

DESARROLLO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA UN
GALPÓN DE AVES DE CORRAL EN LA AVÍCOLA OPTIPOLLO

SERGIO ANDRÉS COY SIERRA
EDWIN ALEJANDRO DAZA LEGUIZAMON

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D.C.
2019

DESARROLLO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA UN
GALPÓN DE AVES DE CORRAL EN LA AVÍCOLA OPTIPOLLO

SERGIO ANDRÉS COY SIERRA
EDWIN ALEJANDRO DAZA LEGUIZAMON

Tesis de grado, para optar por el título de ingeniero mecánico

DIRECTOR
Ing. Jesús David Villareal López

CODIRECTOR
Ing. José Libardo Rojas Fernández

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D.C.
2019

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los Ingenieros. Jesús Villareal y José Libardo, por su acompañamiento y dirección durante el desarrollo del proyecto. También a la Universidad Santo Tomás, por brindarnos las mejores experiencias a nivel académico y cultural durante los semestres cursados.

Agradezco a mis padres, por haber estado a mi lado, apoyándome, siempre que lo necesité. Además de mis hermanos, primos, tíos y abuelos, que, sin lugar a duda, compartieron todos mis años de estudio conmigo, estuvieron a mi lado dándome apoyo y compartiendo conmigo. Le doy gracias a Dios por hacerme compartir con mis amigos, profesores, que día a día contribuyeron al aprendizaje y al buen convivir. Muchas gracias.

Sergio Andrés Coy Sierra

Agradezco en primera instancia a Dios y a mis padres, por el apoyo durante mi formación, a mis docentes, por compartir y colaborar en el aprendizaje a lo largo de los semestres cursados, a mis amigos por compartir grandes experiencias inolvidables y la universidad Santo Tomás por otorgarme la oportunidad de formarme como ingeniero mecánico con valores y principios.

Edwin Alejandro Daza Leguizamón

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO	2
3. MARCO REFERENCIAL	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. Zona termo neutral.	4
3.1.2. Alternativas de control y adquisición de datos.....	4
3.1.3. PLC delta	4
3.1.4. “Human Machine Interface” (HMI)	4
3.1.5. Arduino Mega	5
3.1.6. Foggers, (Aspersor, nebulizador).	5
3.2. MARCO TEÓRICO.....	5
3.2.1. La temperatura, esencial para el rendimiento en granjas avícolas.	5
3.2.2. ¿Qué es una interfaz?	5
3.2.3. Estado del arte.....	6
3.2.4. ViperTouch	6
3.2.5. Control climático	6
3.2.6. Sistema de ventilación de túnel – Airphex.....	7
3.2.7. Controles de temperatura serie TC.	8
3.2.8. Sensor de temperatura	8
4. VISITA A LA EMPRESA Y CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL GALPÓN.....	12
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	12
4.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA EMPRESA	12
5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL REQUERIDOS PARA REGULAR LA TEMPERATURA.....	17
5.1. COMPARACIÓN DE CONTROLES EXISTENTES EN EL MERCADO...18	
5.2. SELECCIÓN DEL CONTROL A IMPLEMENTAR.....21	
5.1. COMPARACIÓN DE LOS SENSORES DE INSTRUMENTACIÓN	22
5.2. SELECCIÓN DEL SENSOR A IMPLEMENTAR.	26
5.3. ELEMENTOS DEL CONTROL DE TEMPERATURA A IMPLEMENTAR.	
27	
6. GENERACIÓN DE LA INTERFAZ PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA EL GALPÓN.	31

6.1.	PLANO DEL CONTROL DE TEMPERATURA IMPLEMENTADO.....	31
6.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.....	32
6.2.	INTERFAZ MONTAJE LABVIEW VISUALIZACIÓN TIEMPO REAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA.....	33
6.2.1.	DESCIPCIÓN INTERFAZ MONTAJE LABVIEW VISUALIZACIÓN TIEMPO REAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA.....	34
7.	<i>VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA DESARROLLADO, POR PRUEBAS DE CAMPO.....</i>	<i>35</i>
8.	CONCLUSIONES.....	39
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	41
10.	LISTA DE ANEXOS.....	43
11.	ANEXOS.....	44

Pitalito, 09 octubre 2019

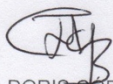
Señores
SERGIO ANDRÉS COY SIERRA
EDWIN ALEJANDRO DAZA LEGUIZAMON
Estudiantes
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

ASUNTO: Autorización de entrada a la planta de producción, galpón 7.

Cordial saludo

Agradecemos la importancia que nos dan al tenernos en cuenta para el desarrollo académico de la universidad; nos place comunicarles que se acepta y autoriza el ingreso de los estudiantes Sergio Andrés Coy Sierra y Edwin Daza Leguizamon de XX semestre de ingeniería Mecánica a la planta de producción de aves de Optipollo que se encuentra ubicada en la vereda llano grande del municipio de Pitalito. La visita será dirigida por el supervisor técnico eléctrico de la empresa el día 12 de octubre 2019 a partir de las 7 am.

Cordialmente



DORIS CORDOBA GÓMEZ
Médica Veterinaria

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Equipos del galpón 7.	16
Tabla 2. Comparación productos existentes en el mercado.....	20
Tabla 3. Matriz de evaluación de alternativas ()	21
Tabla 4. Comparación de sensores de instrumentación.	25
Tabla 5. Matriz de evaluación de alternativas (PUGH).....	26

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema ViperTouch.....	6
Ilustración 2. Sistema Control climático.....	7
Ilustración 3. Sistema airphex.....	7
Ilustración 4. Control serie TC.	8
Ilustración 5. Termopar, sensor de temperatura.....	9
Ilustración 6. Sensor RTD.....	9
Ilustración 7. Bimetálico.....	10
Ilustración 8. Termómetro doméstico.	10
Ilustración 9. Sensor por cambio de estado.	11
Ilustración 10. Ficha técnica ventilador.....	13
Ilustración 11. Ventilador.	13
Ilustración 12. Ficha técnica Bomba Foggers.....	14
Ilustración 13. Bomba Foggers.....	14
Ilustración 14. Exterior galpón.	14
Ilustración 15. Interior galpón.	14
Ilustración 16. Exterior galpón 2.	15
Ilustración 17. Exterior caja de control actual.	15
Ilustración 18. Interior cada de control actual.	15
Ilustración 19. Ficha técnica de motor de comederos.	16
Ilustración 20. PLC.	18
Ilustración 21. Tarjeta DAQ.	19
Ilustración 22. Arduino Mega.	19
Ilustración 23. Controles TCAS y TCH.	20
Ilustración 24. DS18B20.	22
Ilustración 25. Pt100WTR110.....	23
Ilustración 26. Pt100WRT140.....	23
Ilustración 27. WTR 130.	24
Ilustración 28. PCE-IR 50.	24
Ilustración 29. Termocúpla tipo J o K.	25
Ilustración 31. Transformador de 440 VAC a 220 V.....	27
Ilustración 30. Disyuntor LS C4.	27
Ilustración 32. Relevé de pines redondos EBCHQ 4800.....	28
Ilustración 33. Conectores CHNT NTC1 1810 y NTC1 2510.	28
Ilustración 35. Temporizador CHNT.	28
Ilustración 34. Controlador de temperatura TC4S.....	29
Ilustración 37. Leds verdes.....	29
Ilustración 36. Muletillas ON-OFF.....	29
Ilustración 39. Termocúpla tipo J.....	30
Ilustración 38. Caja de protección Kowet.	30
Ilustración 40. Cable flexible PVC 600 V.	30
Ilustración 41. Plano de control de temperatura implementado.	31

Ilustración 42. Panel frontal interfaz gráfica.....	33
Ilustración 43. Diagrama de bloques interfaz gráfica.....	34
Ilustración 44. Moto reductor instalado.....	36
Ilustración 45. Ventilador controlado.	36
Ilustración 46. Bomba Foggers controlada.	37
Ilustración 47. Fogger.	37
Ilustración 48. Control automático instalado desactivado.....	38
Ilustración 49. Control automático instalado activado.	38

1. INTRODUCCIÓN

Optipollo es una empresa colombiana del sector avícola con sede principal en el Municipio de Pitalito, Huila. Cuenta actualmente con 150 empleados y 18 galpones con capacidad para albergar y alimentar un aproximado de 300.000 aves [1]. Dentro de su proceso productivo, el cual consiste en cultivar, sacrificar, empaquetar y comercializar aves de corral, el control de temperatura de los galpones es de gran importancia debido a su influencia en el crecimiento adecuado de las aves. Es usual con el incremento de temperatura, que las aves modifiquen drásticamente sus hábitos alimenticios y sufran infartos, lo que deprime la tasa de producción.

Actualmente el control de temperatura es realizado de acuerdo con la experiencia de los operarios, utilizando ventiladores de alto flujo, aspersores de agua y mecanismos manuales para la apertura y cierre de las cortinas que encierran a los galpones. Esto supone dificultades para mantener estable la temperatura adecuada de las aves e incrementa el riesgo de accidentes en el personal. Así mismo se estima que las deficiencias en el control de la temperatura ocasionan la muerte del 5% de las aves por ciclo de crianza en cada galpón, cuando se presentan temperaturas excesivas y el aire generado por los ventiladores no es suficiente para mantener refrigeradas las aves, ocasionándose problemas por contaminación de producto y en el mediano plazo problemas financieros para la empresa que podrían significar reducción de personal [2].

En la actualidad la industria avícola en Colombia está pasando por unos de sus mejores momentos, siendo uno de los sectores económicos que presentan crecimiento permanente [3]. El resultado de este crecimiento se debe al mejoramiento del manejo de producción de estas avícolas, las cuales están evolucionando constantemente en sus instalaciones y capacidades de producción. Varios estudios demuestran que uno de los factores que más influyen en la producción avícola es la temperatura, para ello es de suma importancia darle un control adecuado, ya que los hábitos del animal dependen radicalmente de esta variable [4]. En Colombia actualmente existen avícolas con sistemas de automatización sofisticados, los cuales tienen un costo elevado para su adquisición. Por esta razón aún existen granjas que dependen del desempeño del avicultor para suplir las tareas que respecta al control de la temperatura, generando complicaciones físicas a mediano plazo para los trabajadores.

