



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

Tema:

**SISTEMA IOT DE MONITOREO Y CONTROL APLICADO A LA
NUTRICIÓN EN LA CUYICULTURA**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero en Telecomunicaciones

ÁREA: Electrónica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la información y Sistemas de control

AUTOR: Francisco Avelino Freire Barreno

TUTOR: Dr. Jaime Rodrigo Guilcapi Mosquera, Mg.

Ambato – Ecuador

agosto - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: SISTEMA IOT DE MONITOREO Y CONTROL APLICADO A LA NUTRICIÓN EN LA CUYICULTURA, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Francisco Avelino Freire Barreno, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del respectivo instructivo del reglamento referido.

Ambato, agosto 2023.

Dr. Jaime Rodrigo Guilcapi Mosquera, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación titulado: SISTEMA IOT DE MONITOREO Y CONTROL APLICADO A LA NUTRICIÓN EN LA CUYICULTURA es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2023.



Francisco Avelino Freire Barreno

C.C. 1805422050

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que reproduzca total o parcialmente este Trabajo de Titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto 2023.



Francisco Avelino Freire Barreno

C.C. 1805422050

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Francisco Avelino Freire Barreno, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la modalidad Proyecto de Investigación titulado SISTEMA IOT DE MONITOREO Y CONTROL APLICADO A LA NUTRICIÓN EN LA CUYICULTURA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, agosto 2023.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Pablo Pallo Noroña Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Paulina Elizabeth Ayala Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, que siempre ha iluminado mi camino y me ha sostenido en cada desafío, mi más sincero agradecimiento.

A mi madre, Teresa Barreno, cuyo amor incondicional y guía han sido la fuerza que me ha impulsado a nunca rendirme y a seguir buscando mis sueños.

A mi abuelito Francisco Barreno, quien ha sido mi ángel guardián y me ha protegido en cada paso de esta travesía.

A mis queridos tíos Segundo Guerrero, Rosa Barreno y Ruperto Barreno, cuyo apoyo y aliento han sido esenciales para superar los obstáculos y seguir adelante.

A mi tutor Jaime Guilcapi, quien con paciencia y dedicación ha compartido sus conocimientos y me ha guiado con sabiduría en mi formación académica.

Esta dedicatoria también es para todos aquellos que, de una forma u otra, han sido parte de mi crecimiento y desarrollo, brindándome su apoyo y cariño a lo largo de este camino.

Gracias a cada uno de ustedes, mi travesía ha sido más significativa y enriquecedora. Que la vida les recompense con bendiciones y alegrías infinitas.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que han sido fundamentales en mi camino, brindándome su apoyo incondicional y su aliento constante. En primer lugar, a Dios, quien nunca me abandonó durante este largo recorrido y me dio la fuerza para superar los desafíos.

Agradezco de manera especial a mi madre, Teresa Barreno, mi pilar fundamental, siempre presente para impulsarme a no rendirme y seguir adelante, sin importar las dificultades que enfrentara.

También, quiero extender mi gratitud a mis queridos tíos Silvia y Nelson Medina, quienes nunca me dejaron solo y me brindaron su apoyo y aliento en cada paso del camino.

Mi primo Martin Medina merece un agradecimiento especial por introducirme al maravilloso mundo de la electrónica, una experiencia que ha enriquecido mi vida.

No puedo dejar de mencionar a mis dedicados docentes, quienes nunca se cansaron de apoyarme y alentarme en mi desarrollo académico y personal. Sus enseñanzas han sido invaluable.

Y por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mis compañeros de carrera, quienes más que amigos se convirtieron en una familia para mí, compartiendo momentos inolvidables y brindándome su apoyo y amistad sincera.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Tema de investigación.....	1
1.2. Antecedentes investigativos	3
1.3. Fundamentación teórica	6
1.3.1. Granja Inteligente (Tecnologías, automatización en Granjas)	6
1.3.2. Economía de los cuyes (Cavia porcellus) en la provincia de Tungurahua....	7
1.3.3. Tungurahua, cantón Quero	8
1.3.4. Producción de Cuyes en el cantón Quero en la provincia de Tungurahua	9
1.3.5. Clima del cantón Quero.....	10
1.3.6. Cuyes (Cavia Porcellus) y Cuyicultura	11
1.3.7. Clasificación Taxonómica y Morfológicas de los cuyes.....	11
1.3.8. Línea de Cuyes	13
1.3.8.1. Raza Perú.....	13
1.3.9. Sistemas de Crianza.....	14
1.3.10. Ventajas y Desventajas de los tipos de Crianza.....	16
1.3.11. Manejo de las Etapas de los Cuyes.....	18
1.3.11.1. La etapa de Desarrollo y Engorde	18
1.3.12. Características Nutricionales de los Cuyes.....	18

1.3.13.	Requerimientos nutricionales de los cuyes durante la etapa de Desarrollo y Engorde	19
1.3.14.	Factores ambientales que influyen en la nutrición y el bienestar de los cuyes	20
1.3.15.	Problemas Nutriciones comunes durante la etapa de Desarrollo y Engorde	21
1.3.16.	Alimentación y Suplementos Vitamínicos	22
1.3.16.1.	Tipos de alimentación.....	23
1.3.16.2.	Suplementos Vitamínicos.....	26
1.3.17.	Normativas y Recomendaciones.....	28
1.3.17.1.	Normas Técnicas de Agrocalidad.....	29
1.3.17.2.	ISO 14001:2015.....	33
1.3.17.3.	ISO 9241-210:2019	35
1.3.17.4.	ISO/IEC 27400:2022	37
1.3.7.	Etapas de la arquitectura de soluciones IoT	38
1.3.8.	Protocolos para IoT	39
1.3.8.1.	Protocolos alámbricos IoT.....	39
1.3.8.2.	Protocolos inalámbricos IoT.....	40
1.3.8.3.	Protocolos de Mensajería IoT cliente-servidor.....	40
1.3.9.	Procesamiento de datos	41
1.3.10.	Servidor.....	42
1.3.10.1.	Servidor web.....	42
1.3.11.	Base de datos	43
1.3.11.1.	Base de datos relacionales	43
1.3.11.2.	Base de datos no relacionales	43
1.3.12.	Conceptos de desarrollo web	44
1.3.12.1.	Front-End.....	44
1.3.12.2.	Back-End	44
1.3.13.	Plataformas de Internet de las cosas	45
1.3.13.1.	Ventajas de las Plataformas de Internet de las cosas.....	45

1.3.13.2.	Tipos de Plataformas de Internet de las cosas	45
1.3.13.3.	Ubidots	46
1.3.13.4.	Ventajas de Ubidots.....	47
1.3.13.5.	Ubidots en las Empresas.....	47
1.3.14.	Tecnología IoT aplicado a las granjas	48
1.3.15.	Sensores en las Granjas con Tecnología IoT.....	49
1.4.	Objetivos	50
1.4.1.	Objetivo General.....	50
1.4.2.	Objetivos Específicos	50
CAPÍTULO II.....		50
METODOLOGÍA.....		50
2.1.	Materiales.....	50
2.2.	Métodos.....	51
2.2.1.	Modalidad de investigación.....	51
2.2.2.	Recolección de información	51
2.2.3.	Procesamiento y análisis de datos	51
2.2.4.	Desarrollo de Proyecto	52
CAPÍTULO III.....		53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		53
3.1.	Análisis y discusión de los resultados.....	53
3.2.	Desarrollo de la propuesta.....	54
3.2.1.	Finca de la familia “Barreno”	54
3.2.2.	Análisis de los métodos de crianza aplicados en la cuyicultura.....	57
3.2.3.	Normativas aplicadas a la Cuyicultura.....	63
3.2.4.	Normativas aplicadas para los Sistemas IoT.....	66
3.2.5.	Requerimientos de las necesidades y cuidados de los cuyes en la etapa de Desarrollo y Engorde.	68
3.2.6.	Arquitectura IoT propuesta para el Prototipo.....	80
3.2.7.	Diagrama de bloques del sistema.....	81

3.2.8.	Capa de Análisis y Procesamiento	147
3.2.9.	Capa de Aplicación	149
3.2.10.	Desarrollo de la interfaz web de inicio de sesión.....	152
3.2.11.	Desarrollo del interfaz gestor del prototipo	159
3.2.12.	Sistema de Vigilancia.....	161
3.2.13.	Diseño del Prototipo.....	165
3.2.14.	Pruebas de Funcionamiento	177
3.3.	Presupuesto	217
CAPÍTULO IV		219
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		219
4.1.	Conclusiones	219
4.2.	Recomendaciones.....	220
BIBLIOGRAFÍA		221
ANEXOS		229
Anexo 1: Criterios de Implementación		229
Anexo 2: Agrocalidad: Buenas practicas Pecuarias.		230
Anexo 4: Entrevistas.....		231
Anexo 5: Regresión Logaritmica para el acondicionamiento del sensor mq135.....		234
Anexo 6: Sensores		235
Anexo 6: Diagramas de Flujo completos.....		246
Anexo 7: Manual de Usuario.....		249
Anexo 8: Bitácora de nutrición.....		255
Anexo 9: Pruebas de Peso de los Cuyes verificados con una balanza comercial		256
Anexo 9: Tabla de sensores para el análisis de los 5 Cuyes		259

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de los Cuyes	12
Tabla 2. Parámetros Productivos de la Raza Perú.....	14
Tabla 3. Ventajas y Desventajas en el tipo de Crianzas.....	17
Tabla 4 Nutrición del Cuy	19
Tabla 5. Factores Ambientales que afectan a los Cuyes	21
Tabla 6. Problemas Nutricionales de los Cuyes	22
Tabla 7. Descripción de la alimentación con Forraje.....	24
Tabla 8. Descripción de la alimentación con Balanceado.....	25
Tabla 9. Descripción de la alimentación Mixta.....	26
Tabla 10. Comparación de Suplementos Vitamínicos más Utilizados	28
Tabla 11. Criterios importantes para el Desarrollo de Cuyes	35
Tabla 12. Criterios de Evaluación de ISO 9241-210:2019	37
Tabla 13. Etapas primarias de IoT.	39
Tabla 14. Protocolos alámbricos IoT	39
Tabla 15. Protocolos inalámbricos IoT	40
Tabla 16. Protocolos de Mensajería Iot cliente-servidor	41
Tabla 17. Características de Modelos Computing para procesamiento de datos.	42
Tabla 18. Comparativa de Servido Web Estático, Dinámico y FTP.....	43
Tabla 19. Ventajas de las Plataformas de Internet de las cosas.	45
Tabla 20. Comparativa de Plataformas de Internet de las Cosas	46
Tabla 21. Características importantes del Catón Quero.....	56
Tabla 22. Resumen de los Métodos de Crianza por Niveles.....	57
Tabla 23. Sistema Familiar - Comercial características.....	59
Tabla 24. Problemas en la Crianza Familair-Comercial	60
Tabla 25. Detalles y Resumen de la Encuesta.....	62
Tabla 26. Artículos importantes de la norma ISO 14001:2015	64
Tabla 27. Resumen de los Artículos importante de Agrocalidad.....	66
Tabla 28. Criterios de Evaluación ISO 9241-210:2019	67
Tabla 29. Aspectos de Seguridad de la ISO ISO/IEC 27400:2022.....	68
Tabla 30. Alimentación en la Crianza Familiar-Comercial	69
Tabla 31. Recomendaciones para la crianza de Cuyes.....	70
Tabla 32. Estudio Acerca del mejoramiento en la crianza	71

Tabla 33. Alimentación para el Sistema Establecido	72
Tabla 34. Dosis Recomendadas de Vitaminas	73
Tabla 35. Dosis recomendadas de Aminoácidos.....	73
Tabla 36. Dosis Recomendada por el Fabricante.....	75
Tabla 37. Temperatura y Humedad necesaria para el Cuy	76
Tabla 38. Turbidez presente en el agua apta para el Cuy.....	77
Tabla 39. Calidad del Aire óptima para el Cuy.....	77
Tabla 40. Iluminación Apta para el Cuy	78
Tabla 41. Respuestas de la Entrevista a la Veterinaria	79
Tabla 42. Comparación de Sensores de humedad y temperatura.....	89
Tabla 43. Comparación de Sensores Ultrasónicos	90
Tabla 44. Comparación de Sensores de Pesaje	91
Tabla 45. Comparación de Sensores de luminosidad.....	92
Tabla 46. Comparación de Sensores de Gases	93
Tabla 47. Comparación de Cámaras SPI.....	94
Tabla 48. Comparación de Servomotores	95
Tabla 49. Comparación de Electroválvulas.....	96
Tabla 50. Comparación de Bombas Peristáltica.....	97
Tabla 51. Comparación de Microcontroladores	98
Tabla 52. Comparación de Los Servicios en la Nube	100
Tabla 53. Comparación de la Base de Datos.....	101
Tabla 54. Transformación de Suplementos a gramos.	131
Tabla 55. Dosificación de la Bomba Peristáltica	132
Tabla 56. Tabla de Consumo de elementos del Sistema.....	136
Tabla 57. Pines Arduino.....	165
Tabla 58. Conexión de Pines de los Sensores.	166
Tabla 59. Conexión de Pines de la ESP8266.	167
Tabla 60. Conexión de los Módulos del panel de Visualización.	168
Tabla 61. Conexión de los Relés.....	169
Tabla 62. Fiabilidad del Dispositivo al medir Temperatura.....	179
Tabla 63. Fiabilidad del Dispositivo al medir Humedad.	180
Tabla 64. Fiabilidad del Dispositivo al medir la luminosidad.	181
Tabla 65. Fiabilidad del Dispositivo al medir el estado de gas.....	182

Tabla 66. Fiabilidad del Dispositivo al medir la Turbidez.....	183
Tabla 67. Fiabilidad del Dispositivo al medir la distancia.....	184
Tabla 68. Fiabilidad del Dispositivo al medir el peso.....	185
Tabla 69. tabla de bits de las variables del sistema.....	189
Tabla 70. Como trabajan las herramientas de kali Linux.....	193
Tabla 71. Tabla de Valores Recopilados por los Sensores en tiempo real.....	199
Tabla 72. Eficiencia del modelo de nutrición	206
Tabla 73. Ganancia de peso en semanas.	206
Tabla 74. Comparación de ganancia de peso con el método tradicional.	207
Tabla 75. Consumo de alimento y suplementos.....	207
Tabla 76. Consumo en el método tradicional.....	208
Tabla 77. Coste de producción.....	208
Tabla 78. Ganancia en la producción.....	209
Tabla 79. Recopilación de Datos de Sensores (A)	210
Tabla 80. Recopilación de Sensores (B).	211
Tabla 81. Ganancia de Peso en el método tradicional.....	213
Tabla 82. Ganancia de peso en el método propuesto.	214
Tabla 83. Consumo por animal.	215
Tabla 84. Déficit de peso de los métodos.....	215
Tabla 85. Ahorro en la producción.....	216
Tabla 86. Implementación del 10%.....	216
Tabla 87. Presupuesto del Proyecto.	218

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Logística del Producto [9].	8
Figura 2. Ubicación de Quero en el Mapa [10].	9
Figura 3. Monumento en la entrada al Cantón Quero.	10
Figura 4. Cuy de Raza Perú [14].	14
Figura 5. Crianza de los Cuyes [15].	16
Figura 6. Manejo de las Etapas [17].	18
Figura 7. Suplementos de vitaminas [24].	27
Figura 8. Arquitectura de una granja con tecnología IoT [43].	49
Figura 9. Hectáreas pertenecientes a la familia Barreno.	54
Figura 10. Jaulas de la Finca de la familia Barreno.	55
Figura 11. Cuyes de la familia Barreno.	55
Figura 12. Suplemento de Aminoácido y Vitaminas Mayvit [47].	74
Figura 13. Composición del Suplemento [47].	75
Figura 14. Arquitectura IoT propuesta.	81
Figura 15. Diagrama de Bloques del Prototipo.	82
Figura 16. Esquema delantero del Prototipo	84
Figura 17. Esquema Trasero del Prototipo.	84
Figura 18. Zonas internas del esquema	85
Figura 19. Ubicación de los Sensores	86
Figura 20. Caja de Control	86
Figura 21. Tanque Y mecanismos de Desechos	87
Figura 22. Regresión logarítmica ajustada para el sensor mq135.	104
Figura 23. Diagrama de Flujo del Mq135	106
Figura 24. Conexión del mq135.	107
Figura 25. Conexión del motor.	108
Figura 26. Diagrama de flujo del sensor DHT11.	110
Figura 27. Diagrama de conexión del sensor dht11.	111
Figura 28. Conexión de la lámpara de calor.	112
Figura 29. Diagrama de flujo del LDR	114
Figura 30. Diagrama de conexión del LDR.	115
Figura 31. Diagrama de flujo del Sensor de Turbidez	116
Figura 32 Diagrama de conexión sensor Turbidez	117

Figura 33. Diagrama de Flujo Ultrasónicos	119
Figura 34. Diagrama de Flujo Ultrasónico Vigilancia	120
Figura 35. Diagrama de conexión sensor Ultrasónico	121
Figura 36. Diagrama de Flujo sensor de pesaje.	123
Figura 37. Diagrama de conexión sensor de pesaje	124
Figura 38. Diagrama de Flujo Servomotor	126
Figura 39. Diagrama de Conexión Servomotor	127
Figura 40. Diagrama de Flujo electroválvula.....	129
Figura 41. Diagrama de Conexión electroválvula	130
Figura 42. Diagrama de Flujo Bomba peristáltica	133
Figura 43. Diagrama de conexión	134
Figura 44. Sistemas de Voltajes de Salida [93].	137
Figura 45. Establecimiento del ecosistema de sensores y actuadores.....	138
Figura 46. Lógica del control establecida.	139
Figura 47. Microcontroladores.....	140
Figura 48. Inicialización del Arduino Mega.	141
Figura 49. Void setup del Arduino Mega.	142
Figura 50. Void loop del Arduino Mega.....	143
Figura 51. Inicialización de la Esp8266.....	144
Figura 52. Void Setup de la Esp8266	145
Figura 53. Void loop de la Esp8266.	145
Figura 54. Diagrama del Flujo Web Server.	147
Figura 55. Creación de la Máquina Virtual.....	150
Figura 56. Activando las reglas de firewall.	150
Figura 57. Habilitación de Puertos.....	151
Figura 58. Presentación de la página.	152
Figura 59. Diagrama de la Interfaz de Inicio de Sesión.....	153
Figura 60. Inicio de Sesión.	154
Figura 61. Inicio Fallido.....	155
Figura 62. Interfaz para Registrarse o Iniciar Sesión.....	155
Figura 63. Interfaz de Registro de Usuario.	156
Figura 64. Registro Exitoso.	157
Figura 65. Registro en la Base de Datos.	158

Figura 66. Cifrado de los Usuarios.	158
Figura 67. Diagrama de la Interfaz.	159
Figura 68. Interfaz de Inicio del Sistema IoT.	160
Figura 69. Interfaz de la Cámara.....	161
Figura 70. Configuración de la cámara.	162
Figura 71. Visualización de la cámara.	162
Figura 72. Sistema de Vigilancia.	163
Figura 73. Dispositivos Involucrados	163
Figura 74. Notificación al Correo Electrónico.....	164
Figura 75. Bot de Telegram.	165
Figura 76. Esquema establecido para el Prototipo.....	170
Figura 77. Diseño de la placa impresa.	173
Figura 78. Circuito 1	174
Figura 79. Circuito 2	174
Figura 80. Circuitos impresos de las dos placas.	175
Figura 81. Circuito Implementado en la Caja de Control.	175
Figura 82. Diseño de la Caja de Control.....	176
Figura 83. Caja de Control física	176
Figura 84. Implementación del Prototipo.	177
Figura 85. Interfaz de Inicio de Wireshark	186
Figura 86. Captura de tramas de datos en la red IP.....	186
Figura 87. Resumen del frame de whireshak.....	187
Figura 88. Interfaz de Inicio de Kali Linux.	191
Figura 89. Herramientas de kali Linux.	192
Figura 90. Prueba Nmap.	194
Figura 91. Prueba Hydra mysql.	196
Figura 92. Prueba Hydra ssh.....	196
Figura 93. Comprobación de Seguridad ssh.	197
Figura 94. comprobación de Seguridad mysql.....	197
Figura 95. Panel de Visualización de los Datos de los Sensores.	198
Figura 96. Tabla de valores recopilados por los Sensores	198
Figura 97. Presentación del Dashboard recopilando datos.	200
Figura 98. Exportar los Datos de Ubidots.....	200

Figura 99. Notificación de los datos recibidos al correo electrónico.....	201
Figura 100. Notificación del bot de telegram.	202
Figura 101. Recopilación de datos Exportados por Ubidots.....	203
Figura 102. Interfaz de inicio.....	204
Figura 103. Reportes de Operaciones recibido al correo electrónico	204
Figura 104. Visualización del Reporte de los Sensores.....	205

RESUMEN EJECUTIVO

La cuyicultura, es una actividad agrícola y ganadera importante como fuente importante para generar ingresos en las zonas rurales de Tungurahua. Para garantizar una producción eficiente y de alta calidad, es esencial monitorear y controlar la nutrición de los animales de manera adecuada.

Se diseñó un prototipo que fue incorporado en el cantón Quero en la provincia de Tungurahua en la finca de la familia Barreno el cual cumple con las funciones de monitorizar variables importantes para el correcto desarrollo de los animales (temperatura, humedad, luminosidad, estado del aire, turbidez), además del control de una bomba, una electroválvula, un motor y servomotores que sirven para controlar la parte nutricional de los animales que se verifica progresivamente mediante una balanza para determinar su peso en la etapa de desarrollo y engorde de los animales.

El prototipo se basa en una arquitectura IoT de tres capas con microcontroladores Arduino y ESP8266 como unidades de procesamiento. Los microcontroladores recopilan datos de sensores y los transmiten mediante el protocolo http e iot a una base de datos en un servidor central en la nube de Google platform conectado con Ubidots. El control de los actuadores mediante los mismos sensores al igual que la alimentación y dosificación de vitaminas, permitiendo un control en tiempo real y una dosificación precisa. La representación visual de los datos se logra mediante una aplicación web diseñada con ubidots, html y flask.

El prototipo tuvo sus pruebas de funcionamiento lo que hizo fácil corroborar el crecimiento de los cuyes en la etapa de desarrollo y engorde y se tomó en consideración las normas de Agrocalidad y normas ISO para su construcción.

Palabras clave: Sistemas IoT, nutrición en animales, granjas, base de Datos, google cloud

ABSTRACT

The cuyiculture is an important agricultural and livestock activity as a significant source of income generation in rural areas of Tungurahua. To ensure efficient and high-quality production, it is essential to monitor and control animal nutrition appropriately.

A prototype was designed and implemented in the Quero canton of Tungurahua province on the Barreno family farm. This prototype serves the functions of monitoring key variables for the proper development of the animals (temperature, humidity, light, air quality, turbidity), as well as controlling a pump, a solenoid valve, a motor, and servomotors used to manage the nutritional aspect of the animals, which is progressively verified through a scale to determine their weight during the growth and fattening stage.

The prototype is based on a three-layer IoT architecture with Arduino and ESP8266 microcontrollers as processing units. These microcontrollers collect data from sensors and transmit it through HTTP and IoT protocols to a database on a central server in the Google Cloud platform connected with Ubidots. The control of the actuators, as well as the feeding and vitamin dosing, is performed by the same sensors, enabling real-time control and precise dosing. Visual representation of the data is achieved through a web application designed with Ubidots, HTML, and Flask.

The prototype underwent successful testing, which facilitated the verification of the guinea pigs' growth during the development and fattening stage. Agrocalidad and ISO standards were taken into account during its construction.

Keywords: IoT Systems, animal nutrition, farms, database, google cloud.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Tema de investigación

SISTEMA IOT DE MONITOREO Y CONTROL APLICADO A LA NUTRICIÓN
EN LA CUYICULTURA

1.1.1. Planteamiento del problema

El cuy es un mamífero que se ha originado en la zona Andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, este constituye un producto alimenticio nativo, de muy alto valor nutritivo y bajo costo de producción que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos El cuy, un mamífero originario de la región Andina que incluye Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, representa un alimento autóctono con un elevado valor nutritivo y una producción económica. Su consumo beneficia la seguridad alimentaria de las comunidades rurales con recursos limitados. [1].

Tungurahua está en segundo lugar. Según un estudio del Consejo Distrital de Tungurahua, que gestiona la red cuy en su estrategia agrícola, al menos 1.500 personas se dedican a la crianza, faenamiento y comercialización de cuyes. Son parte del grupo del condado de Del Cuy. Los técnicos de la unidad estiman que en el cantón se crían 1.465.912 ejemplares en corrales grandes, medianos y pequeños. Cada mes se venden 36.000 animales como plantel de cría (para iniciar un nuevo negocio familiar). Faenados y empaquetados [1].

La problemática de la crianza de los cuyes son las prácticas tradicionales esto ocasiona la pérdida en la producción ya que no todos los sectores que producen los cuyes están totalmente capacitados o reciben instrucciones para la crianza de estos. Estas prácticas tradicionales en la crianza hacen que la producción decaiga y no se

obtenga el máximo provecho en cuanto a la crianza de cuyes en ciertos sectores rurales [2].

La necesidad de mejorar la alimentación y productividad de la crianza de cuyes como fuente importante de proteína para el poblador andino. La intensificación y ampliación de la explotación de esta especie ha generado la búsqueda de alternativas y desarrollo de estrategias alimenticias más efectivas [2].

Estas prácticas tradicionales están relacionadas con factores que influyen en la etapa de desarrollo o engorde de los cuyes, estos factores pueden ser ambientales, que no tengan una dieta balanceada o incluso higiénicos los cuales pueden afectar la salud del animal ocasionando pérdidas a los cuyicultores o simplemente que su desarrollo no sea el más adecuado para su comercialización.

Dentro de la etapa de desarrollo o engorde que dura de entre 30 a 60 días; los cuyicultores por lo general se basan únicamente en una dieta de forraje verde y en algunos casos balanceado especial para que durante crecimiento se evidencie un cambio en su peso el cual beneficia para su venta, pero los agricultores muchas veces no tienen conocimiento de las vitaminas esenciales para los cuyes [3].

El alimento balanceado es una mezcla de nutrientes en proporciones adecuadas para satisfacer las necesidades nutricionales específicas de los animales. Proporcionar una alimentación balanceada garantiza que los animales reciban la cantidad necesaria de nutrientes para su desarrollo y crecimiento. Esto se traduce en una mejor calidad de vida y un mayor rendimiento productivo [3].

Las vitaminas son nutrientes esenciales que desempeñan un papel importante en la salud y el bienestar de los animales. Como no pueden ser sintetizados en cantidades suficientes, deben ser proporcionados en la dieta. Las vitaminas están involucradas en procesos metabólicos y fisiológicos esenciales, como el crecimiento, desarrollo óseo, formación de tejido conectivo y la regulación del sistema inmunológico. Proporcionar una alimentación balanceada y suplementos vitamínicos adecuados

durante la etapa de desarrollo o engorde garantiza que los animales crezcan sanos y fuertes con un sistema inmunológico resistente [3].

Es por esto por lo que los cuyicultores por la falta de conocimiento en general en cuanto a la necesidad de vitaminas durante la dieta, factores que influyen en el desarrollo y al no tener la capacidad de estar constantemente monitoreando sufren pérdidas económicas.

Por lo que la necesidad de mejorar la calidad en la crianza de cuyes, se le puede hacer gracias a equipos y sistemas que se utilizan hoy en día para el monitoreo y control de las granjas que comúnmente se les denomina como granjas inteligentes las cuales cuenta con tecnología IoT, garantizando su funcionamiento de manera remota y en tiempo real mediante dispositivos móviles como smartphones o computadoras garantizando su funcionamiento obteniendo alertas, reportes de funcionamiento e historial de las variables controladas.

1.2. Antecedentes investigativos

Se tomó como referencia investigaciones que conlleven con sus investigaciones a fortalecer la crianza de este animal denominado cuy, se hará énfasis en técnicas de cuyicultura aplicadas en la nutrición, tecnología IoT pertenecientes a repositorios y bibliotecas virtuales.

En la Universidad Nacional de San Marcos, en el año 2019, Raúl Ernesto Córdova Crisanto, desarrolla la investigación: “Efecto de la suplementación de vitamina C oral en cuyes (*Cavia porcellus*) sometidos a reducción del espacio vital sobre los parámetros productivos” da a conocer la importancia de la adición de vitaminas, en este caso vitamina C, para su mejor desarrollo y crecimiento de igual forma el impacto del espacio en el lugar crecimiento y como afecta en el desarrollo del cuy. Para esto realizan un estudio de observación y de campo donde toman varios grupos de prueba para ver quienes tienen los efectos más beneficiosos en periodos de tiempo para la producción de cuyes y evaluando la ganancia de peso dando como resultado que en el tratamiento 1 que consta de animales alimentados únicamente con agua más concentrado; estos fueron suplementados con vitamina C vía oral a dosis

de 25mg/kg/día, diluida en 0.1 ml de agua destilada y mantenidos en un espacio vital de 0.20m se observa mayor peso y por ende la mejor alternativa al granjero para una óptima producción de cuyes [4].

En la revista científica *Geography and Sustainability* en el año del 2021, Susan A.O'Shaughnessy, Minyoung Kim, Sangbong Lee, Youngjin Kim, Heetae Kim, John Shekailo publican la investigación: "Towards smart farming solutions in the U.S. and South Korea: A comparison of the current status" donde se describe las similitudes y diferencias en los recursos disponibles para la producción agrícola, crianza de animales y los desafíos que impactan prácticas agrícolas sostenibles en los EE. UU. y Corea del Sur. El método de investigación utilizado en este estudio fue una encuesta bibliográfica, búsqueda en las bases de datos Scopus y Science Direct utilizando "Smart Farm-ing" en el título y las palabras clave de las revistas publicadas. También se recopilaron datos agrícolas de FAOSTAT, USDA-NAS y USDA-FAS, artículos de noticias, informes de países y libros. Los conductores para soluciones de agricultura inteligente o granjas son similares y se basan en desafíos similares a los recursos naturales, los impactos adversos del cambio climático, el envejecimiento de mano de obra y cuestiones ambientales. Por lo cual, proponen lo que es el uso de múltiples sensores y actuadores ya sean dentro de un invernadero o en las mismas granjas de producción agrícola y la crianza de animales [5].

En la revista científica *International Research Journal of Engineering and Technology* en el año del 2021, Sammer Patel, Mittal Jain, Sarvesh Pai y Sagar Korde publican la investigación: "Smart Agriculture using IoT and Machine Learning" donde dicen que el uso de tecnología IoT y aprendizaje automático en la agricultura ayudará a los agricultores en India a tomar decisiones informadas sobre sus cultivos y mejorar su producción. El sistema propuesto utiliza sensores y tecnología IoT para medir variables ambientales en la agricultura. Los datos se recopilan y transfieren a una base de datos y luego procesados en una aplicación web. Los agricultores pueden acceder a esta información a través de una aplicación móvil conectada por Bluetooth. Los datos se analizan mediante algoritmos de aprendizaje automático para generar sugerencias útiles en la aplicación web desarrollada con ReactJS, NodeJS y ExpressJS y ayudará a los agricultores de India a

tomar decisiones informadas sobre qué cultivar en una región en particular y qué fertilizantes utilizar basados en factores como las condiciones climáticas y del suelo. Se encontró que XGBoost es el algoritmo de aprendizaje automático que ofrece los mejores resultados con una precisión del 99,31%, este enfoque escalable y confiable afectará a millones de personas en India y ayudará a mejorar la agricultura tradicional [6].

En la revista científica CONNECTION SCIENCE en el año del 2022, Catalin Negrua, George Musata, Madalin Colezeaa, Constantin Anghelb, Alexandru Dumitrascua, Florin Popa, Carmen De Maiod y Aniello Castiglione publican la investigación: “Dependable workflow management system for smart farms” donde se utiliza el servicio del flujo del trabajo mediante el uso de este servicio, un agricultor puede definir sus propios flujos de trabajo y seguir el progreso de su trabajo en una línea de tiempo, pero también puede utilizar los flujos de trabajo definidos por otros agricultores, este trabajo se basa en la plataforma CLUeFARM es una solución de monitoreo y control basada en la nube para agricultores que buscan administrar sus granjas de manera efectiva. Ofrece servicios de administración de granjas y servicios de redes sociales en una plataforma integrada. La plataforma consta de dos aplicaciones que trabajan juntas, una aplicación backend basada en Java y el framework Spring y otra aplicación frontend basada en AngularJS. Además, la plataforma utiliza una combinación de módulos de seguridad, acceso a datos y persistencia de datos, incluyendo Spring Security, Spring DataJPA, y una base de datos MySQL, así como una combinación de lenguajes y marcos para el frontend, incluyendo HTML5, CSS3 y Bootstrap 3. La aplicación frontend también está diseñada como una sola página (SPA) para mejorar la experiencia del usuario que proponen tener una estructura con una base de datos según se vayan recopilando ya sea mediante sensores y actuadores que faciliten la producción y crianza de alimentos los cuales impulsarían notablemente su producción a grandes escalas [7].

En la Universidad Técnica de Ambato, en el año 2022, Ángel Leonardo Orosco Tonato, desarrolla la investigación: “Sistema de Monitoreo para la avícola San Miguel con una red de sensores inalámbricos basados en la tecnología LPWAN” se determinó que las variables ambientales ya sean como la temperatura o la humedad,

incluso el estado del aire afecta al crecimiento y desarrollo de animales por medio de estudios bibliográficos y de campo al analizar el proceso de crianza de pollos en la granja “San Miguel. La temperatura es muy importante porque evita que los pollos se enfermen de gripe aviar y pierdan la vida por su corta edad debido a esto se estableció que la temperatura normal es superior a los 20°C y por debajo a los 25°C. Una humedad excesiva en el galpón es perjudicial para la crianza de pollos debido a que aparecen hongos, nematodos, moho, entre otros organismos perjudiciales para la salud por lo tanto para evitar eso la humedad debe estar debajo del 60% y el CO2 puede ser causa de asfixia en los pollos [8].

Las investigaciones encontradas aportan y sirven como guía con el desarrollo de nuevas técnicas y métodos utilizados para crear sistemas IoT capaces monitorear y controlar los aspectos necesarios para un buen desarrollo haciendo énfasis en la nutrición en la cuyicultura.

1.3. Fundamentación teórica

1.3.1. Granja Inteligente (Tecnologías, automatización en Granjas)

Las granjas inteligentes son una forma innovadora de gestionar la industria agrícola al aprovechar tecnologías avanzadas como el análisis de datos, la nube y el Internet de las cosas (IoT). Su objetivo es mejorar el seguimiento, la automatización y el análisis de las operaciones agrícolas. También se conocen como agricultura de precisión, ya que utilizan software y sensores para controlar y monitorear el proceso de producción [9].

