peso promedio ideal, además el sistema de distribución de agua asegura que el líquido sea receptado por las aves sin permitir goteos en la cama o suelo del centro avícola, evitando la producción acelerada de amoníaco y así se disminuye el impacto ambiental.

El sistema domótico implementado, a través de su interfaz hombre maquina brinda un alto grado de confort al usuario permitiéndole controlar de manera inalámbrica el funcionamiento en modo automático o manual del sistema, tanto para la dosificación de alimento y agua, así como para el control de las condiciones ambientales dentro del centro avícola.

Las pruebas de funcionamiento realizadas en el prototipo indican que el control de las condiciones ambientales requeridas al interior del galpón puede ser afectado por los factores externos ambientales, siendo un factor clave para la implementación de un centro avícola real, una ubicación idónea.

Para temperaturas ambientales extremadamente calurosas los sistemas de crianza de aves en galpones deberían incluir elementos con gran capacidad de disipación de calor y refrigeración, caso contrario sería imposible obtener temperaturas bajas necesarias respecto a las temperaturas extremadamente altas del ambiente.

RECOMENDACIONES.

Es muy importante realizar una investigación previa de los factores ambientales a los que se encontrará expuesto el galpón, para seleccionar los materiales constructivos adecuados y actuadores que permitan al sistema cumplir con la función deseada y en los parámetros establecidos.

En la etapa inicial de crecimiento de los pollos, un sistema domótico debe garantizar un control preciso de los parámetros físicos de humedad y temperatura, para disminuir la tasa de mortalidad en esta etapa crítica de las aves, por ende, sería necesario acoplar al sistema domótico centralizado, elementos de domótica distribuida que garantizarán una mayor robustez con respecto a seguridad y fiabilidad del funcionamiento del sistema de control para el galpón.

En centros avícolas reales que utilicen sistemas domóticos y sea necesario un control inalámbrico desde un mayor rango de distancia la utilización de comunicación Xbee se tornaría obsoleta, siendo requerido la aplicación de tecnologías que permitan el control y adquisición de datos desde mayores rangos de distancias, como el caso de la utilización de dispositivos de control por GPRS/GSM, o que permitan el acceso mediante dominios de internet.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUINO. *Arduino Mega 2560 Rev3.* [En Línea] 2019. [Consulta El: 01 Octubre 2019.] Disponible en: <https://Store.Arduino.Cc/Usa/Mega-2560-R3>.

CES. *Reglamento de regimen academico.* Marzo 22, 2017. RPC-SE-13- No. 051-2013.

CEVALLOS, Christian. *Sistema Automático Para Granja Avícola De Producción De Huevos.* (Tesis). Cuenca : Unicersidad Del Azuay, 2013.

EGUEZ, Gustavo Y VAZCONES, Jaime. *Automatización Del Galpón De Crianza Avícola A – 1 De Pollos Broilers Del Iasa.* (Tesis). Quito : Escuela Superior Politécnica Del Ejercito, 2007.

ELECTRONILAB. *Servo.* [En Línea] 2015. [Consulta El: 09 julio 2019.] Disponible en: <https://Electronilab.Co/Tienda/Micro-Servo-9g-Towerpro/>.

ERAZO, Diego Y SALGADO, Vanessa. *Diseño E Implementación De Un Sistema De Control De Temperatura Y Humedad Para Un Galpón De Pollos De La Avícola “La Esperanza”.* (Tesis). Ibarra : Universidad Técnica Del Norte, 2014.

GANAZHAPA, Juan Carlos. *Diseño Y Construcción De Un Prototipo De Incubación Artificial De Huevos, Con Control Automático De Temperatura Y Humedad Para La Avícola Ganazhapa, En La Parroquia Taquil De La Ciudad De Loja.* S.L. (Tesis). Riobamba: Espoch, 2017.

GONZALES, Kevin. *Zootecnia Y Veterinaria Es Mi Pasión Galpón Para Pollos De Engorde.* [En Línea] 20 noviembre 2018. [Consulta el: 12 septiembre 2019.] Disponible en: https://Zoovetespasion.Com/Avicultura/Pollos/Estructura-Del-Galpon-PollosEngorde/#Condiciones_Ambientales_Del_Galpon_Para_Pollos_De_Engorde.

IEEE 802.15. 2010. *WPAN™ Task Group 4 (TG4).* [En línea] 2010. [Citado el: 2019 de octubre de 23.] Disponible en: <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html>.

JUTAI. *Mini Dc Brushless Submersible Water Pump Ad20p-1230a.* [En Línea] 2018. Disponible en: <http://Www.Jtdcpump.Com/Dc-Mini-Pet-Bath-Machine-Pump-Ad20p-1230a.Html>.

MAG ECUADOR. *Manual De Aplicabilidad De Buenas Practicas Avicolas.* S.L. : Mag, 2016.

MORALES, Ruben Y RAMIREZ, Ricardo. *Sistemas De Control Moderno. Volumen I: Sistemas De Tiempo Continuo.* México : Editorial Digital Tecnológico De Monterrey, 2013.

SANCHEZ, Melecio. *Estudio de Factibilidad para el Establecimiento de una Granja de Pollos de Carne en la Parroquia Zapotill.* (Tesis Ingeniería) Loja : Universidad de Loja, 2012. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/5505/1/S%C3%A1nchez%20Zapata%20Milton.pdf>.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Biblioteca De La Universidad De Sevilla. *Sistemas Domóticos.* [En Línea] 2018. [Consulta El: 01 octubre 2019.] Disponible en: <Http://Bibing.Us.Es/Proyectos/Abreproy/10939/Fichero/04.+Introducci%C3%B3n+A+La+Dom%C3%B3tica.Pdf+>.

ANEXOS

ANEXO A.- PLANOS CONSTRUCTIVOS PROTOTIPO GALPÓN

DETALLE LÁMINAS:

LAMINA 1: GALPÓN

HOJA N°:

- 1 DE 4: Galpón en perspectiva isométrica
- 2 DE 4: Vista posterior galpón
- 3 DE 4: Vista izquierda galpón
- 4 DE 4: Vista superior en corte de sección del galpón

LAMINA 2: ENSAMBLAJE SILO DE ALIMENTO

HOJA N°:

- 1 DE 1: Silo de alimento

LAMINA 3: ENSAMBLAJE COMEDEROS

HOJA N°:

- 1 DE 1: Comedero

LAMINA 4: ENSAMBLAJE BALANZA

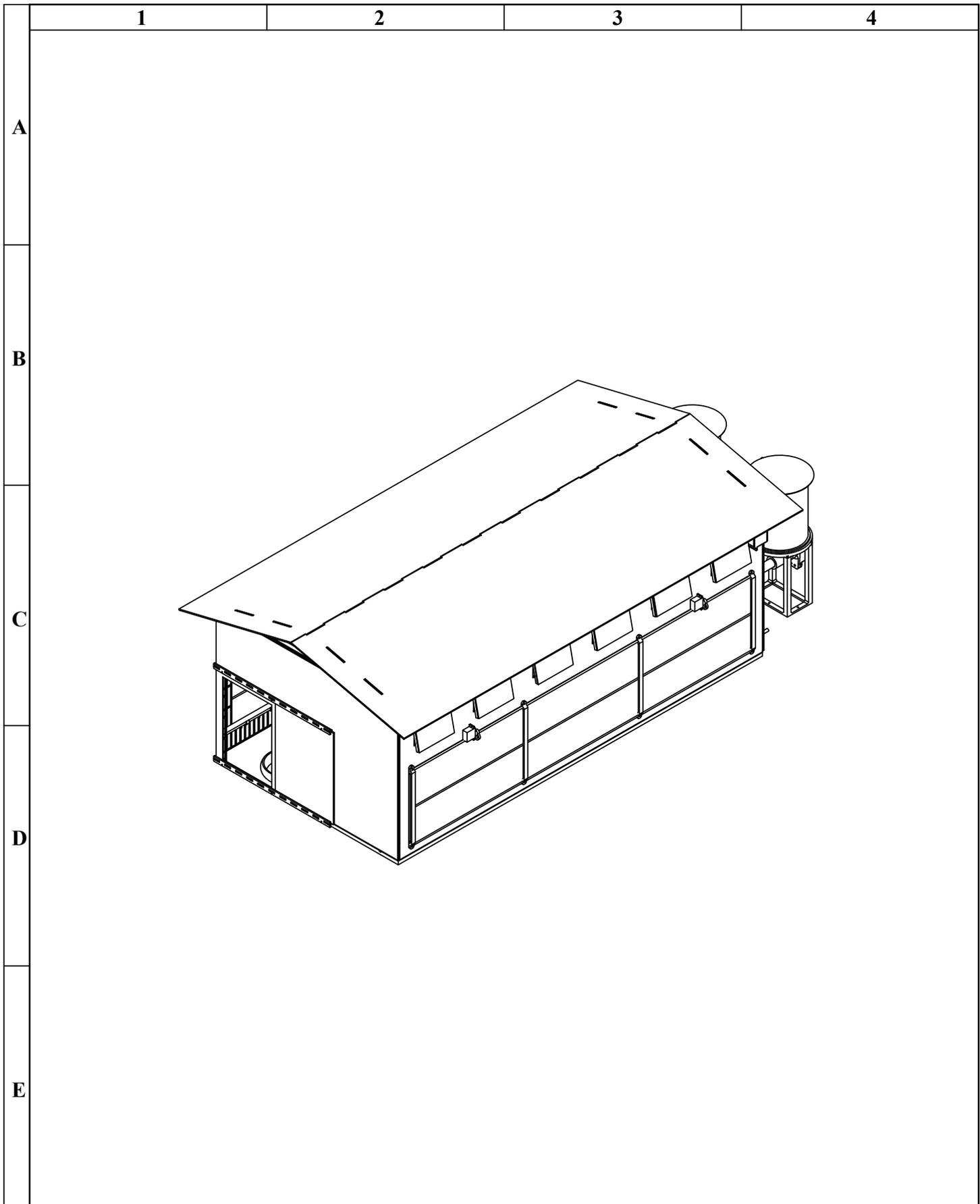
HOJA N°:

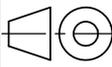
- 1 DE 1: Balanza

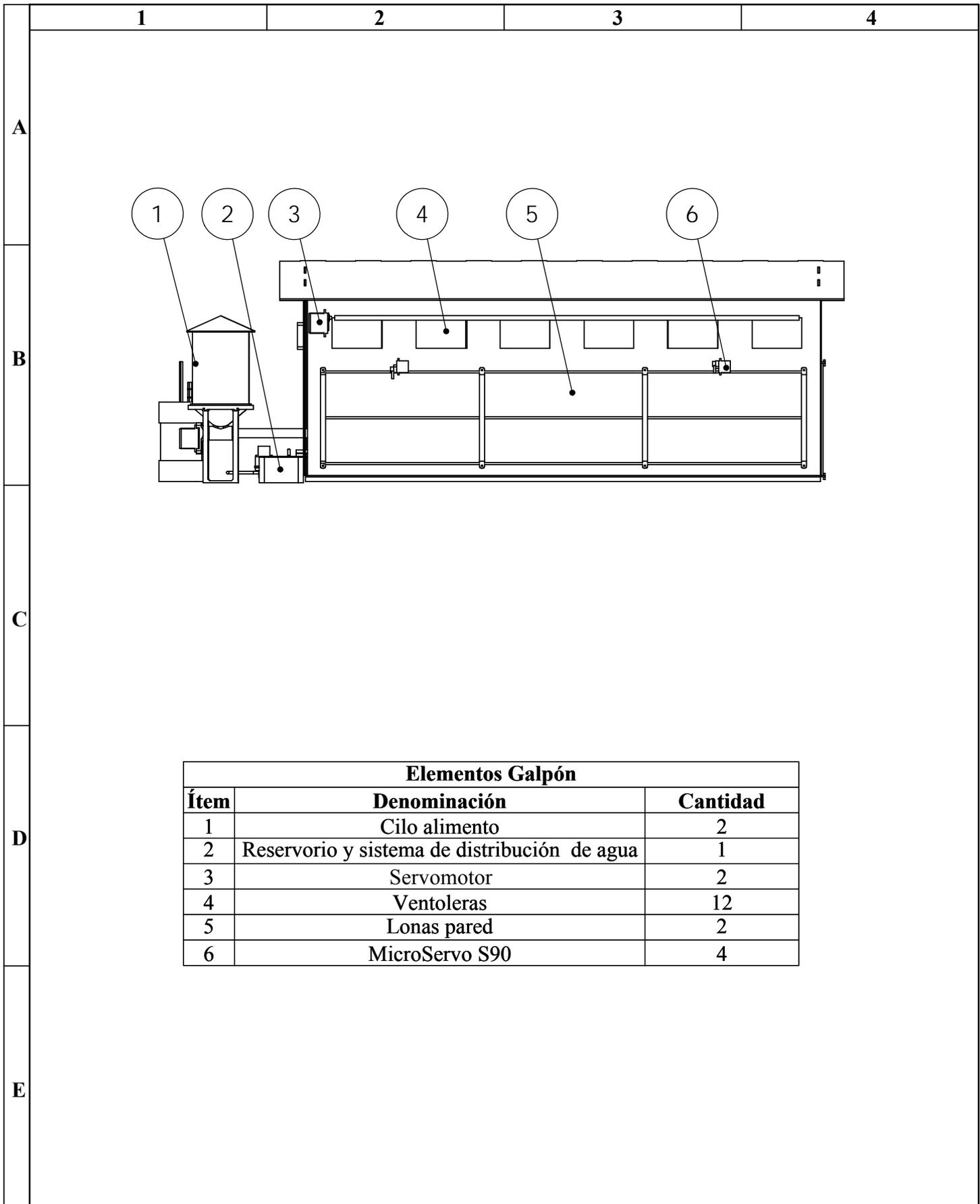
LAMINA 5: BOMBA SISTEMA DE CALEFACCIÓN

HOJA N°:

- 1 DE 1: Bomba A

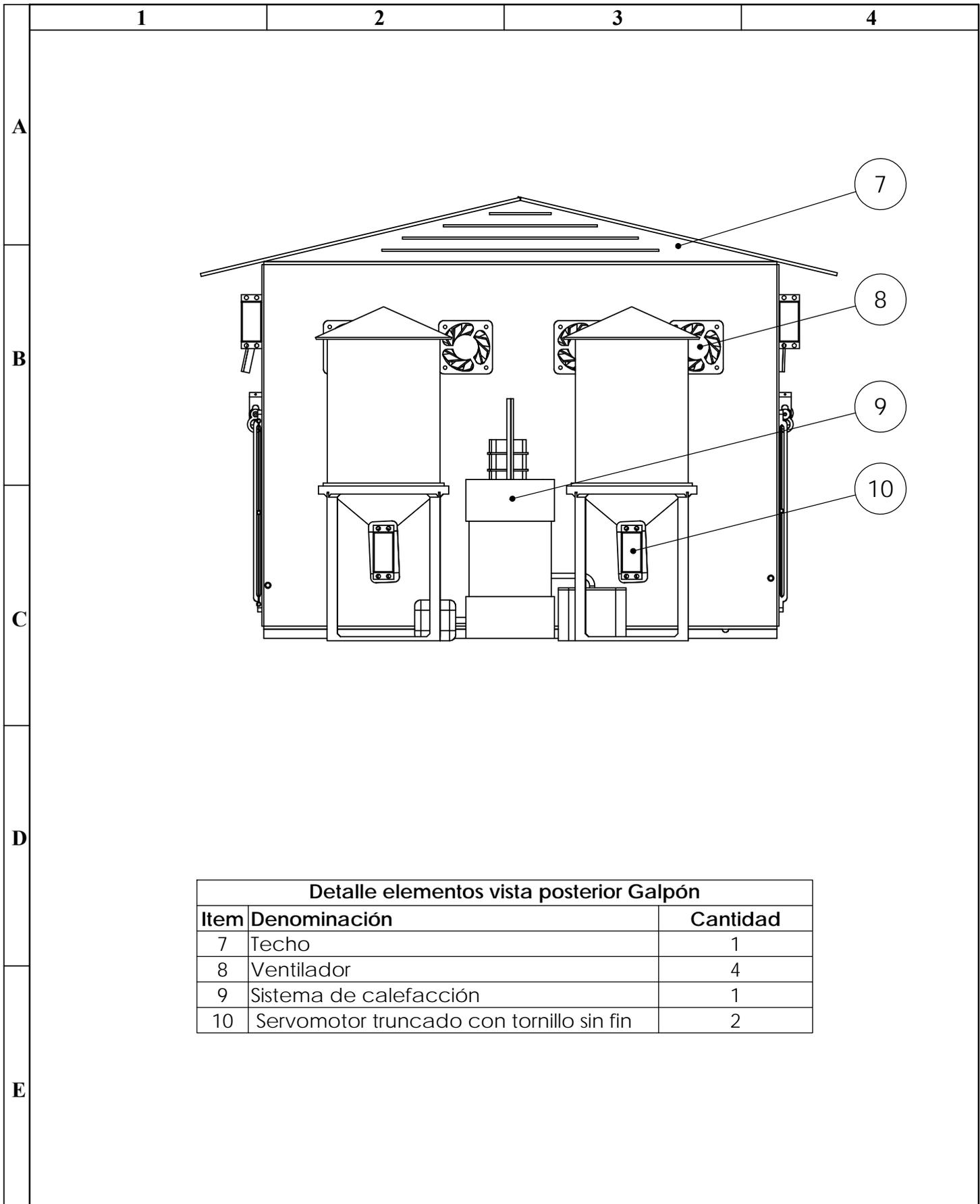


N° Lámina:	01	N° Hojas:	1 de 4	Proyecto PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA”	ESPOCH CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO			
Sustitución:				Denominación: Planos constructivos Galpón	Codificación: Galpón Isometría			
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:		Peso (Kg)	Tolerancia	ESCALA	Registro
Proyectó	Jessica Velasco		Sep/29/2019		-	-	1:10	
Dibujó	Alex Guaján		Sep/26/2019					
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019					
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019					