Por lo mencionado anteriormente, es de suma importancia el desarrollo de un control automático que logre suplir las necesidades ligadas al control de la temperatura a un costo menor de lo que se ofrece actualmente en el mercado. Desde el semillero de investigación MAIR de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás, y con el objetivo de aportar una solución a esta problemática, se plantea como trabajo de grado el desarrollo de un control

automático de temperatura para un galpón con capacidad de hasta 35.000 aves, esperando mejorar el desempeño de la producción del pollo de engorde, las condiciones de salud y seguridad en el trabajo logrando dar una mejora en la calidad de vida del avicultor.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el control automático de temperatura para un galpón de aves de corral en la avícola Optipollo.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Identificar las condiciones de operación del galpón, teniendo en cuenta los requerimientos del cliente relacionados con el control de la temperatura.
- Seleccionar los elementos de instrumentación y control requeridos para regular la temperatura.
- Generar una interfaz gráfica para el control automático de temperatura para el galpón.
- Validar el sistema de control de temperatura desarrollado, realizando pruebas de campo.

3. MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presentarán los conceptos ligados a este proyecto, los cuales constan de una serie de definiciones y componentes en el mercado que tienen relación con los objetivos a cumplir.

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. Zona termo neutral.

De acuerdo con el autor Jörg Bohnes la zona termo-neutral o temperatura percibida es la temperatura óptima en donde se obtiene el mejor rendimiento biológico del ave con el consumo mínimo de pienso, ya que el ave a esta temperatura se siente cómoda y solo consume comida cuando verdaderamente la necesita [5]

3.1.2. Alternativas de control y adquisición de datos.

Para el desarrollo de este proyecto es de suma importancia la implementación de este tipo de sistemas, a continuación, se citarán algunas alternativas existentes en el mercado. La adquisición de datos (DAQ) es el proceso mediante el cual fenómenos físicos o eléctricos como voltaje, corriente, temperatura, presión o sonido pueden ser medibles con una PC [6].

3.1.3. PLC delta

Un PLC es un dispositivo electrónico que se programa para acciones de control automáticamente. Un PLC es un cerebro usado para activar componentes de maquinarias para ejecutar tareas que representen inconvenientes al hombre (peligros, dificultad, accesibilidad) [7]. Los PLC Delta son dispositivos de alto rendimiento, alta flexibilidad, y facilidad de programación. Crea un sistema que cumple con muchas de las aplicaciones más difíciles en el mercado de hoy, ya que cuenta con un amplio número de componentes, que se adaptan a un gran número de variables a manejar. [8]

3.1.4. “Human Machine Interface” (HMI)

Es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina

o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI. [9]

3.1.5. Arduino Mega

Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo construida con un microcontrolador que posee pines de entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. Esta tarjeta es programada en un entorno de desarrollo que puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede comunicarse a un PC a través del puerto serial (conversión con USB). [10]

3.1.6. Foggers, (Aspersor, nebulizador).

(Aspersor, nebulizador). Tienen como propósito mejorar el confort de las aves por medio de la reducción de la temperatura buscando mejorar la sensación térmica, reducir los problemas en las aves relacionados con el estrés calórico y reducir la mortalidad de las aves, mejorar la ingestión, aumentar la actividad y obtener el mejor crecimiento y producción de las aves. [11]

3.2. MARCO TEÓRICO

3.2.1. La temperatura, esencial para el rendimiento en granjas avícolas.

Este artículo hace un enfoque a la importancia que tiene el control de la temperatura de los galpones de las granjas avícolas, allí se realiza un estudio de todos los factores que afectan el manejo de la misma, como lo son el rendimiento económico y el control ambiental, donde arroja datos de estudios que comprueban que la zona termo neutral es la adecuada para mejorar las condiciones de crianza, ya que es donde se garantiza el confort de las aves y la disminución del consumo innecesario de comida y agua.[12].

3.2.2. ¿Qué es una interfaz?

Una interfaz es un circuito físico mediante el cual se envían o reciben señales desde un sistema a otro. La R.A.E (real academia española) define el término interfaz como una conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes. Basados en lo anteriormente descrito la interfaz es el medio que cumple el objetivo de comunicar dos o más sistemas. [13]

3.2.3. Estado del arte

A continuación, se mencionarán algunos de los productos existentes en el mercado que cumplen con los objetivos de este proyecto.

3.2.4. ViperTouch

Es un ordenador de clima y producción para granjas avícolas de la empresa Big Duchman, el cual se caracteriza por brindar al usuario datos en tiempo real relacionados con la climatización y producción del galpón, con un sistema de seguridad eficiente. Este ordenador trabaja con un sistema compuesto por sensores de humedad, temperatura externa e interna, junto con múltiples componentes ligados a la extracción de vapores y ventilación del galpón [14].

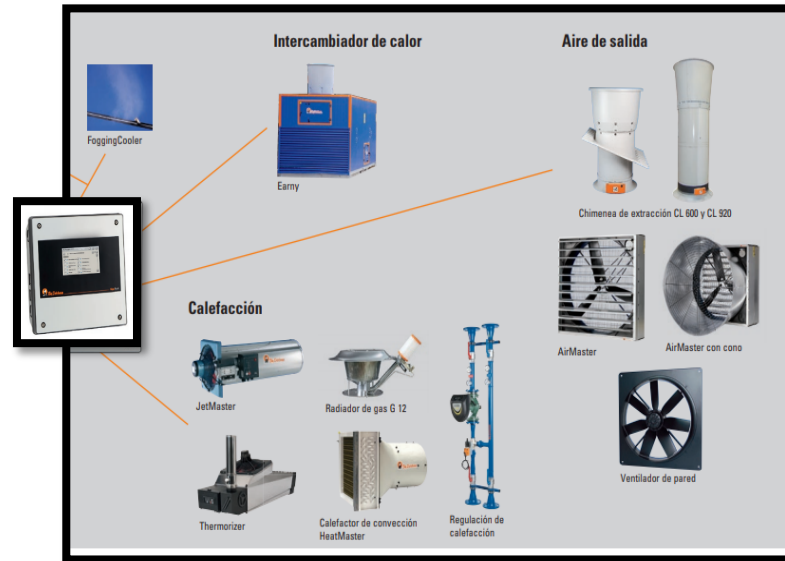


Ilustración 1. Sistema ViperTouch.

Fuente: <https://agrinews.es/wp-content/uploads/2014/02/vipertouch-web.jpg>

3.2.5. Control climático

Es un control climático el cual dispone de un sistema de captación de sondas de temperatura exterior e interior, humedad, CO2 y amoníaco. El cual realiza funciones con curvas prefijadas o variables según el manejo que brinde el usuario. Agregado a esto también cuenta con un sistema de alarma eficiente, junto con la opción de manejo desde un teléfono en lugares apartados al sitio de operación, manteniendo al tanto en tiempo real sin importar la ubicación [15].



Ilustración 2. Sistema Control climático.

Fuente: <https://siloscordoba.com/wp-content/uploads/2016/09/control-climatico.jpg>

3.2.6. Sistema de ventilación de túnel – Airphex

Es un sistema de control de ventilación sofisticado el cual cuenta con múltiples componentes entre los cuales se destacan los extractores (ventiladores), paneles de humidificación, cortinas en polipropileno, foggers de nebulización, tumbador de cortinas y un controlador el cual se encarga del funcionamiento de todo el sistema [16].

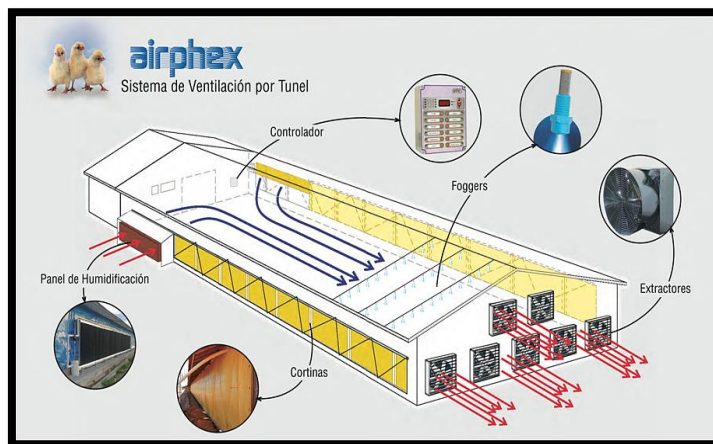


Ilustración 3. Sistema airphex.

Fuente: http://www.alphex.com.co/images/airphex/sistema_ventilacion.jpg

En la actualidad los productos anteriormente descritos no son asequibles en un gran número de granjas avícolas, debido a sus elevados costos, ya que utilizan “tecnología de punta”, lo cual se ve reflejado en el valor de adquisición por estos

productos. El proyecto tiene como prioridad suplir las actividades básicas realizadas por el avicultor que respectan al control de la temperatura, con un valor factible a los capitales de las granjas que no pueden tener en su poder estos productos antedichos.

3.2.7. Controles de temperatura serie TC.

Es uno de los controladores más rápidos del mercado, tienen un tiempo de muestreo de 100 ms. Son usados para una amplia gama de aplicaciones en la industria incluyendo el tratamiento de calor endurecimiento, control de hornos y enfriadores.



Ilustración 4. Control serie TC.

Fuente : <https://mexico.newark.com/autonics/tc4s-14r/temperature-controller-4-digit/dp/22T3620>

3.2.8. Sensor de temperatura

La temperatura se puede medir mediante la utilización de uno de los diferentes tipos de sensores de temperatura, todos ellos infieren al detectar un cambio en esta característica física. Existen seis tipos de sensores de temperatura los cuales son termopares, dispositivos de temperatura resistivos (RTD Y termistores), radiadores infrarrojos, dispositivos bimetalicos, dispositivos de dilatación de líquido y dispositivos de cambio de estado. [17]

Sensor de temperatura termopar: Este tipo de sensores se componen esencialmente en dos tiras o alambres hechos de metales diferentes y unidos en un extremo. Los cambios en la temperatura que se presentan en esta junta inducen a un cambio en la fuerza electromotriz (FEM) entre los otros extremos. Cuando la temperatura aumenta, la FEM de salida del termopar

aumenta, cabe aclarar que este fenómeno no sucede necesariamente de forma lineal.

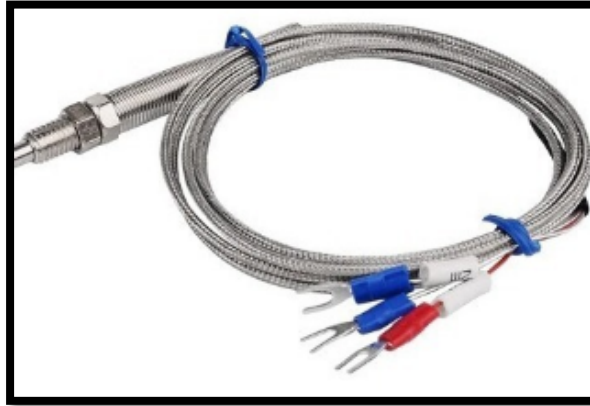


Ilustración 5. Termopar, sensor de temperatura.