El concepto de granjas inteligentes está ganando importancia debido a varios factores. En primer lugar, el crecimiento de la población mundial y la demanda cada vez mayor de alimentos requieren un aumento en la productividad agrícola. Las granjas inteligentes permiten un mayor rendimiento de los cultivos y animales al optimizar las condiciones de crecimiento y nutrición [9].

Además, la gestión eficiente de los recursos naturales se ha vuelto crucial en la agricultura moderna. Las granjas inteligentes utilizan la tecnología para optimizar el

uso del agua, la energía y los fertilizantes, minimizando el desperdicio y reduciendo el impacto ambiental [9].

El avance de las tecnologías de la información y la comunicación ha facilitado la implementación de granjas inteligentes. Los datos recopilados por los sensores en tiempo real permiten un monitoreo preciso de las condiciones ambientales, el crecimiento de los cultivos y el estado de los animales. Estos datos se procesan y analizan para tomar decisiones informadas y mejorar la eficiencia de las operaciones agrícolas [9].

Además, las granjas inteligentes se adaptan a las condiciones climáticas cambiantes. Pueden ajustar automáticamente el riego, la ventilación y otras variables en función de los pronósticos del clima, lo que ayuda a mitigar los efectos del cambio climático y mejorar la resiliencia de la agricultura [9].

1.3.2. Economía de los cuyes (*Cavia porcellus*) en la provincia de Tungurahua

El enfoque mejorado de manejo y crianza de cuyes bajo el sistema familiar-comercial se posiciona como una opción viable y altamente recomendable para los miembros de la Asociación de Productores Agrícolas, especialmente en áreas rurales con recursos limitados. Esta estrategia no solo contribuye al aumento de los ingresos familiares, sino también fomenta el consumo de carne de cuy de alta calidad. [9].

Es relevante señalar que se presenta una importante oportunidad comercial para mejorar la productividad en el manejo y crianza de cuyes bajo el sistema familiar-comercial de la Asociación de Productores Agrícolas. Se ha identificado una demanda potencial no satisfecha de cuyes en la provincia de Tungurahua, y los estudios indican que la asociación podría cubrir entre el 20% en el primer año y hasta el 40% en el quinto año de dicha demanda, según datos recopilados desde 2015 por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. [9].

El continuo aumento en la producción y venta de cuyes tiene un efecto relevante en la economía local. Esto impulsa la actividad agropecuaria y genera empleo en la producción, procesamiento y comercialización de la carne de cuy. Además, al

satisfacer una demanda interna que antes no estaba cubierta, se reduce la dependencia de la importación de carne de cuy, lo que fortalece la economía local y promueve el desarrollo sostenible de la región. [9].

En resumen, la implementación de una crianza mejorada de cuyes bajo el sistema familiar-comercial constituye una oportunidad valiosa para los miembros de la Asociación de Productores Agrícolas. Este enfoque permitirá aumentar los ingresos familiares, fomentar el consumo de carne de cuy de alta calidad y aprovechar el potencial comercial en la provincia de Tungurahua, impulsando así el desarrollo económico local de manera sostenible. En la Figura 1 se muestra la logística del producto [9].



Figura 1. Logística del Producto [9].

Elaborado por: El investigador.

1.3.3. Tungurahua, cantón Quero

La ubicación geográfica de este lugar se especifica mediante las coordenadas proyectadas UTM zona 17 S, con el Datum WGS'84. Está situado a una altitud de 2977 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte, el Cantón Cevallos; al sur, el Cantón Guano en la provincia de Chimborazo; al este, el Cantón Pelileo; y al oeste, el Cantón Mocha. Estas coordenadas y límites establecen la posición exacta del lugar y su relación con los cantones circundantes [10]. En la Figura 2 se muestra la ubicación del cantón Quero.



Figura 2. Ubicación de Quero en el Mapa [10].

1.3.4. Producción de Cuyes en el cantón Quero en la provincia de Tungurahua

En la región de la Sierra, varios hogares se dedican a la cría de cuyes de forma tradicional. No obstante, debido a la limitación de recursos económicos, no pueden satisfacer completamente la demanda existente. De toda la producción de cuy en Ecuador, el 70% proviene de pequeños y medianos criadores. Sin embargo, estos criadores carecen de la tecnología y las condiciones adecuadas para abastecer la creciente demanda tanto a nivel nacional como internacional [11].

Tungurahua es el segundo mayor proveedor de cuyes a nivel nacional, con Quero suministrando 957.921 cuyes anualmente. Sin embargo, en los últimos nueve años, se ha notado una significativa disparidad entre la demanda y la producción total de cuy. Estudios preliminares sugieren que para fomentar la producción de cuyes por parte de pequeños y medianos productores y satisfacer la creciente demanda, es fundamental mejorar sus capacidades en áreas como la tecnificación de la producción, la alimentación y estrategias de comercialización más efectivas [11].

Los agricultores han cambiado su perspectiva de planificación de ingresos, reduciendo la producción de papas en un máximo del 30% y aumentando la producción pecuaria. Esta transición hacia una producción más diversificada ha

generado interés en la cría de cuyes, ya que alcanzan un peso promedio de 800 a 1000 gramos en aproximadamente de 8 a 12 semanas, lo que los convierte en una fuente interesante de ingresos para los productores. Esta mayor rotación del capital conlleva a mayores ingresos en comparación con otros cultivos y actividades pecuarias que requieren períodos de producción más largos en el cantón [11].

1.3.5. Clima del cantón Quero

El cantón Quero abarca un área de 179 km^2 y se encuentra ubicado en un territorio que va desde los 2800 a los 3600 metros sobre el nivel del mar. En esta región, la precipitación anual alcanza los 510,5 mm, y la humedad relativa promedio es del 80%. Estos datos son fundamentales para entender el entorno climático en el que se encuentra el cantón Quero y su relevancia para diversas actividades y aspectos relacionados con la vida y producción en la zona [10].

Por otro lado, las condiciones climáticas muestran una temperatura promedio de $12,8 \text{ }^\circ\text{C}$, pero con variaciones muy marcadas a lo largo del día, donde la temperatura máxima puede alcanzar los 21°C y la mínima descender a $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Estas fluctuaciones térmicas pueden influir en distintos aspectos de la vida y el trabajo en el cantón, así como en la elección de cultivos y la crianza de animales. Conocer estos detalles es importante para planificar actividades agrícolas, ganaderas y otros proyectos que puedan llevarse a cabo en el área, teniendo en cuenta las particularidades del clima en la región de Quero [10]. En la Figura 3 se muestra el monumento de entrada al cantón Quero.



Figura 3. Monumento en la entrada al Cantón Quero.

Elaborado por: El investigador.

1.3.6. Cuyes (*Cavia Porcellus*) y Cuyicultura

El cuy, también conocido como cobayo o curiel, es un roedor mamífero nativo de las zonas andinas de Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia, con una población de alrededor de 35 millones de individuos. Este animal muestra una gran capacidad de adaptación a distintas condiciones climáticas, siendo capaz de habitar desde regiones costeras hasta alturas de 4,500 metros sobre el nivel del mar, lo que lo convierte en una especie versátil [12].

La cuyicultura es una actividad tradicional que complementa la labor de pequeños agricultores en los valles y altiplanos andinos, quienes crían cuyes principalmente para el consumo familiar debido a su elevado contenido proteico. A nivel más amplio, esta práctica se refiere a la rama de las ciencias pecuarias que se dedica al manejo, cuidado sanitario, nutrición, alimentación, mejoramiento genético, reproducción, consumo y comercialización de la carne del cuy.

La crianza del cuy en minifundios se ha convertido en una opción viable para la producción de proteína animal debido a su excelente valor biológico, costos reducidos y oportunidades de venta. Se estima que en Ecuador se consumen anualmente alrededor de 13 millones de ejemplares, lo que resalta su importancia como una valiosa fuente de alimento en la región andina y como parte fundamental de la dieta de diversas comunidades locales [12].

1.3.7. Clasificación Taxonómica y Morfológicas de los cuyes

La taxonomía proporciona una estructura sistemática que permite agrupar a los cuyes en categorías jerárquicas basadas en sus similitudes genéticas y morfológicas. En esta investigación, se analiza y presenta la clasificación taxonómica completa de los cuyes, destacando las principales categorías. La Tabla 1 exhibe de manera concisa la jerarquía taxonómica, brindando una visión general de la posición de los cuyes en la diversidad biológica.

Tabla 1. Taxonomía de los Cuyes

Categoría	Taxon
Reino:	Animal
Phylum:	Vertebrata
Subphylum:	Gnathostomata
Clase:	Mammalia (Mamífero, sangre caliente, piel cubierta de pelos)
Subclase:	Theiria (Mamífero vivíparo)
Infraclase:	Eutheria
Orden:	Rodentia
Suborden:	Hystricomorpha
Familia:	Caviidae (Roedor con 2 mamas, 4 dedos ant, y 3 post.)
Género:	Cavia
Especie:	<ul style="list-style-type: none">• Cavia aperea aorea Erxleben• Cavia aperea aperea Lichtenstein• Cavia cutleri King• Cavia porcellus Linnaeus• Cavia cuy

Elaborado por: El investigador basado en [13].

El cuy es un animal que presenta características morfológicas distintivas que lo hacen fácilmente identificable. Una de ellas es su tamaño, el cual varía dependiendo de la especie y raza. En general, los cuyes domésticos suelen pesar entre 1,5 y 2 kilogramos y medir alrededor de 20 a 30 centímetros de largo. En comparación con los cuyes silvestres, estos últimos pueden ser un poco más grandes que los domésticos [13].

Otra característica importante del cuy es su pelaje, el cual es suave y denso, y puede variar en color desde marrón claro hasta negro. Algunas razas presentan patrones y marcas distintivas en el pelaje, y la mayoría de los cuyes tienen un mechón de pelo en la cabeza conocido como "copete" [13].

Los ojos del cuy son grandes y redondos, y suelen ser oscuros. Además, cuentan con una buena visión, lo que les permite detectar objetos a una distancia de hasta 50 metros. Por otro lado, los cuyes tienen orejas pequeñas y redondas, ubicadas en la parte superior de la cabeza, las cuales les permiten tener un buen sentido del oído y detectar sonidos de alta frecuencia que son inaudibles para los humanos [13].

En cuanto a los dientes, los cuyes tienen dientes muy desarrollados que crecen constantemente. Los dientes incisivos delanteros son muy fuertes y se usan para cortar y triturar alimentos. Asimismo, tienen molares en la parte posterior de la boca que les permiten moler los alimentos para una mejor digestión [13].

Las garras afiladas en las patas delanteras y traseras son otra característica distintiva del cuy, ya que les ayudan a escarbar y mantenerse en movimiento por su hábitat natural. Por último, la cola del cuy es corta y peluda, y no es muy visible debido a la densidad de su pelaje, aunque les sirve para mantener el equilibrio y la estabilidad al caminar o correr [13].

1.3.8. Línea de Cuyes

Desde una perspectiva taxonómica, los cuyes (*Cavia porcellus*) exhiben una considerable diversidad de razas, incluyendo la raza Perú, Andina, Inti y Mantaro, las cuales se distribuyen en diversos países de América del Sur. Sin embargo, es importante destacar que, en ciertas regiones, como Ecuador, la identificación y definición de estas razas puede variar significativamente en función de las prácticas y preferencias de las familias criadoras.

En el contexto de esta investigación, se enfoca en particular en la raza Perú, que prevalece como la más prominente en las unidades familiares de la provincia de Tungurahua, específicamente en el cantón Quero.

1.3.8.1. Raza Perú

La raza Perú se caracteriza por ser una raza pesada con un desarrollo muscular pronunciado, mostrando una eficiente conversión de alimento desde temprana edad. Su capa es de color alazán con áreas blancas; esta combinación o patrón de pelo liso corresponde al Tipo A. Algunos ejemplares pueden presentar remolinos en la cabeza, orejas caídas y ojos negros. Sin embargo, se desaconseja la presencia de cuyes con ojos rojos dentro de esta categoría [14].

La Figura 4 se puede observar la raza del cuy Perú y la Tabla 2 como se dan los parámetros Productivos de esta raza:



Figura 4. Cuy de Raza Perú [14].

Tabla 2. Parámetros Productivos de la Raza Perú

Parámetros Productivos	
Peso Vivo al nacimiento	176 g
Peso vivo al destete	326 g
Peso vivo a las 8 semanas	1041 g

Elaborado por: El investigador basado en [14].

1.3.9. Sistemas de Crianza

La crianza de animales se lleva a cabo en una variedad de sistemas, los cuales están determinados por el propósito de la producción y el nivel de tecnología utilizado. Cada uno de estos sistemas presenta características distintas en términos de producción para autoconsumo, venta de excedentes y generación de ingresos familiares. Además, el nivel tecnológico juega un papel importante en la crianza de animales, dividiéndola en sistemas tecnificados y no tecnificados. La aplicación de tecnología en las instalaciones, equipos, alimentación y calidad genética de los animales influye directamente en la eficiencia y productividad del proceso de crianza.

Por el Destino de la producción

1. Sistema Familiar:

El sistema familiar de crianza de animales se basa en la producción para consumo propio, aunque ocasionalmente venden parte de su producción cuando necesitan dinero. En este sistema, la mano de obra involucrada es la propia familia y los insumos alimenticios provienen de sus propios campos [15].

2. Sistema Familiar – Comercial:

Este sistema se origina a partir de una crianza familiar eficiente, en la cual los excedentes de la producción, una vez que se han cubierto las necesidades del hogar, son destinados regularmente para la venta. Además de satisfacer las demandas internas del núcleo familiar, esta venta genera ingresos adicionales. En este enfoque, es posible contar con una mayor participación de la mano de obra familiar, y los insumos alimenticios provienen tanto de campos pertenecientes a la familia como de fuentes externas [15].

3. Sistema Comercial:

El enfoque del sistema comercial de crianza de animales se basa en maximizar la utilización de los recursos disponibles con el fin de obtener productos que puedan ser comercializados al mejor valor posible, lo que conlleva a la generación de ingresos significativos para la familia. En este sistema, la crianza de animales se vuelve una actividad central para la obtención de ingresos. Es esencial contar tanto con la participación de la mano de obra familiar como con la externa, y la fuente de alimentación proviene tanto de campos propios como de campos alquilados [15].

Por el nivel Tecnológico

1. Crianza Tecnificada:

El nivel tecnológico en la crianza de animales hace referencia a la aplicación de la tecnología disponible y las ventajas que esta puede proporcionar. Se analizan diversos aspectos relacionados con las infraestructuras, los dispositivos, la alimentación y la calidad genética de los animales [15].

La crianza tecnificada involucra la implementación de tecnologías avanzadas, tales como el cultivo de pasto mejorado, el uso de semillas mejoradas, la fertilización de tierras, el riego con tecnología avanzada, la disponibilidad de reservorios de agua y el aumento del área destinada al pastoreo. Además, se emplean alimentos balanceados y suplementos nutricionales, se aplican prácticas para conservar los pastos, y se utilizan cuyes mejorados genéticamente.

Asimismo, se establecen programas de manejo de producción, se llevan registros de la producción, y se implementan programas de mejoramiento genético. Todo esto va acompañado de la construcción adecuada de instalaciones y la utilización de equipos especializados [15].

2. Crianza no Tecnificada:

Por otro lado, la crianza no tecnificada se caracteriza por prescindir del uso de cualquier tipo de tecnología en el proceso de crianza de animales. En este enfoque, no se utilizan métodos avanzados de cultivo de pasto, alimentos balanceados ni suplementos nutricionales, y tampoco se implementan programas de manejo de producción o de mejoramiento genético. Además, las instalaciones y los equipos utilizados son básicos o incluso inexistentes. [15].

En la Figura 5, se puede observar la crianza de los cuyes por la separación de jaula y como están distribuidos los mismos.



Figura 5. Crianza de los Cuyes [15].

1.3.10. Ventajas y Desventajas de los tipos de Crianza

La presente investigación tiene como objetivo analizar y comparar los diferentes tipos de crianza utilizados en la cuyicultura, enfocándose en los aspectos que impactan en el crecimiento y rendimiento productivo de estos pequeños animales. La Tabla 3 muestra un resumen de los principales factores que caracterizan cada sistema de crianza, brindando una visión panorámica que permitirá identificar las fortalezas y limitaciones de cada enfoque. Mediante esta evaluación, se busca proporcionar

información relevante para la toma de decisiones informadas y el mejoramiento de la producción en la crianza de cuyes.

Tabla 3. Ventajas y Desventajas en el tipo de Crianzas.

Crianza familiar	
Ventajas	Desventajas
<p>-La crianza tradicional de cuyes en familia requiere una inversión mínima en infraestructura y tecnología.</p> <p>-Los cuyes son criados en entornos familiares, como cocinas o pequeñas estructuras cercanas a la vivienda, aprovechando de esta manera los recursos disponibles dentro de la finca.</p>	<p>-La acumulación de cuyes en un solo espacio lleva a no tener un control en la cantidad y la incidencia de mortalidad de crías y alta consanguinidad aumenta al estar todos juntos.</p> <p>-Se tiende a elegir los animales más grandes para la venta en lugar de dejarlos como reproductores, lo que afecta la</p> <p>-Capacidad de mejora genética del rebaño.</p>
Crianza familiar-comercial	
Ventajas	Desventajas
<p>-La combinación de crianza familiar con venta de cuyes proporciona una fuente de ingresos para la familia, ingresos extras con los cuidados adecuados.</p> <p>-La cercanía a centros de producción e intermediarios facilita la comercialización de los productos.</p> <p>-La construcción de instalaciones con materiales de la zona y el uso de subproductos agrícolas en la alimentación aprovecha los recursos disponibles en la finca.</p>	<p>-La dependencia de intermediarios puede llevar a precios bajos para los productores, afectando la rentabilidad y por no tener cuyes que se desarrollen adecuadamente con medidas nutricionales.</p> <p>-El mantenimiento de infraestructura y la siembra de forraje requieren inversiones y mano de obra adicional por la falta de control en administración y en los diferentes parámetros que influyen en el desarrollo de los cuyes.</p>
Crianza comercial	
Ventajas	Desventajas
<p>-La crianza comercial con líneas selectas y tecnología avanzada permite obtener una mayor producción y eficiencia en la crianza.</p> <p>-La empresa agropecuaria registra toda la producción, lo que garantiza una mejor planificación y rentabilidad.</p> <p>-Los cuyes salen al mercado a una edad temprana y con un peso adecuado, lo que facilita la venta.</p>	<p>-La crianza tecnificada exige prácticas de manejo complejas y cuidados especiales, lo que puede requerir conocimientos especializados.</p> <p>-Las instalaciones especiales y la alta tecnología demandan una inversión significativa inicial.</p> <p>-La crianza comercial poco difundida puede llevar a desabastecimiento en los mercados locales.</p>

Elaborado por: El investigador basado en [16].

1.3.11. Manejo de las Etapas de los Cuyes

Son las diferentes actividades que se desarrollan en todo el proceso de la crianza, para esto se debe conocer las etapas de crecimiento [17]. En la Figura 6 se muestra dichas etapas.

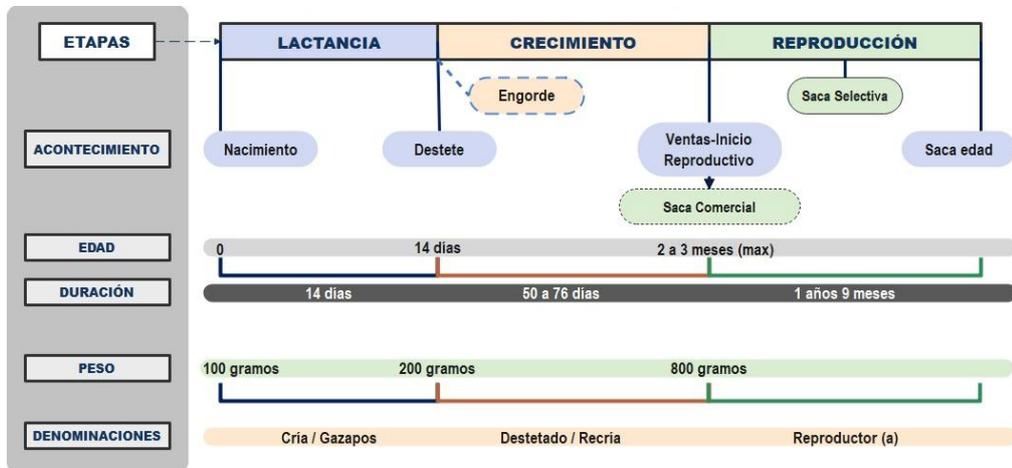


Figura 6. Manejo de las Etapas [17].

Elaborado por: El investigador.

1.3.11.1. La etapa de Desarrollo y Engorde

Una vez finalizada la etapa de lactancia después del parto, los cuyes alcanzan una edad específica, generalmente a partir de un mes de vida. En este punto, entran en la fase de desarrollo y engorde, la cual puede extenderse durante un período de dos a tres meses, dependiendo de la raza particular del cuy y las condiciones ambientales en las que se encuentre el animal [18].

En esta etapa, es crucial tener en consideración la importancia de proporcionar fuentes de alimento que satisfagan los requerimientos nutricionales de los cuyes. Esto implica una cuidadosa selección de alimentos, incluyendo posibles suplementos vitamínicos y otros elementos que se puedan administrar con el fin de asegurar un desarrollo adecuado de los animales [18].

1.3.12. Características Nutricionales de los Cuyes

La nutrición es importante en los cuyes (*Cavia porcellus*) por varias razones. En primer lugar, una alimentación adecuada es necesaria para el crecimiento y

desarrollo adecuados de los animales. Una nutrición deficiente puede resultar en un retraso en el crecimiento y un bajo peso corporal, lo que a su vez puede afectar la producción de carne y otros productos.

En segundo lugar, una alimentación adecuada también es esencial para mantener la salud de los animales, ya que una nutrición inadecuada puede resultar en enfermedades y una mayor susceptibilidad a enfermedades.

Por último, una alimentación adecuada puede mejorar la calidad de la carne y otros productos obtenidos de los cuyes, lo que puede aumentar su valor comercial. En resumen, la nutrición es fundamental para garantizar el crecimiento y desarrollo adecuados, la salud y el rendimiento productivo de los cuyes [19]. En la Tabla 11 se observa la nutrición del cuy y sus necesidades.

Tabla 4 Nutrición del Cuy

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18-22	13-17
ED*	Kcal/Kg.	2800	3000	2800
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1,4	1,4	0,8-1,0
Fosforo	%	0,8	0,8	0,8
Magnesio	%	1,0-0,3	1,0-0,3	1,0-0,3
Potasio	%	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	mg/día	20	20	20

Elaborado por: El investigador basado en [19].

1.3.13. Requerimientos nutricionales de los cuyes durante la etapa de Desarrollo y Engorde

Durante la etapa de pubertad, los cuyes experimentan un rápido crecimiento y desarrollo, lo que aumenta sus necesidades nutricionales. Los nutrientes más importantes para los cuyes durante esta etapa son proteínas, minerales y vitaminas [20].

En términos de proteínas, se recomienda una dieta que contenga al menos un 18% de proteína bruta para los cuyes en etapa de pubertad. La proteína es esencial para el crecimiento muscular y la producción de tejido óseo [20].

En cuanto a las vitaminas, se recomienda una dieta que contenga suficientes cantidades de vitamina A, vitamina D y vitamina E. La vitamina A es importante para la salud ocular y para la función inmunológica, mientras que la vitamina D es esencial para la absorción de calcio y la formación de huesos y dientes. La vitamina E es importante para la salud del sistema reproductivo [20].

Es relevante destacar que las exigencias nutricionales experimentan variabilidad en función de factores determinantes, tales como la raza, el peso y el género de los cuyes. Además, se hace imperativo ponderar la calidad intrínseca de los componentes empleados en la formulación de la dieta, así como garantizar un acceso continuo a agua fresca y libre de contaminantes. La inclusión de suplementos específicos, como alimentos balanceados o de engorde, constituye una estrategia valiosa para potenciar la calidad de la alimentación durante el proceso de desarrollo de estos animales [20].

1.3.14. Factores ambientales que influyen en la nutrición y el bienestar de los cuyes

Los factores ambientales fundamentales que impactan en la nutrición y el bienestar de los cuyes incluyen la temperatura, humedad, iluminación, ventilación, entre otros.

La Tabla 13 se puede observar un resumen de cómo estos factores pueden afectar la crianza de los cuyes y permitirá identificar enfoques efectivos para mejorar su alimentación y bienestar en relación con el entorno en el que se encuentren

Tabla 5. Factores Ambientales que afectan a los Cuyes

Factor ambiental	Influencia en la nutrición y el bienestar de los cuyes
Temperatura	La temperatura afecta el consumo de alimentos y la digestión de los cuyes. Si la temperatura es demasiado alta o baja, los cuyes pueden reducir su consumo de alimentos y su capacidad de digestión, lo que puede llevar a problemas de salud. Se debe mantener una temperatura óptima de entre 12-21°C.
Humedad	La humedad excesiva puede favorecer la proliferación de bacterias y hongos, lo que puede afectar la calidad de los alimentos y la salud de los cuyes. Se debe mantener una humedad relativa adecuada del 50-80%.
Ventilación	Una buena ventilación es esencial para mantener un ambiente saludable para los cuyes. La falta de ventilación puede provocar acumulación de gases tóxicos como el amoníaco en sus heces y enfermedades respiratorias.
Luz	Los cuyes requieren de una cantidad adecuada de luz natural o artificial para mantener una buena salud y bienestar.
Higiene	La higiene es esencial para mantener un ambiente saludable para los cuyes. La falta de higiene puede provocar enfermedades y reducir la calidad de los alimentos. Es importante mantener una buena higiene en la granja, limpiando regularmente los comederos, bebederos y el alojamiento de los cuyes.

Elaborado por: El investigador basado en [21]

1.3.15. Problemas Nutriciones comunes durante la etapa de Desarrollo y Engorde

En la Tabla 12 se presentan los problemas nutricionales más comunes en la crianza de cuyes, así como las estrategias de prevención o tratamiento utilizadas para mitigar estos desafíos. Esta información brinda una base sólida para el diseño de programas nutricionales más efectivos y la implementación de prácticas que contribuyan al bienestar y productividad de los cuyes durante estas etapas clave de su desarrollo.

Tabla 6. Problemas Nutricionales de los Cuyes

Problema nutricional	Causa	Prevención y tratamiento
Desnutrición	Dieta pobre en nutrientes o mala absorción de nutrientes	Proporcionar una dieta rica en proteínas, vitaminas y minerales.
Obesidad	Dieta rica en grasas y carbohidratos y falta de ejercicio	Proporcionar una dieta balanceada y limitar el consumo de alimentos ricos en grasas y espacio para que los cuyes se muevan y hagan ejercicio.
Deficiencia de vitamina C	Incapacidad de sintetizar vitamina C	Proporcionar una dieta rica en alimentos frescos como frutas y verduras.
Enfermedades gastrointestinales	Dieta inadecuada o mala higiene	Garantizar que los cuyes dispongan de acceso continuo a agua limpia y fresca en todo momento.

Elaborado por: El investigador basado en [20].

1.3.16. Alimentación y Suplementos Vitamínicos

Cada etapa del ciclo de vida de los cuyes presenta requisitos nutricionales específicos que, en su conjunto, se abordan de manera integral a través de la alimentación suministrada. Un ejemplo de esto se observa en la fase de gestación, en la cual estas necesidades particulares son satisfechas mediante la provisión de alimentos especialmente diseñados. En muchos casos, se complementa esta alimentación con la administración de vitaminas o la inclusión de alimentos balanceados destinados a optimizar la cobertura de estos requerimientos nutricionales específicos durante esta fase.

El objetivo de la alimentación en la crianza de cuyes es proporcionar alimentos nutritivos y adecuados para promover su salud y calidad de vida durante toda su vida productiva, incluyendo la lactancia, el crecimiento y la reproducción. Los cuyes pueden consumir una variedad de forrajes verdes y la alfalfa es el mejor alimento que se les puede dar. En caso de escasez, se pueden combinar con otros productos como avena, hojas de cañahueca, chala y cáscaras de haba, zanahoria, arveja y papa [22].

Otros forrajes que también son adecuados incluyen vicia, trébol, kudzu, desmodium, triticale, kingrass, kikuyo, saracacho, brachiaria y raigrass en zonas templadas. Para

engordar a los cuyes de manera saludable, se recomienda combinar el 80% de forraje con el 20% de concentrado y asegurarse de que el forraje esté seco y bajo sombra durante al menos 24 horas antes de su consumo [22].

1.3.16.1. Tipos de alimentación

La alimentación adecuada es un factor fundamental en la crianza de cuyes, ya que influye directamente en su crecimiento, salud y productividad. Existen tres tipos principales de alimentación utilizados en la crianza de estos pequeños roedores: alimentación con forraje, alimentación con balanceado y alimentación mixta [23].

Cada enfoque tiene sus propias ventajas y consideraciones, y su elección dependerá de factores como la disponibilidad de recursos, el costo y los objetivos de producción. En este estudio, analizaremos cada uno de estos métodos de alimentación, destacando sus características, recomendaciones y beneficios para garantizar el bienestar y óptimo desarrollo de los cuyes [23].

Para la crianza de cuyes, entre ellas se encuentran las dietas comerciales, alimentos balanceados, forraje verde y suplementos nutricionales. En las Tablas 7, 8 y 9, se presenta una visión general de estas diferentes formas de alimentación en cuyes, proporcionando una descripción detallada para comprender su aplicación y efectividad en la crianza de estos animales.

Alimentación con Forraje

Tabla 7. Descripción de la alimentación con Forraje

Alimentación con Forraje	Descripción
Preferencia del forraje	El cuy muestra preferencia por el forraje verde, siendo una especie herbívora por excelencia. Su alimentación se basa principalmente en forraje, incluso ante la disponibilidad de diferentes tipos de alimentos
Forrajes más utilizados	Los forrajes más comúnmente empleados en la alimentación de los cuyes varían dependiendo de la región. Algunos ejemplos de estos forrajes incluyen alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), chala de maíz (<i>Zea mays</i>), pasto elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>), hoja de camote (<i>Hypomea batata</i>) y grama china (<i>Sorghum halepense</i>)
Precauciones con el forraje	Es desaconsejable suministrar forraje húmedo, caliente o recién cortado a los cuyes debido a los riesgos asociados con problemas de salud, como el Timpanismo o Torsón, que se manifiestan como un hinchamiento abdominal. Se sugiere el procedimiento de orear el forraje en un ambiente sombreado durante un período mínimo de 2 horas antes de proporcionárselo a los cuyes, con el objetivo de prevenir dichas complicaciones.
Aportes del forraje	Además de vitamina C, el forraje proporciona al cuy agua y nutrientes esenciales para su dieta.

Elaborado por: El investigador basado en [23].

Alimentación con Balanceado

Tabla 8. Descripción de la alimentación con Balanceado

Alimentación con Balanceado	Descripción
Características del alimento balanceado	El alimento balanceado o concentrado representa un suplemento alimenticio para los cuyes, complementando su dieta. Contiene proteínas que estimulan el crecimiento y capitaliza la precocidad de estos animales, acelerando su desarrollo hasta alcanzar el peso adecuado para comercialización. A pesar de sus beneficios, su utilización se ve limitada debido a su costo más elevado en comparación con el forraje.
Composición del alimento concentrado	El alimento concentrado contiene insumos secos como maíz molido, afrecho de trigo, torta de soya, entre otros
Incremento del consumo de concentrado	En casos de escasez de pastos debido a la falta de agua de lluvia o de riego en el campo, la proporción de alimento concentrado puede aumentar en la dieta del cuy.
Beneficios del alimento concentrado de inicio	Según el Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Universidad Nacional Agraria (Perú), el alimento concentrado de inicio asegura un mayor peso al destete y un mejor crecimiento futuro. El consumo recomendado es entre 7 a 15 g/día durante las dos primeras semanas, combinado con forraje verde.

Elaborado por: El investigador basado en [23].

Alimentación Mixta

Tabla 9. Descripción de la alimentación Mixta

Alimentación con Forraje	Descripción
Razones para la alimentación mixta	La disponibilidad de alimento verde (forraje) no es constante a lo largo del año, lo que genera meses de mayor producción y épocas de escasez debido a la falta de agua de lluvia o riego. Ante esta situación, se han estudiado diversas alternativas, como el uso de concentrado, granos o subproductos industriales
Recomendación de alimentación mixta	El alimento balanceado o concentrado se considera un complemento nutricional para los cuyes, enriqueciendo su alimentación. Contiene proteínas que promueven el crecimiento y aprovecha la precoz capacidad de desarrollo de estos animales, acelerando su crecimiento hasta alcanzar el peso óptimo para su comercialización. Sin embargo, su aplicación se ve restringida debido a su mayor costo en comparación con el forraje.
Raciones recomendadas para engorde	Para alcanzar un peso vivo de 1.000 g en 75 días de engorde, cuyes Tipo I pueden ser alimentados con 150 g/animal/día de chala (forraje) y de 15 a 30 g/animal/día de concentrado.
Raciones recomendadas para reproductores	Para el suministro de alimento a los reproductores, se recomienda proporcionar diariamente 230 g de chala (forraje) y de 20 a 30 g de concentrado por cada animal.
Conversión alimenticia en la Línea Perú	La relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso de los cuyes se denomina conversión alimenticia. En la Línea Perú, la conversión alimenticia es de 3,8, lo que permite que los animales alcancen un peso vivo de 800 g a las ocho semanas de vida

Elaborado por: El investigador basado en [23].

1.3.16.2. Suplementos Vitamínicos

En base a estudios científicos, se ha comprobado que las vitaminas son esenciales para la salud y el bienestar de los cuyes (*Cavia porcellus*). Entre sus funciones, se destaca su papel en el crecimiento y desarrollo óseo, la formación de tejido conectivo y la regulación del sistema inmunológico.

La carencia de vitaminas en estos animales puede provocar una disminución del rendimiento productivo, aumento de la mortalidad y enfermedades, y reducción de la calidad de la carne. Específicamente, la vitamina C es crucial para los cuyes, ya que no la pueden sintetizar por sí mismos y su deficiencia puede causar enfermedades

como la enfermedad periodontal y la pelagra [24]. En la Figura 7 se puede observar el suplemento vitamínico de los cuyes.

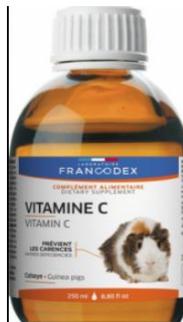


Figura 7. Suplementos de vitaminas [24].