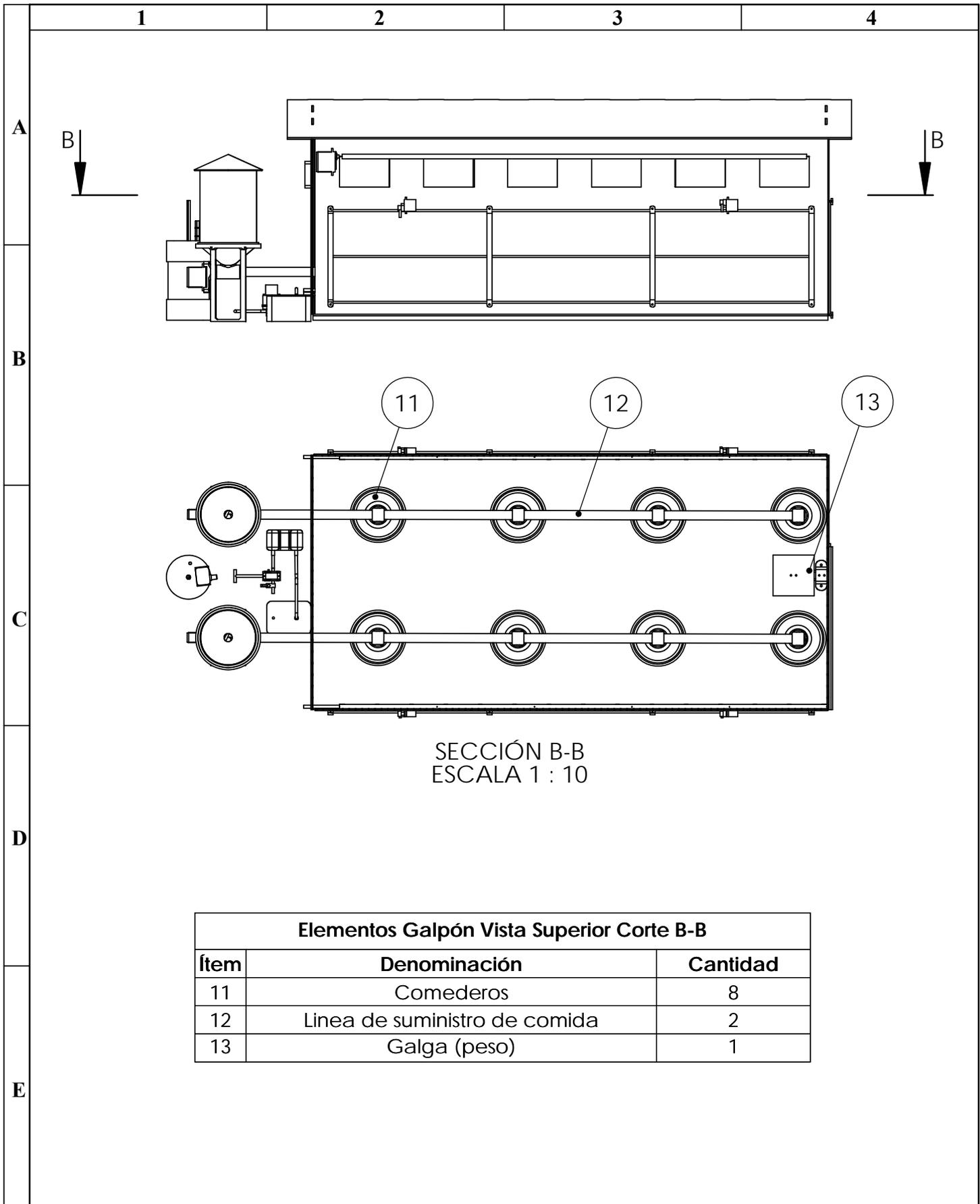
Elementos Galpón		
Ítem	Denominación	Cantidad
1	Cilo alimento	2
2	Reservorio y sistema de distribución de agua	1
3	Servomotor	2
4	Ventoleras	12
5	Lonas pared	2
6	MicroServo S90	4

N° Lámina: 01		N° Hojas: 2 de 4		Proyecto							
Sustitución:				ESPOCH CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO							
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:					Peso (Kg)	Tolerancia	ESCALA	Registro
Proyectó	Jessica Velasco		Sep/29/2019	-	-	1:10					
Dibujó	Alex Guaján		Sep/26/2019	Denominación: Planos constructivos Galpón							
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019					Codificación: Galpón Vista Lateral Izquierda			
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019								



Detalle elementos vista posterior Galpón		
Item	Denominación	Cantidad
7	Techo	1
8	Ventilador	4
9	Sistema de calefacción	1
10	Servomotor truncado con tornillo sin fin	2

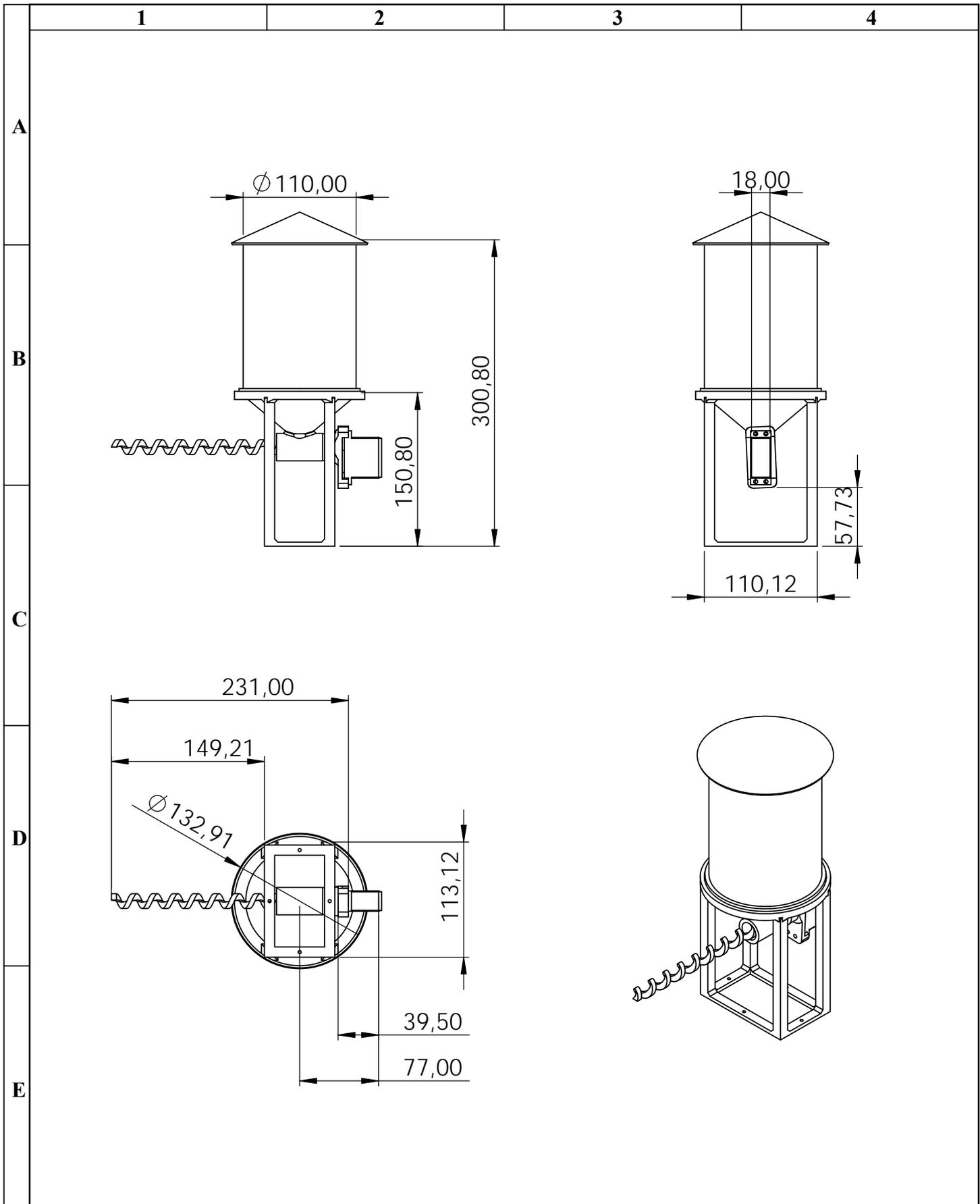
N° Lámina: 01		N° Hojas: 3 de 4		Proyecto																			
Sustitución:				PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA”																			
<table border="1"> <tr> <th>Datos</th> <th>Nombre:</th> <th>Firma:</th> <th>Fecha:</th> </tr> <tr> <td>Proyectó</td> <td>Jessica Velasco</td> <td></td> <td>Sep/29/2019</td> </tr> <tr> <td>Dibujó</td> <td>Alex Guaján</td> <td></td> <td>Sep/26/2019</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>Ing. Gabriel Moreano</td> <td></td> <td>Nov/11/2019</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>Ing. Gabriel Moreano</td> <td></td> <td>Nov/11/2019</td> </tr> </table>								Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:	Proyectó	Jessica Velasco		Sep/29/2019	Dibujó	Alex Guaján		Sep/26/2019	Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:																				
Proyectó	Jessica Velasco		Sep/29/2019																				
Dibujó	Alex Guaján		Sep/26/2019																				
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019																				
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019																				
				Denominación:		Codificación:																	
				Planos constructivos Galpón		Galpón Vista Posterior																	
				ESPOCH CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO																			
				Peso (Kg) Tolerancia ESCALA Registro		1:5																	



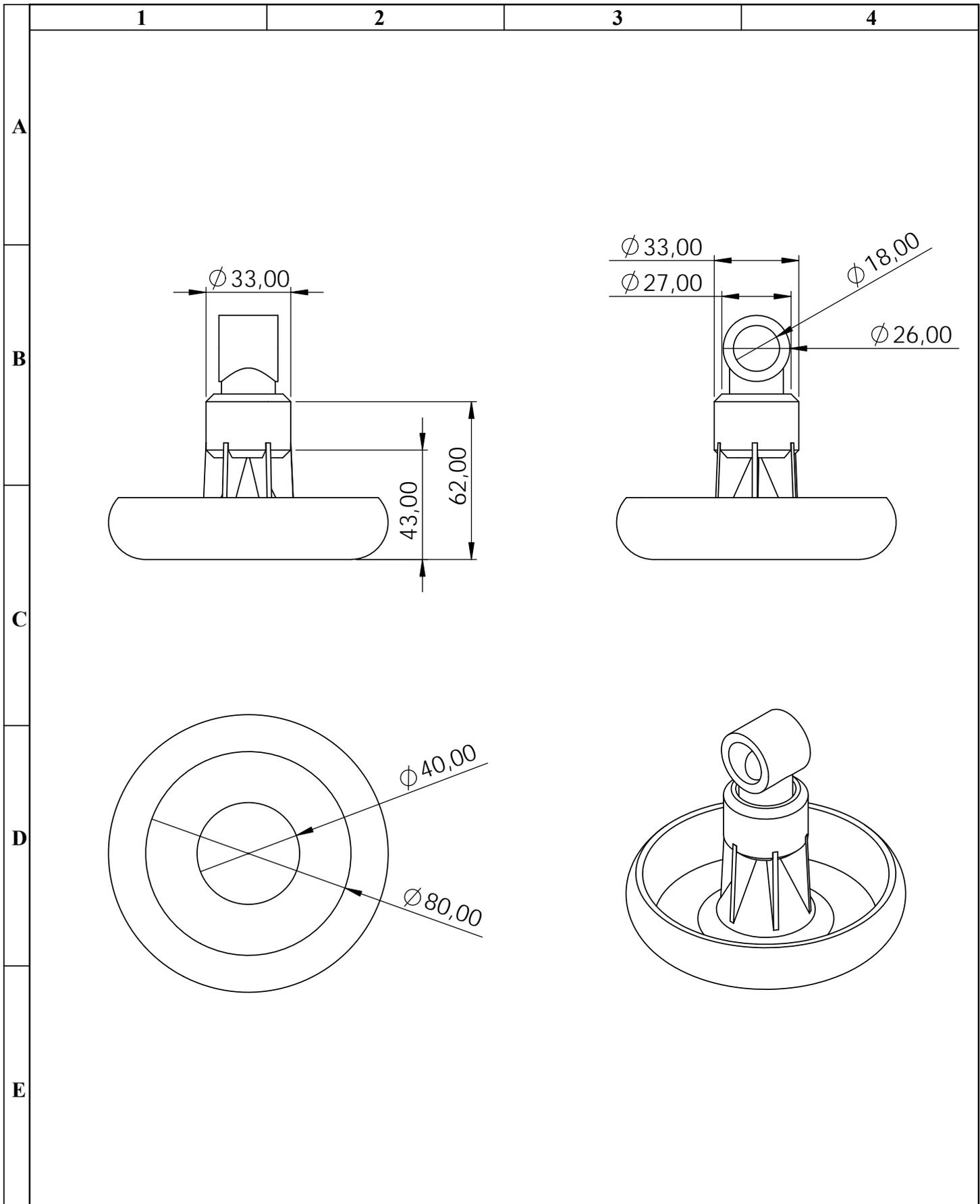
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10