Fuente: <http://www.electricon.com.pe/tienda/termocupla-modelo-autonics-tipo-j/>

Sensor de temperatura por resistencia (RTD): Este tipo de sensores tienen la cualidad de aprovechar el hecho de que la resistencia eléctrica de un material cambia al cambiar su temperatura. Dentro de este grupo de sensores se encuentran dos clases los metálicos (normalmente conocidos como RTD) los cuales confían el cambio de resistencia en un metal aumentando de forma casi lineal con la temperatura y los termistores los cuales se basan en el cambio de resistencia en un semiconductor de cerámica en donde la resistencia cae de forma no lineal con el aumento en la temperatura.

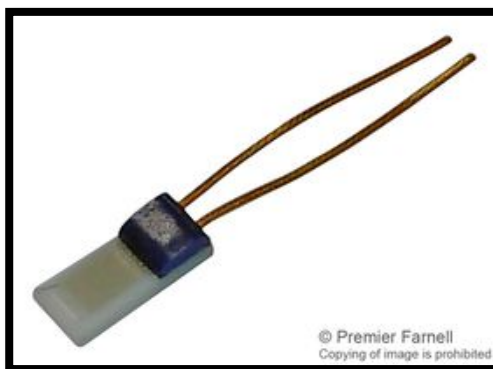


Ilustración 6. Sensor RTD.

Fuente: https://uk.farnell.com/productimages/standard/en_GB/7218850-40.jpg

Sensor de temperatura bimetalicos: Los sensores bimetalicos poseen como cualidad aprovechar la diferencia en la dilatación térmica entre diferentes metales los cuales se unen entre sí. Cuando se calientan, un lado se dilatará más que el otro y la curvatura resultante se traduce en una lectura de temperatura mediante una articulación mecánica a un apuntador. Estos dispositivos son portátiles y no requieren una fuente de alimentación, pero normalmente no son tan sensibles como otros tipos de sensores.



Ilustración 7. Bimetálico.

Fuente: https://es.omega.com/temperature/images/A_R_DIALTEMP_1.jpg

Sensor de temperatura por dilatación de fluido: uno de los grandes ejemplos dentro de este grupo de sensores es el termómetro doméstico, este tipo de sensores se clasifican en dos grupos principales, el tipo de mercurio y el tipo de líquido orgánico, junto a estos se encuentran en algunas versiones que usan gas en lugar de líquido. Este tipo de sensores no pueden registrar datos y no pueden hacer mediciones puntuales.



Ilustración 8. Termómetro doméstico.

Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTL_kpei9FGJqycRX2t9oiaEzdYbldw9qCBfonfUoP_CkdqOtUEpOA

Sensores de temperatura por cambio de estado: este tipo de sensores consiste en etiquetas, pellets o gránulos, crayones, lacas o cristales líquidos cuya apariencia cambia una vez que se alcanza cierta temperatura. Estos sensores tienen como falencia la precisión ya que no logra otorgar una lectura exacta en todo momento del valor de la temperatura en comparación con los otros tipos de sensores.

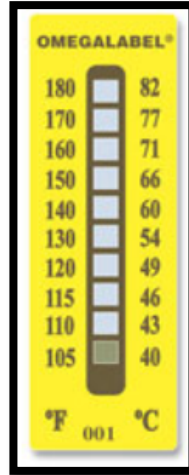


Ilustración 9. Sensor por cambio de estado.

Fuente: https://br.omega.com/omegaFiles//Temperature/images/TL-10_s.jpg

4. VISITA A LA EMPRESA Y CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL GALPÓN

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

OPTIPOLLO, es una empresa familiar, que se encuentra ubicada en el sur del Huila, exactamente en la segunda ciudad del departamento, Pitalito. Sus principales mercados se encuentran en los departamentos del Huila, Caquetá y Putumayo, donde son los más grandes cultivadores. Sus productos son el comercio de pollo en canal y pollo en pie, dejando de un lado el cultivo de cerdos por restricciones de bioseguridad.

OPTIPOLLO, Tiene alrededor de 350.000 aves en todo el ciclo de cultivo, adjunto a él se encuentran granjas propias y granjas integradas, que proveen de granjas a la empresa para cultivar pollos. Esta tiene alrededor de 130 empleos de trabajo directos, la cual ha sido un gran apoyo para las familias del sur del Huila, ya que ha generado empleos durante sus 13 años de experiencia. En la actualidad, se encuentra en el desarrollo de dos galpones de ambiente controlado y automatizados totalmente, cada uno para 50.000 pollos lo cual permitirá crecer alrededor de 100.000 pollos. También tiene como objetivo, expandir su planta de sacrificio, así como también tiene previsto la planta rendering para procesar los subproductos que se dan en el proceso de sacrificio y generar la harina triple, la cual se vende a las empresas de concentrados para el procesamiento de alimentos para los animales; también tiene en desarrollo el proyecto de generar toda la energía a partir de energía solar para la granja principal ubicada en la vereda Llano grande vía a San Agustín.

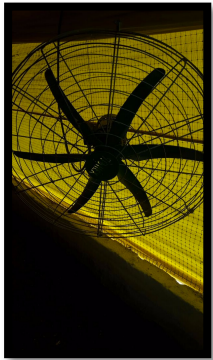
4.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA EMPRESA

Para realizar el reconocimiento de las instalaciones actuales, y lograr determinar cuál sería el galpón destinado a realizar el trabajo de acondicionamiento del proyecto de automatización para el control de temperatura, se verificó el estado actual de las instalaciones, la cantidad de equipos, además determinar el tamaño del área cultivable y la cantidad de aves en el galpón. Durante la visita a las unidades de producción, la médica veterinaria Doris Córdoba, fue la encargada de atendernos y guiarnos en la visita, además de permitir el acceso a la información que fuera necesaria para el desarrollo de este proyecto.

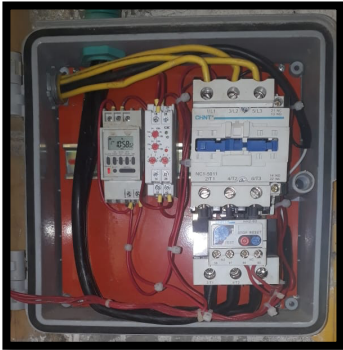
El galpón se encuentra en un grado de automatización medio, esto quiere decir, que algunas labores deben ser ejecutadas por el personal, tales como echar la comida en una tolva que por medio de un tornillo sinfín el cual reparte la comida por una

zona específica del galpón, el manejo de las cortinas es de forma manual a través del accionamiento de un malacate. Para el manejo de la temperatura el galpón cuenta con dos sistemas, el primero es una serie de ventiladores (16) los cuales son puestos en funcionamiento por el personal y el segundo es una serie de foggers los cuales deben ser accionados en ciertos días de la semana y con determinado tiempo, esta labor también es ejecutada por parte del personal encargado.

A continuación, se presentará un cuadro explicativo de los componentes presentes en el galpón a trabajar, teniendo en cuenta la cantidad y las características de cada uno de estos.

EQUIPO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Ventiladores	16	Motor de inducción trifásico Potencia: 2 kW Voltaje: 440 V RPM: 1135	 <i>Ilustración 10. Ficha técnica ventilador.</i>  <i>Ilustración 11. Ventilador.</i>

Bombas	1	Potencia: 0.75 HP Voltaje: 220 V Cantidad de Fogger: 144	 <i>Ilustración 12. Ficha técnica Bomba Foggers.</i>  <i>Ilustración 13. Bomba Foggers.</i>
Cortinas	2	Se encuentran ubicadas a lo largo del galpón por cada lado y tienen 150 m de largo	 <i>Ilustración 14. Exterior galpón.</i>  <i>Ilustración 15. Interior galpón.</i>

			 <i>Ilustración 16. Exterior galpón 2.</i>
Sistema de control de ventiladores			 <i>Ilustración 17. Exterior caja de control actual.</i>  <i>Ilustración 18. Interior cada de control actual.</i>

Motores comederos	3	Potencia: 0,75 W Voltaje: 230/400 V	 <i>Ilustración 19. Ficha técnica de motor de comederos.</i>
-------------------	---	--	--

Tabla 1. Equipos del galpón 7.

Fuente: autor.

En conversación con el veterinario de la empresa, los galponeros y el fiscal de granjas, quienes son los encargados de cuidar el pollo durante su proceso de crecimiento, nos cuentan que la zona con más calor durante la temporada de verano, es la zona central de este, ya que las aves tienden a correr hacia la sombra cuando entra el sol hasta el galpón, haciendo que se sature demasiado el metro cuadrado por pollo y reflejando un alza en la mortalidad.

En primera medida, se realizó una encuesta a la veterinaria, los galponeros y a el fiscal de granja, que están pendientes de la producción de la empresa en esta área, luego, se tomaron estas y se sacó un resultado final, logrando identificar las zonas en que más se amontona el pollo debido al calor que se produce por la temperatura ambiente del lugar y por la falta de viento. Este fue el principal motivo para determinar las zonas críticas del galpón, la variable principal a controlar y determinar el modo de operación del control a desarrollar.

Anexo A. Encuestas.

Anexo B. Resultado de las encuestas.

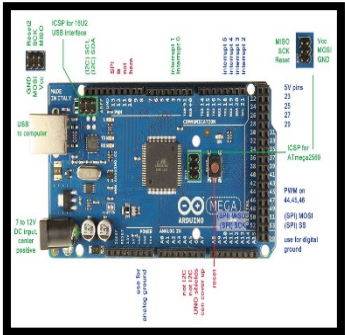
5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL REQUERIDOS PARA REGULAR LA TEMPERATURA

Para el desarrollo de este capítulo se efectuó un estudio de los productos que podrían hacer parte de la solución, ya que se realizó un estado del arte, posterior a ello se postularon los elementos posibles a implementar en dos cuadros comparativos, el primero enfocado en los controladores existentes en el mercado, el cual tiene en cuenta las características de funcionamiento, el ambiente de trabajo al que pueden estar expuestos, el nivel de protección, la imagen y el costo de cada componente, estos ítems son de suma importancia para tener un panorama claro de cual producto seleccionar, y el segundo enfocado a los elementos para la detección de la temperatura donde sus secciones son el rango de temperatura al que pueden operar, el nivel de protección, el ambiente al que puede ser expuesto, la imagen y el costo de cada postulado.