1.3.16.2.1. Tipos de suplementos vitamínicos

En la búsqueda constante de mantener una salud óptima y promover el bienestar, los suplementos vitamínicos se han convertido en aliados esenciales para muchas personas en todo el mundo. En la provincia de Tungurahua, Ecuador, no es la excepción. Entre los suplementos más comunes utilizados en esta región se encuentran Mayvit, Supervitex y Labet [24].

Estos productos han ganado popularidad debido a sus promesas de mejorar la salud y la vitalidad, pero es crucial entender cómo se comparan en términos de composición, beneficios y efectividad. Esta comparación arrojará luz sobre cuál de estos suplementos vitamínicos podría ser la elección más adecuada como se observa en la Tabla 10 para quienes buscan optimizar su ingesta de nutrientes en Tungurahua y en otras regiones con necesidades de salud similares [24].

Tabla 10. Comparación de Suplementos Vitamínicos más Utilizados

Características	Mavit	Supervitex	Labet
Composición	Amplia gama de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales.	Vitaminas A, D, E, y minerales básicos.	Vitaminas C y D, calcio y fósforo.
Innovación	Fórmula patentada con tecnología avanzada de liberación controlada para una absorción óptima.	Fórmula tradicional con componentes básicos.	Fórmula mejorada con vitaminas estabilizadas.
Efectividad	Mejora el crecimiento, la salud reproductiva y la resistencia a enfermedades.	Contribuye al desarrollo general, pero con resultados más lentos.	Enfocado en mejorar la inmunidad y la resistencia.
Facilidad de uso	Fácil de administrar en diferentes formas: polvo, líquido o tabletas masticables.	Generalmente disponible en forma de tabletas o polvo.	Mayormente disponible en tabletas o líquido.
Precio	Precio competitivo considerando su calidad y eficacia.	Asequible, pero ofrece menos componentes.	Variado en precios según el formato.
Popularidad	Altamente recomendado por veterinarios y agricultores locales.	Apreciable, pero no tan reconocido como Mavit.	Reconocido en algunos círculos de agricultura.
Valor añadido ficticio	Mavit Plus: Incluye un potenciador del sistema inmunológico para una protección extra.	Supervitex Forte: Ahora con saborizantes para mejorar la aceptación de los animales.	Labet Pro: Con un sistema de liberación sostenida para una absorción constante.

Elaborado por: El investigador basado en [24].

1.3.17. Normativas y Recomendaciones

La crianza de cuyes es fundamental en muchas regiones. Para mejorarla, se usan tecnologías como IoT e interfaces web, pero esto también requiere normativas para garantizar la seguridad y el bienestar de los animales. En esta introducción, exploraremos cómo estas normativas son esenciales en la intersección de la crianza de cuyes, IoT y desarrollo web.

1.3.17.1. Normas Técnicas de Agrocalidad

Las normas técnicas de Agrocalidad son requisitos esenciales que los criadores de cuyes deben seguir para asegurar la calidad y la seguridad de los cuyicultores. Estas normativas incluyen buenas prácticas en la crianza, manufactura y etiquetado, así como medidas de control de plagas y enfermedades. Su cumplimiento es crucial para proteger la salud del consumidor y el éxito de la industria y se mencionan a continuación:

Dentro de la ubicación de la unidad productiva, infraestructura, instalaciones, equipos y herramientas establece:

Artículo 5.- De la Ubicación de la Unidad Productiva.

- La Unidad Productiva debe encontrarse en áreas rurales, distante de los centros urbanos, conforme a las leyes municipales vigentes y en lugares donde el peligro sanitario sea reducido [25].
- "La unidad productiva será situada en áreas que no estén susceptibles a áreas de peligro, libres de fuentes de contaminación como vertederos o depósitos de desechos, distantes de centros de sacrificio de animales y/o instalaciones de producción industrial" [25].
- La Unidad Productiva debe contar con vías de acceso y estar situada en zonas que dispongan de acceso a servicios fundamentales [25].

Artículo 6.- De la Infraestructura. Para que las instalaciones cumplan con los requisitos de esta especie, la infraestructura debe ser diseñada de manera que permita regular la temperatura, humedad, higiene y medidas de bioseguridad [25].

1. Para que la unidad productiva satisfaga los requerimientos de la especie, debe incluir las siguientes áreas:

- Espacio destinado al engorde de machos y hembra [25].
- Zona para el secado y almacenamiento de forraje [25].
- Área para el almacenamiento de concentrados y balanceados [25].

2. El diseño de los galpones, pozas y/o jaulas debe incluir un sistema de ventilación (por ejemplo, cortinas) que permita hacer frente a condiciones climáticas extremas como el calor, el frío, la humedad, los vientos, etc [25].
3. Los galpones, pozas y/o jaulas deben ser construidos con materiales no perjudiciales para los animales ni el ambiente, y deben permitir una fácil limpieza y desinfección [25].
4. Los galpones, pozas y/o jaulas destinadas para cuyes deben contar con espacio adecuado en cada etapa productiva, para que los animales puedan moverse con facilidad, acceder al alimento y agua sin competencia ni daño entre ellos [25].
5. El diseño de las unidades productivas debe estar concebido para maximizar la captación de luz solar (y calor) en la medida posible [25].
6. Los galpones y bodegas deben estar equipados con mecanismos de seguridad que impidan el ingreso de animales ajenos a la producción, evitando así posibles daños [25].

Artículo 7.- De las Instalaciones, Equipo y Utensilios. - Las instalaciones destinadas al confinamiento de cuyes deben cumplir con la densidad recomendada para esta especie, la cual varía según la edad y etapa productiva de los animales. Además, es fundamental que se garanticen condiciones que promuevan el bienestar animal en dichas instalaciones [25].

El galpón debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Las instalaciones deben proporcionar una ventilación y temperatura adecuadas, teniendo en cuenta la adaptación del animal al entorno, además de permitir una limpieza y desinfección apropiadas para mantener la higiene y salud de los animales [25].
- Los pisos artificiales de las pozas o jaulas deben ser antideslizantes y no abrasivos, pero al mismo tiempo, de fácil limpieza, desinfección y secado [25].
- En el caso de jaulas, es recomendable utilizar materiales de hierro galvanizado que aseguren una mayor durabilidad y reduzcan la contaminación en comparación con otros materiales. Estas jaulas deben estar diseñadas de manera que permitan el drenaje de las excreciones y eviten que

las extremidades de los cuyes queden atrapadas. También se puede considerar un sistema mixto (malla y madera) en el piso de las jaulas para evitar el estrés de los animales [25].

Dentro del uso y calidad de agua y de la alimentación animal se tiene:

Artículo 13.- De la calidad del Agua. - Los animales deben tener acceso a agua adecuada para el consumo libre y a voluntad [25].

- El suministro de agua debe ser suficiente para garantizar la salud de los animales y cumplir con los parámetros químicos, físicos y microbiológicos establecidos en la norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108 para agua potable o aguas seguras [25].

Artículo 14.- De la Alimentación

- Los cuyes deben recibir una alimentación que satisfaga sus requerimientos nutricionales, adaptada a su etapa específica [25].
- Es importante proporcionar espacios adecuados para comederos y bebederos, evitando así la generación de competencia entre los animales [25].
- Si se producen los alimentos en la misma explotación, es fundamental contar con un sistema de almacenamiento y conservación apropiado para garantizar su calidad y disponibilidad [25].

Artículo 15.- Calidad de los alimentos (Balanceados, Concentrados, Forrajes y suplementos).

- Es necesario tomar precauciones para evitar riesgos en el suministro de forraje, respetando los periodos de retiro establecidos para el uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas y fungicidas [25].
- Los alimentos deben estar claramente identificados y separados durante su almacenamiento, indicando la fecha de elaboración, fecha de caducidad, y su composición bromatológica y química [25].

Artículo 16.- De la conservación de los Alimentos (Forraje, Balanceados, Concentrados y suplementos) [25].

Los forrajes empleados en la alimentación de cuyes deben ser almacenados en lugares adecuados y protegidos del sol para preservar su valor nutritivo [43].

- Los balanceados, concentrados y suplementos utilizados en la dieta de los cuyes deben ser almacenados en lugares libres de humedad [25].
- Cuando se utilicen alimentos balanceados comerciales en la alimentación de cuyes, es necesario que estén registrados ante AGROCALIDAD [25].
- Deben tomarse las medidas necesarias para asegurar que los alimentos procesados utilizados en la dieta de los cuyes no presenten contaminación química, física o biológica [25].

Dentro del bienestar tenemos:

Artículo 17.- Del Bienestar Animal.

- Es fundamental asegurar que los cuyes nunca sufran de hambre o sed. Por lo tanto, se debe proporcionar una dieta adecuada, acorde con las diferentes etapas de su vida productiva [25].
- Los animales deben disponer de suficiente espacio físico que les permita expresar conductas normales y desarrollar su potencial productivo y reproductivo [25].
- Se deben evitar situaciones que puedan generar estrés en los animales a lo largo de toda la cadena productiva [25].

Del manejo Ambiental tenemos:

Artículo 27.- Del Manejo Ambiental.

- La adecuada recolección, tratamiento y disposición de los residuos generados por las unidades productivas de cuyes es fundamental para prevenir la contaminación de las aguas debido al escurrimiento [25].

Artículo 28.- Del Manejo y empleo de Excretas.

- En el caso de traslado de estiércol dentro o fuera de la unidad productiva, se deben seguir procedimientos que permitan su correcto manejo [25]
- El productor debe disponer de la capacidad de acopio necesario para descomponer y almacenar los desechos [25].

Artículo 30.- Disposición de Residuos y Desechos.

- Se deben establecer procedimientos a fin de clasificar, acopiar y colocar adecuadamente los residuos sólidos generados durante la operación de la unidad productiva punto la clasificación de residuos sólidos coma se la hará previa a su disposición en los recipientes respectivos como en los cuales serán almacenados en un área específica para su posterior entrega al sistema de recolección disposición final en el relleno sanitario municipal [25].
- Para la eliminación de los desechos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos; generados por el personal de la unidad productiva cavícola, se dotará de recipientes adecuados, los mismos que estarán ubicados en sitios estratégicos [25].
- Los residuos comunes se almacenarán en zonas exclusivas para su posterior entrega a la recolección municipal [25].

Artículo 31.- De las Emisiones Atmosféricas:

Para controlar las emisiones atmosféricas desde las instalaciones, es necesario proporcionar condiciones ambientales adecuadas dentro del galpón. Esto incluye permitir una circulación de aire fresco y uniforme en todas las áreas del galpón. De esta manera, se contribuye a mantener un ambiente interno óptimo y reducir el impacto de las emisiones en la calidad del aire [25].

1.3.17.2. ISO 14001:2015

Esta Norma Internacional establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental que busca mejorar el desempeño ambiental de una organización de manera sistemática y contribuir al pilar ambiental de la sostenibilidad. Alineada con la política ambiental de la organización, se espera que el sistema de gestión ambiental logre resultados como la mejora ambiental, el cumplimiento legal, y el logro de objetivos ambientales. La norma brinda valor al medio ambiente, a la propia organización y a sus partes interesadas [26].

Es aplicable a cualquier tipo y tamaño de organización, considerando los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar o influir, desde una perspectiva de ciclo de vida. Aunque no establece criterios de desempeño ambiental específicos, puede ser implementada total o parcialmente para mejorar de forma continua la gestión ambiental. Es fundamental que todos los requisitos estén incorporados en el sistema de gestión ambiental de la organización y se cumplan sin excepciones para que las declaraciones de conformidad con esta Norma Internacional sean válidas [26].

1.3.17.2.1. Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso Estudio Sector Cuyicultura

Los siguientes criterios revisten importancia fundamental en el ámbito de la cuyicultura según los lineamientos establecidos por la norma ISO 14001:2015.

Criterios Importantes a Instalaciones

Es esencial que el animal se encuentre en un ambiente con una temperatura adecuada que no sea demasiado frío ni demasiado caliente. De esta manera, podrá utilizar eficientemente el alimento que consume, no solo para regular su temperatura corporal, sino también para mantener un funcionamiento normal de su organismo y alcanzar una producción óptima. A este tipo de ambiente se le llama "ambiente termo neutral", y en este caso específico, se debe mantener una temperatura de aproximadamente 18°C [27].

Criterios Importantes a Localización

Es importante que la instalación de producción se encuentre en un sitio que garantice el aislamiento sanitario, evitando así la exposición a vientos, cambios drásticos de temperatura y la presencia de fuentes infecciosas como basureros, criaderos de aves, cerdos, mataderos u otros lugares que puedan atraer moscas y otros agentes contaminantes [27].

Criterios Importantes a Orientación

La instalación debe estar alineado de norte a sur para aprovechar al máximo la radiación solar, lo que resultará en una temperatura uniforme a lo largo del día y contribuirá a una desinfección natural más efectiva del espacio [27].

Criterios Importantes al Diseño en donde se van a Desarrollar los Cuyes

La estructura debe contar con una adecuada ventilación para evitar la acumulación de malos olores y gases como el amoníaco, que pueden generarse debido a la crianza de los animales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la ventilación no debe ser excesiva, evitando así movimientos bruscos de aire que puedan causar cambios drásticos de temperatura y afectar el proceso de crianza [27]. La Tabla 11 resume los criterios importantes en cuanto al diseño de los lugares en donde se desarrolla la crianza de cuyes.

Tabla 11. Criterios importantes para el Desarrollo de Cuyes

Parámetro	Descripción
Iluminación	La instalación debe estar equipada con ventanas y techos que permitan una distribución uniforme de la luz en todo el espacio, lo que proporcionará una mayor visibilidad, mejor desinfección y mejorará el ambiente termo neutral.
Jaulas y/o Posas	Las jaulas o posas que se vayan a construir deben tener el área adecuada para recibir cómodamente a los cuyes, además de permitir un manejo apropiado.
Modelo de Jaulas	Las jaulas pueden ser construidas utilizando materiales como madera, ladrillo u otros disponibles, teniendo en cuenta la pendiente y el espacio entre ellas para garantizar un ambiente seco para la cría.

Elaborado por: El investigador basado en [27].

1.3.17.3. ISO 9241-210:2019

La norma ISO 9241-210:2019 es parte de la serie ISO 9241 que se enfoca en la ergonomía de la interacción hombre-sistema. Específicamente, la ISO 9241-210:2019 se centra en la evaluación de la usabilidad de sistemas interactivos,

proporcionando directrices técnicas detalladas para llevar a cabo estudios de usabilidad efectivos.

Esta norma establece un marco y metodología para evaluar la eficiencia, efectividad y satisfacción del usuario en la interacción con sistemas interactivos, como software, aplicaciones web y dispositivos electrónicos. Está diseñada para ayudar a las organizaciones a mejorar la usabilidad de sus productos y, en última instancia, mejorar la experiencia del usuario.

La Norma ISO 9241-210:2019 es un estándar internacional que se centra en la usabilidad y la experiencia del usuario en sistemas interactivos. Esta norma proporciona directrices y principios para el diseño centrado en el usuario de interfaces de usuario, con el objetivo de mejorar la eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario al interactuar con sistemas tecnológicos. Define conceptos clave, procesos y métodos para garantizar que los productos y servicios digitales sean accesibles y ergonómicos, teniendo en cuenta la diversidad de usuarios y sus necesidades. En resumen, la Norma ISO 9241-210:2019 desempeña un papel crucial en la creación de interfaces más amigables y efectivas en el mundo digital [28]

La Norma ISO 9241-210:2019 establece criterios de evaluación para la usabilidad y la experiencia del usuario en sistemas interactivos. Estos criterios se utilizan para medir y evaluar qué tan bien un sistema cumple con los objetivos de usabilidad y cómo se percibe por parte de los usuarios. Algunos de los criterios comunes incluyen como se muestra en la Tabla 12 [28].

Tabla 12. Criterios de Evaluación de ISO 9241-210:2019

Criterio de Evaluación	Descripción
Eficacia	Capacidad para lograr objetivos de manera precisa y completa.
Eficiencia	Mide la cantidad de recursos, como tiempo o esfuerzo, que un usuario necesita para completar una tarea con el sistema.
Satisfacción del usuario	Evalúa la satisfacción subjetiva del usuario al interactuar con el sistema.
Facilidad de aprendizaje	rapidez con la que los usuarios pueden aprender a utilizar el sistema y realizar tareas básicas sin la necesidad de una capacitación extensa.
Diversidad de usuarios	capacidad del sistema para satisfacer las necesidades de una variedad de usuarios
Error humano	Mide la cantidad y gravedad de los errores que los usuarios cometen al interactuar con el sistema y cómo estos errores afectan su capacidad para completar tareas.

Elaborado por: El investigador basado en [28].

1.3.17.4. ISO/IEC 27400:2022

La Norma ISO/IEC 27400:2022 es un estándar internacional que aborda cuestiones relacionadas con la ciberseguridad y la privacidad en el ámbito de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Este estándar proporciona directrices y mejores prácticas para la gestión de riesgos, la seguridad de datos y la privacidad en el desarrollo, la implementación y el uso de sistemas de inteligencia artificial y aprendizaje automático.

Se centra en aspectos cruciales como la transparencia de los algoritmos, la explicabilidad de los resultados y la protección de datos personales, con el objetivo de fomentar la confianza en las aplicaciones de IA y garantizar que se utilicen de manera ética y segura en una amplia variedad de contextos, desde la atención médica hasta la automatización industrial. Esta norma desempeña un papel fundamental en el establecimiento de un marco global para la ciberseguridad y la privacidad en la era de la inteligencia artificial [29].

Criterios de Evaluación

- **Riesgos:** Identifica los riesgos asociados con las soluciones de IoT y proporciona directrices para su evaluación y gestión [29].
- **Principios:** Establece los principios de seguridad y privacidad que deben ser considerados en el diseño, implementación y operación de soluciones de IoT [29].
- **Controles:** Proporciona una lista de controles de seguridad y privacidad que pueden ser implementados para mitigar los riesgos identificados [29].

1.3.7. Etapas de la arquitectura de soluciones IoT

Existen diferentes niveles de IoT basados en la capacidad y rendimiento de los componentes de IoT que brindan la mejor solución para las empresas comerciales y los consumidores. La arquitectura de IoT es una manera esencial de organizar los distintos componentes de IoT para que puedan brindar servicios a través de las redes y satisfacer las necesidades futuras [30].

Las etapas primarias (capas) de IoT que brindan la solución para la arquitectura de IoT están descritas en la Tabla 13 y son:

Tabla 13. Etapas primarias de IoT.

Capa	Definición
Sensores/Actuadores:	Los sensores o actuadores son los dispositivos que pueden emitir, aceptar y procesar datos a través de la red. Estos sensores o actuadores se pueden conectar de forma cableada o inalámbrica. Este contiene GPS, electroquímico, giroscopio, RFID etc. La mayoría de los sensores necesitan conectividad a través de puertas de enlace de sensores
Puertas de enlace y adquisición de datos:	Dado que estos sensores y actuadores producen una gran cantidad de datos, necesitan puertas de enlace y redes de alta velocidad para transferir los datos.
Edge IT:	Edge en la arquitectura IoT son las puertas de enlace de hardware y software que analizan y procesan los datos antes de transferir a la nube. Si los datos leídos de los sensores y las puertas de enlace no cambian de su valor de lectura anterior, entonces no se transfieren a la nube como esto guarda los datos utilizados.
Centro de datos/ Nube:	El Centro de Datos o Nube se encuentra bajo los servicios de gestión que procesa la información a través de análisis, gestión dispositivos y controles de seguridad.

Elaborado por: El investigador basado en [13].

1.3.8. Protocolos para IoT

1.3.8.1. Protocolos alámbricos IoT

La comunicación a través de un medio guiado se clasifica en dos categorías principales que se muestran en la Tabla 14:

Tabla 14. Protocolos alámbricos IoT

Comunicación interna	Protocolos como I2C y SPI
Comunicación externa	Tecnologías como Ethernet, RS-232, RS-485, UART, USART y USB

Elaborado por: El investigador basado en [31]

1.3.8.2. Protocolos inalámbricos IoT

En el contexto de Internet de las cosas (IoT), existen varios protocolos inalámbricos utilizados para la comunicación entre dispositivos conectados. Algunos de los protocolos inalámbricos más comunes para IoT se muestran en la Tabla 15 y son:

Tabla 15. Protocolos inalámbricos IoT

Protocolo	Tipo de Red	Alcance	Uso Principal
Wi-Fi	Red Local	Corto/ Medio	Doméstico, Industrial
Bluetooth	Red PAN	Corto	Wearables, Sensores, IoT de baja potencia
Zigbee	Red de Malla	Corto/ Medio	Domótica, Automatización Industrial
LoRaWAN	Red LPWAN	Largo	IoT en áreas remotas
Sigfox	Red LPWAN	Largo	IoT en áreas remotas

Elaborado por: El investigador basado en [32]

1.3.8.3. Protocolos de Mensajería IoT cliente-servidor

Los protocolos de mensajería IoT cliente-servidor son fundamentales para la comunicación efectiva entre dispositivos conectados y servidores en el ecosistema de IoT. Establecen canales bidireccionales donde los dispositivos envían datos al servidor y reciben comandos o notificaciones a cambio. Esto permite la recopilación y análisis de datos en tiempo real, impulsando la automatización, el monitoreo remoto y soluciones inteligentes en diversas aplicaciones. Ejemplos comunes incluyen MQTT, CoAP y HTTP, cada uno con características y eficiencias distintas, adaptándose a los requisitos específicos de cada proyecto IoT y se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Protocolos de Mensajería Iot cliente-servidor

Protocolo	Características	Uso Principal
MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)	Ligero, bajo consumo de ancho de banda, soporta QoS (Quality of Service) para garantizar la entrega de mensajes, adecuado para dispositivos con recursos limitados.	Automatización del hogar, Telemetría, IoT industrial
CoAP (Constrained Application Protocol)	Diseñado para dispositivos con limitaciones de recursos, como IoT de baja potencia, admite métodos similares a HTTP, ligero y eficiente.	Domótica, Monitorización de dispositivos IoT, Smart Cities
HTTP (Hypertext Transfer Protocol)	Es un protocolo sin estado, lo que significa que cada solicitud y respuesta se considera independiente. Esto simplifica la implementación, pero requiere que las aplicaciones web gestionen el estado por sí mismas	IoT de tiempo real, Comunicación entre dispositivos conectados

Elaborado por: El investigador basado en [33].

1.3.9. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos es esencial en el mundo digital actual, involucrando análisis y transformación de datos para obtener información valiosa. Su importancia radica en tomar decisiones informadas, mejorar la eficiencia y crear soluciones innovadoras en áreas como inteligencia artificial, Internet de las cosas y análisis de big data. Con herramientas avanzadas, revela patrones y tendencias en grandes conjuntos de información, impulsando un mundo digital más inteligente y conectado. En la Tabla 17 se tiene los tipos de modelos de Computing para el Procesamiento de Datos:

Tabla 17. Características de Modelos Computing para procesamiento de datos.

Modelos Computing	Definición	Características principales	Ventajas
Edge Computing	Llevar el procesamiento de datos y análisis cerca de la fuente de datos, es decir, en el extremo de la red, más cerca de los dispositivos y sensores.	Baja latencia, reducción de tráfico de red, mayor privacidad y seguridad.	Mayor velocidad de procesamiento y respuesta en tiempo real.
Fog Computing	Extensión de la nube hacia el borde de la red, donde se ubican los dispositivos IoT y sensores, realizando procesamiento en puntos intermedios entre los dispositivos y la nube.	Distribución de servicios, mayor eficiencia en el uso de la red.	Reducción de latencia y tráfico de red.
Cloud Computing	Modelo de computación basado en la provisión de recursos a través de internet, permitiendo el almacenamiento y procesamiento de datos en servidores remotos.	Escalabilidad, flexibilidad y acceso desde cualquier ubicación.	Alta capacidad de almacenamiento y potencia de procesamiento.

Elaborado por: El investigador basado en [34].

1.3.10. Servidor

1.3.10.1. Servidor web

Un servidor web es un intermediario clave en Internet, encargado de almacenar, procesar y entregar contenido web a los navegadores de los usuarios. A través de solicitudes HTTP, los usuarios acceden a los sitios web alojados en el servidor y reciben las respuestas correspondientes. Estos servidores son vitales para la experiencia del usuario en línea, garantizando la accesibilidad, rapidez y confiabilidad de los sitios. Además, pueden configurarse para manejar diversos contenidos, brindar seguridad y soportar aplicaciones web dinámicas, siendo un componente esencial en el funcionamiento de la web moderna [35]. En la Tabla 18 se tiene una comparativa del Servidor Web Estático, Dinámico y Servidor FTP

Tabla 18. Comparativa de Servido Web Estático, Dinámico y FTP.

Característica	Servidor Web Estático	Servidor Web Dinámico	Servidor FTP
Contenido	Sirve contenido web estático, como archivos HTML, CSS, imágenes y otros archivos sin procesamiento adicional.	Genera contenido dinámico basado en solicitudes del cliente, a menudo usando bases de datos y lenguajes de programación.	Archivos para compartir y transferir, como documentos, imágenes y videos, entre usuarios y servidores.
Procesamiento	No requiere procesamiento en el servidor, ya que el contenido se entrega tal como está almacenado.	Realiza procesamiento en el servidor para generar contenido personalizado antes de entregarlo al cliente.	No realiza procesamiento de contenido, simplemente permite la transferencia de archivos entre sistemas.

Elaborado por: El investigador basado en [36].

1.3.11. Base de datos

Una base de datos es un conjunto estructurado de datos que se organiza y almacena en un sistema informático. Su objetivo principal es permitir la gestión eficiente y segura de grandes volúmenes de información, facilitando la creación, consulta, actualización y eliminación de datos de manera coherente [37].

1.3.11.1. Base de datos relacionales

Las bases de datos relacionales son un tipo específico de base de datos que se basa en el modelo relacional de datos. Utilizan Tablas con filas y columnas para organizar y representar la información. Cada Tabla representa una entidad o concepto, y se establecen relaciones entre ellas mediante claves primarias y claves externas. Estas bases de datos siguen reglas de integridad para garantizar la consistencia y precisión de los datos almacenados. Se accede y manipula la información mediante consultas escritas en el lenguaje estructurado de consultas (SQL), que permite realizar operaciones complejas y transacciones en la base de datos [38].

1.3.11.2. Base de datos no relacionales

Las bases de datos no relacionales, también conocidas como NoSQL, son un tipo de base de datos que se aparta del modelo relacional tradicional. En lugar de utilizar

Tablas, estas bases de datos almacenan datos en diferentes formatos, como documentos, grafos o pares clave-valor. No requieren un esquema fijo, lo que les da una mayor flexibilidad para manejar datos no estructurados y altamente variables. Las bases de datos NoSQL son altamente escalables y están diseñadas para manejar grandes volúmenes de datos y cargas de trabajo distribuidas. Son adecuadas para aplicaciones web, análisis de big data, sistemas de gestión de contenido y otras situaciones en las que la estructura de los datos puede cambiar con el tiempo o donde se necesitan altos niveles de escalabilidad y rendimiento [38].

1.3.12. Conceptos de desarrollo web

El desarrollo web es un proceso continuo de mejora y adaptación, donde ambas disciplinas evolucionan para satisfacer las necesidades y demandas cambiantes del mundo digital. Se divide en dos áreas fundamentales: Front-End y Back-End [39].

1.3.12.1. Front-End

El Front-End se enfoca en la parte visible de un sitio web o aplicación, abarcando todo lo relacionado con la interfaz de usuario y la experiencia visual. Los desarrolladores Front-End utilizan lenguajes como HTML para estructurar el contenido, CSS para aplicar estilos y presentar la información de manera atractiva, y JavaScript para implementar interacciones y dinamismo en la página. Su objetivo es crear una experiencia del usuario fluida y amigable, asegurándose de que la interfaz sea intuitiva y receptiva a las acciones del usuario [39].

1.3.12.2. Back-End

el Back-End se concentra en la parte no visible de la aplicación, gestionando la lógica y la funcionalidad detrás de la interfaz de usuario. Los desarrolladores Back-End trabajan con diversos lenguajes de programación, como Python, Ruby, Java o PHP, para manejar la gestión de bases de datos, procesar datos, implementar algoritmos complejos y realizar operaciones relacionadas con la seguridad y el rendimiento del sitio web. Además, se encargan de desarrollar y mantener los servicios web y APIs (Application Programming Interfaces) que permiten la comunicación entre el Front-End y el Back-End, posibilitando el intercambio de información y datos [39].

1.3.13. Plataformas de Internet de las cosas

1.3.13.1. Ventajas de las Plataformas de Internet de las cosas

Las plataformas de Internet de las cosas (IoT) ofrecen una serie de ventajas significativas que impulsan la adopción y el desarrollo de esta tecnología. Algunas de las principales ventajas están descritas en la Tabla 19 y son:

Tabla 19. Ventajas de las Plataformas de Internet de las cosas.

Interconexión y escalabilidad	Permiten conectar y gestionar eficientemente múltiples dispositivos y sensores, facilitando su expansión.
Gestión centralizada	Ofrecen una interfaz centralizada para controlar y administrar dispositivos y datos desde un solo lugar.
Analítica y toma de decisiones	Recopilan y analizan datos para obtener información valiosa y tomar decisiones informadas y estratégicas.
Integración con servicios y aplicaciones externas	Permiten la integración con otros servicios y aplicaciones, enriqueciendo las soluciones IoT.
Seguridad y privacidad	Incluyen características avanzadas para proteger los datos y garantizar la privacidad de los usuarios.
Optimización y eficiencia	Identifican patrones para optimizar el rendimiento, reducir costos y mejorar la eficiencia en el uso.
Innovación y desarrollo ágil	Proporcionan herramientas para desarrollar soluciones rápidamente, fomentando la innovación.

Elaborado por: El investigador basado en [40].

1.3.13.2. Tipos de Plataformas de Internet de las cosas

Ubidots es una plataforma de monitoreo industrial y IoT que ofrece soluciones para diferentes sectores, mientras que Fitbit se enfoca en dispositivos wearables y aplicaciones para el seguimiento de la salud y el bienestar personal. Por otro lado, SmartThings está centrada en la automatización del hogar y la gestión de dispositivos inteligentes para crear un hogar inteligente [41]. En la Tabla 20 se observa una comparativa de los tipos de plataformas de Internet de las cosas.

Tabla 20. Comparativa de Plataformas de Internet de las Cosas

Características	Ubidots	Fitbit	SmartThings
Tipo de Plataforma	Nube Pública	Dispositivos wearables y aplicaciones	Hogar Inteligente
Enfoque	Monitoreo Industrial y IoT	Salud y Bienestar	Automatización del Hogar
Escalabilidad	Alta	Alta	Alta
Facilidad de uso	Alta	Alta	Alta
Soporte de Protocolos	MQTT, HTTP, CoAP, etc.	Propietario de Fitbit	Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave, Bluetooth, etc.
Integración de Dispositivos	Alta	Dispositivos Fitbit	Amplia
Analíticas y Visualización	Sí	Sí	Sí
Seguridad	Alta	Alta	Alta
Personalización	Alta	Limitada	Alta

Elaborado por: El investigador basado en [41]

Ubidots es una plataforma completa de IoT que facilita la implementación y gestión de proyectos conectados, brindando herramientas poderosas para la visualización y análisis de datos, y permitiendo a las organizaciones y desarrolladores aprovechar el potencial de la Internet de las cosas de manera efectiva y eficiente [42].

1.3.13.3. Ubidots

Ubidots es una plataforma de Internet de las cosas (IoT) basada en la nube que permite a las empresas y desarrolladores recopilar, almacenar, visualizar y analizar datos de dispositivos y sensores conectados. Fundada en 2012, Ubidots ofrece una solución completa y flexible para el desarrollo y la gestión de proyectos IoT [42].

Proporciona una interfaz sencilla e intuitiva que permite a los usuarios configurar y gestionar fácilmente dispositivos y datos. Ofrece soporte para una amplia variedad de protocolos de comunicación, como MQTT y HTTP, lo que facilita la integración de diversos dispositivos y sistemas en la plataforma [42].

Una de las características destacadas de Ubidots es su capacidad para crear paneles y gráficos personalizados que permiten visualizar los datos recopilados de manera clara y comprensible. Además, ofrece herramientas analíticas que permiten realizar análisis avanzados y tomar decisiones informadas basadas en los datos recolectados [42].

1.3.13.4. Ventajas de Ubidots

Las ventajas de Ubidots como plataforma de Internet de las cosas son:

- **Facilidad de uso:** Interfaz intuitiva y fácil de configurar y gestionar dispositivos IoT [42].
- **Amplia integración:** Soporte para múltiples protocolos y amplia gama de integraciones con diferentes dispositivos [42].
- **Escalabilidad:** Capacidad para adaptarse a proyectos pequeños y grandes sin perder eficiencia [42].
- **Personalización:** Posibilidad de personalizar paneles y gráficos para una visualización adecuada de los datos [42].
- **Análisis y visualización:** Herramientas avanzadas de análisis y visualización en tiempo real de datos recopilados [42].
- **Seguridad:** Enfoque en la protección y confidencialidad de los datos mediante medidas de seguridad avanzadas [42].
- **Soporte y documentación:** Ofrece un sólido soporte técnico y documentación completa para resolver problemas y aprender sobre la plataforma [42].
- **Flexible plan de precios:** Ofrece opciones gratuitas y planes de pago para adaptarse a diferentes necesidades [42].
- **Enfoque industrial:** Especializada en el monitoreo industrial y aplicable a diversos sectores [42].

1.3.13.5. Ubidots en las Empresas

Ubidots es una plataforma de Internet de las cosas (IoT) que brinda soluciones a las empresas para el monitoreo y control industrial, optimización de la cadena de suministro, seguimiento de activos, mantenimiento predictivo, gestión energética,

servicios al cliente y experiencias personalizadas, así como para proyectos de ciudades inteligentes. Con su interfaz fácil de usar, amplia integración, análisis en tiempo real y enfoque en la seguridad, Ubidots permite a las empresas mejorar su eficiencia, tomar decisiones basadas en datos y ofrecer servicios más efectivos y personalizados a sus clientes [42].

1.3.14. Tecnología IoT aplicado a las granjas

La crianza de animales requiere de varios componentes para ser efectiva y cumplir con las expectativas de los involucrados en el sector. Por lo tanto, es necesario analizar las variables que contribuirán a mejorar la calidad de los productos animales. Cada componente juega un papel importante en el entorno laboral, ayudando a unir los procesos y permitiendo la automatización a través del registro de información y la creación de historiales de comportamiento [43].

En el desarrollo de la Internet de las cosas en Veterinaria, se tiene en cuenta el uso de hardware, software y expertos técnicos, cada uno contribuyendo al análisis de la información para lograr una automatización eficiente y tomar decisiones basadas en resultados que son obtenidos en base a sensores y actuadores que por lo general manejan datos en tiempo real [43]. En la Figura 8 se observa la arquitectura de una granja con tecnología IoT.