Elementos Galpón Vista Superior Corte B-B		
Ítem	Denominación	Cantidad
11	Comederos	8
12	Línea de suministro de comida	2
13	Galga (peso)	1

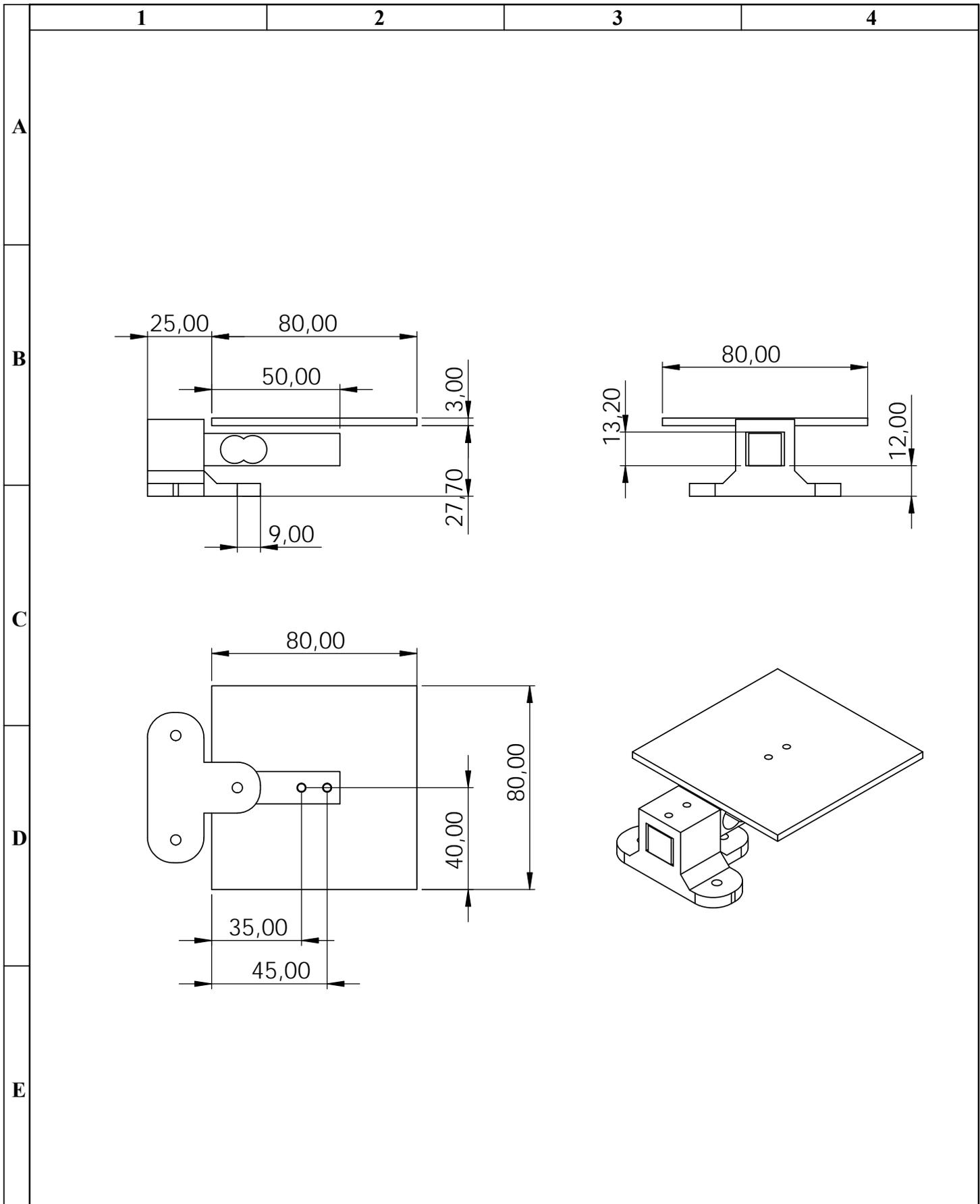
N° Lámina: 01		N° Hojas: 1 de 4		Proyecto																							
Sustitución:				ESPOCH CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Datos</th> <th>Nombre:</th> <th>Firma:</th> <th>Fecha:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proyectó</td> <td>Jessica Velasco</td> <td></td> <td>Sep/29/2019</td> </tr> <tr> <td>Dibujó</td> <td>Alex Guaján</td> <td></td> <td>Sep/26/2019</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>Ing. Gabriel Moreano</td> <td></td> <td>Nov/11/2019</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>Ing. Gabriel Moreano</td> <td></td> <td>Nov/11/2019</td> </tr> </tbody> </table>								Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:	Proyectó	Jessica Velasco		Sep/29/2019	Dibujó	Alex Guaján		Sep/26/2019	Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019	Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:																								
Proyectó	Jessica Velasco		Sep/29/2019																								
Dibujó	Alex Guaján		Sep/26/2019																								
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019																								
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019																								
				Denominación:		Codificación:																					
				Planos constructivos Galpón		Galpón Corte vista superior																					
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Peso (Kg)</th> <th>Tolerancia</th> <th>ESCALA</th> <th>Registro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>1:10</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Peso (Kg)	Tolerancia	ESCALA	Registro	-	-	1:10															
Peso (Kg)	Tolerancia	ESCALA	Registro																								
-	-	1:10																									



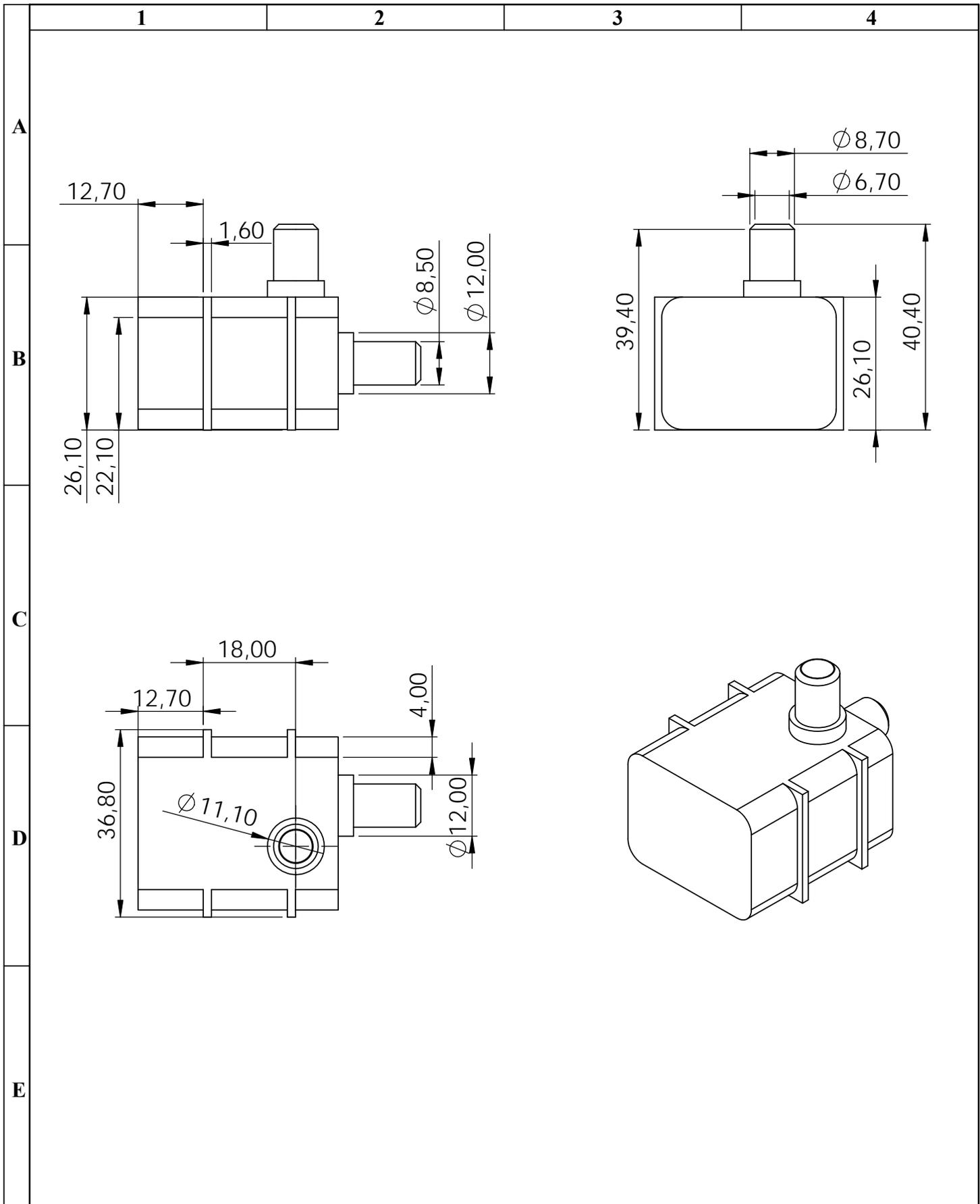
N° Lámina: 02		N° Hojas: 1 de 1		Proyecto		ESPOCH CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO					
Sustitución:				PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA"						Peso (Kg)	Tolerancia
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:			Planos constructivos Galpón		-	-	1:10	
Proyectó	Alex Guaján		Sep/29/2019	Codificación:				Ensamblaje silo de alimento			
Dibujó	Jessica Velasco		Sep/26/2019								
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019								
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019								