Como punto final en la selección de los elementos con el mayor grado de importancia a utilizar en el proyecto, se generaron dos matrices de evaluación de alternativas (), la primera tuvo en cuenta los siguientes requerimientos: compacta, fácil instalación, compatible con elementos del mercado, bajo costo, resistencia a la intemperie, exactitud de datos medidos, seguridad, fácil operatividad, mantenimiento simple, fácil transporte y vida útil. Cada uno de los requerimientos tiene un grado de importancia otorgado bajo la necesidad del cliente. La segunda tuvo en cuenta los siguientes requerimientos: fácil instalación, compatibilidad con el control de temperatura seleccionado, bajo costo, resistencia a la intemperie, exactitud de datos medidos, seguridad, fácil extensión al punto de ubicación y la vida útil, el grado de importancia también fue otorgado bajo la necesidad del cliente. Ambas matrices multiplican el grado de importancia de cada requerimiento con la calificación que tiene cada alternativa, estos valores se suman y arrojan una calificación en cada una es estas, la cual dicta cuál elemento será seleccionado.

5.1. COMPARACIÓN DE CONTROLES EXISTENTES EN EL MERCADO.

TABLA COMPARATIVA PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO					
IMAGEN	PRODUCTO	NIVEL DE PROTECCIÓN	AMBIENTES DE TRABAJO	CARACTERÍSTICAS	COSTO
 <i>Ilustración 20. PLC.</i>	PLC	Alto	Todos	Esta serie de PLC está diseñada para ofrecer a sus clientes alta flexibilidad, facilidad de programación y un alto rendimiento, existen gran variedad de tamaños desde PLC modulares (ultra pequeños), hasta los PLC grandes. Ofrece gran variedad de funciones, posee velocidad de 0,24 microsegundos por instrucción, dos ejes síncronos/interpolación de Arco, conectividad Ethernet, Web server, Multi-lazo de control de temperatura Y PID auto-ajustable.	1'036.909

 <i>Ilustración 21. Tarjeta DAQ.</i>	Tarjetas (DAQ):	Variable	variable	Acopla señales para medir algún fenómeno físico en particular, procesa las señales eléctricas de los sensores, son acoplables a diferentes tipos de interfaz vienen adecuadas para cada una en particular, son aplicables en la industria.	675,562
 <i>Ilustración 22. Arduino Mega.</i>	Arduino Mega	Variable	Variable	Es el microcontrolador más capaz de la familia Arduino. Posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa. Se puede relacionar con diferentes generadores de interfaz como lo es labview y puede ser monitoreado por conexiones IOT.	43.991

 <i>Ilustración 23. Controles TCAS y TCH.</i>	Controles serie TC4S Y TCH	Alto	TODOS	Pertenecen a la familia de controladores PID, cuentan con un display y ofrecen un excelente rendimiento y rentabilidad en el área industrial. Este tipo de controladores cuentan con una alta velocidad de muestreo a 100ms y una visualización en el display de $\pm 0,5\%$. El manejo de este tipo de dispositivos es relativamente sencillo y proporciona una buena visibilidad tanto en la fase de ajustes como en la fase de operación.	220.000
---	----------------------------	------	-------	---	---------

VARIABLE	Hace referencia a que el producto puede poseer la cualidad de aplicar en alta, media o baja. Esto va determinado según la instalación de algunos elementos que complementen al producto en general.
----------	---

Tabla 2. Comparación productos existentes en el mercado.

5.2. SELECCIÓN DEL CONTROL A IMPLEMENTAR

Tabla 3. Matriz de evaluación de alternativas ()

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS (PUGH)					
Requerimientos	VALOR	PLC DELTA	TARJETA DQ	ARDUINO MEGA	CONTROLES SERIE TC4S Y TCH
Compacta	3	+++	++	+	+++
Fácil instalación	3	+++	+	++	+++
Compatible con elementos en el mercado	3	+++	+	+++	+++
Bajo costo	2	++	++	+++	+++
Resistencia a la intemperie	2	++	++	+	++
Exactitud de datos medidos	2	+++	++	++	+++
Seguridad	3	+++	++	++	+++
Fácil operabilidad	2	++	++	+++	+++
Mantenimiento simple	2	+	+	+	++
Fácil transporte	2	+++	++	+++	+++
Vida útil	3	+++	+++	++	+++
Sumatoria		71	49	56	77
0-malo	Basados en el resultado arrojado por la matriz Pugh se logra determinar que el control a utilizar es el controlador TC4S, dentro de sus características más importantes se encuentra el fácil mantenimiento y operatividad, ya que posee un manual de instrucciones sencillo de interpretar, junto con el bajo costo de adquisición				
+ - Regular					
++ - Bueno					
+++ - Muy bueno					

5.1.COMPARACIÓN DE LOS SENSORES DE INSTRUMENTACIÓN

TABLA COMPARATIVA DE SENSORES DE INSTRUMENTACIÓN.						
IMAGEN	PRODUCTO	RANGO DE TEMPERATURA	NIVEL DE PROTECCIÓN	AMBIENTES DE TRABAJO	CARACTERÍSTICAS	COSTO
 <i>Ilustración 24. DS18B20.</i>	DS18B20	-55 a 125 °C	ALTO	Todos	Puede medir temperaturas de hasta 125 °C, cuenta con un sellado en un envoltorio que permite sumergirlo en un líquido o protegerlo de ambientes donde se presente suciedad, polvo, etc. Cuenta con una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ con una resolución de 12 bits. El rango de funcionamiento es de 3 a 5V.	10000

 <i>Ilustración 25. Pt100WTR110.</i>	Pt100 WTR 110	-50 a 400°C	ALTO	TODOS	Este tipo de sensor cuenta con una rosca de sujeción. Posee la normatividad DIN 43763. Posee una precisión alta y está constituido por 3 hilos y tiene como tipo de protección IP 54 o 69,	266,826
 <i>Ilustración 26. Pt100WRT140.</i>	Pt100 WRT 140	-50 a 400°C	ALTO	Industria alimentaria	Este tipo de sensores son utilizados en la industria alimentaria ya que cuentan con una carcasa en acero inoxidable adecuado para este tipo de ambientes.	576,92

 <i>Ilustración 27. WTR 130.</i>	WTR 130	-50 a 400°C	ALTO	Tuberías o recipientes	No posee roscas de sujeción para conexión a procesos. Sus materiales son aluminio y acero inoxidable, el termómetro de resistencia WRT 130 se adapta especialmente para medir temperatura de medios en recipientes o tuberías.	266,826
 <i>Ilustración 28. PCE-IR 50.</i>	PCE-IR 50	0 a 500°C	MEDIO	Todos	Este tipo de sensor cuenta con un sistema de medición sin contacto sencillo y rápido. Este puede integrarse a cualquier sistema de control, como pueden ser procesos de producción o el control de instalaciones eléctricas.	215,000

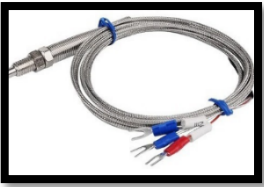
 <i>Ilustración 29. Termocúpula tipo J o K.</i>	TERMO CUPLA TIPO J ó K.	0 a 600°C	ALTO	Todos	Este tipo de termocupla , esta basada en la generación de una fuerza electromotriz producida por la unión de dos metales conductores distintos que están sometidos a temperatura, siendo el valor de esta fuerza proporcional a esta. Ideal para ser expuesto en todos los ambiente,	13000
---	----------------------------------	-----------	------	-------	--	-------

Tabla 4. Comparación de sensores de instrumentación.

5.2. SELECCIÓN DEL SENSOR A IMPLEMENTAR.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS (PUGH)							
Requerimientos	VALOR	DS18B20	Pt100 WTR 110	Pt100 WRT 140	WTR 130	PCE-IR 50	TERMOCUPLA TIPO J o K.
Fácil instalación	3	++	++	++	++	++	+++
Compatible con el control de temperatura.	3	+	+	++	++	+	+++
Bajo costo	3	+++	++	+	++	++	+++
Resistencia a la intemperie	3	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Exactitud de datos medidos	2	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Seguridad	3	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Fácil extensión	2	++	++	++	++	++	+++
Vida útil	3	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Sumatoria		55	52	52	55	52	66
0-malo	Basados en el resultado arrojado por la matriz Pugh se logra determinar que el sensor a implementar es la Termocúpla tipo J ya que posee características necesarias distintivas de las otras alternativas para ser implementada, como lo es la fácil instalación, la compatibilidad con el control seleccionado en la tabla 3, fácil extensión lo cual le permite ser instalado en cualquier parte del galpón.						
+ - Regular							
++ - Bueno							
+++ - Muy bueno							

Tabla 5. Matriz de evaluación de alternativas (PUGH).

5.3. ELEMENTOS DEL CONTROL DE TEMPERATURA A IMPLEMENTAR.

Respecto a los demás componentes fueron escogidos a criterio de los autores ya que algunos de éstos estaban como material dispuesto por parte de la empresa como lo fueron contactores, relé, disyuntores, breakers, cableado, temporizadores y que poseían las cualidades óptimas para ser implementados. Por otro lado se adquirieron los leds destinados para cada elemento a controlar, junto con los seccionadores de multitas para habilitar o deshabilitar el funcionamiento de los foggers y el motor de la cortina, ya que el cliente comunicó esta necesidad gracias a que el pollo en su etapa de inicio de crecimiento necesita de la correcta manipulación de las cortinas y ventiladores, a partir de la cuarta semana se necesita mantener la cortina abajo junto con el accionamiento de los ventiladores y los foggers en ciertas horas de algunos días en la semana, con un periodo de operación de cinco minutos aproximadamente.

 <i>Ilustración 30. Transformador de 440 VAC a 220 V.</i>	TRANSFORMADOR 440VAC- 220VAC Cantidad 1	Este elemento fue seleccionado ya que era necesario manejar ambos voltajes para el sistema de control
 <i>Ilustración 31. Disyuntor LS C4.</i>	DISYUNTOR LS C4 Cantidad 1	Este elemento fue seleccionado para la protección de los instrumentos de control.