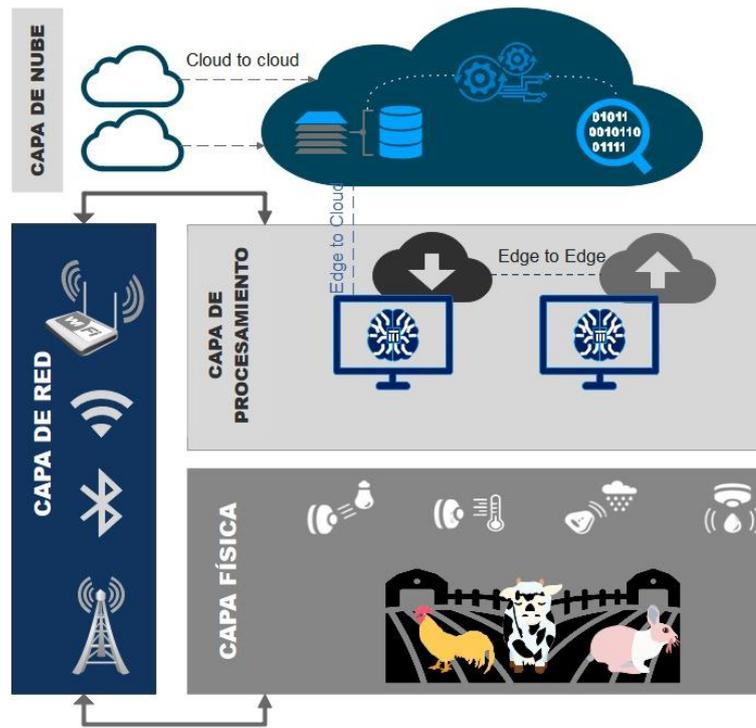


Figura 8. Arquitectura de una granja con tecnología IoT [43].

Elaborado por: El investigador.

1.3.15. Sensores en las Granjas con Tecnología IoT

Para el control y monitores de los sensores sean el correcto es importante tener definido una arquitectura como se menciona anteriormente la cual nos permite estructurar todo sistema que este implementado con tecnología IoT

Los sensores y actuadores son componentes clave en las granjas con Tecnología IoT, ya que proporcionan la información y control necesarios para optimizar el funcionamiento de la granja. Los sensores se utilizan para monitorear y recopilar información sobre factores importantes, como la temperatura, la humedad, la calidad del aire y el comportamiento animal. Los actuadores, por su parte, reciben información de los sensores y toman acciones específicas, como ajustar la temperatura o el flujo de aire, para mantener un ambiente óptimo para los animales y mejorar la eficiencia de la granja. La combinación de sensores y actuadores permite una monitorización y control en tiempo real, lo que resulta en una mayor eficiencia y productividad, así como en una mejor calidad de vida para los animales y una producción más sostenible [43].

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Elaborar un Sistema IOT de monitoreo y control aplicado a la nutrición en la Cuyicultura

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las variables que influyen en el crecimiento de cuyes y compararlas con la forma de crianza tradicional.
- Diseñar un sistema de monitoreo y control para la cuyicultura basado en IoT para optimizar el crecimiento y la salud de los animales.
- Desarrollar una interfaz de usuario para la gestión del prototipo.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Materiales

El proyecto presentado utilizó los siguientes componentes para la sensorización. Se empleó un DHT11 para medir la temperatura y la humedad, un LDR para la medición de la luminosidad, un MQ135 para evaluar la calidad del aire, un sensor de turbidez para la calidad del agua al igual que para medir los recipientes de los alimentos del animal se utilizó ultrasónicos HC-SR04 y como actuadores, se utilizaron servomotores MG90S para la alimentación, una electroválvula AQT15S y una bomba peristáltica KPHM100 para el suministro de agua y dosificación de vitaminas, y un motor responsable de operar la ventilación y la eliminación de desechos en el prototipo.

Todos estos componentes fueron programados utilizando un microcontrolador Arduino Mega, y para la conectividad de datos, se utilizó un ESP8266 para capturar y enviar los datos a una página web, que se encargaba del monitoreo y control a través de un panel de control en Ubidots. El proyecto también incluyó un sistema de vigilancia con una cámara OV2640 y un buzzer para las notificaciones. Además,

incorporó una función de generación de informes que enviaba informes al correo electrónico del usuario. Para acceder al entorno alojado en Ubidots a través de Google Cloud, los usuarios debían iniciar sesión con su cuenta o crear una. Estas medidas aseguraron el funcionamiento eficiente del proyecto.

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de investigación

La investigación aplicada fue la modalidad empleada en el proyecto de investigación debido a que tenía como propósito dar una solución al planteamiento del problema explicado anteriormente. Para ello, era fundamental plasmar los conocimientos prácticos y teóricos adquiridos durante toda la formación académica universitaria para elaborar el sistema propuesto.

Al haber sido una investigación bibliográfica basada en antecedentes de libros, tesis, artículos y revistas, se proporcionó información veraz y actualizada de la tecnología que se usó, además de los parámetros que se necesitaban medir.

Agregando a lo anterior, se realizó una investigación de campo en el criadero de cuyes de la familia "Barreno", ubicada en el cantón Quero. Se consultó a los agricultores acerca de la producción y crianza de animales, y se investigó el tipo de tecnología existente o si era factible la utilización de una granja inteligente. Además, se corroboró si el incremento de las vitaminas a la dieta de los cuyes ayudaba a su desarrollo y crecimiento.

2.2.2. Recolección de información

La recolección de datos se basó en los repositorios de la Universidad Técnica de Ambato, la Escuela Politécnica Nacional y la Universidad Politécnica Salesiana, así como en revistas científicas. Se utilizaron fuentes verídicas y actualizadas con una antigüedad máxima de 4 años.

2.2.3. Procesamiento y análisis de datos

Para procesar y analizar la información se siguieron los siguientes puntos:

- Se buscó información referente al tema.

- Se seleccionaron fuentes adecuadas y útiles.
- Se observó y estudió la metodología utilizada para la óptima elaboración de los sistemas.
- Se discernió la información más adecuada para dar solución al planteamiento del problema.

2.2.4. Desarrollo de Proyecto

Para el Sistema IOT de monitoreo y control aplicado a la nutrición en la Cuyicultura se utilizan las siguientes actividades:

1. Análisis de los métodos de crianza aplicados en la cuyicultura.
2. Identificación de la viabilidad tecnológica para escoger las variables a medir y controlar en el prototipo.
3. Determinación de los métodos de nutrición en la cuyicultura.
4. Codificación del sistema de dosificación de vitaminas.
5. Determinación de la arquitectura IoT a utilizar en el sistema.
6. Selección sensores y actuadores en referencia al modelo IoT para el prototipo para cuyes.
7. Programación y enlace de datos de los sensores alojados en un servidor en la nube.
8. Diseño de un sistema de seguridad.
9. Diseño de una interfaz web de usuario para la gestión remota del prototipo.
10. Elaboración de un manual de usuario.
11. Pruebas del funcionamiento del sistema IoT de monitoreo y control de la nutrición en la cuyicultura.
12. Generación de reportes de operatividad.
13. Desarrollo del Informe Final.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

El desarrollo del prototipo de monitoreo y control basado en IoT constituye una herramienta para garantizar el buen cuidado de los animales en la etapa de desarrollo engorde, tras la recopilación de dosis exactas en cuanto a las necesidades alimenticias que fueron suministradas a horas específicas por medio de servomotores y el agua como los suplementos vitamínicos por medio de una bomba peristáltica y electroválvula de cómo son forraje verde 200 gramos, balanceado 15 gramos, suplemento de engorde 15 gramos, agua 150 ml con suplementos vitamínicos y por otra parte los parámetros ambientales como la calidad del aire por medio de un sensor mq135, la temperatura y humedad por un sensor DHT11 con el control de una lámpara de calor, higiene por medio de la eliminación de desechos por un motor, luminosidad por un LDR y turbidez del agua que garantizan un correcto cuidado para su producción, generando el conocimiento más amplio a las personas del cantón Quero que pertenecen a la finca de la familia Barreno.

Gracias a la programación mediante los microcontroladores Arduino y Esp8266, se sistema ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los datos recopilados, lo que ha permitido que se suministre adecuadamente las dosis y el control en cuanto a las variables ambientales. Estas recomendaciones incluyen aspectos críticos como la cantidad adecuada de alimento, la frecuencia de alimentación y la composición nutricional óptima. La interfaz gráfica alojada en la nube de Google Cloud ha facilitado el acceso a información valiosa y ha permitido a los usuarios visualizar histogramas dinámicos y reportes en tiempo real sobre los parámetros monitoreados.

La implementación de este sistema IoT ha demostrado múltiples beneficios en la cuyicultura. La optimización de la nutrición ha llevado a una mejora en la calidad individual de los cuyes, así como un aumento significativo en la producción. Además, se ha observado una reducción en los costos y el tiempo asociados con los métodos de control convencionales, ya que el monitoreo continuo ha proporcionado

una mayor eficiencia y ha permitido una rápida respuesta a cualquier cambio en el ambiente o en la salud de los cuyes.

3.2. Desarrollo de la propuesta

3.2.1. Finca de la familia “Barreno”

La familia Barreno opera una diversidad de actividades relacionadas con la agricultura y la crianza de animales en sus amplias extensiones de terreno ubicadas en las afueras del cantón Quero. Su principal enfoque es el cultivo de diversos productos autóctonos de la zona. Una de sus actividades destacadas es la crianza de cuyes o cuyicultura, la cual representa una fuente adicional de ingresos debido a las bajas exigencias de estos animales y la disponibilidad de espacio adecuado para su cría. En la Figura 9 se observa la producción de productos agrícolas en las parcelas de la finca de la familia Barreno.



Figura 9. Hectáreas pertenecientes a la familia Barreno.

Elaborado por: El investigador basado

Sin embargo, es importante señalar que la cuyicultura es una actividad secundaria, ya que su enfoque principal está en la agricultura. Por esta razón, la crianza de cuyes no ha sido tecnificada y se lleva a cabo de manera tradicional o familiar, con jaulas dispuestas en los espacios disponibles. Esta aproximación puede resultar en la falta

de suministro de suplementos vitamínicos y en un descuido de los parámetros ambientales y nutricionales esenciales para el adecuado desarrollo de los cuyes. En la Figura 10 se observa cómo se disponen las jaulas en la producción de cuyes.



Figura 10. Jaulas de la Finca de la familia Barreno.

Elaborado por: El investigador.

La familia Barreno aprovecha sus vastas áreas de terreno para llevar a cabo actividades agrícolas y de crianza de animales, destacando la cuyicultura como una fuente adicional de ingresos. Aunque esta actividad no está completamente tecnificada, continúan criando cuyes de manera tradicional o familiar, lo que podría afectar el óptimo desarrollo de los animales al no atender adecuadamente sus necesidades nutricionales y ambientales. En la Figura 11 se observa a los cuyes dentro de la jaula de la familia Barreno.



Figura 11. Cuyes de la familia Barreno.

Elaborado por: El investigador basado

3.2.1.1. Características del Lugar

Para llevar a cabo este estudio, se seleccionó animales cedidos por la familia Barreno con el propósito de analizar aspectos fundamentales relacionados con la crianza de cuyes durante las etapas de desarrollo y engorde. Estas fases son cruciales para la posterior comercialización y, por lo tanto, se buscó identificar los requisitos específicos necesarios para este enfoque en comparación con las prácticas de crianza más familiares o tradicionales que la familia Barreno solía emplear. En la Tabla 21 se observan algunas características del lugar.

Tabla 21. Características importantes del Catón Quero

Característica	
Ubicación Geográfica	<ul style="list-style-type: none">- Coordenadas UTM zona 17 S.- Datum WGS'84.- Altitud: 2977 metros sobre el nivel del mar.- Límites:- Al norte: Cantón Cevallos.- Al sur: Cantón Guano en la provincia de Chimborazo.- Al este: Cantón Pelileo.- Al oeste: Cantón Mocha.
Clima	<ul style="list-style-type: none">- Área: 179 km².- Altitud: 2800 a 3600 metros sobre el nivel del mar.- Precipitación anual: 510,5 mm.- Humedad relativa promedio: 80%.- Temperatura promedio: 12,8 °C.- Variaciones térmicas: Máxima de 21 °C, mínima de 5 °C.
Importancia Climática	<ul style="list-style-type: none">- Influencia en actividades agrícolas, ganaderas y proyectos regionales.- Relevancia en la elección de cultivos y crianza de animales.

Elaborado por: El investigador.

3.2.2. Análisis de los métodos de crianza aplicados en la cuyicultura

En el cuadro resumen, se presenta los distintos sistemas de crianza de animales según su destino de producción y los niveles tecnológicos utilizados. Cada sistema y nivel tecnológico tiene características específicas que influyen en la eficiencia y productividad del proceso de crianza de animales. La Tabla 22 indica un resumen de los métodos de crianza en la cuyicultura.

Tabla 22. Resumen de los Métodos de Crianza por Niveles

Sistemas de Crianza por Destino de la Producción	
Sistema Familiar	Producción para consumo propio, ocasionalmente venden parte de su producción cuando necesitan dinero. Mano de obra involucrada es la propia familia y los insumos alimenticios provienen de sus propios campos.
Sistema Familiar – Comercial	Crianza familiar con venta regular de excedentes después de cubrir las necesidades familiares. Genera ingresos adicionales para la familia. Puede haber mayor participación de la mano de obra familiar.

Elaborado por: El investigador.

Como se puede observar en la Tabla comúnmente, las familias en el ámbito de la cuyicultura adoptan esta actividad como una fuente secundaria de ingresos debido a su facilidad de implementación. En general, en las zonas rurales, las familias se manejan mediante sistemas familiares, como en el caso de la familia Barreno, que se involucra en una crianza familiar comercial, aunque de forma no tecnificada.

Esto puede resultar en un control limitado de la producción de los animales y descuidar parámetros importantes externos al animal que influyen en su desarrollo. Asimismo, la falta de conocimiento sobre suplementos de engorde y vitaminas puede llevar a una alimentación centrada principalmente en forrajes verdes o en los sobrantes de las cosechas, ya que el cuy es un animal herbívoro.

3.2.2.1. Sistema de Crianza Familiar – Comercial

En el contexto de las familias en entornos rurales, específicamente en el cantón de Quero de la provincia de Tungurahua, se llevó a cabo un análisis que se centró en la

adopción de sistemas de crianza familiar comercial. Estos sistemas, ampliamente empleados en la zona, se destacan por su capacidad para generar ingresos adicionales para las familias, lo que resulta de un manejo relativamente sencillo de los animales. Además, los productos y animales obtenidos de esta crianza se destinan tanto al consumo propio como a posibles ventas.

Sin embargo, es crucial considerar diversas variables que influyen en la implementación y gestión de este tipo de crianza en los entornos de las familias rurales en la provincia del cantón Quero. Estas variables abordan aspectos clave relacionados con la crianza familiar comercial y su integración en la vida cotidiana de las comunidades rurales de la región y se puede observar una breve descripción en la Tabla 23.

Tabla 23. Sistema Familiar - Comercial características

Característica	Descripción
Escala de Producción	Pequeña o mediana escala de producción, típicamente realizada en hogares rurales o periurbanos.
Finalidad de la Producción	Principalmente con fines de autoconsumo y venta en mercados locales o regionales.
Participación de la Familia	Operada y gestionada por miembros de la familia, involucrando a adultos y, a menudo, a niños en las tareas diarias al igual que las mujeres del hogar.
Recursos Limitados	Limitada inversión de capital y recursos, a menudo utilizando infraestructuras caseras o adaptadas.
Condiciones de Alojamiento	Habitualmente alojados en jaulas o corrales improvisados cerca de la vivienda en condiciones precarias y sin cuidados.
Alimentación Disponible	Utilización de recursos locales para la alimentación de cuyes, incluyendo forraje y alimentos caseros.
Uso de Conocimientos Tradicionales	Dependencia de prácticas y conocimientos tradicionales transmitidos de generación en generación.
Objetivo de Sostenibilidad	Enfoque en la sostenibilidad a largo plazo y en la seguridad alimentaria familiar.

Elaborado por: El investigador.

3.2.2.2. Problemas en la Crianza Familiar - Comercial

La crianza tradicional o rudimentaria de cuyes, que ha sido históricamente empleada por los principales productores de cuyes en el cantón de Quero, provincia de Tungurahua, ha enfrentado una serie de problemas recurrentes. Estos problemas se han manifestado debido a la carencia de condiciones óptimas para la crianza. Entre las dificultades más notables se incluye la falta de estándares higiénicos adecuados, insuficiente suministro de alimento esencial y limitados cuidados que permitan un desarrollo apropiado de los cuyes.

Como resultado, la producción de cuyes se ve comprometida, y la falta de conocimiento en cuanto a la administración de vitaminas y suplementos alimenticios adecuados contribuye a tasas elevadas de mortalidad y enfermedades. Estos factores están directamente relacionados con las condiciones en las que se mantienen los animales, lo que resulta en una reducción en la tasa de supervivencia y un aumento en la incidencia de enfermedades. La Tabla 24 a continuación presenta una visión general de los principales problemas asociados con la crianza familiar comercial o tradicional.

Tabla 24. Problemas en la Crianza Familiar-Comercial

Problema	Descripción
Inadecuada Alimentación	Problemas relacionados con la calidad y cantidad de la alimentación proporcionada a los cuyes.
Falta de Acceso a Agua Limpia	Dificultad para garantizar un suministro constante de agua limpia y fresca.
Condiciones Ambientales Deficientes	Ambientes inapropiados en términos de temperatura, humedad y ventilación.
Falta de Control de Enfermedades	Problemas para prevenir y tratar enfermedades que afectan a los cuyes.
Escasa Conocimiento Técnico	Falta de capacitación y conocimiento técnico en la crianza de cuyes.
Mercado Limitado o Inexistente	Dificultades para encontrar un mercado para la venta de cuyes y productos relacionados.
Falta de Infraestructura Adecuada	Carencia de instalaciones y equipamiento adecuados para la crianza de cuyes.
Problemas de Higiene y Limpieza	Dificultades para mantener un ambiente limpio y saludable en la crianza.
Manejo Inadecuado de Residuos y Excrementos	Problemas relacionados con la disposición de los residuos y excrementos de los cuyes.

Elaborado por: El investigador.

Al analizar la Tabla, se pudieron identificar las necesidades y desafíos específicos que enfrentaban las personas dedicadas a la acuicultura. Diversos aspectos se destacaron como áreas críticas que requerían atención, incluyendo cuestiones

ambientales, deficiencias en el conocimiento, carencia de infraestructura adecuada y problemas de higiene. Estas condiciones adversas obstaculizaban el desarrollo adecuado de los animales acuáticos. Como resultado, se reconoció la importancia de abordar y resolver estos problemas con el fin de mejorar la crianza y la producción en la cuyicultura.

3.2.2.3. Entrevista a la familia “Barreno”

En el marco de la presente tesis y con el propósito de corroborar información esencial relacionada con la crianza de cuyes, se llevó a cabo una entrevista a un miembro de la familia Barrena.

La entrevistada fue la señora Rosa Barrena, quien desempeña un papel significativo en las operaciones de la finca de la familia Barrena. Durante esta entrevista, se exploraron y analizaron diversos aspectos cruciales vinculados con la alimentación, el alojamiento y los cuidados necesarios para la crianza de estos animales en el anexo se puede observar la encuesta realizada.

Los resultados y detalles de esta entrevista se presentan en la siguiente Tabla 25:

Tabla 25. Detalles y Resumen de la Encuesta

Aspecto	Respuesta de Rosa Barreno
Enfoque y conocimiento sobre la cuyicultura	Se basa en prácticas tradicionales transmitidas de generación en generación. No tienen conocimientos profundos sobre aspectos ambientales o medidas de higiene específicas. Cuyes se crían en espacios abiertos.
Alimentación de los cuyes	Principalmente forraje verde, ocasionalmente zanahorias o lechuga que obtienen de su tierra. No utilizan suplementos de engorde, vitaminas ni balanceados comerciales.
Consideración de cambios en la crianza	No han considerado activamente cambios significativos en su forma de crianza. Se enfocan en mantener sus prácticas actuales de manera eficiente.
Desafíos en la crianza de cuyes	Principalmente relacionados con la disponibilidad de recursos naturales para alimentar a los cuyes y la gestión de la higiene en los espacios de crianza. En ocasiones, las condiciones climáticas pueden afectar la salud de los cuyes. Utilizan métodos tradicionales para abordar estos desafíos.

Elaborado por: El investigador.

Desde los datos presentados en la Tabla 25, se puede observar que existen algunas deficiencias significativas en los enfoques adoptados en la crianza de cuyes. Por ejemplo, se identificó que las prácticas de alimentación eran subóptimas, ya que se basaban exclusivamente en el uso de forraje verde y productos disponibles en la finca. Además, se destacó la persistencia de prácticas tradicionales y la falta de comprensión de las variables ambientales que impactan en la crianza. La entrevistada reveló un desconocimiento generalizado en este sentido.

También se observó que no se habían implementado cambios sustanciales en las prácticas de crianza a lo largo del tiempo. La crianza continuaba siguiendo el modelo tradicional, transmitido de generación en generación, y se basaba en las enseñanzas de los antepasados. Sin embargo, no se habían incorporado conocimientos sobre factores climáticos ni se habían tomado medidas específicas para prevenir enfermedades y garantizar la producción de cuyes de alta calidad.

3.2.3. Normativas aplicadas a la Cuyicultura

En el contexto del desarrollo de un proyecto, es fundamental tener en consideración diversas normativas y consideraciones especiales que contribuyen a establecer un entorno controlado y sujeto a verificación por instituciones competentes. En este contexto, se destacan las normativas y estándares ISO, los cuales desempeñan un papel crucial en la garantía de estándares de calidad para los productos. Por esta razón, en el contexto de aspectos relevantes relacionados con la crianza de animales, como es el caso de la cuyicultura, se llevaron a cabo análisis detallados de ciertas normas ISO y regulaciones que se centran en el desarrollo del entorno y las necesidades de los animales.

Estas normativas se orientan hacia aspectos que abarcan desde la construcción de las instalaciones donde residen los animales, hasta sus requisitos de alimentación y necesidades vitamínicas. Además, se enfocan en garantizar un óptimo desarrollo y cuidado de los animales, lo que resulta crucial para el conocimiento y aplicación efectiva de aquellos involucrados en esta actividad. En este sentido, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de las normativas específicas relacionadas con la cuyicultura

3.2.3.1. Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso Estudio Sector Cuyicultura

En el ámbito del sector de la cuyicultura, se realizó un estudio basado en la norma ISO 14001, la cual se enfoca en el estudio del medio ambiente. Este estudio se centró en varios parámetros críticos que son fundamentales para el establecimiento de un hábitat adecuado y de alta calidad destinado a la crianza de animales.

Los parámetros evaluados incluyeron la iluminación, los modelos de jaulas, la temperatura ambiente y la ubicación geográfica. Estos elementos son esenciales para el desarrollo de un entorno óptimo que garantice el bienestar de los animales en el contexto de la cuyicultura.

En la siguiente Tabla 26 se detallan estos parámetros y se proporciona una breve descripción de cómo se abordaron las necesidades específicas de los animales a través de la aplicación de la norma ISO 14001. El propósito principal de este estudio

fue cumplir con estándares de calidad más elevados y mejorar la calidad de vida de los animales en el sector de la cuyicultura.

Tabla 26. Artículos importantes de la norma ISO 14001:2015

Parámetro	Descripción
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> - Ventanas y techos que proporcionen una distribución uniforme de la luz. - Mejora del ambiente.
Jaulas y/o Posas	<ul style="list-style-type: none"> - Área adecuada para alojar cómodamente a los cuyes. - Facilita el manejo adecuado.
Modelo de Jaulas	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden construirse con materiales como madera o ladrillo. - Considerar pendiente y espacio entre ellas para un ambiente seco.
Temperatura del Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener una temperatura aproximada de 18°C para un ambiente termo neutral.
Localización	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar aislamiento sanitario, evitando exposición a vientos, cambios bruscos de temperatura y fuentes de contaminación.
Orientación	<ul style="list-style-type: none"> - Alineación de norte a sur para aprovechar la radiación solar y mantener temperatura uniforme.
Diseño de las Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilación adecuada para evitar acumulación de malos olores y gases como el amoníaco. - Evitar ventilación excesiva que cause cambios bruscos de temperatura.

Elaborado por: El investigador.

Como se evidencia en la Tabla 26 presentada, se enfatiza la importancia de considerar diversos factores en la crianza de animales, particularmente en relación con su entorno y hábitat. Entre estos factores destacan la ubicación geográfica de las instalaciones, el diseño de estas, su orientación, la localización específica y la temperatura a la que estarán expuestos los animales.

El objetivo central de este enfoque es la mejora del hábitat en el que los animales residen. Esto implica la creación de un modelo de jaulas que estén estratégicamente ubicadas y diseñadas de manera que se cumplan rigurosamente los aspectos clave para garantizar la higiene y la calidad de vida de los animales.

En resumen, se busca optimizar el ambiente en el que estos animales se desarrollan, asegurando que se sigan prácticas que promuevan tanto la higiene como la adecuada elaboración de estos hábitats, contribuyendo así a un entorno más saludable y favorable para su crianza.

3.2.3.2. Normas Técnicas de Agrocalidad

Las normas técnicas de Agro Calidad, establecidas por el Ministerio de Agropecuaria y Ganadería y Pesca en el pasado, abordaron una amplia variedad de disposiciones relacionadas con la correcta gestión de espacios, control de la temperatura, prácticas de higiene y medidas de bioseguridad. Estos aspectos son de suma importancia en lo que respecta a las necesidades y el bienestar de los animales en el sector de la cuyicultura.

En la Tabla 27 adjunta se presentan los artículos específicos seleccionados de estas normas técnicas y se describe cómo se aplicaron en el contexto de la crianza de cuyes para mejorar su calidad de vida. Fue esencial tener en cuenta estas normas a fin de crear un entorno que respetara y satisficiera las necesidades de los animales, abarcando aspectos que van desde la alimentación y la administración de vitaminas hasta la prevención de la contaminación, todo con el propósito de evitar la decadencia del producto en el ámbito de la cuyicultura.

Tabla 27. Resumen de los Artículos importante de Agrocalidad

Artículo	Descripción
Artículo 5	<ul style="list-style-type: none">- Ubicación de la Unidad Productiva en áreas rurales y alejada de fuentes de contaminación.- Acceso a servicios fundamentales.
Artículo 6	<ul style="list-style-type: none">- Requisitos de infraestructura para regular temperatura, humedad, higiene y bioseguridad.- Áreas específicas requeridas.
Artículo 7	<ul style="list-style-type: none">- Densidad y bienestar animal en instalaciones de confinamiento.- Parámetros para galpones y pisos de pozas o jaulas.
Artículo 13	<ul style="list-style-type: none">- Calidad del agua y acceso libre para los animales.- Cumplimiento de parámetros químicos, físicos y microbiológicos.
Artículo 14	<ul style="list-style-type: none">- Requisitos para la alimentación de cuyes según sus requerimientos nutricionales.- Espacios adecuados para comederos y bebederos.
Artículo 15	<ul style="list-style-type: none">- Precauciones en el suministro de forraje.- Identificación y almacenamiento de alimentos.
Artículo 16	<ul style="list-style-type: none">- Conservación de alimentos (forraje, balanceados, concentrados y suplementos).
Artículo 17	<ul style="list-style-type: none">- Bienestar animal, asegurando dieta adecuada y espacio suficiente.- Evitar situaciones de estrés.
Artículo 27	<ul style="list-style-type: none">- Manejo adecuado de residuos para prevenir contaminación de aguas.
Artículo 28	<ul style="list-style-type: none">- Procedimientos para el traslado y almacenamiento de estiércol.- Capacidad de acopio de desechos.
Artículo 30	<ul style="list-style-type: none">- Clasificación, acopio y disposición de residuos sólidos.
Artículo 31	<ul style="list-style-type: none">- Control de emisiones atmosféricas desde las instalaciones de crianza.

Elaborado por: El investigador.

3.2.4. Normativas aplicadas para los Sistemas IoT

En el contexto de esta tesis, se abordaron normativas ISO específicas que tenían como objetivo fundamental la creación de interfaces y sistemas de Internet de las cosas (IoT) que fueran seguros y amigables para los usuarios. Para lograr este propósito, se emplearon ciertas normativas ISO que se centraron en dos áreas clave: la seguridad de la tecnología IoT y el desarrollo de interfaces que cumplieran con las necesidades de comunicación con el usuario.

Estas normativas desempeñaron un papel crítico en la garantía de que los sistemas IoT fueran seguros y confiables, al tiempo que se aseguraba que las interfaces fueran efectivas en la comunicación con los usuarios. El enfoque en la seguridad y la experiencia del usuario se convirtió en un componente esencial en el desarrollo

tecnológico relacionado con el IoT, y estas normativas proporcionaron las directrices necesarias para alcanzar estos objetivos.

3.2.4.1.ISO 9241-210:2019

Dentro de los criterios de evaluación de la norma ISO 9241-210:2019, se consideraron una serie de criterios específicos para el diseño y desarrollo de una interfaz web. El objetivo principal de estos criterios era garantizar que la interfaz web fuera amigable para el usuario, promoviendo la facilidad de uso y la interactividad de este. Estos criterios se utilizaron como pautas fundamentales para la creación de una interfaz web que cumpliera con los estándares de usabilidad y que proporcionara una experiencia positiva al usuario. Dichos criterios se pueden observar en la Tabla 28.

Tabla 28. Criterios de Evaluación ISO 9241-210:2019

Criterio de Evaluación	Descripción
Facilidad de aprendizaje	Indica si los nuevos usuarios pueden aprender a utilizar la interfaz de manera efectiva y sin esfuerzo adicional.
Accesibilidad	Verifica si la interfaz es accesible para usuarios con discapacidades y cumple con las pautas de accesibilidad.
Navegación	Evalúa la estructura de navegación y la capacidad de los usuarios para moverse de manera intuitiva por la interfaz.
Consistencia	Comprueba si la interfaz sigue un diseño coherente y consistente en términos de diseño, etiquetas y comportamiento.
Retroalimentación	Evalúa la capacidad de la interfaz para proporcionar retroalimentación clara y oportuna a las acciones del usuario.
Estética y diseño	Considera aspectos visuales como la estética, el diseño gráfico y la organización visual de la interfaz.

Elaborado por: El investigador.

3.2.4.2.ISO ISO/IEC 27400:2022

Dentro de los criterios de evaluación de la norma ISO/IEC 27400:2022, se enfocó principalmente en la seguridad del dispositivo. En este contexto, se consideraron y evaluaron diversos aspectos de seguridad con el objetivo de comprender cómo se gestionaba la seguridad en el dispositivo. La evaluación se centró en la identificación

de posibles vulnerabilidades y en la verificación de que todas las medidas de seguridad estuvieran configuradas de manera óptima, especialmente en lo que respecta a la privacidad y el cifrado de datos para los usuarios del dispositivo. Dichos aspectos de seguridad se mencionan en la siguiente Tabla 29:

Tabla 29. Aspectos de Seguridad de la ISO ISO/IEC 27400:2022

Aspecto de Seguridad	Descripción
Gestión de Identidad y Acceso	Evalúa cómo se gestionan las identidades de usuarios y dispositivos, y cómo se controla el acceso a los recursos del sistema IoT.
Gestión de Claves y Certificados	Comprueba cómo se manejan las claves de cifrado y los certificados digitales para garantizar la autenticidad y confidencialidad.
Seguridad de Datos	Evalúa cómo se protegen los datos en tránsito y en reposo, así como las medidas de cifrado y protección contra amenazas.
Autenticación y Autorización	Verifica cómo se autentican los usuarios y dispositivos, y cómo se gestionan las autorizaciones para acceder a recursos.
Monitorización y Registro	Evalúa cómo se monitorean las actividades del sistema IoT y se registran eventos de seguridad para su análisis posterior.
Resiliencia ante Ataques	Verifica las medidas de resiliencia y recuperación ante posibles ataques o incidentes de seguridad en el sistema IoT.
Gestión de Vulnerabilidades	Evalúa cómo se gestionan y abordan las vulnerabilidades de seguridad.

Elaborado por: El investigador.

3.2.5. Requerimientos de las necesidades y cuidados de los cuyes en la etapa de Desarrollo y Engorde.

3.2.5.1. Parámetros utilizados en la crianza familiar

En la crianza del método familiar de cuyicultura, a menudo no se toman en cuenta parámetros ambientales relevantes para el desarrollo adecuado de los animales. Esta

forma de crianza puede ser considerada como demasiado rudimentaria, ya que se basa en prácticas tradicionales y no incorpora tecnologías avanzadas ni conocimientos especializados.

En este enfoque, la alimentación de los cuyes se limita principalmente a forraje verde y residuos de los cultivos disponibles en la zona de crianza. La dieta puede carecer de suplementos nutricionales y vitaminas necesarias para un crecimiento óptimo y una buena salud de los animales. Además, la cantidad y calidad del alimento pueden variar según los recursos disponibles en la finca o el terreno donde se desarrolla la crianza, lo que puede afectar el desarrollo y el rendimiento de los cuyes [44].

Por otro lado, la crianza familiar no suele considerar factores ambientales que influyen en el bienestar y la salud de los cuyes, como la temperatura, la humedad y la ventilación adecuada. La falta de control y regulación de estos parámetros puede provocar estrés térmico y desequilibrios en el ambiente donde se encuentran los animales, lo que puede afectar negativamente su desarrollo y productividad [44].

Las dosis requeridas para la crianza familiar-comercial son relativamente insignificantes, considerando las diversas opciones de alimentación disponibles, como el uso exclusivo de forraje verde, balanceado o una combinación de ambos. Por lo general, se opta por proporcionar alimentación basada en forraje verde, y lamentablemente, en ocasiones, se descuida el suministro adecuado de agua para los animales [45].

En cuanto a la crianza tradicional, se suele aplicar la siguiente dosis de alimentación que se muestra en la Tabla 30:

Tabla 30. Alimentación en la Crianza Familiar-Comercial

Crianza Familiar-Comercial (Diaria)	
Forraje Verde	300 (g)
Agua	120 (ml)

Elaborado por: el investigador basado en [45].

3.2.5.2. Necesidades, alimentación y parámetros para el sistema propuesto

Se tomaron en consideración diversas necesidades fundamentales para la realización de esta investigación en la escuela. Estas necesidades se basaron en investigaciones previas, donde se analizaron aspectos clave relacionados con el hábitat de los sujetos de estudio, su alimentación y posibles enfermedades que podrían afectarlos. Estos antecedentes fueron esenciales para comprender adecuadamente el contexto y los factores que influirían en el desarrollo de la investigación. En la Tabla 31 se puede observar dichos aspectos.