N° Lámina: 03		N° Hojas: 1 de 1		Proyecto		ESPOCH				
Sustitución:				PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA"		CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO				
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:			Peso (Kg)	Tolerancia	ESCALA	Registro	
Proyectó	Alex Guaján		Sep/29/2019			-	-	1:2		
Dibujó	Jessica Velasco		Sep/26/2019							
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019	Planos constructivos Galpón		Codificación:				
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019			Ensamble comedero				



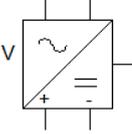
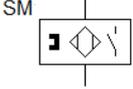
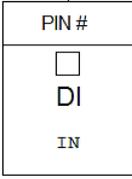
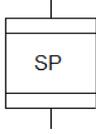
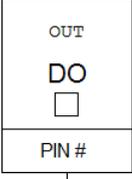
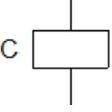
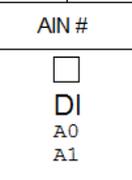
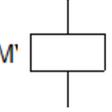
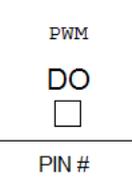
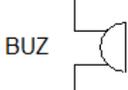
N° Lámina: 04		N° Hojas: 1 de 1		Proyecto		ESPOCH CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO			
Sustitución:				PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA"					
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:			Planos constructivos Galpón		-	-
Proyectó	Alex Guaján		Sep/29/2019	Codificación: Balanza					
Dibujó	Jessica Velasco		Sep/26/2019						
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019						
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019						



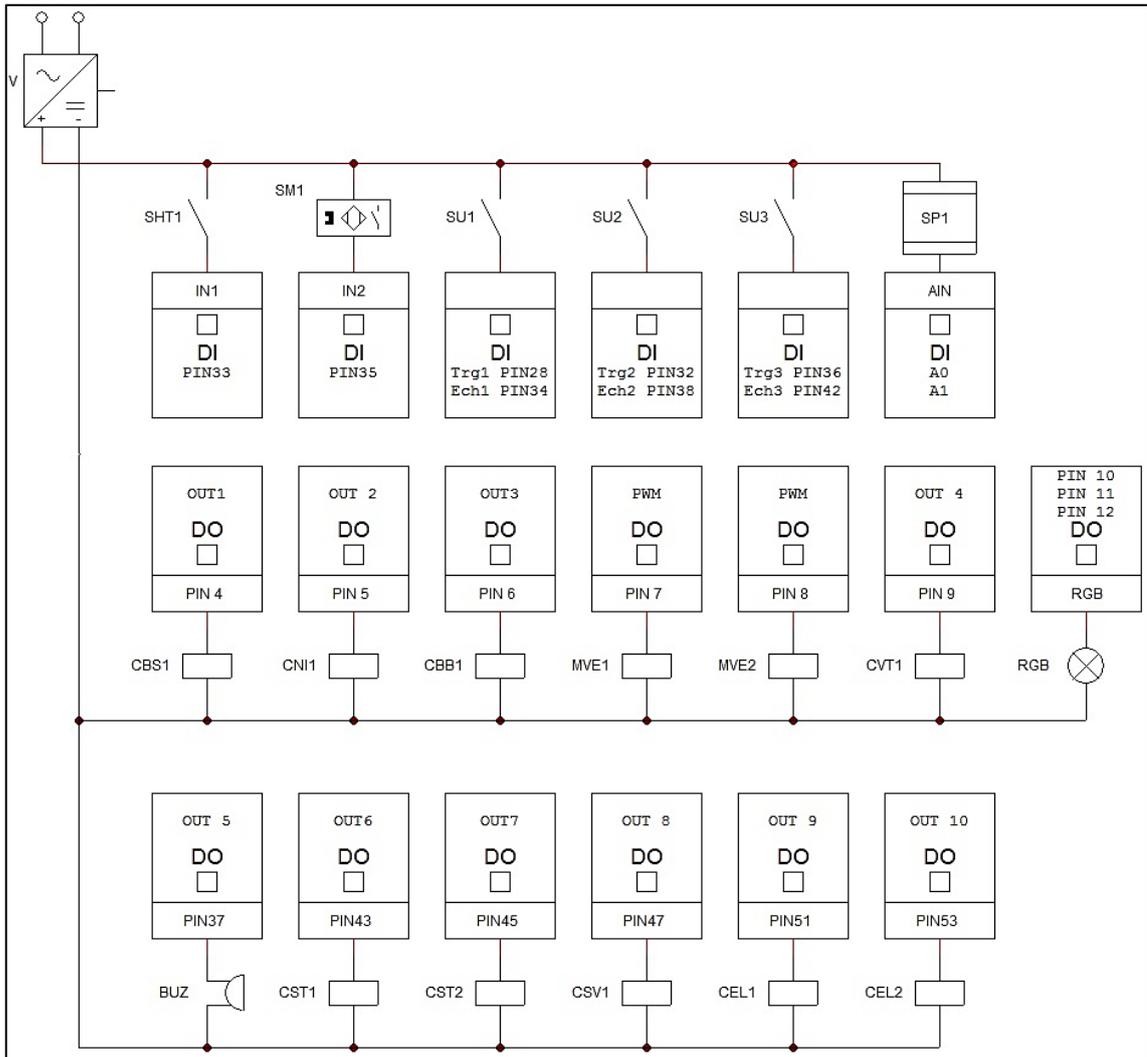
N° Lámina: 05		N° Hojas: 1 de 1		Proyecto		ESPOCH CARRERA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO					
Sustitución:				PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO PARA LA ALIMENTACIÓN DE AVES Y CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO AVÍCOLA”						Peso (Kg)	
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:			Planos constructivos Galpón		-		-	1:1
Proyectó	Alex Guaján		Sep/29/2019	Codificación:				Bomba Calefacción			
Dibujó	Jessica Velasco		Sep/26/2019								
Revisó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019								
Aprobó	Ing. Gabriel Moreano		Nov/11/2019								

ANEXO B DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE ELEMENTOS Y SIMBOLOGÍA

Simbología utilizada

Ítem	Descripción elemento	Simbología		Ítem	Descripción elemento	Simbología	
1	Fuente de alimentación eléctrica	V DC		7	Sensor magnético	SM	
2	Entrada digital controlador	IN		8	Galga sensor peso	SP	
3	Salida digital controlador	OUT		9	Elemento Activación actuador	C	
4	Entrada analógica controlador	AIN		10	Elemento activación servo PWM	M	
5	Salida PWM controlador	PWM		11	Buzzer	BUZ	
6	Contacto de señal sensores	S		12	Lámpara led RGB	RGB	

Esquema eléctrico



Listado de elementos utilizados

Ítem	Designación	Símbolo	Pin arduino
1	Sensor humedad y temperatura 1	SHT	33
2	Sensor magnético 1	SM1	35
3	Sensor ultrasónico 1 nivel alimento	SU1	TRG 28 ECH 34
4	Sensor ultrasónico 2 nivel alimento	SU2	TRG 32 ECH 38
5	Sensor ultrasónico 3 nivel agua	SU3	TRG 36 ECH 42
6	Galga sensor peso 1	SP1	A0 A1
7	Elemento activación Bomba agua a bebederos 1	CBS1	4

Ítem	Designación	Símbolo	Pin arduino
8	Elemento activación niquelina 1	CNI1	5
9	Elemento activación Bomba agua a bebederos 1	CBB1	6
10	Elemento activación servo PWM 1 (Ventolera)	MVE1	7
11	Elemento activación servo PWM 2 (Ventolera)	MVE2	8
12	Elemento activación ventiladores 1	CVT1	9
13	Lámpara LED RGB 1	RGB1	10
			11
			12
14	Buzzer 1 (alarma)	BUZ	37
15	Elemento activación servo truncado 1 (Alimento)	CST1	43
16	Elemento activación servo truncado 2 (Alimento)	CST2	45
17	Elemento activación servo-válvula 1 (Flujo agua bebedero)	CSV1	47
18	Elemento activación servo 1 extracción de lona pared	CEL1	51
19	Elemento activación servo 2 extracción de lona pared	CEL2	53