 <i>Ilustración 32. Relevo de pines redondos EBCHQ 4800.</i>	Relevo de pines redondos EBCHQ 4800 Cantidad 1	Este relevo fue seleccionado para recibir las señales generadas por el control TC4s y enviarlas como orden de accionamiento a las bobinas de los contactores.
 <i>Ilustración 33. Conectores CHNT NTC1 1810 y NTC1 2510.</i>	Conectores CHNT NTC1 1810 Y NTC1 2510 Cantidad: (1810) 3 y (2510) 1	Estos contactores estaban dispuestos por parte de la empresa, tienen como función accionar los ventiladores, el motor de la cortina y la bomba de los foggers, a través de sus contactos. El contactor (2510) de los ventiladores es de mayor resistencia ya que estos trabajan a 440 VAC.
 <i>Ilustración 34. Temporizador CHNT.</i>	TEMPORIZADOR CHNT Cantidad: 2	Este tipo de temporizador tiene la posibilidad de agregar hasta ocho programas de operación, para el desarrollo de este proyecto fueron configurados de tal manera que las cortinas tengan un tiempo de accionamiento de siete segundos en ambos sentidos de giro y para la bomba de los foggers se le otorgó un lapso de funcionamiento de cinco minutos.

 <i>Ilustración 35. Controlador de temperatura TC4S.</i>	CONTROLES SERIE TC4S Y TCH Cantidad 2	Las características de este controlador están descritas en la tabla 1
 <i>Ilustración 36. Leds verdes.</i>	LEDS Cantidad 3	La función de estos elementos es informar de manera visual si están en operación los ventiladores, los foggers y la cortina.
 <i>Ilustración 37. Muletillas ON-OFF.</i>	SELECCIONADOR DE MULETILLA Cantidad 3	Estos seleccionadores tienen como función habilitar o deshabilitar la cortina y la bomba de los foggers.

 <i>Ilustración 38. Termocúpla tipo J.</i>	TERMOCUPLA TIPO J Cantidad 1	Las características de esta Termocúpla se encuentran en la tabla 4.
 <i>Ilustración 39. Caja de protección Kowet.</i>	CAJA DE PROTECCIÓN KOWET Cantidad 1	Esta caja cumple con la función de proteger todos los elementos del montaje, ya que cumple con el grado de protección IP ideal para ser expuesta en ambientes donde es necesaria la resistencia al polvo y salpicadura de agua.
 <i>Ilustración 40. Cable flexible PVC 600 V.</i>	CABLE FLEXIBLE PVC 600V	Este cable estaba dispuesto por parte de la empresa, ideal para trabajos industriales, es resistente y su manipulación es bastante sencilla.

6. GENERACIÓN DE LA INTERFAZ PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA EL GALPÓN.

6.1. PLANO DEL CONTROL DE TEMPERATURA IMPLEMENTADO

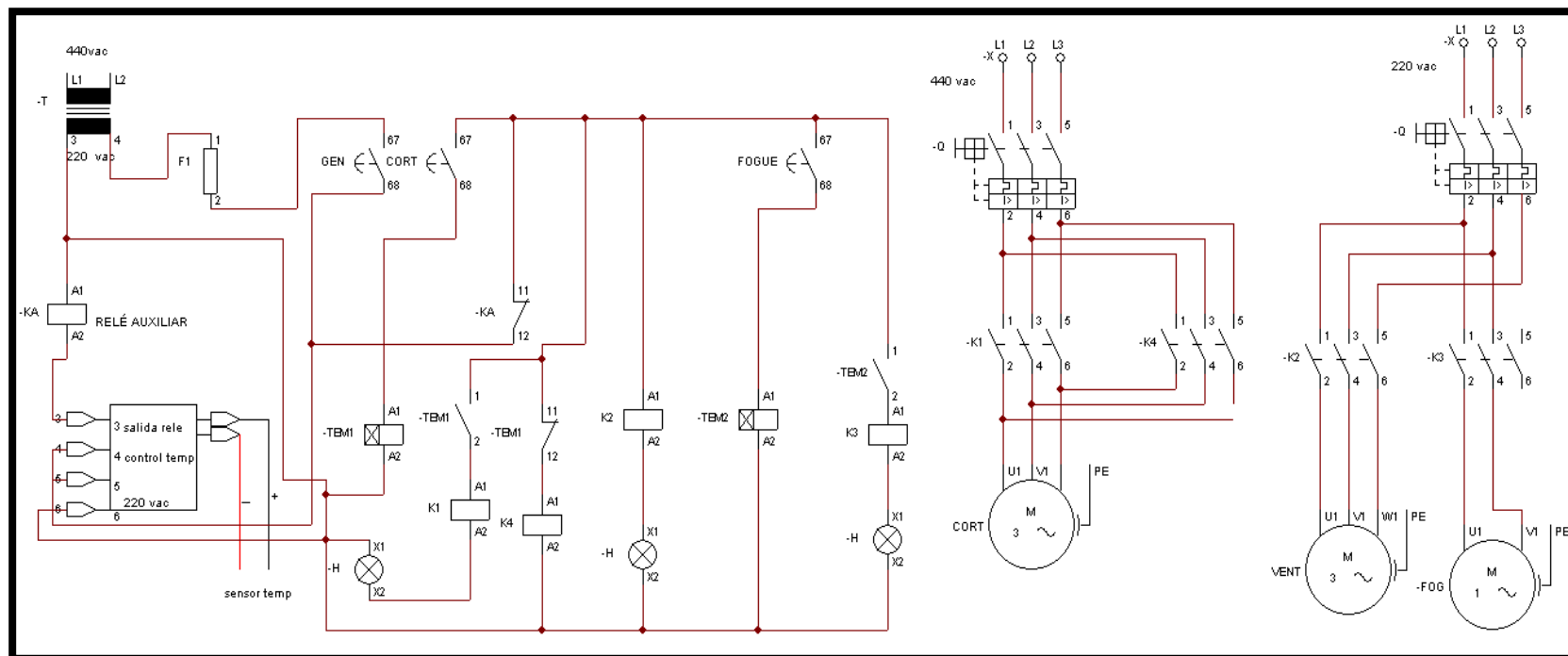


Ilustración 41. Plano de control de temperatura implementado, elaborado en CADE SIMU.

6.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.

Para el desarrollo físico del control a ser implementado, se hizo necesario la instalación de un transformador de 440 VAC-220VAC, ya que los ventiladores trabajan a 440 V y la bomba de los foggers junto con el motor de la cortina trabajan a 220 V.

El galpón ya contaba con los breakers de protección a 440 V para los elementos de potencia en caso de generarse algún corto circuito o sobrecarga en el sistema, posterior a ello se instaló un disyuntor para la protección de los elementos de control con capacidad de 220 V. Se instalaron tres selectores de muletilla, el primero (GEN) es el encargado de accionar el funcionamiento del control de temperatura TC4s, el segundo es el encargado de accionar el motor de la cortina la razón de la instalación de este segundo seccionador de muletilla es descrita anteriormente (página 26, párrafo 1) y el tercero es el encargado de accionar la bomba de los foggers.

Para el accionamiento de los motores se instalaron cuatro contactores, el primero (K1) es el encargado de accionar el motor de la cortina para bajarla en un lapso aproximado de 7 segundos, este recibe las señales de orden por parte de un temporizador (TEMP1), el segundo (K2) tiene como tarea el accionamiento de los ventiladores, este contactor es de capacidad mayor en comparación con los otros tres ya que los ventiladores requieren trabajar a 440 VAC, el tercero (K3) se encarga del accionamiento de los foggers en un lapso de cinco a siete minutos en ciertos días de la semana, este contactor también recibe las señales de otro temporizador (TEMP2) y el cuarto (K4) es el encargado de accionar el motor de la cortina en sentido de giro contrario para subir la cortina, este también recibe las señales del (TEMP1) para tener un periodo de accionamiento de 7 segundos.

Modo de operación: El sensor envía una señal al control de temperatura TC4s, este interpreta la señal y refleja el valor de la temperatura en el display principal, de acuerdo al set point que se imponga para reflejar la temperatura límite a la que pueden estar expuestas las aves el controlador TC4s envía la señal de accionamiento al relevo auxiliar (KA) el cual se encarga de compartir las señales de accionamiento a todas las bobinas de los elementos controladores (temporizadores, contactores).

6.2. INTERFAZ MONTAJE LABVIEW VISUALIZACIÓN TIEMPO REAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA

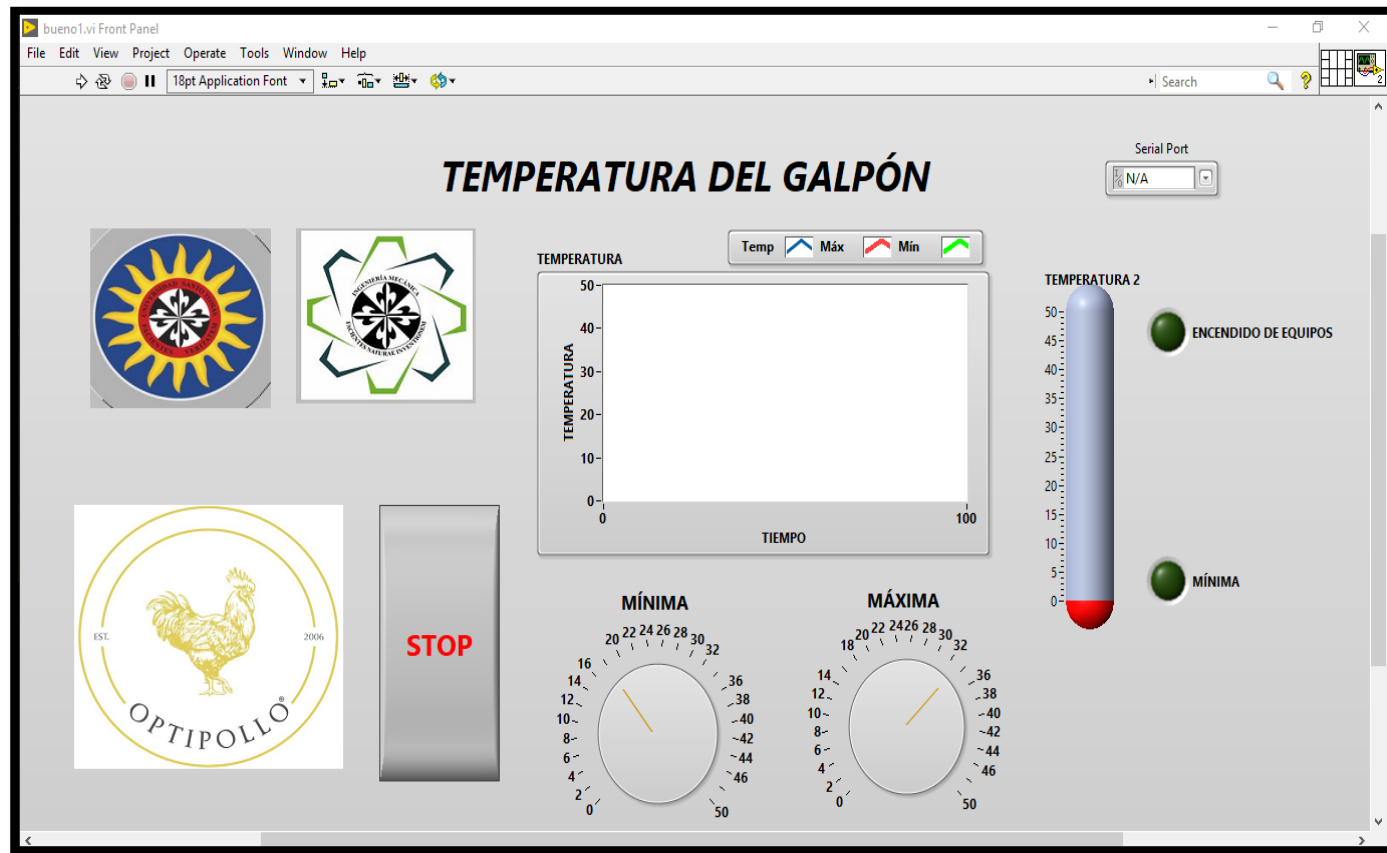


Ilustración 42. Panel frontal interfaz gráfica.