Tabla 31. Recomendaciones para la crianza de Cuyes.

Aspectos por considerar	Recomendaciones para la Crianza de Cuyes
Enfermedades Respiratorias	Evitar corrientes de aire fuertes y proporcionar buena ventilación en el hábitat de los cuyes. Mantener aire limpio y evitar aire viciado.
Alimentación	Alimentar a los cuyes con alimentos secos como granos o balanceado.
Climas Cálidos	En climas cálidos, se pueden utilizar paredes de malla, carrizo tejido o esteras en lugar de paredes sólidas.
Climas Fríos	En climas fríos, es necesario utilizar paredes sólidas de materiales como madera, ladrillo o adobe.
Techo	Recomendable utilizar techos de zinc para proteger de la lluvia en lugares abiertos.
Comederos	Utilizar comederos de materiales como arcilla quemada, latón, madera u otros disponibles para alimentos secos. Para el forraje, emplear comederos de malla metálica.
Bebederos	Usar bebederos de arcilla quemada o enlosada para el suministro de agua sola o medicada, evitando la proliferación de hongos.
Espacio	Proporcionar un mínimo de 0.3 a 0.4 metros cuadrados por cuy en jaulas individuales, con dimensiones de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 25 cm de alto por cuy.

Elaborado por: el investigador basado en [44].

En el marco de esta investigación, se llevó a cabo un análisis exhaustivo que incluyó el estudio publicado en una revista científica de veterinaria. Este estudio proporcionó información valiosa sobre las condiciones óptimas para el crecimiento de los cuyes, y

sus hallazgos revelaron una correlación significativa entre la calidad del entorno de crianza y la disminución de las tasas de incidencia de diversas problemáticas, tal como se presenta en la tabla que se detalla a continuación.

El presente análisis resalta la importancia fundamental de mantener condiciones de crianza óptimas tanto en lo que respecta a la salud de los animales como a su longevidad. Se ha comprobado que estas condiciones influyen de manera directa en la reducción de enfermedades respiratorias, enfermedades relacionadas con la alimentación y, en última instancia, en el incremento de la esperanza de vida de los cuyes. Los siguientes parámetros proporcionan una visión detallada de estos resultados, resumidos en términos porcentuales, ilustrando de manera clara el impacto positivo que conlleva la implementación de un ambiente adecuado para la crianza de estos animales, como se muestra en la tabla 32 adjunta:

Tabla 32. Estudio Acerca del mejoramiento en la crianza

Aspecto de Mejora	Reducción Porcentual
Enfermedades Respiratorias	-40%
Enfermedades Relacionadas con la Alimentación	-35%
Disminución de la tasa de mortalidad	-50%

Elaborado por: el investigador basado en [44].

Este estudio se enfocó en mejorar la salud y la longevidad de los cuyes a través de una alimentación equilibrada y mejores condiciones ambientales. Como resultado, se observó una reducción significativa del 40% en las enfermedades respiratorias y una disminución del 35% en las enfermedades relacionadas con la alimentación. Además, se logró una disminución de la tasa de mortalidad del 50% de los cuyes. Estos hallazgos subrayan la importancia de cuidar la dieta y el entorno en la cría de cuyes para mejorar su bienestar y su rendimiento en las granjas.

3.2.5.3. Alimentación

Los sistemas de alimentación más aceptables para un engorde y crecimiento de calidad son aquellos que involucran forraje verde, consumo de vitaminas, agua, balanceado y concentrado de engorde cuidando de como este va alcanzando el peso

adecuado ya sea para la comercialización o pasando a ser reproductores para el aumento de crías.

Dentro de los requerimientos necesitados por los cuyes se tiene los siguientes establecidos en la Tabla 33:

Tabla 33. Alimentación para el Sistema Establecido

Alimentación (Diaria)	
Forraje Verde	200 (g)
Agua	90 (ml)
Concentrado de Engorde	15 (g)
Balanceado	15 (g)

Elaborado por: El investigador basado en [45].

Se realizó una investigación completa sobre los aspectos vitamínicos relacionados con el crecimiento, desarrollo y reproducción de los cuyes, con el propósito de mejorar su desempeño. El estudio se ha centrado en analizar las necesidades específicas de vitaminas A, D3, E, B1, B2, B6, B12 y C, así como algunos aminoácidos esenciales, tales como alanina, arginina, citina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptófano, valina y colina. Estas sustancias desempeñan un papel crucial en el metabolismo y el funcionamiento óptimo de diversos sistemas fisiológicos en estos animales [46].

Considerando este escenario, se ha determinado las dosis diarias recomendadas de cada vitamina y aminoácido, con el propósito de brindar a los productores y criadores de cuyes información precisa y actualizada sobre los requerimientos nutricionales esenciales. Las investigaciones se han enfocado en resaltar la importancia de proporcionar una dieta balanceada que cubra las necesidades específicas de cada etapa de desarrollo, ya sea durante el crecimiento, la reproducción o el engorde de los animales [46].

A continuación, se presenta la Tabla 34 con las dosis diarias recomendadas de los suplementos vitamínicos y excipientes para cuyes:

Tabla 34. Dosis Recomendadas de Vitaminas

Suplemento	Dosis Diaria Recomendada (mg/kg de Ración)
Vitamina A	2,000 - 4,000
Vitamina D3	400 - 800
Vitamina E	25 - 50
Vitamina B1	2 - 5
Vitamina B2	4 - 10
Vitamina B6	10 - 20
Vitamina B12	0.02 - 0.05
Vitamina C	10 - 20
Excipientes	Adecuado para la mezcla

Elaborado por: El investigador basado en [46].

Y a continuación, se presenta la Tabla 35 con las dosis diarias recomendadas de los aminoácidos para cuyes:

Tabla 35. Dosis recomendadas de Aminoácidos.

Aminoácido	Dosis Diaria Recomendada (mg/kg de Ración)
Alanina	3 - 5
Arginina	4 - 7
Citina	3 - 6
Histidina	2 - 4
Isoleucina	4 - 6
Lisina	5 - 8
Metionina	2 - 4
Fenilalanina	3 - 6
Triptófano	1 - 3
Valina	4 - 7
Colina	50 - 100

Elaborado por: El investigador basado en [46].

Las empresas dedicadas a la elaboración de suplementos se esfuerzan por satisfacer las necesidades específicas de los animales. En este sentido, se ha desarrollado un suplemento vitamínico y de aminoácidos que se adapta a estas necesidades. Muchos

de estos productos cuentan con la aprobación de Agrocalidad, lo que garantiza su idoneidad para la distribución comercial [47].

Entre estos suplementos, se seleccionó el Mayvit, el cual se ajusta perfectamente a las necesidades de los cuyes, siguiendo rigurosamente las indicaciones recomendadas para su correcto uso. La Figura 12 muestra el suplemento Mayvit de acuerdo a la comparación de la Tabla 10.



Figura 12. Suplemento de Aminoácido y Vitaminas Mayvit [47].

Elaborado por: El investigador.

Todo esto se debe combinar de manera adecuada diferentes ingredientes alimenticios desde un enfoque económico y nutricional, con el objetivo de alcanzar la eficiencia productiva en la crianza de cuyes. Los cuyes tienen requerimientos nutritivos que incluyen proteínas, energía, fibra, vitaminas, minerales y agua. La Figura 13 indica la composición del suplemento Mayvit.

COMPOSICION:	
Vitamina A	20 000 000 UI
Vitamina D3	5 000 000 UI
Vitamina E	5 000 UI
Vitamina B1	5 g
Vitamina B2	10 g
Vitamina B6	5 g
Vitamina B12	30 mg
Vitamina C	50 g
Ácido fólico	2 g
Ácido nicotínico	20 g
Inositol	20 g
Alanina	5 g
Arginina	10 g
Ácido aspártico	11 g
Cistina	5 g
Ácido glutámico	60 g
Glicina	20 g
Histidina	6 g
Isoleucina	8 g
Leucina	12 g
Lisina	50 g
DL-Metionina	200 g
Fenilalanina	5 g
Triptófano	6 g
Valina	22 g
Colina	50 g
Excipiente c.s.p. Sorbitol	1 000 g

Figura 13. Composición del Suplemento [47].

Se verificó que el producto cumpla con los requerimientos establecidos en cantidades adecuadas para los cuyes, de acuerdo con la ficha técnica del producto. Posteriormente, se procedió a seguir rigurosamente el método de uso recomendado por el fabricante y se muestra en la Tabla 32.

Tabla 36. Dosis Recomendada por el Fabricante.

Vía de Administración	Cantidad
Agua	1 g por cada 4 litros de Agua

Elaborado por: El investigador basado en [47].

3.2.5.4. Suministro de alimento y Agua Condiciones y parámetros necesarios

Según investigaciones, en la crianza de cuyes, los productores tienden a proporcionar forraje sin tener en cuenta la dosis adecuada ni la cantidad necesaria para un desarrollo óptimo de los animales. Para mejorar este aspecto, es recomendable dividir la alimentación en dos raciones diarias, aunque si se conoce la dosis precisa, una sola vez al día puede ser más conveniente, asegurando así un suministro adecuado durante todo el día.

Es esencial evitar ofrecer forraje inmediatamente después del corte, ya que esto puede provocar problemas digestivos. Por lo tanto, es necesario orear adecuadamente el forraje antes de proporcionarlo a los cuyes. Además, si se realiza un cambio en la alimentación, especialmente en el tipo de forraje, se debe hacer de manera gradual para evitar trastornos digestivos y adaptar progresivamente a los animales a la nueva dieta [45].

El consumo adecuado de agua es crucial para el desarrollo y bienestar de los cuyes. A menudo, los productores no proporcionan suficiente agua, y en ocasiones intentan compensarlo con forraje verde, pero esta práctica no garantiza una hidratación completa y puede llevar a problemas como el canibalismo entre los cuyes. La cantidad de agua necesaria para un cuy varía según diversos factores, como el tipo de alimentación, la temperatura ambiente y el clima, que también influyen en el peso del animal y su desarrollo adecuado [45].

3.2.5.5. Condiciones y parámetros necesarios

La temperatura y la humedad son dos factores ambientales fundamentales para el bienestar de los cuyes. Estos animales son sensibles a los cambios bruscos de temperatura y a las altas temperaturas, ya que pueden sufrir estrés térmico, deshidratación y problemas de salud. Asimismo, una humedad inadecuada puede propiciar el desarrollo de enfermedades y afectar el sistema respiratorio de los cuyes [44]. La Tabla 37 indica los niveles máximos y mínimos de la temperatura y humedad adecuada para los cuyes.

Tabla 37. Temperatura y Humedad necesaria para el Cuy

Parámetro	Máximo	Mínimo
Temperatura	21 °C	12 °C
Humedad	70 %	20 %

Elaborado por: El investigador basado en [44].

La turbidez del agua hace referencia a la presencia de partículas en suspensión que afectan la claridad del líquido. En el caso del consumo de agua por parte de los

cuyes, es crucial garantizar la calidad adecuada del agua. La Tabla 38 hace referencia al nivel de Turbidez aceptado por la norma NTE INEN 1 108 para agua potable.

Tabla 38. Turbidez presente en el agua apta para el Cuy

Parámetro	Máximo	Mínimo
Turbidez (NTU)	5	0

Elaborado por: el investigador basado en [48].

La presencia de excremento acumulado puede generar olores desagradables y comprometer la calidad del aire. Además, esto puede propiciar la proliferación de bacterias y parásitos que representan un riesgo para la salud de los cuyes.

Investigaciones científicas han comprobado que la acumulación de excremento en el hábitat de los cuyes genera olores desagradables que, si persisten de forma constante, pueden afectar negativamente su desarrollo, llegando incluso a ocasionar enfermedades respiratorias. Esto se atribuye a la calidad del aire y al nivel de higiene presente en el entorno donde los cuyes residen [49]. La Tabla 39 indica los valores óptimos en base al amoniaco presente en el aire por la excreción de los animales en cuanto a la acumulación de dicha materia.

Tabla 39. Calidad del Aire óptima para el Cuy

Parámetro	Máximo	Mínimo
Amoniaco	50 ppm	25 ppm

Elaborado por: El investigador basado en [49].

Una buena iluminación evita la proliferación de agentes patógenos que requieren tres condiciones como son: oscuridad, humedad y calor para su reproducción. La acción directa del sol actúa como desinfectante natural. Asimismo, ayuda a mantener seco el espacio en donde habita. La Tabla 40 indica la iluminación aceptable para los cuyes.

Tabla 40. Iluminación Apta para el Cuy

Parámetro	Máximo	Mínimo
Iluminación	50%	0

Elaborado por: El investigador basado en [50].

Para lograr una mayor utilidad neta y un óptimo beneficio/costo en la crianza de cuyes, se ha realizado investigaciones que demuestran que la utilización de un rango de luminosidad entre 0% y 50% en las pozas de engorde resulta la opción más recomendada. Estos estudios han demostrado que mantener una luminosidad en el rango mencionado favorece el desarrollo y bienestar de los cuyes, lo que se traduce en un mejor rendimiento productivo y una mayor eficiencia económica para los criadores. La implementación de este rango de luminosidad proporciona condiciones óptimas para el crecimiento y comportamiento de los animales, optimizando su conversión alimenticia y contribuyendo al éxito de la actividad de crianza de cuyes [50].

3.2.5.6. Entrevista a la Veterinaria Jenifer Gómez

Para validar los datos relacionados con los métodos nutricionales y los parámetros ambientales establecidos, fue necesario consultar a un profesional médico y a su tecnólogo asociado. Esto permitió la verificación de ciertos indicadores y la adecuación de las condiciones necesarias para el sistema propuesto. En este contexto, se recurrió a la experta en medicina veterinaria, la doctora Jennifer Gómez en el anexo 4 se puede observar las preguntas y respuestas.

La entrevista con la doctora Jennifer Gómez tuvo lugar el 14 de mayo, durante la cual se formularon varias preguntas acerca del entorno en el que residen y los aspectos relacionados con la alimentación y las necesidades nutricionales. A continuación, se presentan las respuestas obtenidas de dicha entrevista en la Tabla 41:

Tabla 41. Respuestas de la Entrevista a la Veterinaria

Aspecto	Recomendaciones
Condiciones Ambientales	<ul style="list-style-type: none">- Mantener una temperatura constante de 18-20°C.- Mantener una humedad relativa del 50-60%.- Proporcionar luz natural durante el día y oscuridad en la noche.
Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none">- Ventilación adecuada para evitar acumulación de amoníaco.- Control de la humedad.- Mantener instalaciones limpias y desinfectadas.
Higiene	<ul style="list-style-type: none">- Limpieza diaria de jaulas y cambio regular de ropa de cama.- Desinfección periódica para prevenir enfermedades.
Alimentación	<ul style="list-style-type: none">- Dieta equilibrada con heno, pellets de heno y verduras frescas.- Ajustar las dosis según la etapa de vida de los cuyes.- Consultar a un profesional para determinar cantidades precisas.
Suplementos y Vitaminas	<ul style="list-style-type: none">- Administrar con precaución siguiendo recomendaciones profesionales.
Balanceados Comerciales	<ul style="list-style-type: none">- Utilizar balanceados de alta calidad formulados para cuyes.- Elegir aquellos con nutrientes esenciales y seguir indicaciones del fabricante.

Elaborado por: El investigador.

Una vez que se recopilaron los datos esenciales necesarios para la creación del prototipo, se procedió a considerar su validación por parte de la doctora veterinaria Jennifer Gómez. Su papel consistió en verificar la integridad y precisión de los datos que habían sido obtenidos a través de la investigación.

Para garantizar que estos datos estuvieran dentro de los parámetros establecidos por las normativas pertinentes y, por lo tanto, fueran aplicables en el contexto del prototipo, se llevó a cabo una entrevista detallada. Esto era esencial, ya que estos datos se utilizarían para programar los diversos sensores y actuadores destinados a verificar el correcto funcionamiento en el ámbito de la acuicultura y la cría de cuyes en la región de Acuña.

La entrevista con la doctora Jennifer Gómez se centró en la confirmación de que los datos recopilados estuvieran en línea con las normas establecidas, lo que era fundamental para garantizar un desarrollo efectivo y preciso del sistema prototipo.

3.2.6. Arquitectura IoT propuesta para el Prototipo

La arquitectura propuesta está compuesta por tres capas distintas: dispositivos, procesamiento de datos (Flow-computing) y aplicación. Los prototipos IoT utilizados en el monitoreo y control de animales requieren una supervisión y control constantes de los procesos con el fin de mejorar la eficiencia del crecimiento de los animales durante la etapa de desarrollo o engorde.

En la capa de dispositivos, se encuentran sensores de las principales variables, como temperatura, humedad, entre otros, que desempeñan un papel en el control durante esta etapa. Es esencial que los microcontroladores puedan integrarse entre sí y mantener una comunicación constante para el control a lo largo de las diferentes etapas del proceso, con el objetivo de evitar errores humanos que puedan surgir debido a la falta de supervisión constante en el cuidado de los animales.

Además, es importante que cada microcontrolador cuente con una forma de conectividad que le permita conectarse a la red y enviar la información para su posterior procesamiento en la capa de análisis y procesado. En busca de una mayor eficiencia, esta capa se almacena en una plataforma de computación en la nube ubicada en una región cercana a la ubicación del desarrollador. Dado que es necesario utilizar un servicio virtual de monitoreo y control, se requiere el diseño de una aplicación web que permita acceder a ella.

La Figura 14 adjunta representa de manera gráfica la arquitectura IoT descrita para este proyecto de investigación:

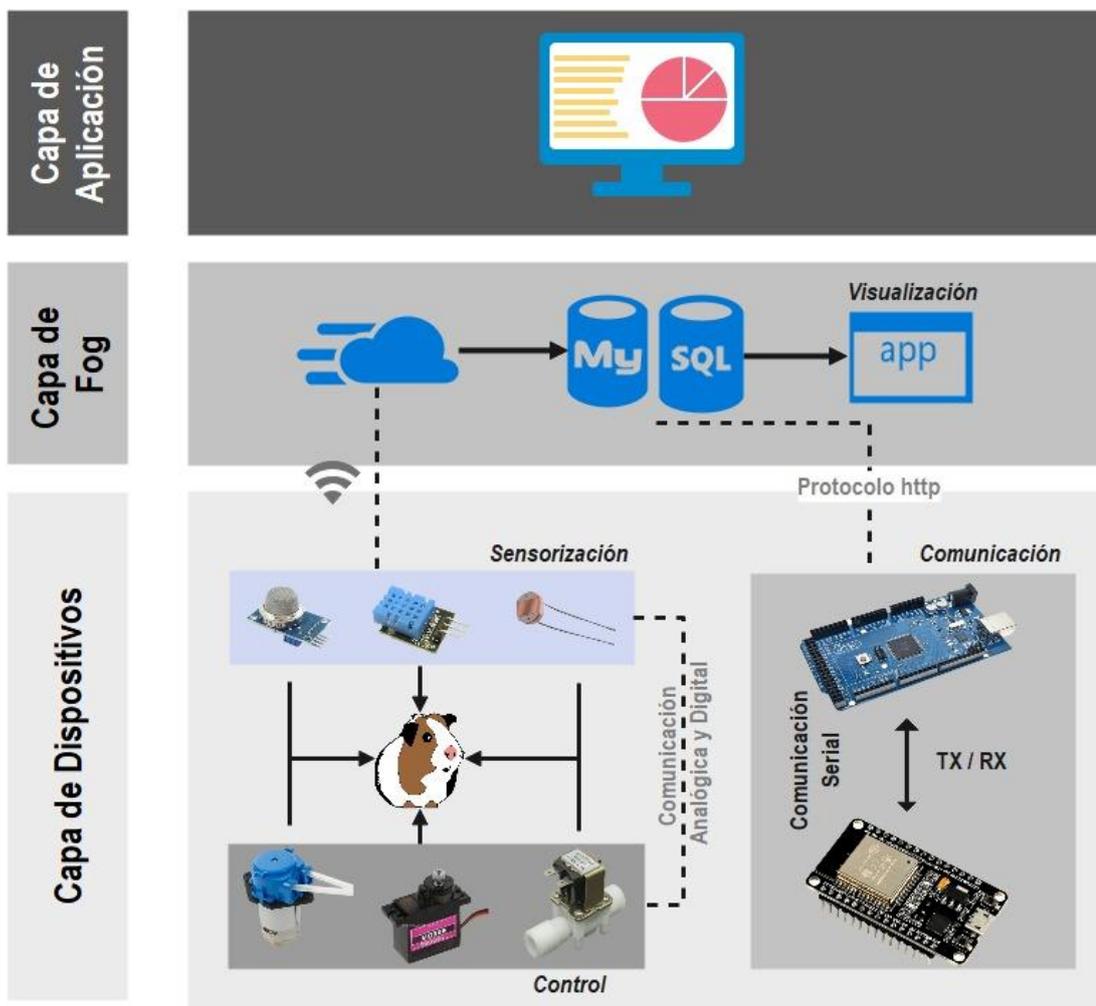


Figura 14. Arquitectura IoT propuesta.

Elaborado por: El investigador.

3.2.7. Diagrama de bloques del sistema

El diagrama presente ilustra los pasos que se siguieron en el proceso de diseño del sistema, como se detalla en esta tesis. Inicialmente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del hábitat relevante. Posteriormente, se procedió con la etapa de diseño del prototipo, la cual involucró consideraciones críticas, especialmente en lo que respecta a la selección de sensores.

En esta fase, se puso un énfasis particular en la preparación para la recopilación de datos, ya que la información recolectada desempeñaría un papel fundamental en la creación exitosa del prototipo. Cada uno de estos elementos se convirtió en una parte esencial del proceso global.

Se tuvieron en cuenta elementos clave, tales como el diseño electrónico, el desarrollo de un sistema de seguridad sólido y la generación de reportes efectivos. Estos componentes se mantuvieron en un lugar destacado durante todo el proceso. Además, se realizaron pruebas exhaustivas para evaluar el funcionamiento del sistema en su conjunto.

La tesis abordó estos aspectos para proporcionar una comprensión completa del proceso de diseño y desarrollo del sistema, destacando la importancia de cada etapa y la necesidad de cuidar meticulosamente los detalles en la creación de un prototipo efectivo. En la figura 15 se observa el diagrama de bloques del prototipo.



Figura 15. Diagrama de Bloques del Prototipo.

Elaborado por: El investigador.

3.2.7.1. Capa de Dispositivos

En este nivel se contempla la obtención de información a través de la utilización de sensores, los cuales enviarán los datos a un Arduino Mega. Después de ser procesados, estos datos controlarán dispositivos de acción, lo que permitirá que se

muestre información importante para el funcionamiento del prototipo de manera concisa en un panel LCD con una capacidad de 20x4 posiciones.

El corral considera todos los requerimientos para que una cuy se desarrolle desde su alimentación, hidratación, eliminación de desechos; implementando los siguientes elementos:

Alimentación

- Servo motor (concentrado y engorde)
- Servo motor compuerta (forraje verde)
- Sensor ultrasónico (medida de llenado de depósitos)

Hidratación

- Electroválvula (depósito de agua limpia)
- Sensor de turbidez
- Bomba peristáltica (dosificador de vitaminas)
- Sensor ultrasónico (medida de llenado de depósitos)

Habitabilidad

- Sensor de gas
- Sensor de temperatura
- Lámpara de calor incandescente
- Servo motor (compuerta de eliminación de desechos)
- Balanza

El diagrama que representa el modelo estructural del prototipo fue confeccionado utilizando el software Vectary. Este programa se caracteriza por ofrecer una plataforma de modelado en 3D que facilita la creación de la estructura que servirá como hábitat para la cría de animales en el contexto de la cuyicultura.

Una consideración fundamental en este proceso de diseño fue la ubicación precisa de cada dispositivo, en particular los actuadores y sensores, junto con los mecanismos necesarios para su activación. Estos elementos desempeñan un papel crucial en el funcionamiento del sistema.

Se optó por la utilización de Vectary como herramienta de diseño permitió la creación eficiente y precisa de la estructura del hábitat para la cría de animales, y cómo la disposición cuidadosa de los dispositivos, con énfasis en los actuadores y sensores, fue esencial para asegurar el correcto funcionamiento del prototipo.

Parte Externa

En las Figuras 16 y 17 se observa cómo está constituida la parte externa la cual se puede mirar por la parte delantera y trasera del prototipo.



Figura 16. Esquema delantero del Prototipo

Elaborado por: El investigador



Figura 17. Esquema Trasero del Prototipo

Elaborado por: El investigador

La parte física de la estructura fue construida principalmente con madera, y algunas secciones se revistieron con malla de metal para gestionar los desechos. También se incorporaron recipientes para satisfacer las necesidades del cuy, tales como alimentación, agua y suplementos vitamínicos, entre otros.

Las dimensiones de la estructura eran de 40 por 20 unidades, con una altura máxima de medio metro. Los recipientes utilizados tenían una capacidad de 2 litros y se empleaban para cubrir los diversos requerimientos del cuy a lo largo del día. Además, se destinó un amplio espacio para el forraje verde.

En la parte inferior de la estructura, se encontraba un mecanismo motorizado que abría una compuerta para permitir la eliminación de los desechos, los cuales eran recogidos en una cubeta ubicada en la parte inferior.

Parte Interna

En las Figuras 18 y 19, se pudo observar la estructura interna del prototipo, detallando cómo estaba constituida.

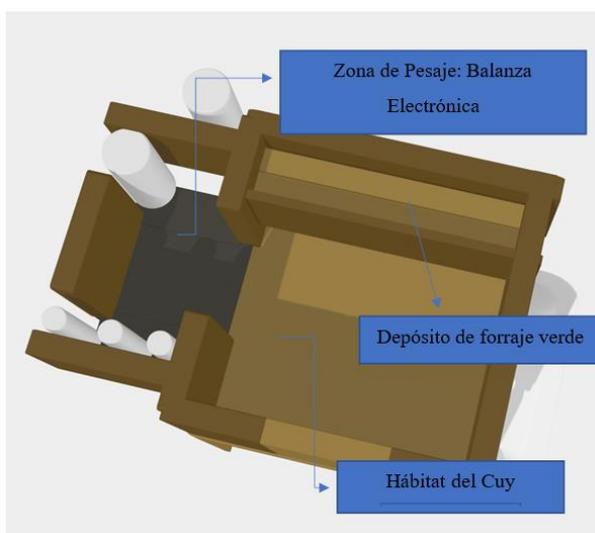


Figura 18. Zonas internas del esquema

Elaborado por: El investigador

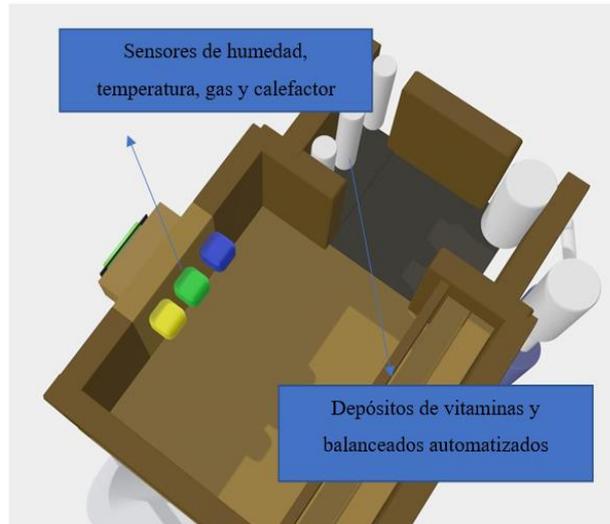


Figura 19. Ubicación de los Sensores

Elaborado por: El investigador

En las Figuras 20 y 21, se detalló cómo estaban constituidas las partes de visualización y accionamiento del sistema para eliminar desechos del cuy.

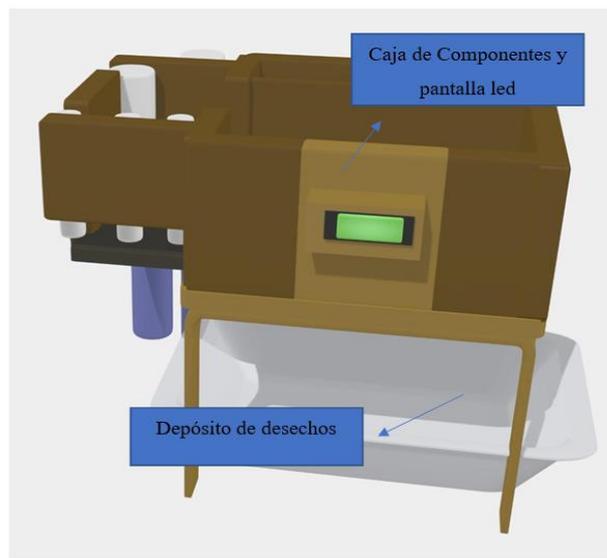


Figura 20. Caja de Control

Elaborado por: El investigador

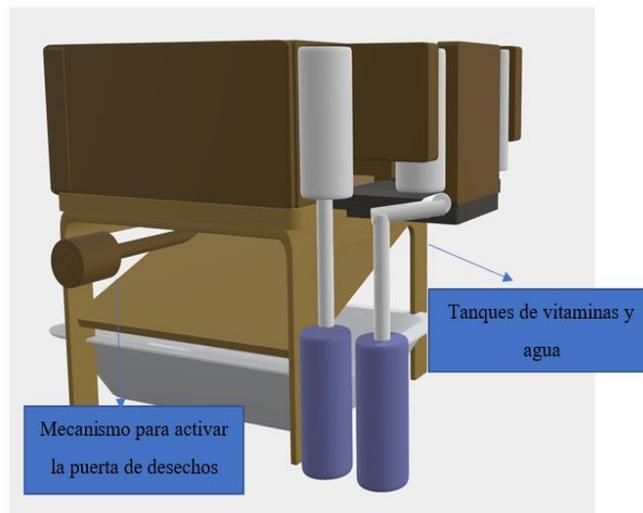


Figura 21. Tanque Y mecanismos de Desechos

Elaborado por: El investigador

La estructura interna fue cuidadosamente diseñada para ofrecer un amplio espacio, sirviendo como el hábitat principal de los cuyes. Este espacio se planificó considerando las necesidades de los animales en términos de tamaño y comodidad. Un orificio fue incorporado para albergar una caja de control equipada con un circuito integrado y una serie de sensores estratégicamente ubicados para monitorear diversos aspectos del entorno de los cuyes.

En la parte exterior de la estructura, se instaló una pantalla LCD de 20x2 que proporciona una interfaz visual para visualizar los datos recopilados por los sensores. Estos datos son enviados y almacenados en una base de datos para su posterior análisis y seguimiento.

Un elemento crítico de la estructura es el área de alimentación. En esta zona, se incorporó una balanza que permite medir con precisión el progreso de los animales a lo largo del tiempo, desde su etapa de desarrollo hasta el momento de su venta. Además, se consideró la instalación de sensores que no interfirieran con el hábitat de los cuyes, garantizando así su bienestar y comodidad.

La estructura también cuenta con una puerta en el techo, facilitando la entrada de alimentos y proporcionando acceso a los animales para realizar tareas de manejo y observación. Asimismo, se incorporó una pequeña puerta de ventilación para

asegurar una circulación de aire adecuada y mantener una temperatura y humedad óptimas dentro del hábitat de los cuyes.

En la parte inferior de la estructura, se encuentra un mecanismo que incluye un motor encargado de eliminar los desechos de manera eficiente y sanitaria. Este mecanismo garantiza la higiene y limpieza del entorno de los cuyes, evitando la acumulación de desechos y contribuyendo a un ambiente saludable para su desarrollo y engorde.

3.2.7.2. Selección de Sensores

Sensor de humedad y temperatura

Los dispositivos conocidos como sensor de temperatura y humedad, también llamados sensor de temperatura rh, tienen la capacidad de transformar la temperatura y la humedad en señales eléctricas que permiten medir fácilmente estos parámetros [51].

En el mercado existen transmisores de temperatura y humedad que miden la cantidad de humedad relativa y temperatura en el aire y las convierten en señales eléctricas o en otras formas de señales según ciertas normas. Luego, estas señales son enviadas al instrumento o software correspondiente para cumplir con las necesidades de monitoreo ambiental de los usuarios [51].

El sensor DHT11 fue seleccionado de acuerdo con la Tabla 42 debido a su precisión del $\pm 5\%$ tanto en la medición de la humedad como en la temperatura, y su resolución de 1% en la humedad y 1°C en la temperatura, siendo una opción adecuada para el prototipo. Además, este sensor presenta un consumo de energía inferior a 1.5 mA, lo que lo convierte en una elección eficiente en términos de energía.

Otro aspecto que hace al sensor DHT11 apropiado para el prototipo es su rango de humedad y temperatura, el cual es adecuado para aplicaciones en interiores, como el monitoreo ambiental necesario dentro de la estructura.

Tabla 42. Comparación de Sensores de humedad y temperatura

Parámetro técnico	LM35	Sensor DHT11	Sensor DHT22
Rango de humedad	No tiene	20% - 90%	0% - 100%
Rango de temperatura	-55°C - 150°C	0°C - 50°C	-40°C – 80°C
Precisión de la humedad	-	±5%	±2-5%
Precisión de la temperatura	±0.5°C	±2°C	±0.5%
Resolución de la humedad	-	1%	0,1%
Resolución de la temperatura	1°C	1°C	0.1°C
Voltaje de la operación	3.3V – 5.5V	3.3V – 5.5V	3.3V – 6V
Consumo de energía	<1.5mA	<1.5Ma	<1mA
Precio	2,30 USD	1,85 USD	3,80 USD

Elaborado por: El investigador basado en [52] [53] [54].

Sensor Ultrasónicos

El sensor ultrasónico es un dispositivo utilizado para medir distancias y detectar objetos sin contacto físico. Emite pulsos de ultrasonidos y mide el tiempo que tarda el eco en regresar al sensor para calcular la distancia con alta precisión. Su versatilidad lo hace indispensable en aplicaciones de automatización industrial, sistemas de seguridad, robótica, sistemas de estacionamiento y monitoreo de nivel de líquidos, entre otros [55].

El sensor ultrasónico será instalado en la ubicación de los recipientes para verificar el nivel de llenado de los alimentos del animal, independientemente de si estos son líquidos o sólidos. De esta manera, el sensor podría determinar si el recipiente está lleno o vacío basándose en la distancia medida.

El sensor ultrasónico HC-SR04 ha sido elegido según la Tabla 43 la opción óptima para el prototipo ya que implica el uso de una maqueta con depósitos cuya profundidad máxima alcanza los 40 cm. Esta elección se fundamenta en diversas razones técnicas, entre las cuales destacan su accesible precio y su compatibilidad con una amplia gama de voltajes y corrientes eléctricas. Al seleccionar el HC-SR04, se asegura una medición precisa y confiable del nivel de líquidos en los depósitos de la maqueta, lo que contribuirá a la correcta operación y control del sistema en general.