ANEXO D.-CÓDIGO COMPLETO DE PROGRAMACIÓN ARDUINO

```
#include <DallasTemperature.h>
#include <Ultrasonic.h>
#include <OneWire.h>
#include <Servo.h>
#include <DHT11.h>
#include <HX711_ADC.h>

Servo ventolera1; Servo ventolera2; Servo alimentador1;
Servo alimentador2; Servo emerg1; Servo emerg2; Servo
valvula;

HX711_ADC LoadCell(A1, A0);

DHT11 dht11(38);

Ultrasonic ultrasonic1(36, 34); Ultrasonic ultrasonic2(32,
30);

OneWire ourWire(33); //Se establece el pin
2 como bus OneWire
DallasTemperature sensors(&ourWire); //Se declara una
variable u objeto para nuestro sensor

int r = 10, b = 11, g = 12;
int bombaclima = 6;
int bombabebe = 4;
float tempagua;
int pos = 0;
int ventiladores = 9;
int i = 0;
int buzzer = 37;
int niquelina = 40;
String Dato = "";
int ta = 0; // ta=temperatura ambiente
int hu = 0; // hu=humedad ambiente
int tn = 0; // temperatura niquelina;
int err;
float temp, hum;
```



```
int cont = 0;
int ncilo1 = 0, ncilo2 = 0;
long t;
int peso;
int magnetico = 0;
String DATA[10], DATAS[10];
String com;
String ID;
String SET;
int cd = 0;
int setpoint = 20;
int alarma = 0;
int automatico = 0;

void setup() {

Serial.begin(9600);
sensors.begin();

ventolera1.attach(7);
ventolera2.attach(8);
alimentador1.attach(43);
alimentador2.attach(45);
emerg1.attach(53);
emerg2.attach(51);
valvula.attach(47);

pinMode(r, OUTPUT);
pinMode(g, OUTPUT);
pinMode(b, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT);
pinMode(niquelina, OUTPUT);
pinMode(ventiladores, OUTPUT);
pinMode(bombaclima, OUTPUT);
pinMode(bombabebe, OUTPUT);
pinMode(35, INPUT);

pinMode(7, OUTPUT);
pinMode(8, OUTPUT);

alimentador1.write(90);
```

```

alimentador2.write(90);
ventolera1.write(0);
ventolera2.write(112);
emerg1.write(0); emerg2.write(0);

digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(50);
digitalWrite(buzzer, LOW);

LoadCell.begin();
long stabilisingtime = 20;
LoadCell.start(stabilisingtime);
LoadCell.setCalFactor(696.0);

valvula.write(90);
delay(1000);
valvula.write(180);
}
void loop()
{
magnetico = digitalRead(35);

if (Serial.available())
{
com = Serial.readString();
Serial.print("DATO INPUT: ");
Serial.println(com);
if (ID == "s") {
automatico = 1;
}
if (ID == "t") {
automatico = 0;
}
ID = com.substring(0, 1);
if (ID == "r") {
SET = com.substring(1, 3);
setpoint = SET.toInt();
Serial.print("SETPOINT: ");
Serial.println(setpoint);
}
if (automatico == 1)

```

```

{
Serial.println("AUTOMATICO");
Serial.print("TA: ");
Serial.println(ta);
if (ta < setpoint) {
digitalWrite(niquelina, HIGH);
digitalWrite(bombaclima, HIGH);
}
if (ta >= setpoint && ta <= (setpoint + 5))      {
Serial.println("UNO");
digitalWrite(niquelina, LOW);
digitalWrite(bombaclima, LOW);
analogWrite(ventiladores, 0) ;
ventoleral.write(0);
ventolera2.write(112);
}
if (ta >= (setpoint + 5) && ta <= setpoint + 10) {
Serial.println("DOS");
digitalWrite(niquelina, LOW);
digitalWrite(bombaclima, LOW);
analogWrite(ventiladores, 60) ;
ventoleral.write(30);
ventolera2.write(82);
}
if (ta >= (setpoint + 10) && ta <= setpoint + 15) {
Serial.println("TRES");
digitalWrite(niquelina, LOW);
digitalWrite(bombaclima, LOW);
analogWrite(ventiladores, 100) ;
ventoleral.write(70);
ventolera2.write(42);
}
if (ta >= (setpoint + 15) && ta <= setpoint + 20) {
Serial.println("CUATRO");
digitalWrite(niquelina, LOW);
digitalWrite(bombaclima, LOW);
analogWrite(ventiladores, 255) ;
ventoleral.write(112);
ventolera2.write(0);
}
if (ta >= (setpoint + 10) && ta <= setpoint + 15) {

```

```
Serial.println("CINCO");
digitalWrite(niquelina, LOW);
digitalWrite(bombaclima, LOW);
analogWrite(ventiladores, 100) ;
ventolera1.write(112);
ventolera2.write(0);
emerg1.write(180);
emerg2.write(180);
}
}
if (automatico == 0)
{
Serial.print("MANUAL");
if (com == "a") {
analogWrite(ventiladores, 255);
}
if (com == "b") {
analogWrite(ventiladores, 0);
}
//Encender Ventiladores
if (com == "c") {
analogWrite(r, 255);
}
if (com == "d") {
analogWrite(g, 255);
}
if (com == "e") {
analogWrite(b, 255);
}
if (com == "f") {
analogWrite(r, 0);
analogWrite(g, 0);
analogWrite(b, 0);
}
if (com == "g") {
ventolera1.write(0);
ventolera2.write(112);
}
if (com == "h") {
ventolera1.write(112);
ventolera2.write(0);
}
```

```
}
if (com == "i") {
digitalWrite(niquelina, HIGH);
digitalWrite(bombaclima, HIGH);
}
if (com == "j") {
digitalWrite(niquelina, LOW);
digitalWrite(bombaclima, LOW);
}
if (com == "k") {
alimentador1.write(180);
alimentador2.write(180);
}
if (com == "l") {
alimentador1.write(90);
alimentador2.write(90);
}
if (com == "m") {
digitalWrite(bombabebe, HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(bombabebe, LOW);
}
if (com == "n") {
valvula.write(90);
}
if (com == "o") {
valvula.write(180);
}
if (com == "p") {
alarma = 1;
}
if (com == "q") {
alarma = 0;
}
if (com == "y") {
emerg1.write(180);
emerg2.write(180);
}
if (com == "z") {
emerg1.write(0);
emerg2.write(0);
}
```

```

}
}
}
if (alarma == 1 && magnetico == 0)
{
digitalWrite(buzzer, HIGH);
}
if (alarma == 0 )
{
digitalWrite(buzzer, LOW);
}
hume();
ultrasonic();
galga();

if (cd >= 20)
{
enviodatos();
cd = 0;
}
cd = cd + 1;
}
void hume()
{
sensors.requestTemperatures(); //Se envía el comando
para leer la temperatura
tn = sensors.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la
temperatura en °C
if (cont == 10)
{
while ((err = dht11.read(hum, temp)) == 0)
{
ta = temp;
hu = hum;
}
}
cont = cont + 1;
if (cont >= 100)
{
cont = 0;
}
}

```

```

}
void ultrasonic()
{
ncilo1 = ultrasonic1.Ranging(CM);
if (ncilo1 >= 16) {
ncilo1 = 16;
}
if (ncilo1 <= 6) {
ncilo1 = 6;
}
ncilo1 = map(ncilo1, 6, 16, 100, 0);
ncilo2 = ultrasonic2.Ranging(CM);
if (ncilo2 >= 16) {
ncilo2 = 16;
}
if (ncilo2 <= 6) {
ncilo2 = 6;
}
ncilo2 = map(ncilo2, 6, 16, 100, 0);
}
void enviодatos()
{
String D;
D = ta;
if (D.length() == 1) {
D = "0";
D += ta;
DATA[1] = D;
}
if (D.length() == 2) {
DATA[1] = D;
}
DATAS[1] = "a";
DATAS[1] += DATA[1];
D = hu;
if (D.length() == 1) {
D = "0";
D += hu;
DATA[2] = D;
}
if (D.length() == 2) {

```

```
DATA[2] = D;
}
DATAS[2] = "b";
DATAS[2] += DATA[2];
D = tn;
if (D.length() == 1) {
D = "0";
D += tn;
DATA[3] = D;
}
if (D.length() == 2) {
DATA[3] = D;
}
DATAS[3] = "c";
DATAS[3] += DATA[3];
D = ncilol;
if (D.length() == 1) {
D = "00";
D += ncilol;
DATA[4] = D;
}
if (D.length() == 2) {
D = "0";
D += ncilol;
DATA[4] = D;
}
if (D.length() == 3) {
DATA[4] = D;
}
DATAS[4] = "d";
DATAS[4] += DATA[4];

D = ncilo2;
if (D.length() == 1) {
D = "00";
D += ncilo2;
DATA[5] = D;
}
if (D.length() == 2) {
D = "0";
D += ncilo2;
```

```

DATA[5] = D;
}
if (D.length() == 3) {
DATA[5] = D;
}

DATAS[5] = "e";
DATAS[5] += DATA[5];

D = peso;
if (D.length() == 1) {
D = "000";
D += peso;
DATA[6] = D;
}
if (D.length() == 2) {
D = "00";
D += peso;
DATA[6] = D;
}
if (D.length() == 3) {
D = "0";
D += peso;
DATA[6] = D;
}
if (D.length() == 4) {
DATA[6] = D;
}
DATAS[6] = "f";
DATAS[6] += DATA[6];
for (i = 1; i <= 6; i++)
{
Serial.println(DATAS[i]);
delay(200);
}
}
void galga()
{
LoadCell.update();
//get smoothed value from data set + current calibration
factor

```

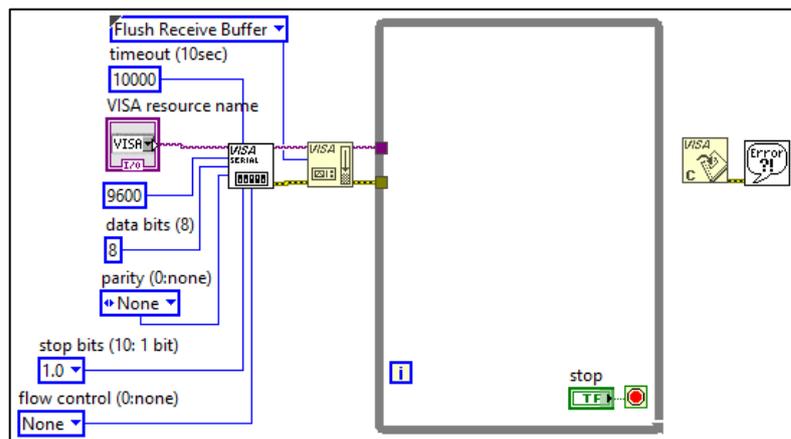
```
if (millis() > t + 250) {  
float j = LoadCell.getData();  
if (j <= 0) {  
j = j * -1;  
}  
if (j <= 0) {  
j = j * -1;  
}  
if (j <= 0.1) {  
j = 0;  
}  
peso = j;  
t = millis();  
}  
}
```