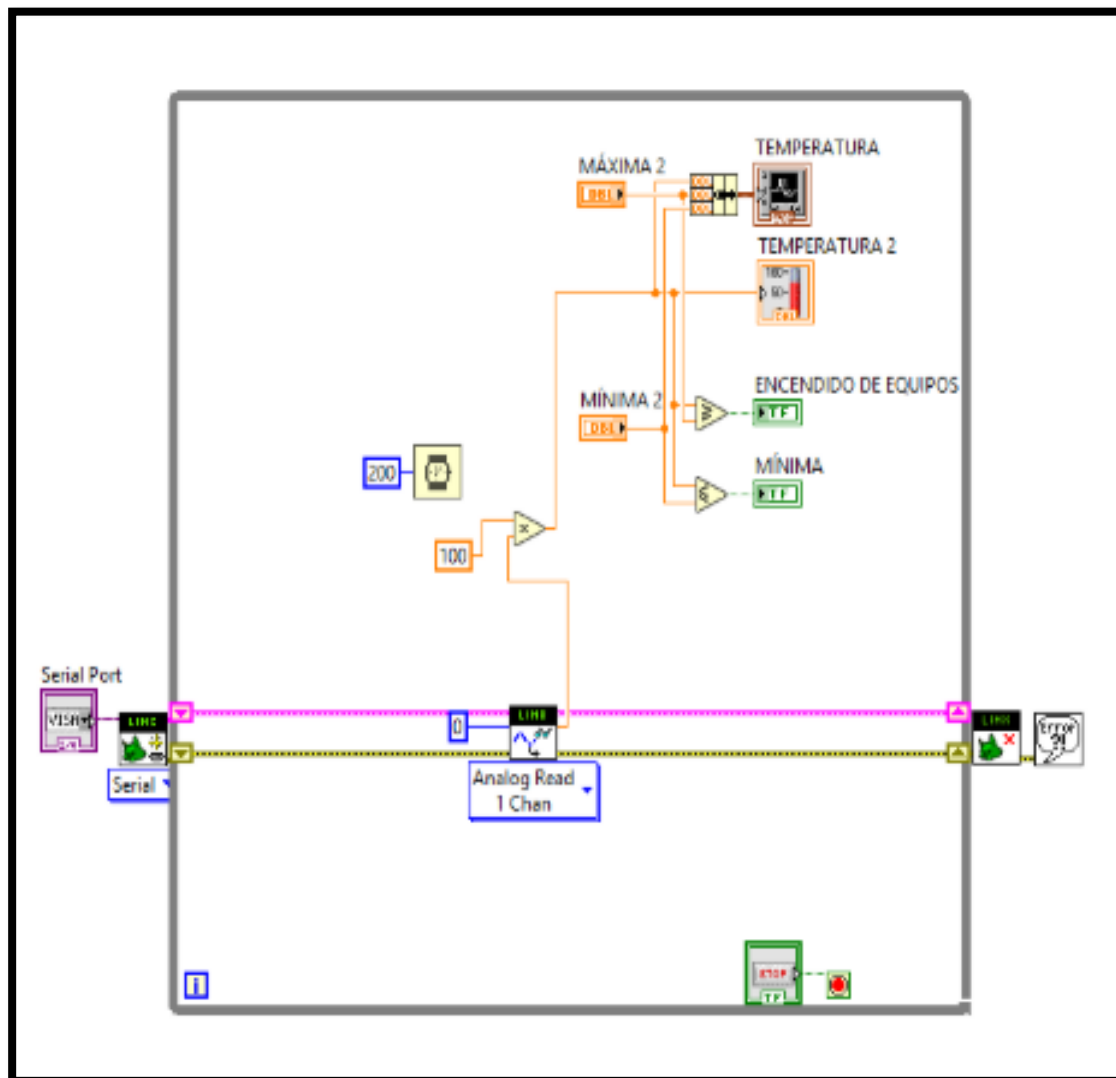


Ilustración 43. Diagrama de bloques interfaz gráfica.

6.2.1. DESCRIPCIÓN INTERFAZ MONTAJE LABVIEW VISUALIZACIÓN TIEMPO REAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA

La finalidad de este montaje a través del programa LabVIEW 2017 es dar a conocer al usuario de manera gráfica el comportamiento de la variable temperatura, este montaje interpreta las señales del sensor de temperatura tipo J a través de la tarjeta Arduino mega, posterior a ello refleja el valor en las gráficas donde es comparada en tiempo real con el set point impuesto en el controlador TC4s, logrando dar a conocer el momento en que los controladores son puestos en funcionamiento a través del encendido de un led (encendido de equipos).

7. VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA DESARROLLADO, POR PRUEBAS DE CAMPO.

La instalación se llevó acabo en la granja ubicada en la vereda Llano Grande de Pitalito, en el galpón número7.

La instalación contó con la ayuda de un Técnico eléctrico que fue puesto a nuestra disposición por parte de la empresa, ya que no dejan que personas ajenas a la compañía, realicen cambios sin que el personal autorizado esté presente.

El trabajo se desarrolló mediante las siguientes etapas:

1. Permisos de ingreso y traslado de equipo: por medio de una autorización escrita, la empresa OPTIPOLLO permite la entrada a la granja a los líderes del proyecto, los estudiantes Sergio Andrés Coy Sierra y Edwin Alejandro Daza Leguizamón y el ingreso de los equipos hasta el galpón número 7.

Anexo C. Permiso de entrada.

2. Instalación locativa y eléctrica por parte del técnico de la empresa y con supervisión de los líderes del proyecto.
3. Establecer la temperatura máxima y mínima, identificada en el resultado de la encuesta realizada al personal de la granja, las cuales fueron 33 °C y 18 °C, respectivamente.
4. Configurar la temperatura máxima en el control realizado; la configuración de esta variable trae consigo la orden de accionamiento a los equipos del sistema de control de temperatura desarrollado. A continuación, se verifican las ordenes de acción de cada equipo:

a. Moto reductor:

- i. Acción 1. Subir cortinas: Se aplica hielo a la Termocúpla para bajar la variable de temperatura y automáticamente accionar el sistema.
- ii. Acción 2. Bajar cortinas: Se calienta la Termocúpla para subir la variable de temperatura y automáticamente accionar el sistema.



Ilustración 44. Moto reductor instalado.

b. Ventiladores:

- i. Acción 1. Encendido: Se calienta la Termocúpla para subir la variable de temperatura y dar el encendido del sistema.
- ii. Acción 2. Apagado: Se aplica hielo a la Termocúpla para bajar la variable de temperatura y automáticamente dar el apagado del sistema.



Ilustración 45. Ventilador controlado.

c. Bomba de foggers:

- i. Acción 1: Se enciende después de las 5 semanas alrededor de 5 a 7 minutos después de las 11 a.m. hasta las 2:30 p.m.



Ilustración 46. Bomba Foggers controlada.



Ilustración 47. Fogger.

2. Validación preliminar del sistema: Una vez validado lo anteriormente descrito, se da una aprobación temporal del sistema de control de temperatura desarrollado. Sin embargo, es necesario tomar un período de prueba prolongado.
3. Periodo de prueba prolongado: Se lleva a 12 días la prueba del control, este tiempo estipulado se debe a la necesidad de observar el desempeño del control con las temperaturas dadas por el clima en esta zona geográfica.

Durante este tiempo se observaron resultados satisfactorios para el proceso, ya que las temperaturas de los días cambiaron.

4. A continuación, ver registro fotográfico de todo el proceso de validación del sistema de control de temperatura desarrollado:



Ilustración 48. Control automático instalado desactivado.



Ilustración 49. Control automático instalado activado.

8. CONCLUSIONES

- Se identificaron las condiciones del galpón previas a la instalación del control de temperatura este proceso fue indispensable para establecer los requerimientos necesarios de este último para la correcta manipulación de los equipos que operan dentro del área a trabajar.
- Se estableció un estado del arte que permitió la postulación de posibles alternativas de elementos de instrumentación y control que fueron comparados en sus características por medio de un cuadro el cual brindó la información pertinente para evaluarlos mediante una matriz Pugh, a partir de los resultados obtenidos en esta se realizó la selección final, estos elementos fueron implementados en la elaboración del control y del sensor de temperatura; los demás elementos que cumplían con los criterios para la instalación fueron dispuestos por parte de la empresa.
- Se diseñó un plano de potencia y control que permitió el desarrollo de la instalación física para regular la temperatura del galpón, esto se complementó con una interfaz creada con el programa Labview que posibilitó la visualización en tiempo real del comportamiento de la variable a controlar.
- Se realizó una inspección técnica dentro del galpón para evidenciar los dispositivos y equipos relacionados directamente con la temperatura, y que se puedan controlar para lograr cumplir los requerimientos del cliente. También se tuvieron en cuenta las instalaciones del área de cría del pollo, la calidad del ambiente y las condiciones de bioseguridad.
- Se validó el sistema de temperatura a partir del forzado en el alza de la misma donde se evaluó el adecuado funcionamiento del control instalado, además posterior a esto se dio un periodo de prueba de 12 días donde el control se desempeñó en condiciones ambientales cambiantes con adecuado funcionamiento.
- Finalizó el desarrollo del sistema de control de temperatura, se facilitó el funcionamiento operativo del galponero lo que dio respuesta a las necesidades referidas por los trabajadores previamente encuestados.
- La implementación del control de temperatura permitió dar manejo a variables asociadas a las condiciones climáticas cambiantes de la