Tabla 43. Comparación de Sensores Ultrasónicos

Parámetro técnico	HC-SR04	JSN-SR04T	US-100
Distancia de medición	2 cm a 400 cm	25 cm a 4 m	2 cm a 450 cm
Precisión de medición	±3 mm	±1 cm	±1 mm
Corriente de trabajo	15 mA	20 mA	15 mA
Voltaje de trabajo	5V	5V	3V-5.5V
Tiempo de respuesta	20 ms	60 ms	2 ms
Precio	2,50 USD	19,60 USD	4,50 USD

Elaborado por: El investigador basado en [56] [57] [58].

Sensor de Pesaje

Un sensor de peso, también conocido como celda de carga o sensor de fuerza, es un dispositivo utilizado para medir la fuerza y carga aplicada sobre él. Existen diversos tipos de sensores de peso, cada uno con características particulares que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones [59].

Estos sensores transforman la fuerza aplicada en una señal eléctrica que puede ser procesada y utilizada en una amplia variedad de aplicaciones. Tradicionalmente, la mayoría de los sensores de peso utilizaban galgas extensiométricas internas para medir el peso y fuerza ejercida sobre ellos. Estos sensores desempeñan un papel fundamental en diversas industrias y aplicaciones que requieren medir la carga o fuerza aplicada a un objeto o sistema [59].

El sensor HX711 fue seleccionado basándose en la Tabla 44 debido a su alta precisión y bajo nivel de ruido en la medición de pesos pequeños y medianos. Además, se tuvo en cuenta su bajo costo y facilidad de integración con microcontroladores y sistemas electrónicos. Un aspecto relevante del HX711 es su amplificador de ganancia programable, que permite ajustar la sensibilidad de la medición según las necesidades específicas de la aplicación.

La elección del sensor HX711 para la medición de objetos y animales, como los cuyes en este caso, se realizó debido a su practicidad y a la diversidad de capacidades de peso que puede soportar. Esta elección se fundamenta en las necesidades

específicas de los cuyes, asegurando una medición precisa y adecuada de su peso de manera sencilla y cómoda.

Tabla 44. Comparación de Sensores de Pesaje

Parámetro técnico	HX711	ADS1232	INA125
Rango de medición	±128	±2.5mV/V - ±20mV/V	±10mV/V - ±1000mV/V
Canales	1-2	1	1
Frecuencia de muestreo	10-80Hz	10-1000Hz	0.5Hz-10kHz
Voltaje de alimentación	2.7V – 5.5V	2.7V – 5.5V	2.2V – 36V
Corriente de Operación	1.2 mA	600 µA	750 µA
Consumo de energía	<1mA	3mA – 5mA	1.5mA – 2.6mA
Costo	5,39 USD	11,10 USD	6,44 USD

Elaborado por: El investigador basado en [60] [61] [62].

Sensor de luminosidad

Los sensores de luminosidad, denominados también fotómetros o fotodetectores, son dispositivos electrónicos diseñados para cuantificar la cantidad de luz presente en un determinado entorno o ambiente. Estos sensores emplean una célula fotosensible capaz de detectar la intensidad lumínica y generar una señal eléctrica proporcional a dicha intensidad [63].

De acuerdo con la Tabla 45 comparativa, se seleccionó el LDR debido a su alta sensibilidad a la luz, lo que le permite detectar incluso pequeñas variaciones en la intensidad lumínica. Además, se consideró que tiene un bajo costo en comparación con otros sensores de luminosidad, lo cual lo hace apropiado para detectar la cantidad de luz presente en espacios cerrados. Esta característica resulta beneficiosa para determinar un entorno óptimo tanto para el prototipo enfocado a las necesidades de los animales como para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema.

Tabla 45. Comparación de Sensores de luminosidad

Parámetro técnico	LDR	Fotodiodo	Fototransistor
Principio de funcionamiento	Varía su resistencia con la luz	Genera corriente en respuesta a la luz	Amplifica la luz para producir una corriente
Sensibilidad	Baja-Media	Alta	Alta
Alimentación	3.3V - 5V	5V DC	3.3V - 5V
Precio	1 USD	3,50 USD	20 USD

Elaborado por: el investigador basado en [64] [65] [66].

Sensor de gases

Los sensores de gas, también conocidos como detectores de gas, son dispositivos electrónicos que identifican y detectan diversos tipos de gases, siendo utilizados comúnmente para detectar gases tóxicos o explosivos y medir su concentración. Estos sensores se encuentran presentes en fábricas e instalaciones de fabricación para identificar posibles fugas de gas y en hogares para detectar humo y monóxido de carbono [67].

Pueden variar en tamaño y alcance, tanto portátiles como fijos, y forman parte de sistemas de seguridad y de materiales peligrosos, a menudo conectados a interfaces o alarmas audibles. Debido a su interacción constante con el aire y otros gases, los sensores de gas deben calibrarse con mayor frecuencia que otros tipos de sensores [67].

Se escogió el MQ135 en base a la Tabla 46 ya que es una mejor opción debido a su amplio rango de medición de 10 ppm a 1000 ppm de NH₃. Aunque inicialmente fue diseñado para medir dióxido de carbono, puede ser utilizado para detectar amonio debido a su sensibilidad a los compuestos de gases. Su respuesta rápida, bajo voltaje de operación y capacidad de salida analógica hacen que sea adecuado para la medición de amonio en diversas aplicaciones y el sensor MQ135 es una opción especialmente adecuada para la medición de amoníaco (NH₃), especialmente en ambientes cerrados donde se requiere controlar la calidad del aire y detectar malos olores debido a la excreción de excremento por parte de animales [67].

Tabla 46. Comparación de Sensores de Gases

Parámetros técnicos	MQ135	MQ136	MQ137
Rango de medición	10 ppm a 1000 ppm de NH ₃	1 ppm a 10 ppm de NH ₃	1 ppm a 50 ppm de NH ₃
Sensibilidad	2.5% a 10 ppm de NH ₃	5% a 5 ppm de NH ₃	1% a 10 ppm de NH ₃
Corriente de operación	150 mA	85 mA	150 mA
Voltaje de Operación	5V	5V	5V
Precio	3,59 USD	66 USD	66 USD

Elaborado por: El investigador basado en [68] [69] [70].

Cámara SPI

Una cámara SPI para Arduino o ESP (Sistema de Bus Periférico Serial) es un módulo de captura de imágenes que utiliza la interfaz de comunicación SPI para transferir datos entre la cámara y el microcontrolador. Estas cámaras permiten a los dispositivos Arduino o ESP capturar imágenes fijas o video en tiempo real con una resolución y calidad adecuadas para diversas aplicaciones [71].

La comunicación SPI es una forma eficiente de transferir datos entre dispositivos, lo que permite una adquisición rápida y confiable de imágenes. Estas cámaras generalmente vienen equipadas con sensores de imagen CMOS o CCD, y están diseñadas para ser de tamaño compacto y fácilmente integrables en proyectos electrónicos. Además, su funcionalidad se amplía mediante bibliotecas y librerías disponibles que facilitan el acceso y procesamiento de las imágenes capturada [71].

La cámara OV2640 es elegido según la Tabla 47 debido a su alta resolución de 2 MP, lo que le permite capturar imágenes con mayor detalle y claridad en comparación con los otros dos sensores. Además, el OV2640 tiene un tamaño de píxel más pequeño de 2.2 μm , lo que mejora su sensibilidad a la luz y permite obtener imágenes más nítidas incluso en condiciones de poca iluminación. La posibilidad de obtener imágenes en formato JPEG también lo hace más versátil para aplicaciones que requieran almacenamiento eficiente de datos de imagen.

A pesar de que el OV2640 tiene un consumo de energía ligeramente mayor que el OV7725, esta diferencia es aceptable en función de la mayor calidad de imagen que

proporciona. Asimismo, el rango de voltaje de operación del OV2640 es más amplio, lo que le da más flexibilidad para su integración en diferentes sistemas.

Tabla 47. Comparación de Cámaras SPI

Parámetro técnico	OV7670	OV7725	OV2640
Resolución máxima	640 x 480 píxeles (VGA)	640 x 480 píxeles (VGA)	1600 x 1200 píxeles (UXGA)
Interfaz	Parallel 8-bit o SCCB	Parallel 8-bit o SCCB	Serial Camera Control Bus (SCCB)
Velocidad de fotogramas	Hasta 30 fps a 640 x 480 píxeles	Hasta 60 fps a 640 x 480 píxeles	Hasta 15 fps a 1600 x 1200 píxeles
Tamaño de pixel	3.6 micrómetros	3.6 micrómetros	2.2 micrómetros
Sensibilidad a la luz	3.6V/Lux-sec	6V/Lux-sec	1.9V/Lux-sec
Consumo de energía	120 mW	120 mW	110 mW
Precio	5 USD	5,20 USD	3,69 USD

Elaborado por: El investigador basado en [72] [73] [74].

3.2.7.3. Selección de actuadores

Servomotor

Un servomotor es un tipo de motor eléctrico que se utiliza en sistemas de control de movimiento y posicionamiento de precisión. A diferencia de los motores eléctricos convencionales, los servomotores están diseñados para ofrecer un alto rendimiento, precisión y control en aplicaciones específicas. Los servomotores son capaces de rotar en ángulos específicos, lo que los hace útiles en aplicaciones de robótica, control de procesos industriales, modelismo y electrónica. Estos motores suelen estar equipados con un sensor de posición integrado, que permite al sistema de control ajustar con precisión la posición del motor en tiempo real [75].

El servomotor MG90S fue seleccionado basándose en la Tabla 48, destacando por su mayor torque de 2.2 kg/cm, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones que requieren un mayor esfuerzo de torsión. Además, se consideró que su velocidad de rotación de 0.11 segundos por cada 60 grados es más rápida en comparación con el HS-55. Este servomotor fue destinado para la administración de alimentos para el animal, no necesitando una precisión extrema, lo cual se ajusta a las necesidades de suministro de alimentos de los cuyes en el prototipo.

Tabla 48. Comparación de Servomotores

Parámetro técnico	Servomotor SG90	Servomotor MG90S	Servomotor HS-55
Torque	1.8 kg/cm	2.2 kg/cm	1.1 kg/cm
Velocidad	0.12 s/60°	0.11 s/60°	0.17 s/60°
Voltaje de operación	4.8 - 6V	4.8 - 7.2V	4.8 - 6V
Corriente de operación	< 500 mA	< 1000 mA	< 200 mA
Peso	9 g	55 g	8 g
Dimensiones	23.2 x 12.5 x 22 mm	40.7 x 19.7 x 42.9 mm	29.5 x 14 x 29.2 mm
Precio	2,80 USD	4 USD	18 USD

Elaborado por: El investigador basado en [76] [77] [78].

Electroválvula

Las electroválvulas son dispositivos electromecánicos utilizados para controlar el flujo de líquidos o gases en sistemas de automatización y control. Estas válvulas funcionan mediante la aplicación de una corriente eléctrica a través de una bobina, lo que genera un campo magnético que actúa sobre una pieza móvil, como un pistón o una membrana, que a su vez controla la apertura o cierre de una válvula [79].

Se seleccionó la electroválvula AQT15S basándose en la Tabla 49 debido a su mayor tamaño de tubería, lo que le permite manejar un mayor caudal de líquido en comparación con la AQT10S. Además, se tuvo en cuenta que la AQT15S tiene una presión nominal más alta y una potencia nominal mayor, lo que la hace más adecuada para aplicaciones que requieren una mayor fuerza de apertura y cierre. Aunque su costo es más elevado que la AQT10S, su mayor capacidad y potencia la convierten en una mejor opción en términos de funcionalidad y eficiencia para poder suministrar agua a los animales en el prototipo.

Tabla 49. Comparación de Electroválvulas

Parámetro técnico	AQT15S	AQT10S
Tamaño de la tubería	1/2 pulgadas	3/8 pulgadas
Presión nominal	0,02 - 1,0 MPa	0,02 - 0,8 MPa
Voltaje nominal	AC 220V, DC 24V	AC 220V, DC 24V
Potencia nominal	5W	4W
Tipo de conexión	Hilo interno	Hilo interno
Precio	10 USD	11 USD

Elaborado por: El investigador basado en [80].

Bomba Peristáltica

Las bombas peristálticas son dispositivos utilizados en diversas aplicaciones para el transporte de fluidos, incluyendo líquidos y gases. Su operación se basa en la compresión de un tubo flexible mediante un rotor equipado con rodillos. Esta acción genera el movimiento del fluido, ya que, al girar el rotor, los rodillos presionan el tubo, generando un vacío detrás de ellos que succiona el fluido y lo desplaza a lo largo del tubo. Una vez transportado, el tubo recupera su forma original y el ciclo se repite [81].

La bomba KPHM100 fue seleccionada basándose en la Tabla 50 debido a su amplio rango de velocidad de flujo de 0.05-100 mL/min con una alta precisión de $\leq \pm 0.5\%$. Su cabezal de bomba único y su tamaño de tubo compatible con una amplia gama de diámetros de tubería también fueron factores determinantes en su elección. Además, se consideró que la bomba KPHM100 cuenta con un control manual y de velocidad externa, una temperatura de trabajo adecuada y un consumo de energía máximo de 30W.

Aunque la bomba KPHM100 es más pesada y costosa que la SP200-1F, se determinó que es la mejor opción para aplicaciones que requieren una precisión de flujo excepcional, especialmente cuando se trata de suministrar dosis específicas de vitaminas en el prototipo.

Tabla 50. Comparación de Bombas Peristáltica

Parámetro técnico	KPHM100	BT100-2J	SP200-1F
Velocidad de flujo	0.05-100 mL/min	0.01-100 mL/min	0.5-1000 mL/min
Precisión de flujo	$\leq \pm 0.5\%$	$\leq \pm 1\%$	$\leq \pm 1\%$
Cabezal de bomba	1	2	1
Voltaje de entrada	DC 12V, 50/60 Hz	DC 24V, 50/60 Hz	DC 12V, 50/60 Hz
Consumo de energía	$\leq 30W$	$\leq 12W$	$\leq 24W$
Peso	3.8 kg	2.2 kg	3.5 kg
Precio	15 USD	200 USD	12,50 USD

Elaborado por: El investigador basado en [82] [83] [84].

Selección del controlador

Un microcontrolador es un componente electrónico compacto y autónomo, diseñado en un único chip, que despliega su función principal de control y gestión de sistemas electrónicos y dispositivos. Su popularidad se debe en gran medida a su extraordinaria versatilidad y capacidad de adaptación, lo que permite una amplia gama de aplicaciones y funciones en sistemas electrónicos diversos. Gracias a esta singularidad, los microcontroladores se han convertido en elementos fundamentales en el diseño y desarrollo de dispositivos electrónicos modernos, brindando un alto grado de eficiencia y flexibilidad en su implementación [85].

Los microcontroladores contienen una unidad central de procesamiento (CPU) que lleva a cabo la ejecución de programas almacenados en su memoria interna. Además de la CPU, estos dispositivos incorporan diversos periféricos funcionales como temporizadores, convertidores analógico-digitales (ADC), convertidores digital-analógicos (DAC), interfaces de comunicación, y otros componentes útiles. Estos elementos periféricos amplían las capacidades del microcontrolador, permitiéndole interactuar con el entorno y gestionar una variedad de tareas, como la adquisición y procesamiento de señales analógicas, el control de dispositivos externos y la comunicación con otros dispositivos o sistemas [85].

En base a la Tabla 51, se seleccionó el Arduino Mega 2560 y la NodeMCU ESP8266 v3 como dos placas de desarrollo utilizadas en proyectos electrónicos y de IoT. Aunque el Arduino Mega 2560 no contaba con conectividad Wi-Fi integrada, se podía conectar fácilmente a módulos de red para acceder a Internet. Su precio

asequible y la existencia de una gran comunidad de desarrolladores lo convirtieron en una opción popular para proyectos con restricciones presupuestarias.

Por otro lado, el NodeMCU ESP8266 v3 ofrecía conectividad Wi-Fi integrada, lo que lo hizo más adecuado para proyectos de IoT que requerían una conexión inalámbrica. Además, su costo económico y su diseño compacto, junto con un conjunto de GPIOs que permitían la conexión de sensores y actuadores, lo convertían en una solución versátil para aplicaciones de IoT.

La elección entre ambas placas dependía de las necesidades específicas del proyecto, considerando aspectos como la conectividad requerida, el presupuesto disponible y el nivel de soporte técnico necesario para el desarrollo del proyecto.

Tabla 51. Comparación de Microcontroladores

Parámetro técnico	Arduino Mega 2560	Raspberry Pi 3 B	NodeMCU ESP8266 v3
Microprocesador	ATmega2560	Broadcom BCM2837	ESP8266
Velocidad de reloj	16 MHz	1.2 GHz	80 MHz
Memoria flash	256 KB	Utiliza tarjeta SD	4 MB
Memoria RAM	8 KB	1 GB	80 KB
GPIO	54	40	17
Comunicación	UART, SPI, I2C	UART, SPI, I2C, Wi-Fi, Bluetooth	UART, SPI, I2C, Wi-Fi
Entrada de alimentación	7-12 V	5 V	5 V
Sistema operativo	No tiene sistema operativo integrado	Linux	No tiene sistema operativo integrado
Lenguaje de programación	C/C++	Python, Scratch, otros	Lua, C
Precio	24 USD	159 USD	11,18 USD

Elaborado por: El investigador basado en [86] [87] [88].

Selección de los Servicios en la Nube

Google Cloud Services se seleccionó por su amplia variedad de servicios en la nube, su modelo de precios flexible y su oferta en áreas como almacenamiento, cómputo y seguridad, entre otros. Proporciona alternativas como Google Cloud Storage, Cloud SQL, Cloud Datastore, Google Compute Engine, Google App Engine, Google

Kubernetes Engine y servicios de seguridad como Google Cloud IAM, Cloud Security Scanner y Cloud Data Loss Prevention [89].

Se optó por Google Cloud Services, según la Tabla 52, debido a su amplio catálogo de servicios en la nube, que abarcaba áreas como almacenamiento, cómputo, análisis de datos, seguridad y redes, entre otros. Su modelo de precios basado en el pago por uso se consideró altamente flexible y económico en comparación con otras opciones en el mercado.

Dentro de los servicios de almacenamiento, Google Cloud ofrecía alternativas como Google Cloud Storage, Cloud SQL, Cloud Datastore y Cloud Bigtable, mientras que, para el cómputo, contaba con Google Compute Engine, Google App Engine y Google Kubernetes Engine, entre otros. En materia de seguridad, Google Cloud proporcionaba servicios como Google Cloud IAM, Cloud Security Scanner y Cloud Data Loss Prevention, por nombrar algunos ejemplos, lo que permitía a los usuarios acceder a un ecosistema completo y confiable para satisfacer sus necesidades específicas en la nube.

Tabla 52. Comparación de Los Servicios en la Nube

Parámetro técnico	Google Cloud Platform	Amazon Web Services	Microsoft Azure
Tipo de servicio	Plataforma en la nube	Plataforma en la nube	Plataforma en la nube
Modelo de precios	Pago por uso	Pago por uso	Pago por uso
Almacenamiento	Google Cloud Storage, Cloud SQL, Cloud Datastore, Cloud Bigtable	Amazon S3, Amazon RDS, Amazon DynamoDB	Azure Blob Storage, Azure SQL Database, Azure Cosmos DB
Cómputo	Google Compute Engine, Google App Engine, Google Kubernetes Engine	Amazon EC2, AWS Lambda, Amazon Elastic Beanstalk	Azure Virtual Machines, Azure Functions, Azure App Service
Red	Google Virtual Private Cloud, Cloud Load Balancing	Amazon VPC, Amazon Route 53, Elastic Load Balancing	Azure Virtual Network, Azure Traffic Manager
Análisis de datos	BigQuery, Cloud Dataproc, Cloud Datalab	Amazon Redshift, Amazon EMR, Amazon Kinesis	Azure HDInsight, Azure Stream Analytics, Azure Data Lake Analytics
Seguridad	Cloud IAM, Cloud Security Scanner, Cloud Data Loss Prevention	AWS Identity and Access Management, Amazon Inspector, AWS Certificate Manager	Azure Active Directory, Azure Security Center, Azure Key Vault
Precio	Variables según el servicio utilizado	Variables según el servicio utilizado	Variables según el servicio utilizado

Elaborado por el: Investigador basado en [89].

Base de Datos

Una base de datos es una recopilación sistemática de información estructurada, que se almacena de manera permanente en un sistema informático. En dicha base, los datos se organizan en Tablas compuestas por filas y columnas. Estas bases de datos permiten el almacenamiento, gestión y recuperación eficiente de datos, proporcionando un acceso rápido y estructurado a la información. Para llevar a cabo operaciones como la inserción, modificación y extracción de datos, se utilizan lenguajes de consulta, como SQL (Structured Query Language) [90].

Se eligió MySQL en base a la Tabla 53 debido a su naturaleza relacional, la cual se adaptaba bien a la estructura de datos requerida en el proyecto. Además, ofrecía una buena escalabilidad y contaba con una amplia comunidad de usuarios que proporcionaba soporte y documentación extensa.

El uso de SQL como lenguaje de consulta en MySQL facilitaba el manejo de la base de datos y permitía realizar consultas complejas de forma sencilla. En general, MySQL ofrecía un equilibrio adecuado entre rendimiento, funcionalidad y facilidad de uso para las necesidades del proyecto.

Tabla 53. Comparación de la Base de Datos

Parámetro técnico	MySQL	PostgreSQL	MongoDB
Tipo	Relacional	Relacional	No relacional
Escalabilidad	Excelente	Buena	Buena
Lenguaje de consulta	SQL	SQL	SQL
Soporte transaccional	Si	Si	No
Flexibilidad del esquema	Media	Media	Limitada
Comunidad de usuarios	Amplia	Amplia	Amplia

Elaborado por el: Investigador basado en [90].

3.2.7.4. Condiciones de Funcionamiento antes de implementar

En la etapa inicial del proyecto, la selección de los sensores se ha llevado a cabo conforme a criterios específicos. Ahora, se torna esencial profundizar en el conocimiento de su funcionamiento y operatividad para una integración eficiente en el prototipo. Este análisis exhaustivo proveerá información fundamental para la implementación práctica, asegurando el desarrollo adecuado del sistema.

El proceso de análisis implica investigar los principios de operación y los mecanismos internos de cada sensor, permitiéndonos comprender cómo capturan y procesan los datos del entorno. Además, es imprescindible comprender la interacción de los sensores con el microcontrolador o plataforma de procesamiento central, abordando los protocolos de comunicación y las interfaces necesarias para transferir datos y ejecutar acciones requeridas.

En paralelo, se evaluó cómo cada sensor se adapta a las necesidades específicas del prototipo. Considerando sus aplicaciones particulares, se busca asegurar una alineación con los objetivos del proyecto y las condiciones del entorno donde se implementará. Este análisis profundo permitirá tomar decisiones informadas acerca de la ubicación, cantidad y configuración de los sensores en el prototipo, facilitando la elaboración de algoritmos y programas para adquirir, procesar y almacenar datos, y asegurando una óptima interacción con otros componentes del sistema.

Sensor MQ137

El sensor MQ-135, utilizado para medir CO₂, requirió la aplicación de una regresión logarítmica. Esto se debió a que el sensor estaba especialmente diseñado para medir dicho gas. Esta solución resultó sencilla, ya que solo era necesario conectar el sensor para obtener mediciones precisas de CO₂, sin requerir ajustes adicionales.

En relación con las características del sensor, se mencionó que además de CO₂, tenía la capacidad de medir otros tipos de gases. Sin embargo, algunos gases requerían ajustes adicionales en la resistencia para obtener mediciones precisas. En particular, para el cálculo de referencia en la regresión logarítmica, se utilizó una resistencia de 20 k, tal como se indicaba en la documentación proporcionada.

Durante la calibración del sensor, se observó que las características de medición para CO₂, NH₄ y otros gases se representaban mediante líneas características. Aunque se intentó inicialmente ajustar las mediciones utilizando regresiones lineales, cuadráticas y logarítmicas, solo la regresión potencial demostró ajustarse adecuadamente a la curva de medición del sensor.

Regresión de potencial

$$Y = AX^B$$

$$\log Y = \log A + B \log X$$

$$y' = A' B x'$$

$$B = \frac{n(\sum x'Y') - (\sum x')(\sum Y')}{n(\sum x'^2) - (\sum x')^2}$$

De Forma lineal

$$A' = \bar{Y}' - Bx'$$

$$10^{Y'} = 10^{\log Y}$$

$$Y = 10^{Y'}$$

$$Y = 10^{Y'}$$

$$10^{A'} = 10^{\log A}$$

$$A = 10^{A'}$$

$$10^{X'} = 10^{\log X}$$

$$X = 10^{X'}$$

$V \rightarrow$ Voltaje leído

$R_L = 204$ (micro resistencia)

$$R_L = 200k\Omega$$

$$V = \frac{SR_L}{R_S + R_L}$$

$$V(R_S + R_L) = SR_L$$

$$VR_S + VR_L = SR_L$$

$$VR_S = -VR_L + SR_L$$

$$R_S = \frac{SR_L - VR_L}{V}$$

$$R_S = R_L \left(\frac{S-V}{V} \right)$$

$$R_S = 200k\Omega \left(\frac{S-V}{V} \right)$$

Medición más alta

$$\text{adc} = 265$$

$$V = 1,78 \text{ [V]}$$

200 ppm \rightarrow se satura

$$\frac{R_S}{R_o} = 0,77$$

$$R_S = 200k\Omega \left(\frac{S-V}{V} \right)$$

$$R_S = 200k\Omega \left(\frac{5-1,78}{1,78} \right)$$

$$R_S = 361797,752$$

$$R_o = \frac{R_S}{0,77} = 469867,21$$

Ecuación

$$x \rightarrow \frac{R_s}{R_o}$$

$$y \rightarrow NH_4$$

$$y = 106,22x^{-2,406}$$

$$y = ax^b$$

0,07355
0,05587
0,07355
0,05918
Promedio = 0,0655375

Una vez obtenida la ecuación resultante de la regresión potencial, esta se implementó en el Arduino para calcular los valores medidos por el sensor. Esto permitió obtener mediciones precisas y consistentes. Además, se mencionó una ecuación que relacionaba la proporcionalidad entre NH_4 y NH_3 , expresada en partes por millón, lo que permitió medir con precisión estas concentraciones gaseosas en la unidad adecuada. Todo fue realizado basándose en el datasheet del equipo, para consultar sus ecuaciones y obtener los valores necesarios [91].

La Figura 22 muestra la regresión logarítmica ajustada para el sensor y los cálculos realizados se muestran en el anexo 5.

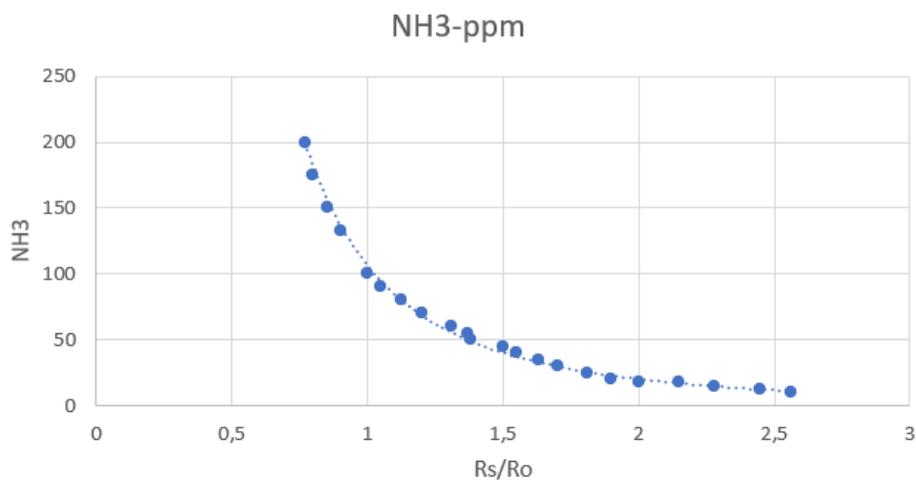


Figura 22. Regresión logarítmica ajustada para el sensor mq135.

Elaborado por: El investigador.

Diagrama de flujo del sensor

Una vez que se obtuvieron las ecuaciones necesarias, se procedió a realizar la programación correspondiente. En esta etapa, se ajustaron las variables y se realizaron las configuraciones de los pines dentro del módulo Arduino. La programación incluyó la incorporación de las ecuaciones previamente desarrolladas, las cuales culminan con la conversión del amoníaco después de completar el proceso mencionado anteriormente.

Posteriormente, se abordaron las necesidades específicas relacionadas con el control del sistema. Esto se logró mediante la implementación de una estructura condicional que determina cuándo debe activarse un actuador, en este caso, un motor. La activación se realiza en función del nivel de amoníaco presente en el ambiente, y se establecieron umbrales para su accionamiento. Por ejemplo, si la concentración de amoníaco es igual o mayor a 50 ppm, o menor o igual a 25 ppm, se procede a activar el actuador de acuerdo con un tiempo de 15 segundos predefinido.

Para una representación visual de este proceso, se presenta a continuación el diagrama de flujo correspondiente al sensor se muestra en la figura 23.

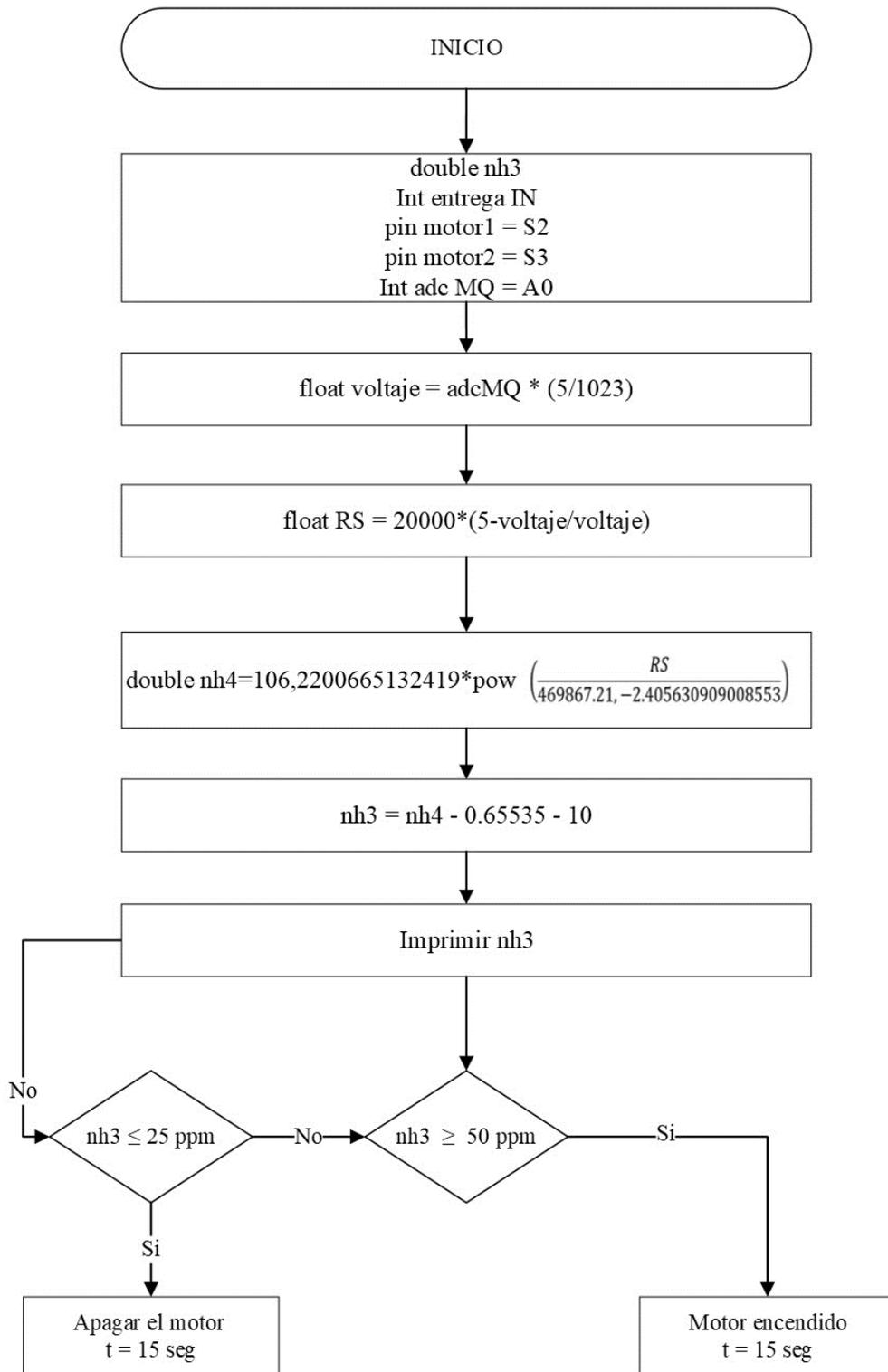


Figura 23. Diagrama de Flujo del Mq135

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

Para la conexión del sensor, se procedió alimentando el dispositivo con una fuente de 5 voltios, estableciendo una conexión a tierra. Posteriormente, se conectó el segundo pin del sensor directamente al Arduino, utilizando un puerto analógico designado como A0. A través de esta conexión, se adquirieron los datos necesarios para el funcionamiento del prototipo. Cabe destacar que estos datos fueron sometidos previamente a un proceso de conversión para obtener la información requerida de manera efectiva. En la Figura 24 se muestra la conexión del sensor.

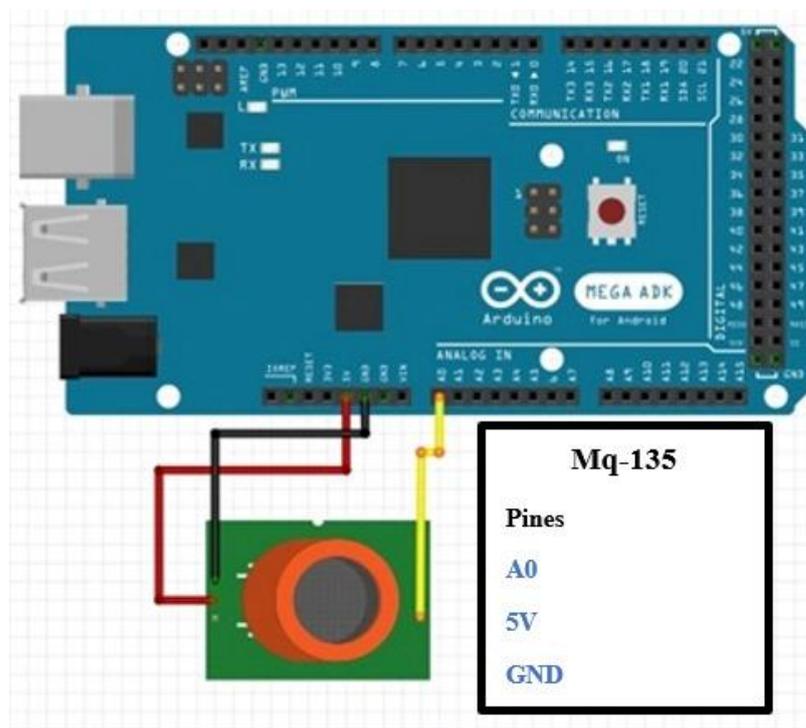


Figura 24. Conexión del mq135

Elaborado por: El investigador.