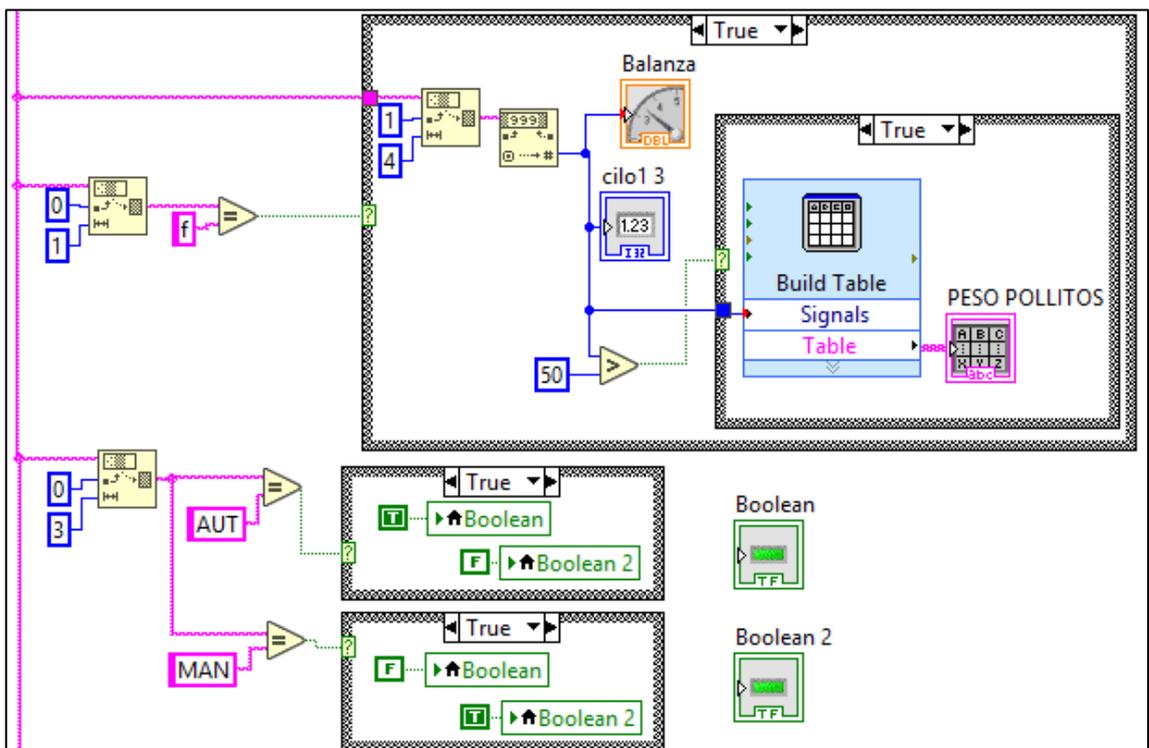
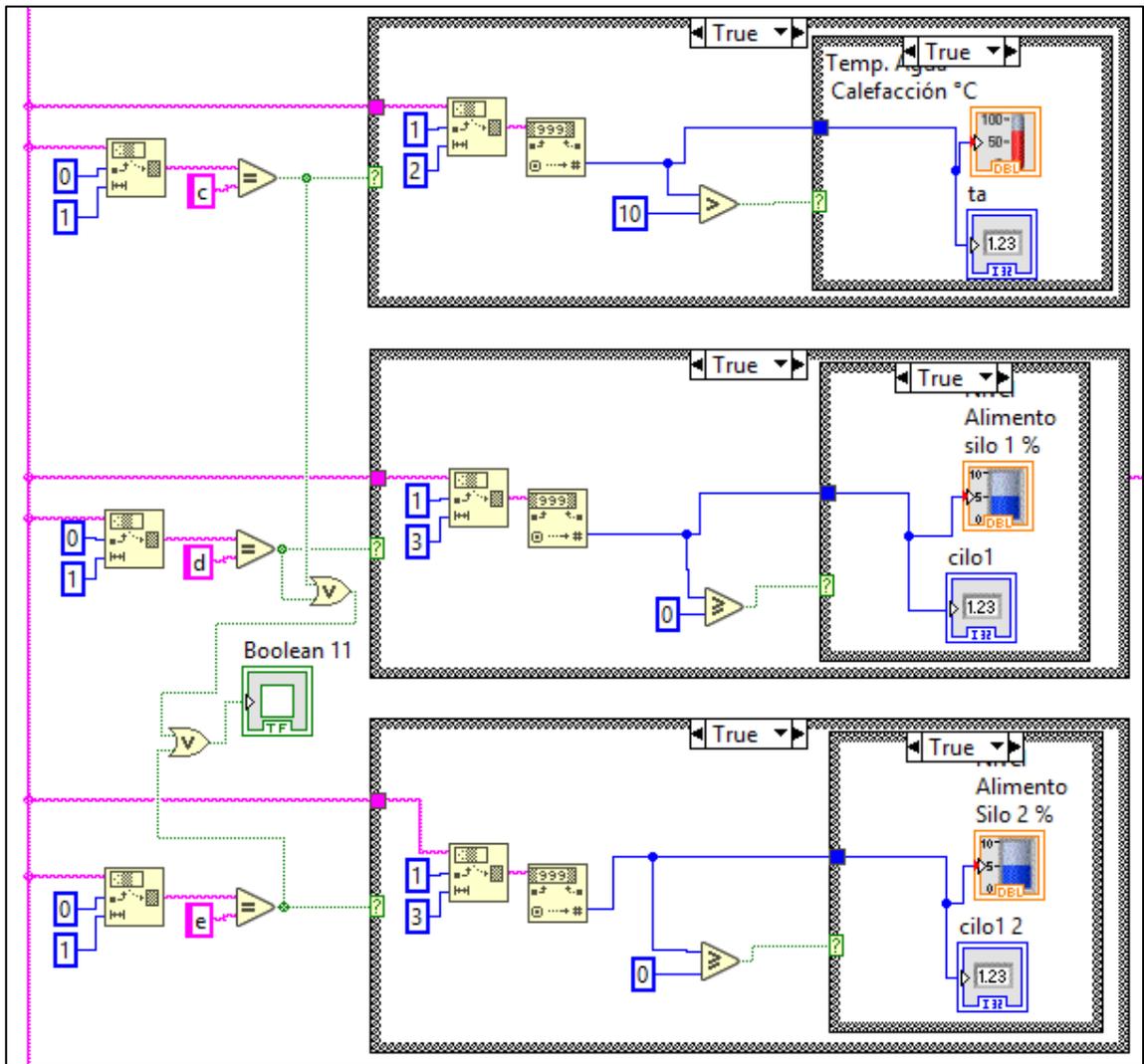
ANEXO E PROGRAMACIÓN REALIZADA EN LABVIEW.

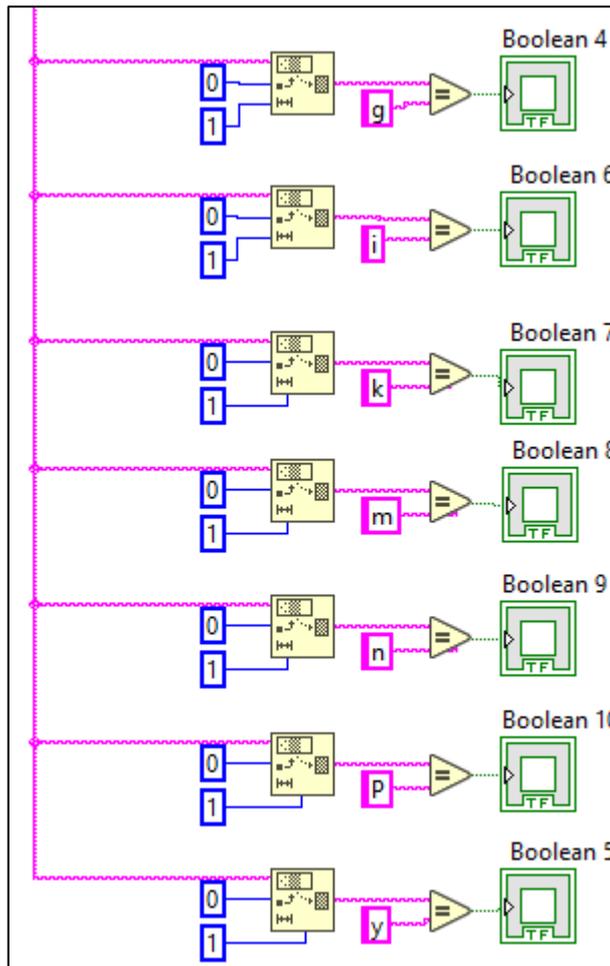
A continuación, se muestra la asignación de variables para cada actuador y sensor desde LabVIEW, mismas que coinciden con la nomenclatura y tipo de variables declaradas en el programa desarrollado y cargado en arduino.

Ítem	Descripción	Variable asignada
1	Ventilador On	a
2	Ventilador Off	b
3	Encender RGB en rojo	c
4	Encender RGB en verde	d
5	Encender RGB en azul	e
6	Apagar RGB	f
7	Abrir ventolera	g
8	Cerrar ventolera	h
9	Encender niquelina	i
10	Apagar niquelina	j
11	Activar alimentadores	k
12	Desactivar alimentadores	l
13	Encender agua bebederos	m
14	Apagar agua bebederos	n
15	Activar válvula de paso de agua	o
16	Activar alarma (buzzer automático)	p
17	Desactivar alarma (buzzer automático)	q
18	Insertar nuevo setpoint de temperatura al sistema automático	r
19	Activar el modo de funcionamiento automático	s
20	Activar el modo de funcionamiento manual	t
21	Activar “dejar caer lona”	y
22	Cerrar lonas	z

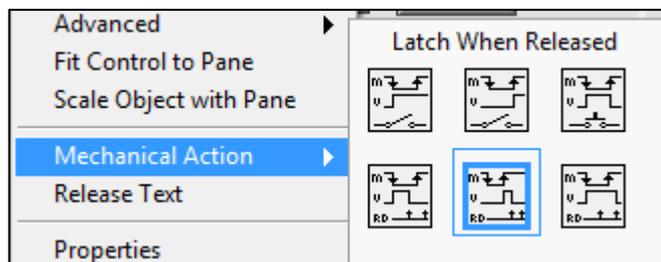
El primer paso para la programación de LabVIEW es la creación de un ciclo principal de ejecución que incluye la apertura de comunicación serial con los parámetros de la comunicación del microcontrolador y de los dispositivos Xbee, y el cierre de la comunicación mediante el elemento cerrar serial de la librería NI-VISA en LabVIEW, tal como se muestra en la siguiente figura.