región que afectan en la producción avícola y las condiciones de trabajo del galponero.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Y. Sierra gonzales and Optipollo, "Segundo informe," 2018, p. 1.
- [2] S. Y. Coy Sierra and Optipollo, "Primer informe," 2018, p. 1.
- [3] "Cómo va la industria avícola en Colombia." [Online]. Available: <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/como-va-la-industria-avicola-en-colombia/242959>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [4] "Manejo de temperatura ambiental y calidad de aire, su influencia en líneas de pollo de engorde: Una revisión - Engormix." [Online]. Available: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/manejo-temperatura-ambiental-calidad-t31776.htm>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [5] "CLIMATIZACIÓN ÓPTIMA DE NAVES PARA PONEDORAS - Avicultura.com." [Online]. Available: <http://www.avicultura.com/2018/08/15/climatizacion-optima-de-naves-para-ponedoras/>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [6] INSTRUMENTOS NACIONALES. (2018) ¿Qué es Adquisición de Datos? - Instrumentos Nacionales. Obtenido de <https://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>.
- [7] "¿Qué es un PLC y para qué sirve? – Intrave.com Industrial Automation." [Online]. Available: <https://intrave.wordpress.com/2015/02/20/para-que-sirve-un-plc/>. [Accessed: 25-Sep-2018].
- [8] "PLC Delta - Varitel Ingeniería Electrónica S.A." [Online]. Available: http://www.varitel.com/html/plc_delta_electronics_.html. [Accessed: 19-Sep-2018].
- [9] H. ; Por and R. Cobo, "EL ABC DE LA AUTOMATIZACION."
- [10] "Arduino Mega 2560 R3 ~ Arduino.cl." [Online]. Available: <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>. [Accessed: 19-Sep-2018].
- [11] S. DE Foggers Y Su Aplicación En Galpones Para Aves, "CONCEPTOS BASICOS."
- [12] "La temperatura, esencial para el rendimiento en granjas avícolas - Agrinews."
- [13] Diccionario del español jurídico - Real Academia Española. (2019). *Definición de interfaz - Diccionario del español jurídico - RAE*. [online] Available at: <https://dej.rae.es/lema/interfaz> [Accessed 1 Sep. 2019].
- [14] "ViperTouch. El ordenador flexible de clima y producción para su granja avícola - PDF." [Online]. Available: <https://docplayer.es/74710142-Vipertouch-el-ordenador-flexible-de-clima-y-produccion-para-su-granja-avicola.html>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [15] "Naves para pollos de engorde - Silos Córdoba." [Online]. Available: <https://siloscordoba.com/es/productos/naves/avicolas/naves-de-pollos-de-engorde-llave-en-mano/>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [16] "Sistema de ventilación de túnel - Airphex." [Online]. Available: <http://www.alphex.com.co/index.php/en/poultry-farming/tunnel-ventilation->

system-airphex. [Accessed: 19-Sep-2018].

- [17] Es.omega.com. (2019). *Sensor de temperatura*. [online] Available at: <https://es.omega.com/prodinfo/medicion-temperatura.html> [Accessed 2 Jun. 2019].

10.LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Encuestas.	16
Anexo B. Resultado de las encuestas.	16
Anexo C. Permiso de entrada.....	35

11. ANEXOS

Anexo A. Encuestas.

ENCUESTA

NOMBRE: *William Castañeda*

EMPRESA: *OptiPollo*

CARGO: *mantenimiento*

Esta encuesta se realiza con fines educativos y de investigación.

BODEGA	11	12	21	22	31	32	41	42
	13	14	23	24	33	34	43	44
	51	52	61	62	71	72	81	82
	53	54	63	64	73	74	83	84



Imagen 1. Diagrama del galpón.

Teniendo en cuenta la máxima temperatura del galpón en un día soleado y la Imagen 1, basada en la posición en que está el galpón número 13, responda:

- ¿cuáles son las zonas más críticas?

Ilustración 50. Encuesta 1.

2. ¿en qué zonas se concentra el pollo?

11-12 - 41-42

3. ¿cuál es el rango de temperaturas "máxima y mínima" de toda la crianza del pollo?

33.3 y 22.5

4. Describa el manejo de la temperatura del pollo desde el primer día hasta el último.

33, grados seresebe y de las mañanaz ay que
regula los 15 primero días 33; a 27 grados
y de no de la 16 temperatura rebuda de un promedio
de 27. a 20

5. Describa en qué momento encienden los Foggers.

los mas recomendable es de

las 10 AM asta 5 de la tarde

Ilustración 51. Respaldo encuesta 1.

ENCUESTA

NOMBRE: Enrique Hales
 EMPRESA: OPTIPOLLO
 CARGO: fiscal de granja

Esta encuesta se realiza con fines educativos y de investigación.

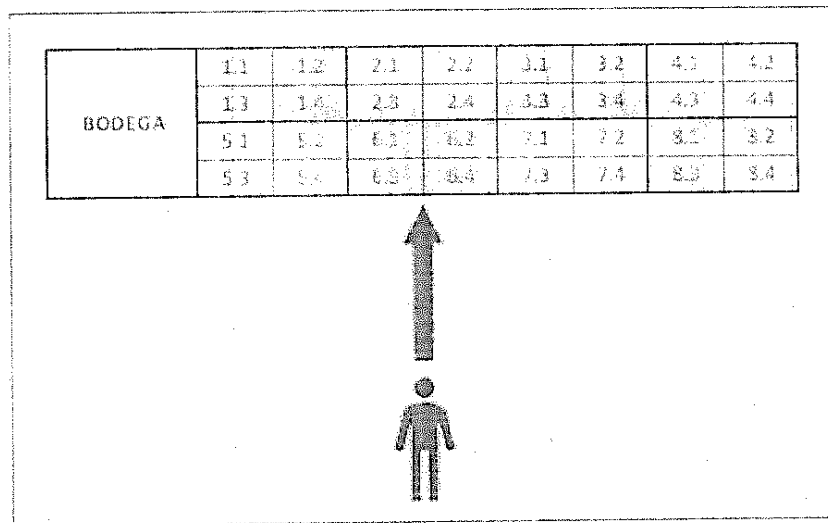


Imagen 1. Diagrama del galpón.

Teniendo en cuenta la máxima temperatura del galpón en un día soleado y la Imagen 1, basada en la posición en que está el galpón número 13, responda:

1. ¿cuáles son las zonas más críticas?

7.1- 7.2- 7.3- 7.4- 4.4- 8.2 8.4

2. ¿en qué zonas se concentra el pollo?

4,7-4,2-4,3-4,4-8,7-8,2
8,3-8,4

3. ¿cuál es el rango de temperaturas "máxima y mínima" de toda la crianza del pollo?

32 °C máxima 18 °C mínima

4. Describa el manejo de la temperatura del pollo desde el primer día hasta el último.

día 1 a día 7 32 °C 8 a día 14 30, 28 °C

día 15 a 21 28, a 26 °C día 22 esta finalisar - 20 °C

5. Describa en qué momento encienden los Foggers.

día 28 apartir de LOS 30 °C de calor

Ilustración 53. Respaldo encuesta 2.

ENCUESTA

NOMBRE: Giovany Hurtado Moreno
 EMPRESA: Granja Auscola Optipollo
 CARGO: Operario de Galpon

Esta encuesta se realiza con fines educativos y de investigación.

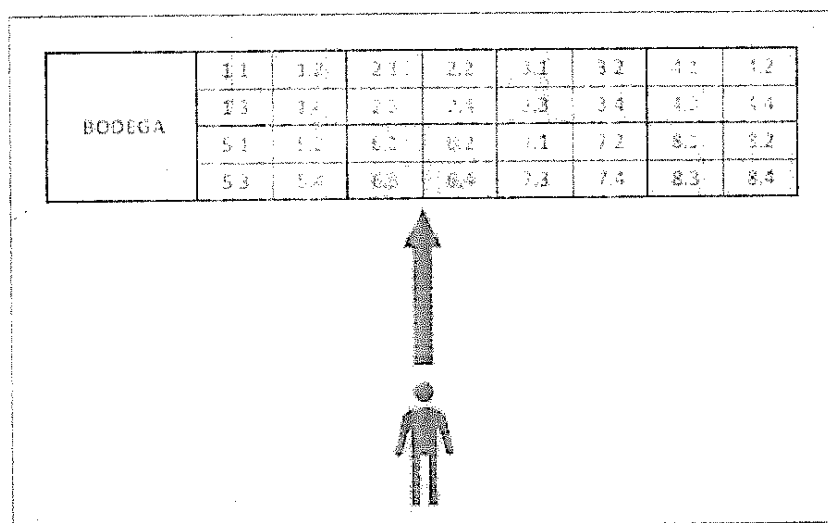


Imagen 1. Diagrama del galpón.

Teniendo en cuenta la máxima temperatura del galpón en un día soleado y la Imagen 1, basada en la posición en que está el galpón número 13, responda:

1. ¿cuáles son las zonas más críticas?

1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4

2. ¿En qué zonas se concentra el pollo?

4.1-4.2-4.3-4.4
8.1-8.2-8.3-8.4

3. ¿Cuál es el rango de temperaturas "máxima y mínima" de toda la crianza del pollo?

La máxima 32°C y la mínima 20°C

4. Describa el manejo de la temperatura del pollo desde el primer día hasta el último.

Desde el primer día hasta el 8 la máxima 32°C y la mínima 30°C y a partir del día 9 al 14 la máxima 30°C y la mínima 28°C y del 15 al 45 de vida de 20°C máxima y mínima 16°C

5. Describa en qué momento encienden los Foggers.

A partir de los 28 días en adelante dependiendo de los climas que presente el día en términos de calor se activan los foggers por 4 minutos y se apagan durante una hora para evitar problemas de humedad en el galpón.

Ilustración 55. Respaldo encuesta 3.

ENCUESTA

NOMBRE: Duvan Antonio Miles

EMPRESA: OPTI POLLO

CARGO: operario

Esta encuesta se realiza con fines educativos y de investigación.