Conexión del motor para eliminación de desechos

Para la conexión del motor, se implementó un enfoque basado en la utilización de un puente H, como se detalló en esta tesis. Este puente H se encargó de gestionar la dirección de giro del motor, permitiendo tanto el giro en sentido horario como en sentido antihorario, en intervalos de tiempo predefinidos a través de la programación.

El funcionamiento del motor requirió una fuente de alimentación alterna de 12 voltios, que proporcionara el voltaje necesario para activar la apertura y cierre de la

parte encargada de gestionar los desechos. Este componente era esencial para mantener una gestión adecuada de los desechos en el entorno de cría de los cuyes.

El puente H, crucial en esta configuración, se conectó directamente al Arduino a través de sus salidas, lo que facilitó la comunicación y control del motor por parte del dispositivo. Esto permitió activar el motor en respuesta a las necesidades detectadas por el sensor de gas. Cuando los niveles de amoníaco se incrementaban, indicando una necesidad de eliminación de desechos, el motor se activaba. Este proceso no solo mejoraba las condiciones de higiene en el espacio de cría de los cuyes, sino que también contribuía a mantener un ambiente saludable y seguro para los animales. En la Figura 25 se muestra la conexión del motor.

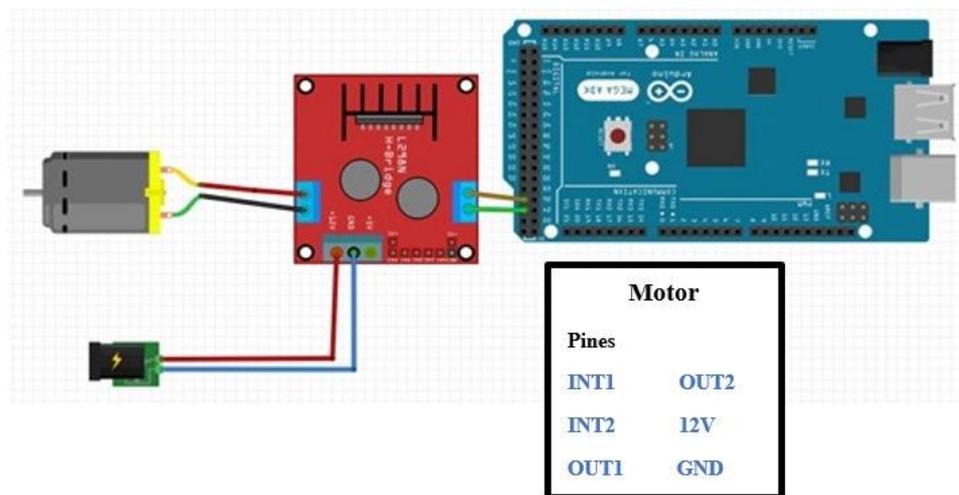


Figura 25. Conexión del motor.

Elaborado por: El investigador.

Sensor de temperatura y humedad

Dentro del prototipo, se empleó un sensor con el propósito de recopilar datos relativos a la temperatura y la humedad en el entorno donde estaba ubicado. Para asegurar una recopilación eficiente de datos, se estableció un intervalo de tiempo, aproximadamente de 5 segundos, durante el cual el sensor registraba los valores necesarios.

Posteriormente, esta información se transmitió tanto al panel de visualización como al dashboard de la interfaz de usuario. Esta disposición facilitó el acceso a los datos y permitió su incorporación constante en la base de datos correspondiente. Es crucial señalar que la temperatura y la humedad desempeñan un papel fundamental en el contexto de la cría de animales.

En el proceso de programación, se establecieron criterios específicos para la temperatura y la humedad, con el fin de activar un dispositivo, en este caso, una lámpara de calor diseñada para regular la temperatura ambiente. Esta estrategia se implementó con el objetivo de evitar que los animales estuvieran expuestos a condiciones de frío extremo, teniendo en cuenta las características climáticas particulares del cantón Quero. Estos ajustes contribuyeron significativamente a crear un entorno óptimo para la crianza de los animales.

Diagrama de flujo del sensor

En cuanto a la programación del sensor DHT11, se llevó a cabo la exportación de una librería esencial. Esta librería desempeñó la función crucial de recopilar datos fundamentales relativos a la temperatura y la humedad del entorno doméstico. Se realizaron ajustes en el sensor para controlar dos aspectos críticos: la temperatura y la humedad.

Si la temperatura descendía por debajo de los 12 °C y la humedad alcanzaba el 50%, se activaba un actuador específico. Del mismo modo, si estos valores superaban los 21 °C y el 70% de humedad, se procedía al apagado de un dispositivo de iluminación, con el objetivo de mantener un entorno controlado en términos de las

condiciones climáticas en el prototipo. En la Figura 26 se puede observar el diagrama de flujo del sensor

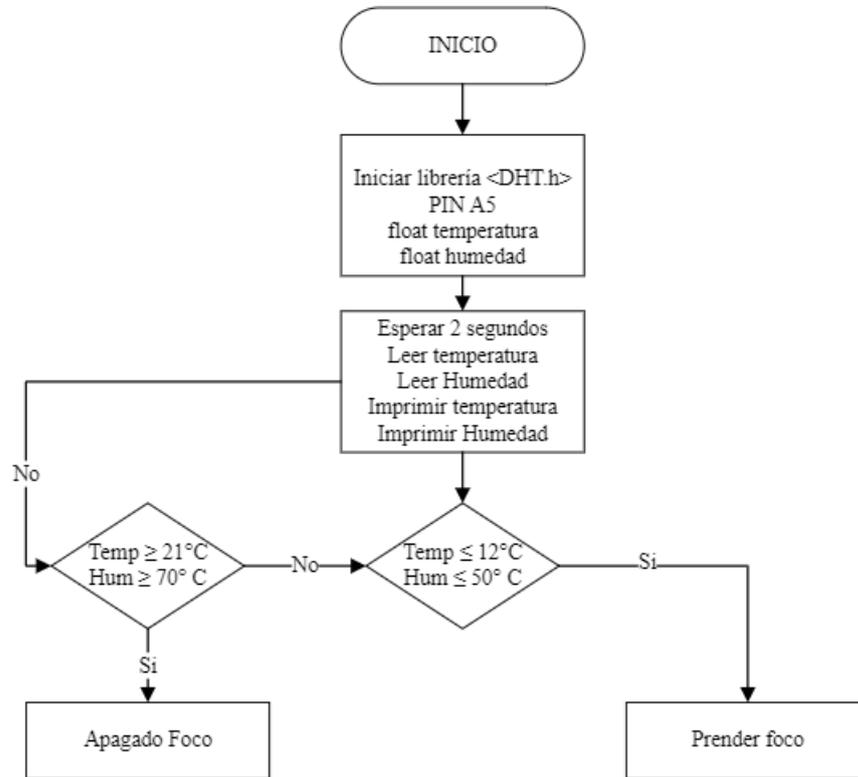


Figura 26. Diagrama de flujo del sensor DHT11.

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

Según la figura 27, en lo que respecta a la conexión del sensor, el procedimiento se simplificó al proporcionar una alimentación de 5 voltios y establecer una conexión a tierra. El pin número uno del sensor se enlazó directamente a una entrada analógica del Arduino, específicamente al pin A5. De esta manera, se logró la captura y registro de los datos relacionados con las condiciones climáticas presentes en el prototipo para su posterior análisis y seguimiento.

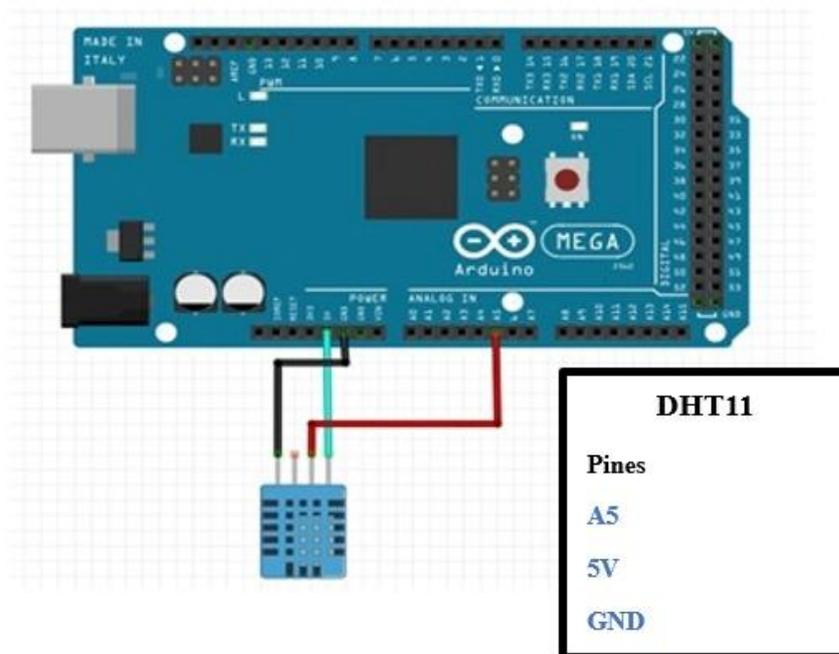


Figura 27. Diagrama de conexión del sensor dht11.

Elaborado por: El investigador.

Conexión de la lámpara de calor

De acuerdo con la figura 28, la lámpara de calor fue conectada a un relé, ya que esta requería una fuente externa de corriente alterna para su encendido. Es por esta razón que se estableció una conexión directa entre la lámpara de calor y un relé, el cual, a su vez, mantenía una conexión directa con el dispositivo SP (SP8266). La SP8266 se encargaba de establecer la comunicación con el Arduino.

De esta manera, cuando el sensor de temperatura y humedad detectaba valores que se encontraban por debajo de los umbrales preestablecidos, como en el caso de la temperatura, cuando esta era menor a 12 grados Celsius, el Arduino enviaba una señal al relé para que activara la lámpara de calor. La comunicación entre el Arduino y el relé se realizaba de acuerdo con estos parámetros.

Es fundamental destacar que la conexión del relé se llevó a cabo a través del Arduino y la SP8266, lo que permitía activar los mecanismos necesarios para mantener las condiciones adecuadas de temperatura en el entorno de cría de animales. Este

enfoque garantizó una gestión eficiente y automatizada de la temperatura en el hábitat de los animales, contribuyendo al bienestar y salud de estos.

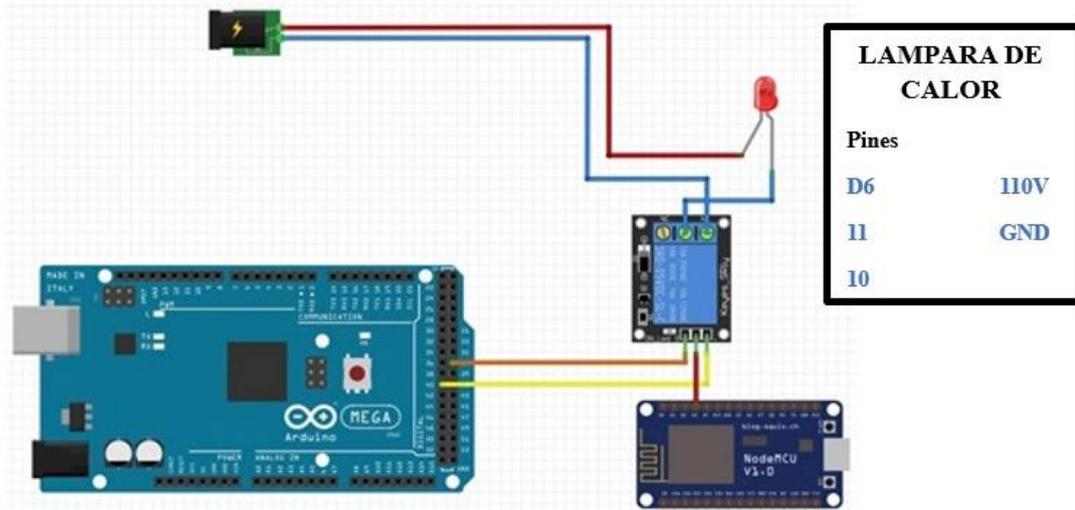


Figura 28. Conexión de la lámpara de calor.

Elaborado por: El investigador

Sensor de luminosidad

El sensor de luminosidad se implementó con el propósito de medir la cantidad de luz recibida en el hábitat de los animales, como se detalló en esta tesis. Estas mediciones se convirtieron en porcentajes para facilitar el seguimiento de la exposición de los animales a la luz solar. Se reconoció que, aunque los roedores no necesitaban estar constantemente expuestos a la luz solar, la iluminación adecuada era esencial para mantener un ambiente fresco y libre de humedad en su entorno.

Por esta razón, se consideró necesario emplear un sensor que permitiera controlar aspectos críticos relacionados con la luminosidad en el área de cría. Cuando la luminosidad superaba el umbral del 50%, el sensor desencadenaba una notificación a las personas responsables del cuidado de los animales. Esto permitía tomar medidas como abrir o cerrar la jaula, con el objetivo de evitar la acumulación excesiva de luz solar, lo que podría tener efectos negativos en los roedores.

El uso del sensor de luminosidad se convirtió en una herramienta valiosa para garantizar las condiciones ambientales óptimas para los animales, al tiempo que se evitaban situaciones perjudiciales debido a la exposición excesiva a la luz solar.

Diagrama de flujo del sensor

De acuerdo con la figura 29, en relación con el sensor de luminosidad, se procedió inicialmente a definir diversas variables, tales como la resistencia a la oscuridad, la resistencia a la luz, la resistencia de calibración y un voltaje de entrada. Posteriormente, se conectó la entrada del sensor a un pin analógico dentro del Arduino. Una vez obtenida la lectura desde dicho pin, se llevó a cabo una conversión para determinar la luminosidad en términos absolutos y en porcentaje mediante una fórmula establecida con anterioridad. Luego de este proceso, se procedió a evaluar la luminosidad inicial y, en caso de que esta superara el umbral del 50%, se generaba una notificación dirigida al usuario del sistema.

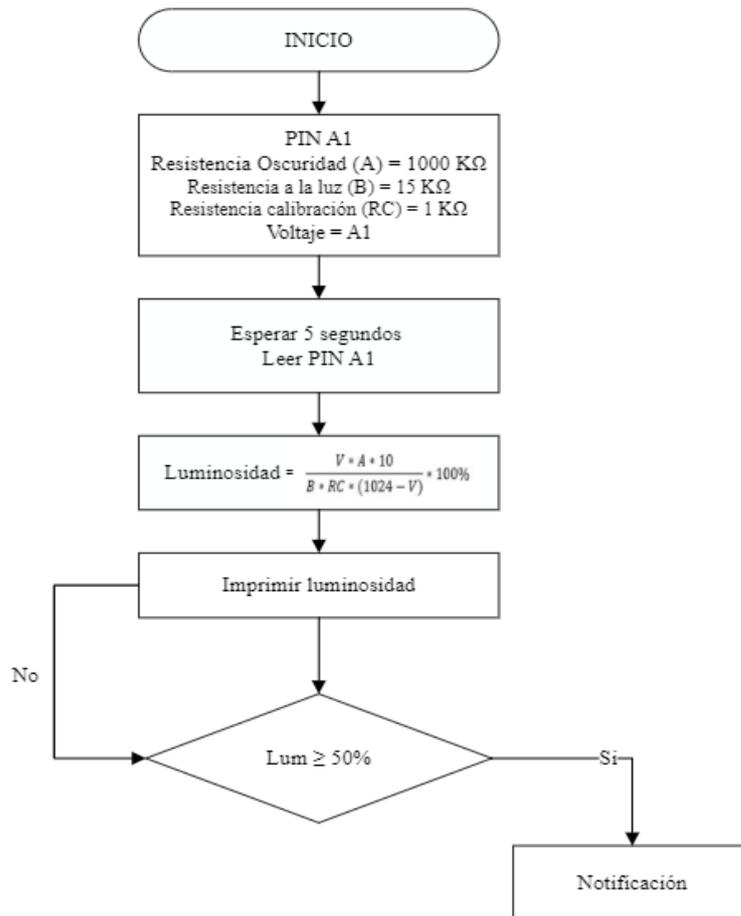


Figura 29.Diagrama de flujo del LDR

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

De acuerdo en la Figura 30 lo que respecta a la conexión del dispositivo, se llevó a cabo un proceso que comenzó con la incorporación de una resistencia de 220 k ohmios. Luego, se procedió a realizar la conexión directa al Arduino, específicamente al pin analógico designado para este propósito. De manera complementaria, se estableció la conexión de la parte negativa del dispositivo con el sistema de Tierra del Arduino.

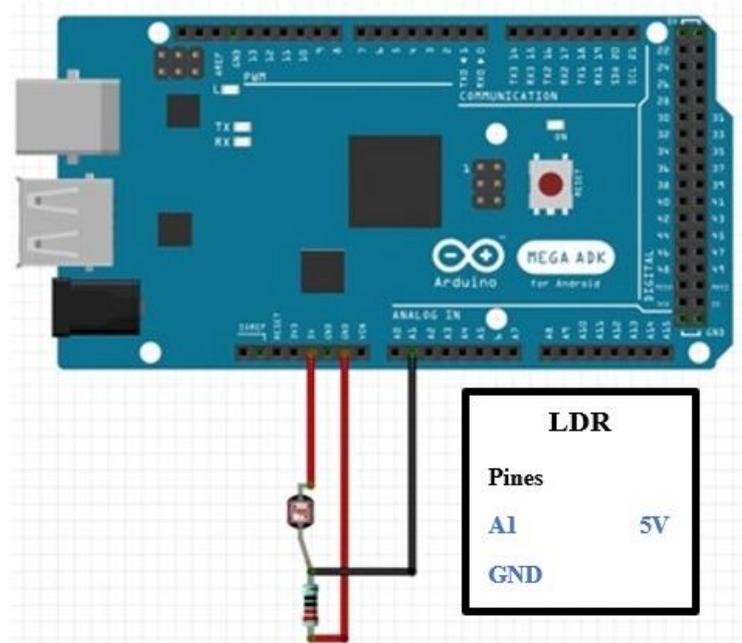


Figura 30. Diagrama de conexión del LDR.

Elaborado por: El investigador.

Sensor Turbidez

El sensor de turbidez desempeñó un papel esencial en el prototipo, como se detalla en esta tesis, con el propósito de evaluar la calidad del agua en términos de su nivel de suciedad. Esta medición se realizó en unidades de Nephelometric Turbidity Units (NTU), que indicaban el grado de claridad o turbiedad del agua. En otras palabras, cuanto más clara estuviera el agua, menor sería el valor NTU, y a medida que se ensuciara, este valor aumentaría.

El sensor de turbidez se empleó para asegurarse de que el agua que contenía las vitaminas estuviera en condiciones óptimas. Esto garantizaba que los animales continuaran consumiendo el agua de manera segura y saludable. Si se detectaba un aumento en el valor de NTU, indicando una mayor turbidez del agua, se generaba una notificación. Esto servía como señal para desechar el agua existente y reemplazarla por agua fresca y limpia, asegurando así un suministro adecuado y seguro de agua para los animales.

El uso del sensor de turbidez proporcionó un mecanismo efectivo para mantener la calidad del agua y, por lo tanto, el bienestar de los animales en el entorno de cría.

Diagrama de flujo del sensor

En relación con el sensor de turbidez, se procedió a identificar y definir el pin analógico correspondiente, el cual se conectó directamente al Arduino. Una vez que se obtuvieron las lecturas precisas del sensor, se implementó un mecanismo de impresión de los datos. Es importante destacar que se estableció una condición específica para las lecturas de turbidez, en la que se consideró que los valores no debían superar los 5 NTU. En caso de que se detectara una turbidez por encima de este umbral, se generaría una notificación correspondiente.

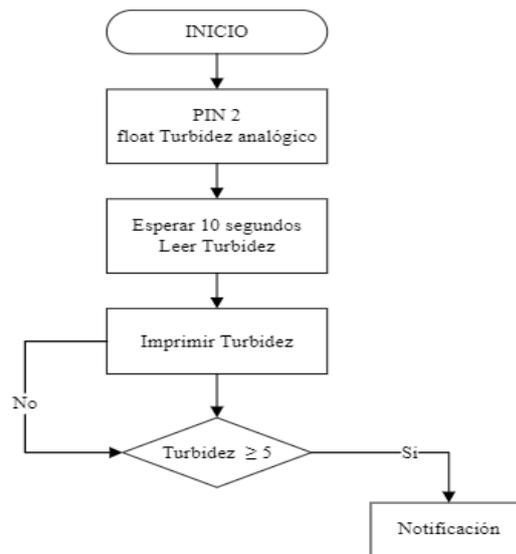


Figura 31. Diagrama de flujo del Sensor de Turbidez

Elaborado por: El investigador

Conexión del sensor

Para la conexión del sensor mostrado en la Figura 32, se llevó a cabo un proceso en el que se lo vinculó a un relé, lo que permitía suministrarle una tensión de 12 voltios. Este relé se conectó directamente al Arduino y estableció una conexión a través de la ESP8266. Se tomó esta medida debido a que la energía proporcionada por el Arduino por sí sola resultaba insuficiente para el funcionamiento óptimo del sensor de turbidez. Por tanto, fue necesario recurrir a una fuente de energía externa para activar el sensor de turbidez de manera efectiva.

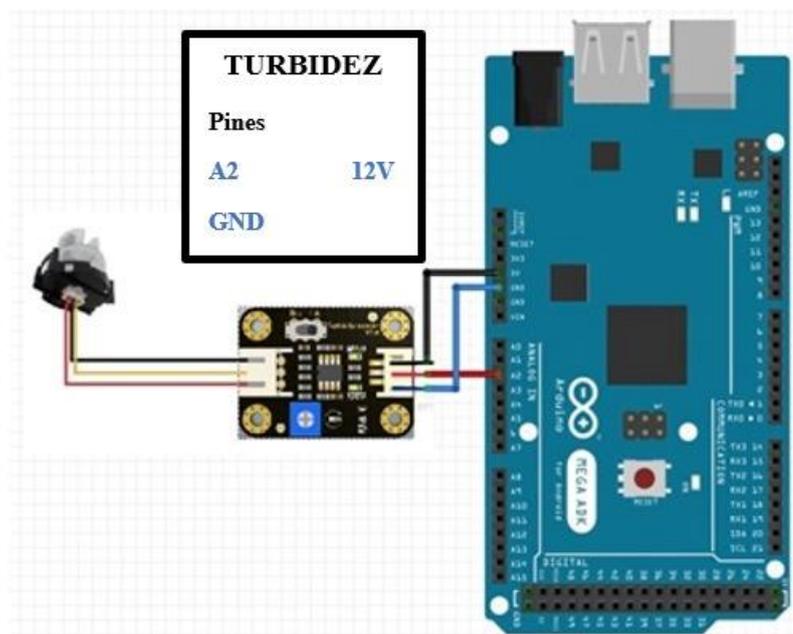


Figura 32 Diagrama de conexión sensor Turbidez

Elaborado por: El investigador.

Ultrasónicos

Este sensor se integró como parte del prototipo desarrollado. Además de este sensor de luminosidad, se incorporaron cinco sensores ultrasónicos, cuatro de los cuales se destinaron a la tarea de supervisar los niveles de contenido en frascos de alimentos, vitaminas, agua y alimentos de engorde.

A través de una programación específica, estos sensores ultrasónicos enviaban pulsos y detectaban la distancia a la que se encontraban los elementos contenidos en los frascos. Cuando los pulsos detectados alcanzaban niveles altos, indicaban que el

contenido de los frascos había disminuido significativamente o estaba vacío. En este escenario, se generaba una notificación al usuario, informándole sobre la necesidad de reponer los suministros.

Por otro lado, el quinto sensor ultrasónico estaba configurado para supervisar el estado de la jaula. Cuando la distancia medida por este sensor excedía un umbral predefinido, lo que indicaba que la jaula estaba abierta, se activaba una notificación dirigida al usuario para informarle sobre esta situación.

Estos sensores, en conjunto, desempeñaron un papel crucial en la automatización y el monitoreo del entorno de los animales, permitiendo un cuidado más efectivo y una respuesta inmediata a las necesidades y condiciones cambiantes en el hábitat de los animales.

Diagrama de flujo de los ultrasónicos de los recipientes

En el caso de los sensores ultrasónicos como se muestra en la figura 33, se contaba con un total de 5 sensores, para los cuales se llevó a cabo un proceso que implicó la asignación de salidas analógicas tanto al eco como al trigger de cada sensor. Además, se determinaron variables cruciales, como la distancia y el tiempo necesario para enviar el impulso ultrasónico, lo que permitió la conversión de la distancia.

Una vez establecidas las variables para cada sensor, se procedió a generar un pulso tras un lapso de 10 segundos, lo que permitió calcular la distancia mediante la fórmula que involucra el tiempo y la distancia. Posteriormente, los resultados se imprimieron y se creó una condición que activaba notificaciones en caso de que la distancia superara cierto umbral. Esta condición tenía como finalidad verificar el estado de los recipientes, identificando cuál de ellos contenía menos alimento, comida, vitaminas o agua.

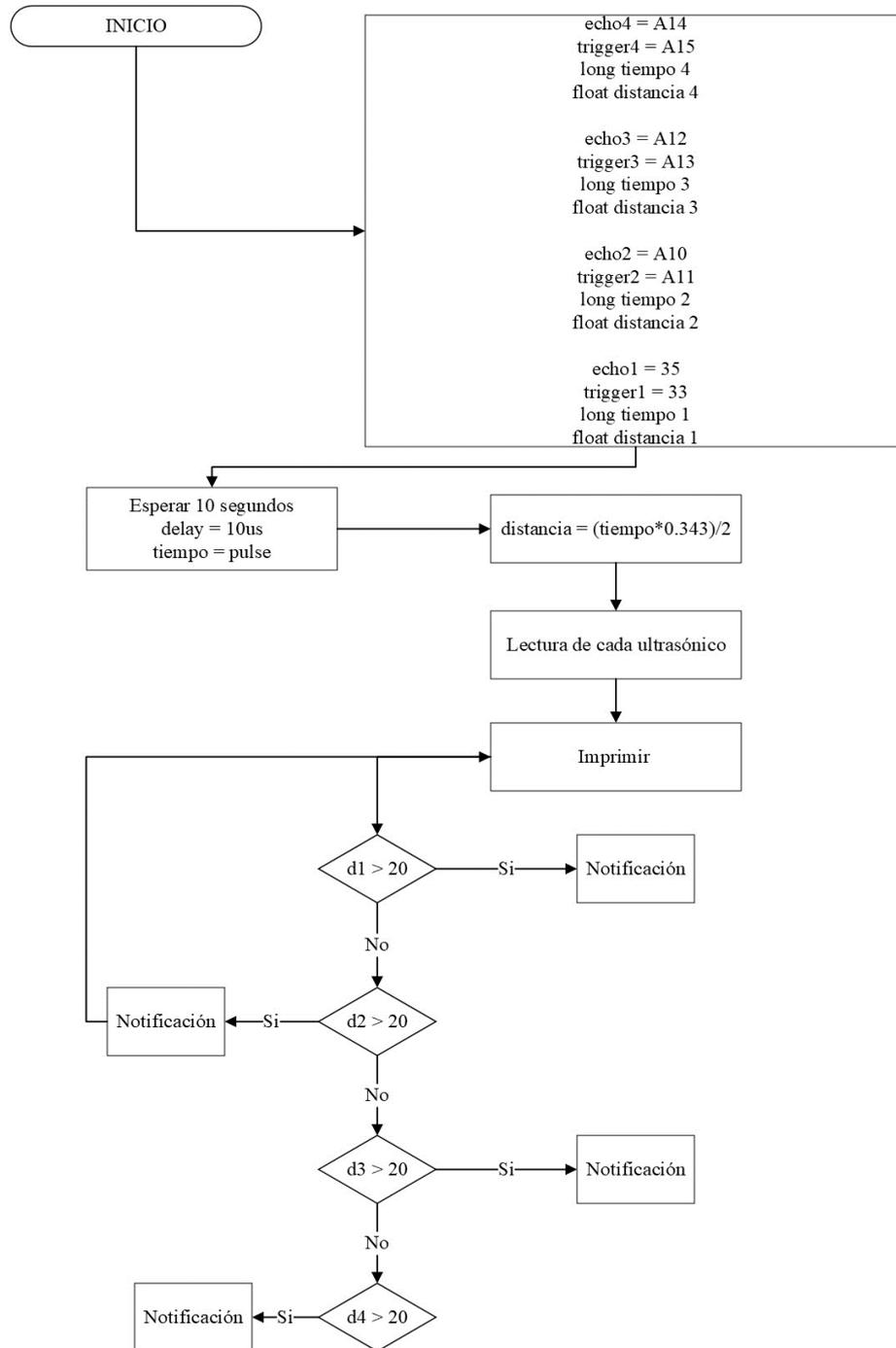


Figura 33. Diagrama de Flujo Ultrasónicos

Elaborado por: El investigador.

Diagrama de flujo del ultrasónico destino al sistema de vigilancia y monitoreo.

La lógica empleada en el diagrama de flujo previo se mantuvo en este nuevo enfoque, con la única variación siendo la distancia medida, que en este caso se extendía considerablemente más. Esto se debía a que la jaula se abría

completamente, incluyendo el techo, en un ángulo de 90 grados. El siguiente diagrama de flujo refleja esta configuración. A continuación, se visualiza el diagrama de flujo en la figura 34.

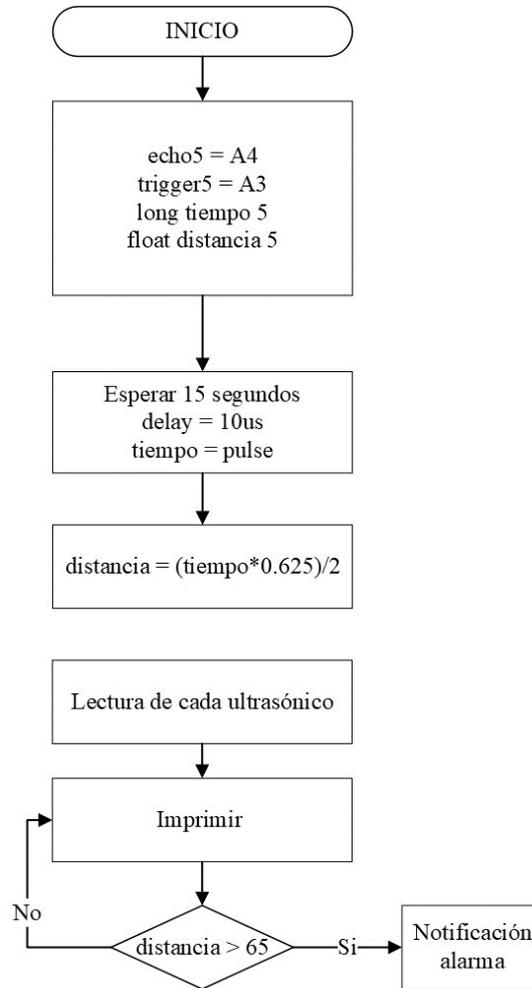


Figura 34. Diagrama de Flujo Ultrasonico Vigilancia

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

En el caso de los sensores ultrasónicos como se muestra en la figura 35, se contaba con un total de 5 sensores, para los cuales se llevó a cabo un proceso que implicó la asignación de salidas analógicas tanto al echo como al trigger de cada sensor. Además, se determinaron variables cruciales, como la distancia y el tiempo necesario para enviar el impulso ultrasónico, lo que posibilitó la conversión de la distancia.

Una vez establecidas las variables para cada sensor, se procedió a generar un pulso tras un lapso de 10 segundos, lo que permitió calcular la distancia mediante la fórmula que involucra el tiempo y la distancia. Posteriormente, los resultados se imprimieron y se creó una condición que activaba notificaciones en caso de que la distancia superara cierto umbral. Esta condición tenía como finalidad verificar el estado de los recipientes, identificando cuál de ellos contenía menos alimento, comida, vitaminas o agua.

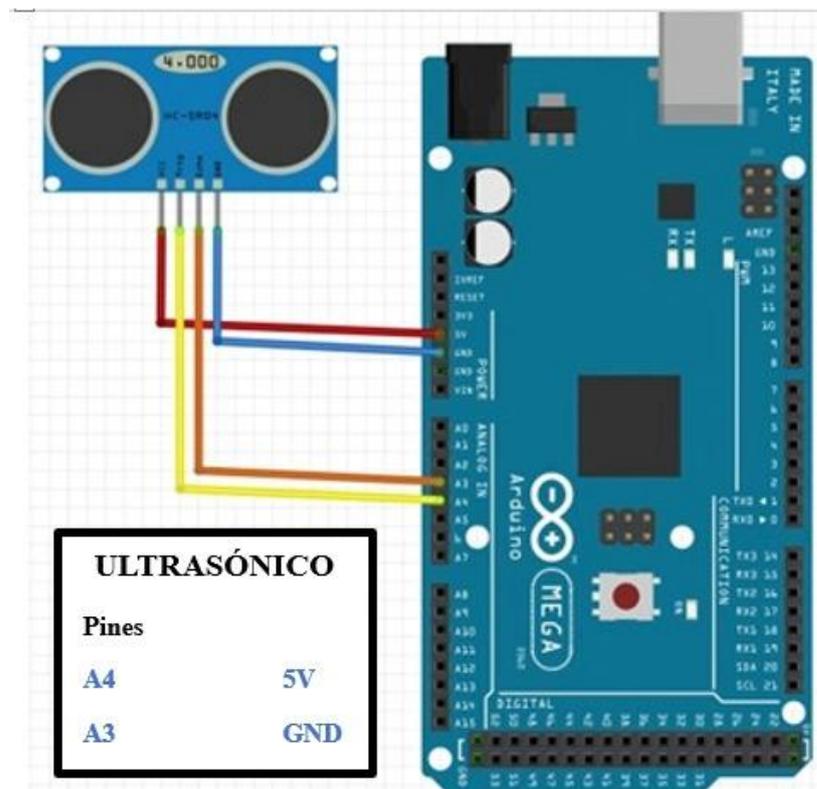


Figura 35. Diagrama de conexión sensor Ultrasónico

Elaborado por: El investigador.