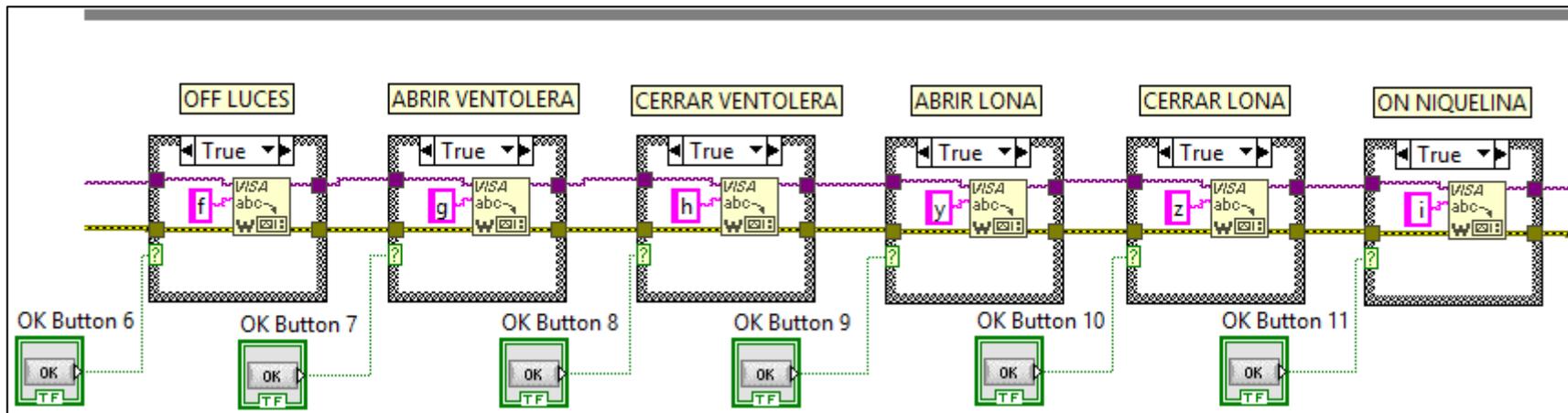
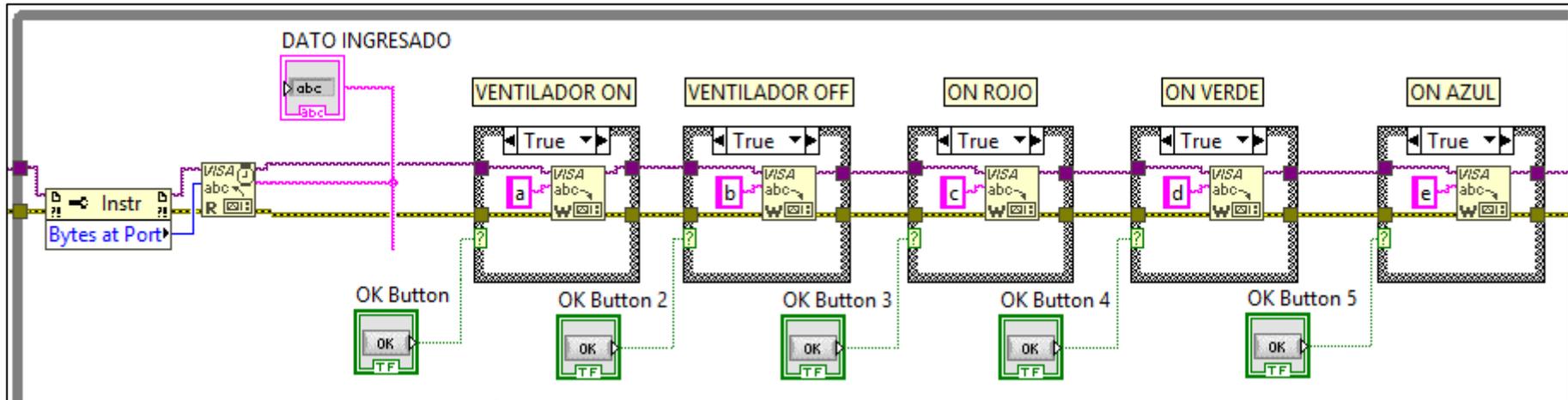


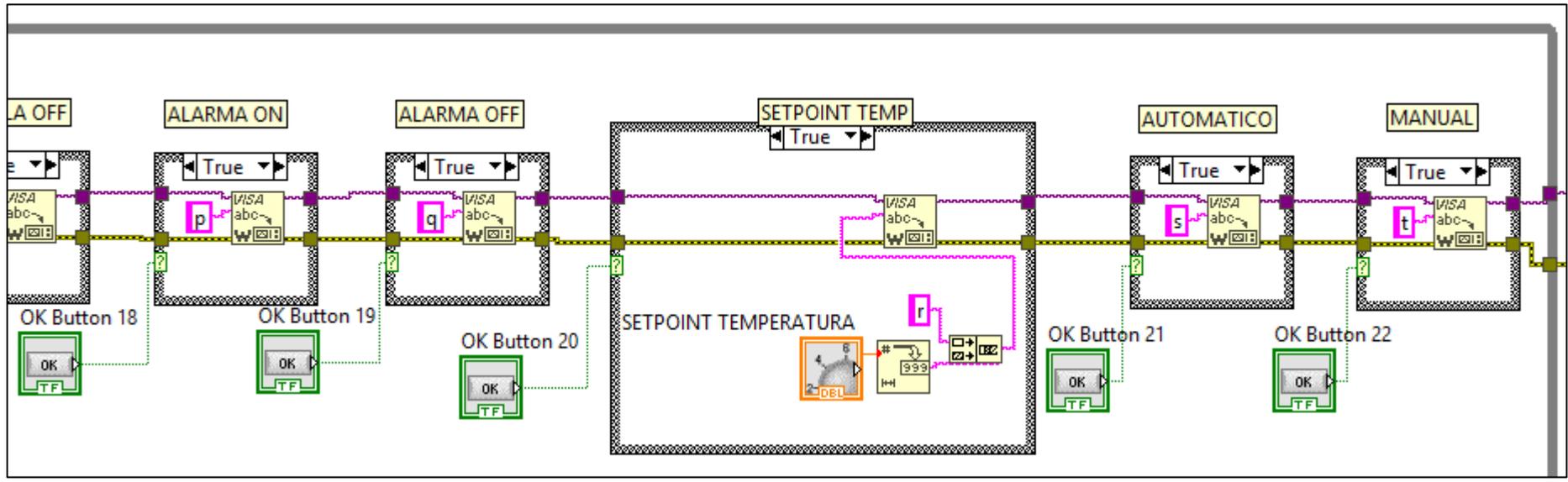
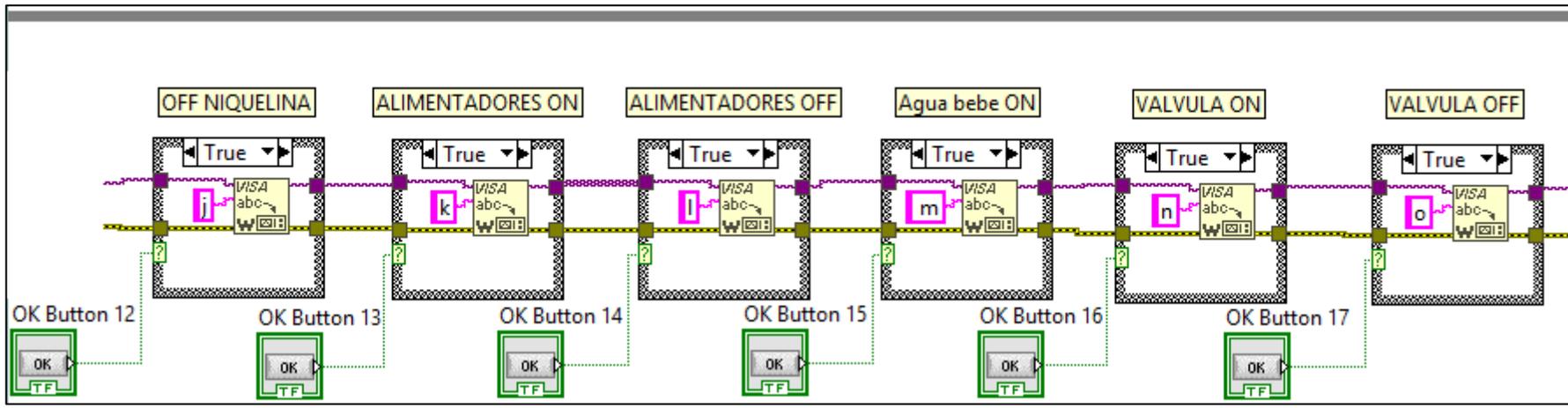




A continuación, para el modo de funcionamiento manual se realiza mediante ciclos condicionales individuales, el envío del valor o variable correspondiente para la activación y desactivación de un actuador tras presionar un botón que ejecuta una acción mecánica “Latch when release” que corresponde a la activación o ciclo activo del elemento momentáneamente después de soltarlo tras haberlo presionado.







La programación para la galga estequiometrica en el VI permite registrar los valores de peso dentro del rango establecido mediante el elemento construir tabla y posterior a haber presionado el botón OK del cuadro emergente que muestra el peso del ave.