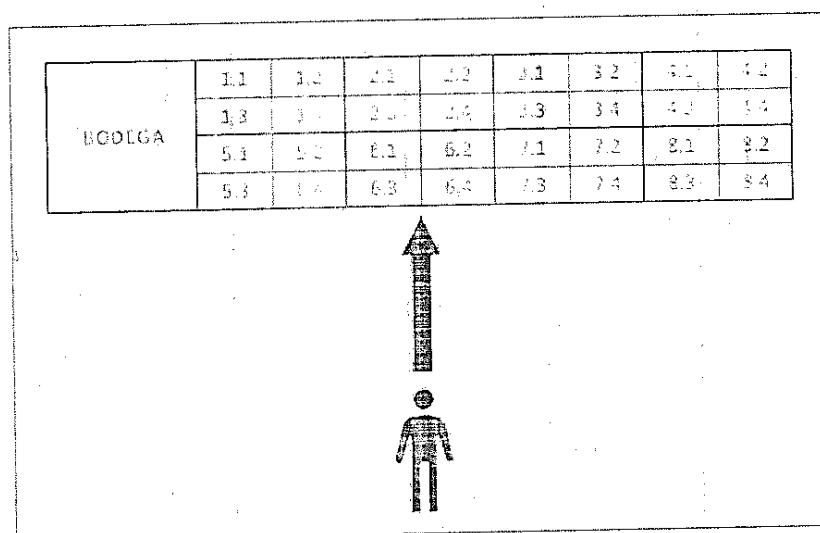


Imagen 1. Diagrama del galpón.

Teniendo en cuenta la máxima temperatura del galpón en un día soleado y la Imagen 1, basada en la posición en que está el galpón número 13, responda:

1. ¿cuáles son las zonas más críticas?

5.2. en el centro
 6.2 es la mayor
 2.4 con concentración de
 7.2. calor.
 3.4.
 8.2.

2. ¿en qué zonas se concentra el pollo?

en la zona de los
bentikadores.

3. ¿cuál es el rango de temperaturas "máxima y mínima" de toda la crianza del pollo?

Son maxima: 32

minima: 27

4. Describa el manejo de la temperatura del pollo desde el primer día hasta el último.

1. día. 31. 32

4 al 6. día: 30. 29

6. al 12: 29. 28

13. hasta finalizar 26. 27

5. Describa en qué momento encienden los Foggers.

coando el pollo sobrepasa
una temperatura mayor de
30. o 31 grado
de los 40 dias en adelante.

Ilustración 57. Respaldo encuesta 4.

ENCUESTA

NOMBRE: *Doris Córdoba Gómez*

EMPRESA: *Optipollo*

CARGO: *Médica Veterinaria*

Esta encuesta se realiza con fines educativos y de investigación.

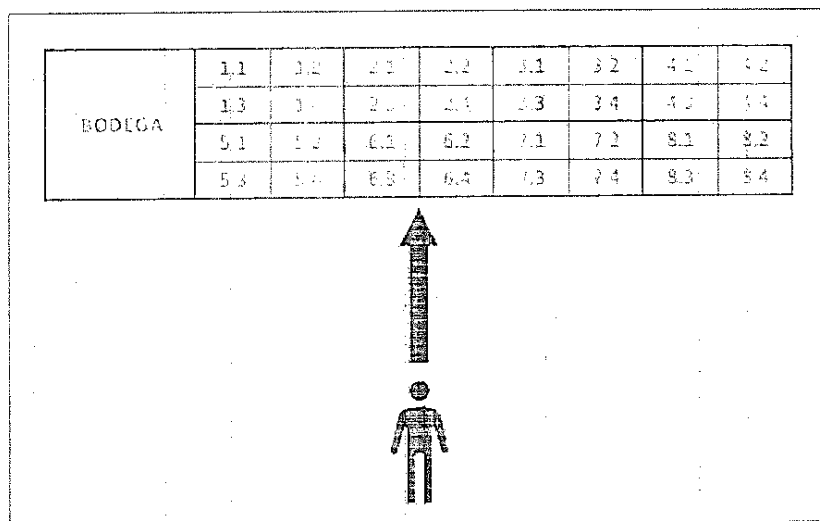


Imagen 1. Diagrama del galpón.

Teniendo en cuenta la máxima temperatura del galpón en un día soleado y la Imagen 1, basada en la posición en que está el galpón número 13, responda:

1. ¿cuáles son las zonas más críticas?

- Depende de edad, temperatura ambiental y época del año*
- Zona crítica después de 4 semana
 - por calor 7.1 - 7.3 - 5.1 - 5.3 - 4.2 - 8.4
 - por corriente de aire 4.4 - 8.2
 - por rayo de sol y ausencia de ventilación (5.3 - 5.4 - 6.3 - 6.4 - 7.3 - 7.4 - 8.3 - 8.4)

2. ¿en qué zonas se concentra el pollo?

En la mayoría de tiempo hacia la zona centro y más hacia el área donde está la Ventilación

3. ¿cuál es el rango de temperaturas "máxima y mínima" de toda la crianza del pollo?

Máx: 33
Mín: 78

4. Describa el manejo de la temperatura del pollo desde el primer día hasta el último.

Día 1	(31-33 °C)
2-3	(30-32 ")
4-5	(29-31 ")
6-7	(28-30 ")
8-10	(27 ")
11-20	(26 ")
21-35	(25 ")
>35	(24 ")

5. Describa en qué momento encienden los Foggers.

Después de 5 semana y cuando el calor supera los 33 °C, se enciende durante 5-a 7 mn. descargas de agua cada hora desde las 7 am a 2:30 pm. en promedio

Ilustración 59. Respaldo encuesta 5.

Anexo B. Resultados de las encuestas.

¿CUÁLES SON LAS ZONAS MÁS CRÍTICAS?		UNIFICACIÓN
1.		Por calor: 1.1, 1.3, 5.1, 5.3, 4.2 y 8.4.
2.	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 4.8, 8.2 y 8.4	Por corriente de aire: 4.4 y 8.2. Por sol y ausencia de ventilación: 5.3, 5.4, 6.3, 6.4, 7.3, 7.4, 8.3 y 8.4
3.	1.1, 1.2, 1.3 y 1.4	
4.	5.2, 6.2, 7.2, 7.3, 7.4 y 8.2	
5.	Por calor: 1.1, 1.3, 5.1, 5.3, 4.2 y 8.4. Por corriente de aire: 4.4 y 8.2. Por sol y ausencia de ventilación: 5.3, 5.4, 6.3, 6.4, 7.3, 7.4, 8.3 y 8.4	
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		
21.		
22.		
23.		
24.		
25.		
26.		
27.		
28.		
29.		
30.		
31.		
32.		
33.		
34.		
35.		
36.		
37.		
38.		
39.		
40.		
41.		
42.		
43.		
44.		
45.		
46.		
47.		
48.		
49.		
50.		
51.		
52.		
53.		
54.		
55.		
56.		
57.		
58.		
59.		
60.		
61.		
62.		
63.		
64.		
65.		
66.		
67.		
68.		
69.		
70.		
71.		
72.		
73.		
74.		
75.		
76.		
77.		
78.		
79.		
80.		
81.		
82.		
83.		
84.		
85.		
86.		
87.		
88.		
89.		
90.		
91.		
92.		
93.		
94.		
95.		
96.		
97.		
98.		
99.		
100.		

Ilustración 60. Resultado encuestas.

Anexo C. Permiso de entrada.

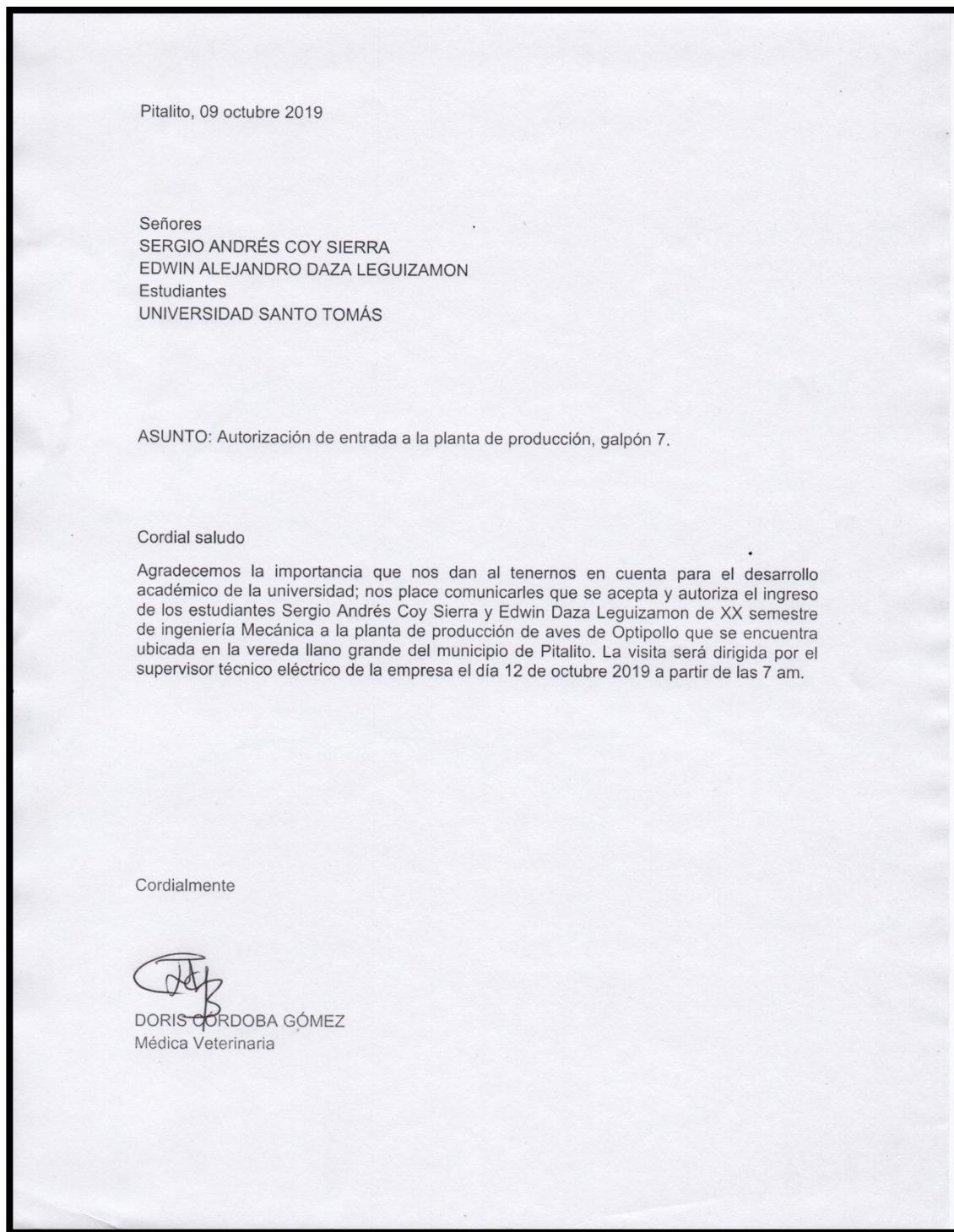


Ilustración 61. Permiso de entrada.