Sensor de Pesaje

El sensor de pesaje desempeñó un papel fundamental dentro del prototipo, tal como se detalló en esta tesis. Su importancia radicó en la capacidad de monitorear el peso de los animales de manera regular y constante. Esto implicaba registrar la ganancia de peso de cada uno de los cuyes de forma cotidiana, lo que permitía mantener un seguimiento preciso del desarrollo de cada individuo a lo largo de las semanas.

Esta metodología de registro diario resultaba especialmente valiosa, ya que proporcionaba una visión detallada de cómo cada cuy iba evolucionando a medida que avanzaba en su crecimiento. La variable del peso se analizaba minuciosamente debido a que experimentaba cambios continuos a lo largo del tiempo, hasta que finalmente se alcanzaba un peso objetivo establecido.

El análisis constante de esta variable era esencial, ya que permitía determinar cuánto tiempo le llevaba a cada cuy alcanzar el peso deseado. Esta información tenía un valor significativo en el contexto de la cría de animales, ya que ayudaba a planificar y ajustar las prácticas de cuidado y alimentación de manera eficiente.

Diagrama de flujo del sensor

En el proceso de programación del sensor HX711, se inició una librería específica que permitía la captura de valores a través de los pines 2 y 3, que representan la salida y la conversión de gramos. Se establecieron parámetros críticos para la configuración adecuada de la balanza.

Es importante recordar que esta balanza se puede reiniciar dependiendo del peso colocado en su estructura. En este caso, la estructura de la balanza toma como referencia el valor cero al iniciar, pero si se coloca algún otro peso, es necesario configurar la estructura de trama de bits para restablecer la balanza desde ese nuevo punto de referencia. Este proceso se llevó a cabo para garantizar la precisión y la funcionalidad adecuada de la balanza en la investigación. A continuación, en la figura 36 se muestra el diagrama de flujo.

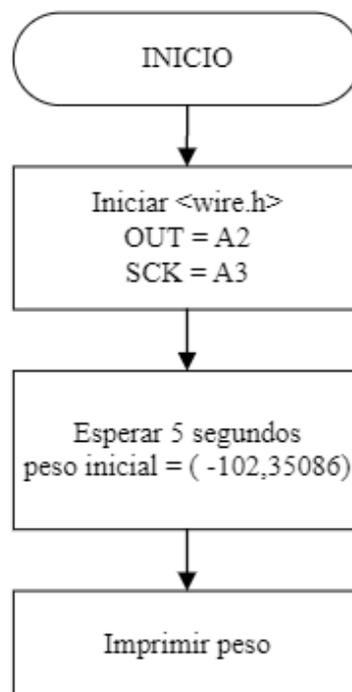


Figura 36. Diagrama de Flujo sensor de pesaje.

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

Para la conexión del sensor que se observa en la figura 37, se utilizó una balanza que consistía en una estructura metálica. Esta estructura estaba vinculada a un módulo HX711, encargado de realizar la conversión mediante una resistencia que evaluaba la cantidad de torque aplicada sobre la balanza.

El proceso implicaba recopilar datos sobre la presión ejercida por la balanza, lo que permitía calcular el tamaño del objeto o, en este caso, de los animales. Como se mencionó previamente, el sensor se conectó directamente al Arduino mediante los pines de salida y tierra, estableciendo una conexión con los pines primero y cuarto para la corriente y la tierra, respectivamente.

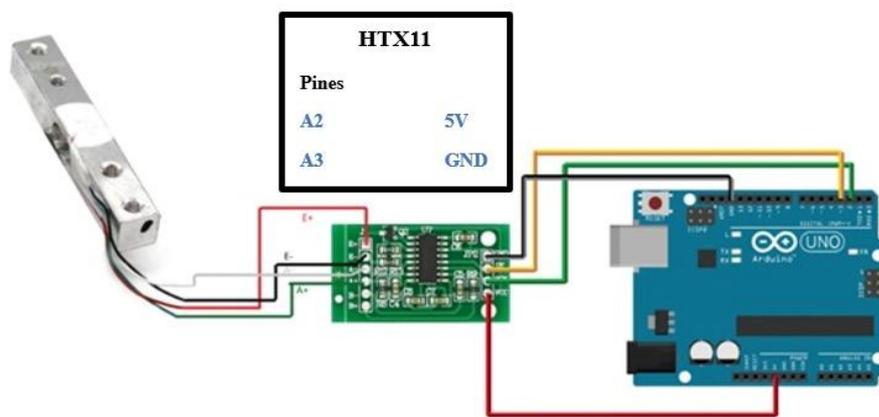


Figura 37. Diagrama de conexión sensor de pesaje

Elaborado por: El investigador.

Servomotores

Los servomotores, que son dispositivos capaces de moverse a distintos ángulos, se emplearon en el prototipo con el propósito de administrar alimentos, tanto el balanceado como el suplemento de engorda, así como el forraje verde. Estos servomotores actuaban en respuesta a una señal de tiempo específica, lo que les permitía abrirse gradualmente a un ángulo predeterminado durante un periodo de tiempo establecido, con el fin de dispensar una cantidad precisa de alimento en gramos en cada uno de los recipientes.

Este proceso se llevó a cabo mediante un cálculo proporcional basado en una regla de tres, lo que permitía determinar el tiempo exacto que debía permanecer abierto el servomotor para lograr la dosis deseada en cada uno de los compartimentos de alimentación.

En el caso del forraje verde, el usuario colocaba el alimento en un lugar designado, y cuando se alcanzaba la hora programada, el servomotor se activaba para abrir una compuerta, lo que permitía que el forraje cayera y fuera suministrado a los cuyes.

Este enfoque de automatización de la alimentación mediante servomotores garantizaba una dosificación precisa de los alimentos, contribuyendo al cuidado y bienestar de los animales en el entorno de cría.

Diagrama de flujo del sensor

Para los servomotores, se disponía de cuatro unidades que desempeñaban la función de suministrar las dosis de comida a los animales. Para lograr esto, se implementaron bibliotecas de gestión del tiempo, permitiendo así determinar los momentos precisos en los que se realizaría la alimentación. Este proceso podía programarse para varias horas a lo largo del día, adaptándose a una zona horaria específica, en este caso, la de Ecuador.

Una vez que se definieron estos parámetros, se procedió a conectar los servomotores al Arduino a través de dos pines designados para la transmisión y recepción de datos. Cada servomotor se conectó a un pin analógico de la placa, proporcionando señales de salida. La siguiente etapa implicó configurar los ángulos en los que los servomotores debían operar. Estos ángulos se ajustaron en intervalos de tiempo específicos, como, por ejemplo, 2 segundos y 0.8 segundos. Estos intervalos determinaron la apertura de los recipientes de comida, permitiendo que esta cayera de acuerdo con el contenido de los frascos. En la figura 38 se observa el diagrama de flujo.

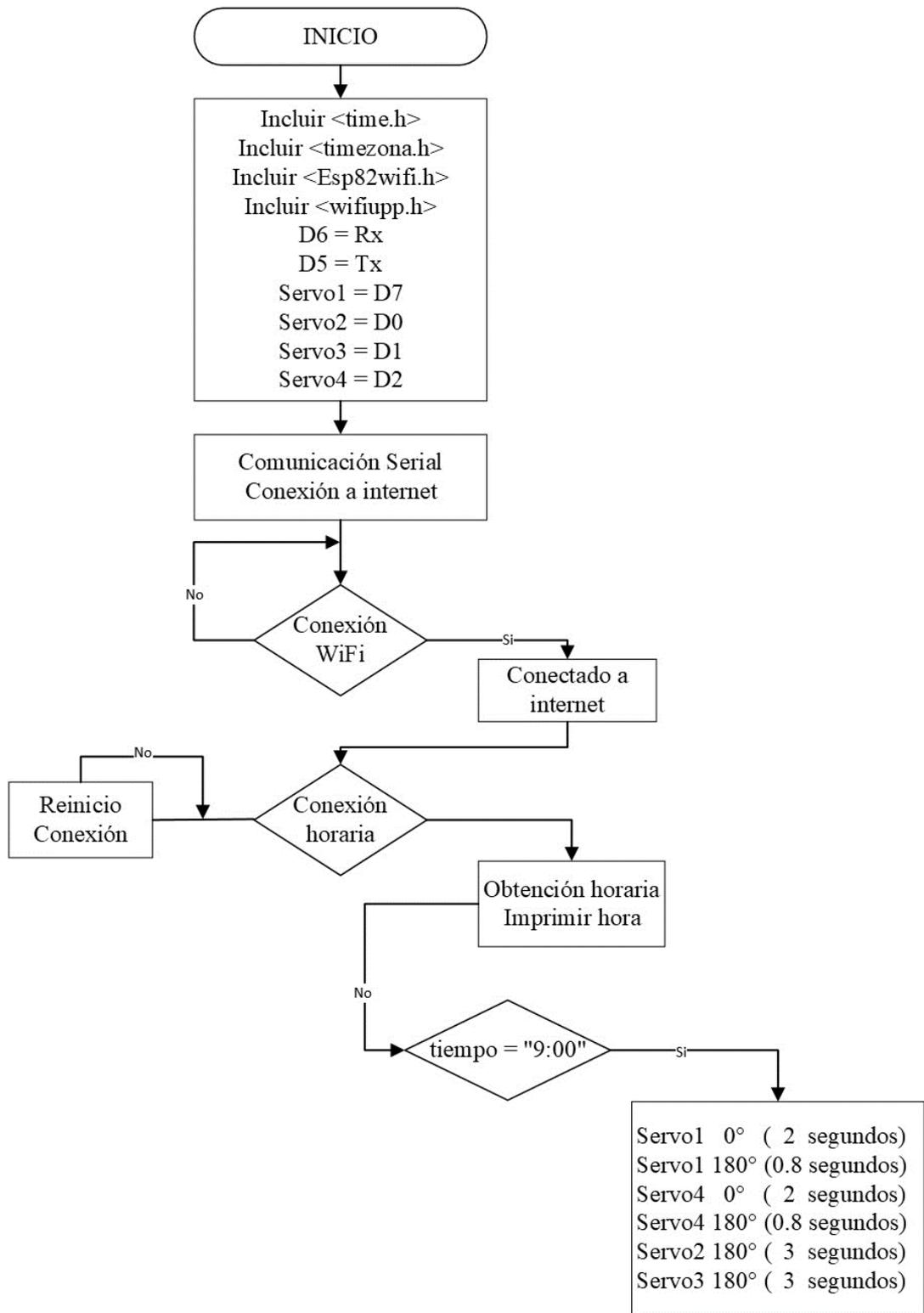


Figura 38. Diagrama de Flujo Servomotor

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

La conexión del sensor se llevó a cabo mediante el suministro de energía de 3 voltios proveniente de la fuente de alimentación nodemcu EPS8266. Además, se realizó una conexión directa a los pines digitales correspondientes para facilitar la activación del actuador. Cada uno de los servomotores disponía de una entrada digital, lo que implicaba que estaban conectados desde el pin uno hasta el pin cuatro. Esta disposición se diseñó específicamente para su utilización en la distribución de alimentos a los animales. A continuación, en la figura 39 se muestra el diagrama de conexión.

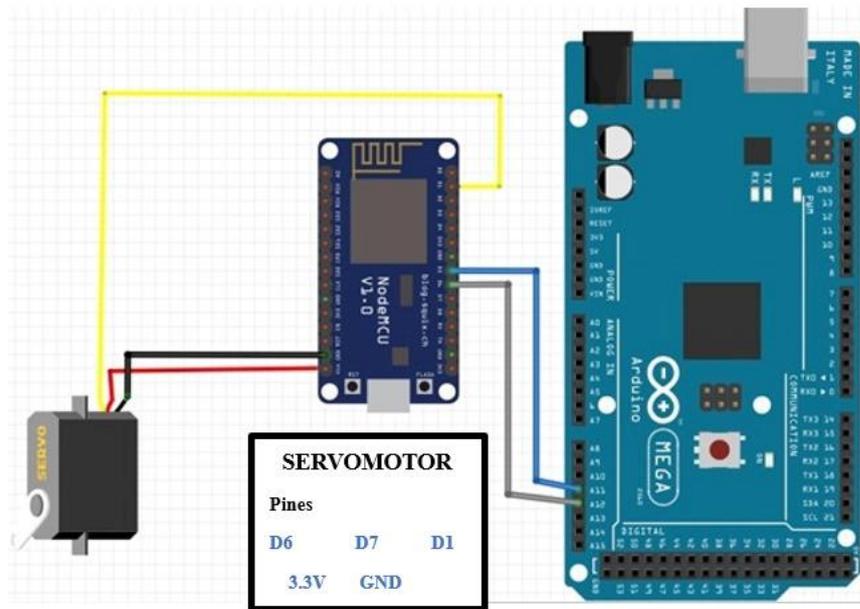


Figura 39. Diagrama de Conexión Servomotor

Elaborado por: El investigador.

Electroválvula

La electroválvula desempeñó un papel crucial dentro del prototipo, como se detalla en esta tesis, para facilitar el suministro de agua. Esta electroválvula estaba conectada al depósito de agua y se controlaba mediante programación para abrir su válvula durante un período de tiempo establecido, lo que permitía la dispensación de una dosis precisa de agua.

En conjunto con la bomba peristáltica, la electroválvula desempeñaba un papel fundamental en el suministro de alimentos, tanto vitaminas como agua. Ambos componentes trabajaban de manera coordinada para garantizar que se suministrara la cantidad adecuada de estos elementos. El sensor de turbidez, ubicado en un recipiente específico, monitoreaba continuamente el proceso hasta que se alcanzaba la dosis deseada en mililitros (ml).

Este enfoque de automatización permitía una administración precisa de agua y nutrientes, contribuyendo al cuidado y bienestar de los animales en el entorno de cría.

Diagrama de flujo del sensor

Asimismo, en lo que respecta a la programación de la electroválvula, se estableció una conexión directa entre el relé y la SP8266. Esta conexión permitía que la SP8266, a través de una comunicación directa con el Arduino, activara la electroválvula en un momento específico predefinido.

De esta manera, cuando se alcanzaba la hora programada, la electroválvula se ponía en funcionamiento, comenzando el suministro de agua hasta que se alcanzaba la dosis necesaria para satisfacer las necesidades de los cuyes en cuanto a agua. Cabe destacar que este suministro de agua se complementaba con el suplemento nutricional correspondiente.

Esta configuración de programación y control automatizado aseguraba que los animales recibieran la cantidad adecuada de agua, contribuyendo así al cuidado y bienestar de los cuyes en el entorno de cría y se visualiza el diagrama de flujo de la electroválvula en la Figura 40.

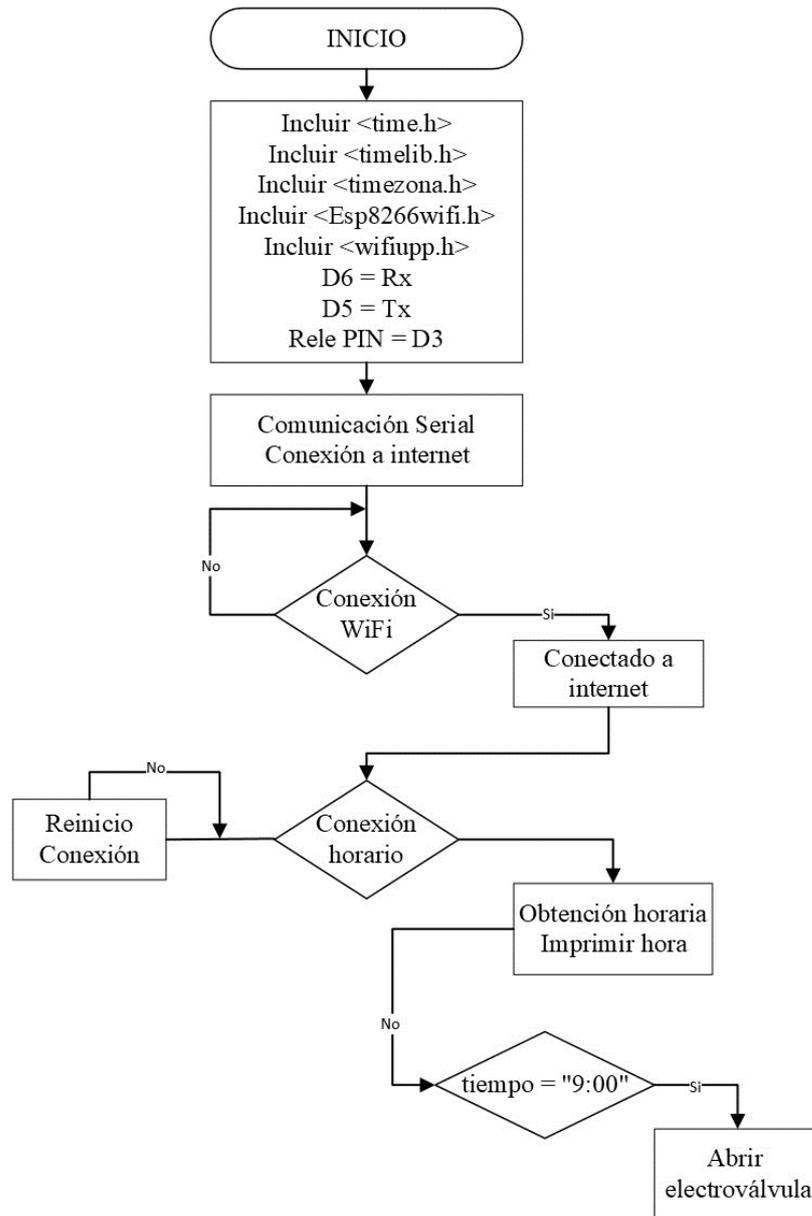


Figura 40. Diagrama de Flujo electroválvula

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

La conexión de la electroválvula se realizó utilizando un relé, como se detalla en esta tesis. Esta elección se debió a la necesidad de proporcionar un suministro externo de energía de 12 voltios para activar la electroválvula, dado que la potencia proporcionada por el Arduino no era suficiente para alimentarla de manera adecuada.

En este contexto, la comunicación entre el relé y el Arduino era esencial para activar la electroválvula en el momento requerido. Cuando se emitía una señal desde el Arduino al relé, este último se encargaba de suministrar la energía necesaria para accionar la electroválvula.

Este enfoque de conexión y control permitía una operación eficiente de la electroválvula, garantizando que se activara y desactivara según las necesidades del sistema, contribuyendo así al funcionamiento efectivo del prototipo. El diagrama de conexión de la electroválvula en la figura 41.

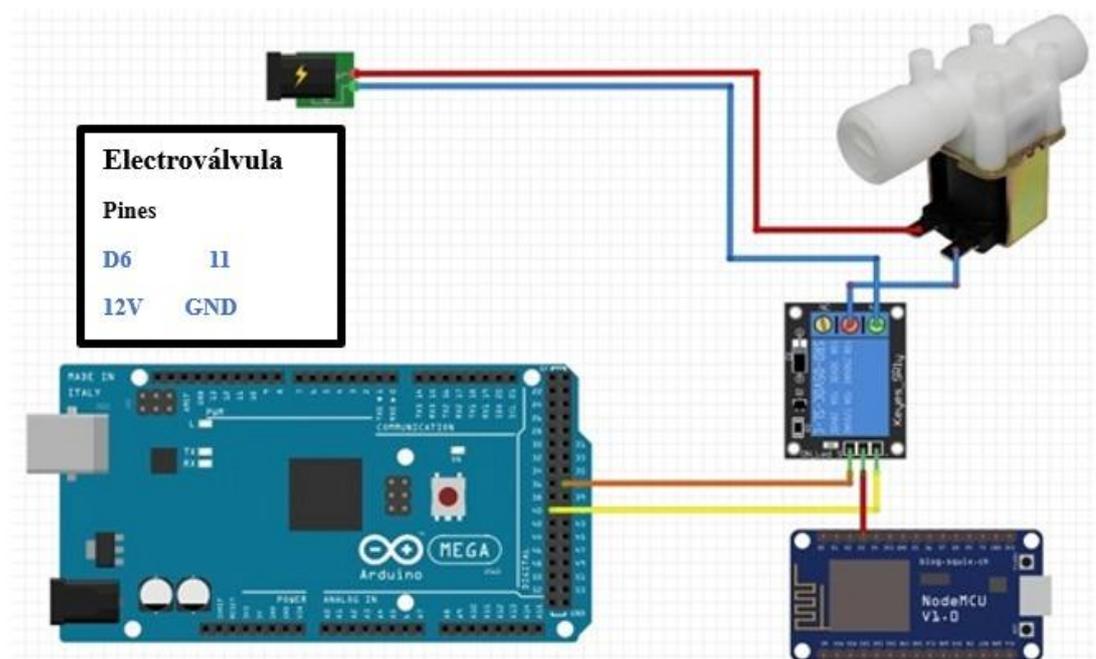


Figura 41. Diagrama de Conexión electroválvula

Elaborado por: El investigador.

Bomba Peristáltica

Las vitaminas son compuestos esenciales para el correcto funcionamiento del organismo de los cuyes, desempeñando roles clave en el metabolismo, el sistema inmunológico y otras funciones vitales.

Suministrar vitaminas disueltas en agua es una forma común y conveniente de administrar estos nutrientes a los cuyes. En este sentido, el uso de una bomba

peristáltica se convierte en una herramienta eficiente y precisa para dosificar la cantidad adecuada de vitaminas en el agua de bebida de los cuyes. Una bomba peristáltica permite controlar de manera precisa el flujo y la dosificación de las vitaminas, asegurando que los cuyes reciban la cantidad correcta de nutrientes en cada ingesta.

Calibración de la Bomba Peristáltica

El complemento vitamínico Mayvit cuenta con el siguiente listado de vitaminas transformadas a gramos se tiene en la Tabla 46:

Tabla 54. Transformación de Suplementos a gramos.

Vitamina	Ración por sobre (g)	Dosis Recomendada (mg)
Vitamina A	12 g	1.20 – 2.40
Vitamina D3	0.02 mg	0,01 – 0,02
Vitamina E	3.36 g	25 - 50
Vitamina B1	5 g	2 – 5
Vitamina B2	10 g	4 – 10
Vitamina B6	5 g	10 – 20
Vitamina B12	30 mg	0,02 – 0,05
Vitamina C	50 g	10 - 20

Elaborado por: El investigador.

El compuesto vitamínico se disuelve a una razón de 1 gr por cada 4 litros de agua mientras el depósito de agua del prototipo es de 2 litros; razón por la cual aplicando 1 gr en 2 litros de agua se tiene una concentración al 200% por lo que se debe dosificar 45 ml desde el depósito vitamínico añadiendo 45 ml de agua pura.

El modelo tiene la capacidad de dosificar hasta 100 ml por minuto en su máxima capacidad en operación DC y en modalidad paso a paso es de 65 ml por minuto; con esta premisa se debe controlar el PWM para operar en base a requerimientos como se observa en la Tabla 47.

Tabla 55. Dosificación de la Bomba Peristáltica

Argumento analogWrite(0)	Ciclo de Trabajo	Voltaje promedio	Mililitros	Gotas
0	0	0	0	0
63	25	3	25	500
76	30	3,6	30	600
127	50	6	50	1000
178	70	8,4	70	1400
255	100	12	100	20000

Elaborado por: El investigador.

Siendo el caso de necesitar de 45 ml se necesitaría de 114 equivalente al 45% del ciclo de trabajo disponible.

Diagrama de flujo del sensor

En lo que respecta a la activación de la bomba peristáltica, se aplicó el mismo principio que en el caso de los relés y la comunicación directa con el Arduino. De esta manera, una vez que la librería programada determinaba el momento adecuado para suministrar tanto los alimentos como las vitaminas y el agua, se activaba la bomba peristáltica.

Esta bomba peristáltica trabajaba de manera coordinada con la electroválvula para proporcionar el suministro de agua requerido. La sincronización entre estos componentes permitía que el prototipo suministrara los alimentos y las sustancias necesarias en el momento exacto, lo que contribuía al cuidado y bienestar de los animales en el entorno de cría.

Este enfoque de automatización y control aseguraba una administración precisa de los nutrientes y el agua, lo que resultaba fundamental para mantener condiciones óptimas en el hábitat de los animales.

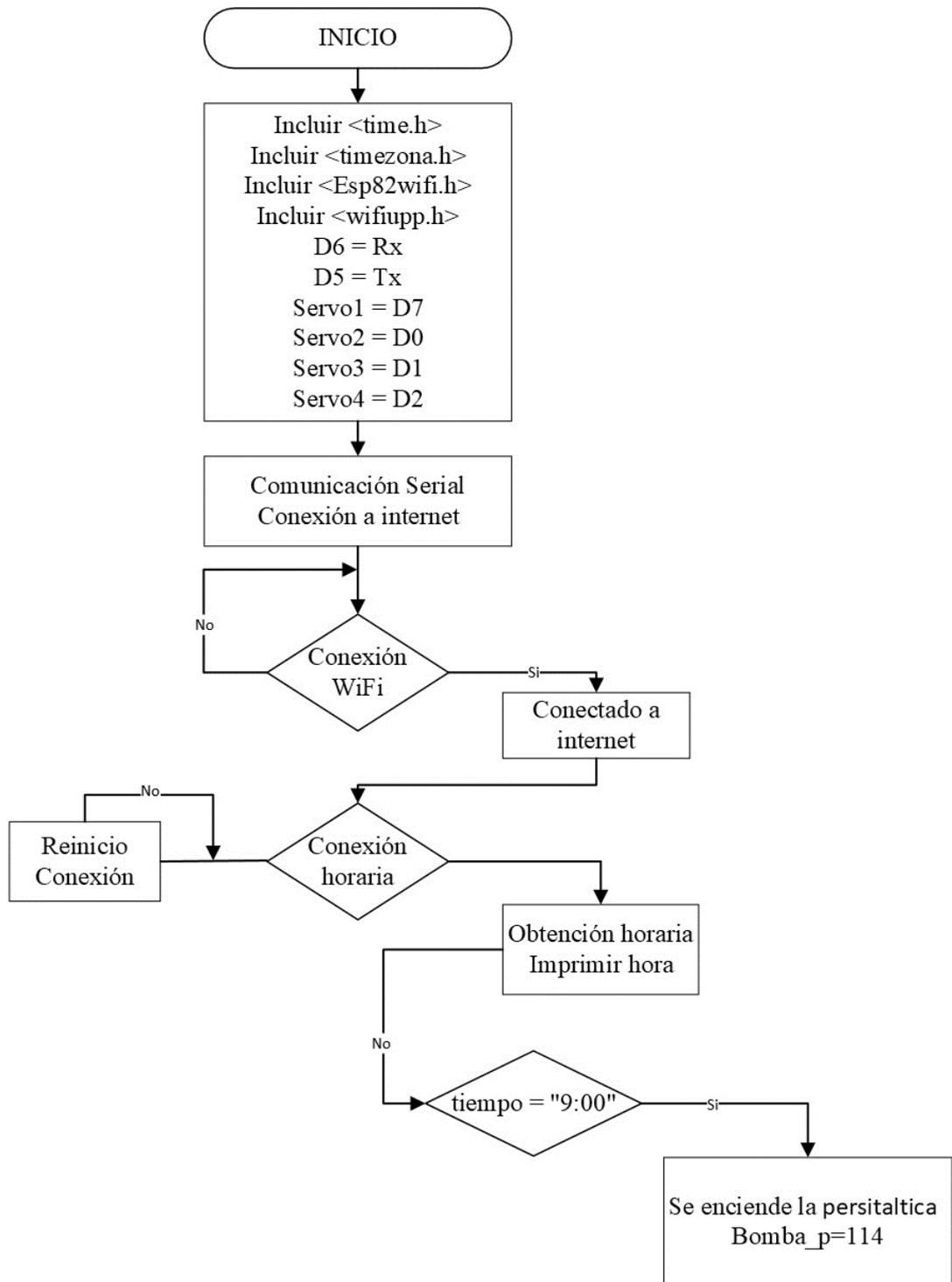


Figura 42. Diagrama de Flujo Bomba peristáltica

Elaborado por: El investigador.

Conexión del sensor

En el contexto de esta investigación, la conexión de la bomba peristáltica se estableció de manera similar a la conexión de los relés. Esta bomba estaba directamente vinculada a un relé que, a su vez, mantenía una comunicación serial con el Arduino. A través de esta comunicación, se activaba la bomba peristáltica, la cual requería un suministro externo de energía de 12 voltios para su correcto funcionamiento.

Una vez que la bomba peristáltica era activada, comenzaba el proceso de suministro de vitaminas. Estas vitaminas se distribuían y mezclaban adecuadamente dentro del recipiente designado. Este enfoque permitía un control preciso sobre la administración de las vitaminas, lo que era esencial para mantener la salud y el bienestar de los animales en el entorno de cría.

Esta configuración de conexión y control garantizaba un suministro eficiente y preciso de las vitaminas, contribuyendo al óptimo desarrollo de los cuyes y al éxito del prototipo desarrollado en el contexto de la investigación.

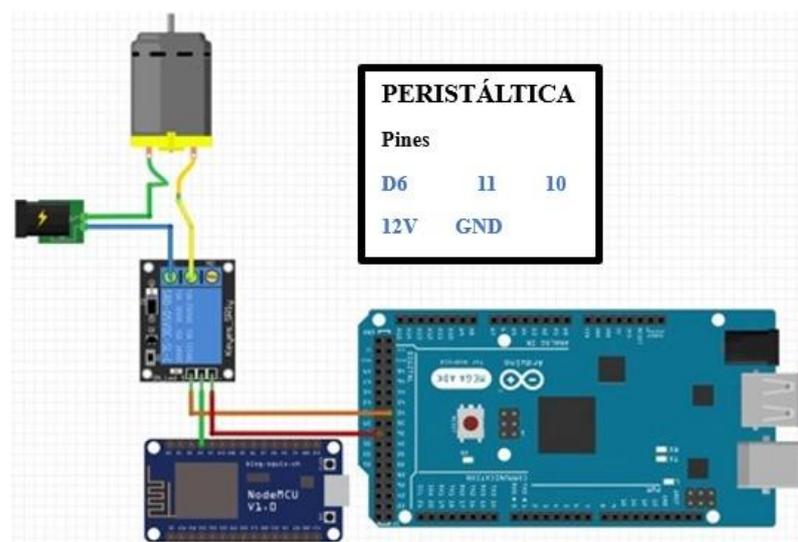


Figura 43. Diagrama de conexión

Elaborado por: El investigador.

3.2.7.5. Sistema de abastecimiento de energía

El sistema de abastecimiento de energía se selecciona en base a dos criterios principales. En primer lugar, se toma en consideración el consumo total de energía de los módulos y microcontroladores presentes en el sistema. Esto implica evaluar la cantidad de energía requerida por cada componente para su correcto funcionamiento.

En segundo lugar, se analizó el tiempo de funcionamiento activo del sistema. Durante este período, se observó el consumo total de energía de todos los dispositivos involucrados, teniendo en cuenta las especificaciones proporcionadas por los fabricantes respecto a la potencia máxima de cada dispositivo. Estos criterios garantizan que el sistema esté adecuadamente abastecido de energía para su operación óptima y eficiente.

Tabla 56. Tabla de Consumo de elementos del Sistema

Dispositivo	Voltaje (V)	Potencia Máxima (W)	Tiempo de Uso (H)	Cantidad	Energía Total (WH)	Potencia Máxima Total (W)
Bomba Peristáltica	12	12	24	1	288	12
Sensor Ultrasónico	5	0,5	24	5	12	2,5
Electroválvula	12	12	24	1	288	12
Modulo Arduino mega	12	12	24	1	288	12
Modulo Esp8266	5	0,5	24	1	12	0,5
Modulo LCD 24*4	5	0,5	24	1	12	0,5
Sensor de Temperatura y Hum	5,5	0,0075	24	1	0,18	0,0075
LDR	5	0,2	24	1	4,8	0,2
Sensor de Gas	5	0,8	24	1	19,2	0,8
Motor	12	12	24	1	288	12
Servomotores	5	2,5	24	4	60	10
Total					1272,18	62,51

Elaborado por: El investigador basado en [92].

Después de analizar los datos de consumo proporcionados en la Tabla 45, se determinó que el sistema requería una fuente de alimentación capaz de suministrar una potencia total de 62,51 W. Para satisfacer este requerimiento, se optó por una fuente de alimentación con una capacidad de 500 W, la cual ofrecía una opción de alimentación básica pero suficiente para el sistema en cuestión.

Esta fuente de alimentación estaba diseñada con múltiples salidas que podían proporcionar diferentes voltajes, lo que permitía abastecer de energía a todos los componentes del sistema, garantizando así su correcto funcionamiento. La disposición de estas salidas y sus respectivos voltajes se ilustraban en la Figura 24, lo

que facilitaba la interconexión y alimentación adecuada de cada elemento del sistema.

Color	Purpose	Notes
Black	0 V (Ground)	Often notated as "COM" for "common".
Orange	+3.3 V	Provides the stated voltage.
Red	+5 V	Provides the stated voltage.
Yellow	+12 V	Provides the stated voltage.
Yellow with a black stripe	+12 V (2 nd rail)	Present on newer PSUs, running to a separate 4-pin connector for the processor.
White	-5 V	Not present in newer PSUs. Provides the stated voltage, usually at very low maximum amperage.
Blue	-12 V	Provides the stated voltage, usually at very low maximum amperage.
Brown (or smaller-gauge orange)	+3.3V sense	Often present. Must be connected to the orange (+3.3V) wires to allow the PSU to detect and regulate output*.
Pink (or smaller-gauge red)	+5V sense	Sometimes present. Must be connected to the red (+5V) wires to allow the PSU to detect and regulate output*.
Yellow (small gauge)	+12V sense	Rarely present. Must be connected to the yellow (+12V) wires to allow the PSU to detect and regulate output*.
Green	PSU on	Connecting this wire to the black (ground) wire will pull the green wire's +5V signal low, signaling the PSU to turn on. If you want an on/off switch, it should be on this connection.
Grey	Power Good (self-test OK)	This wire sends a +5V signal as long as the PSU is providing power within normal parameters. Can be used to power an LED indicator to show that the unit is functioning properly.
Purple	+5V standby	Provides +5V whenever the PSU is powered (even when the green "PSU on" wire is not connected to ground). Can be used to power an indicator LED to show that the unit has power.

*Some PSUs will still function with the sense wires disconnected, however voltage regulation at higher amperages is likely to be negatively effected.

Figura 44. Sistemas de Voltajes de Salida [93].

Elaborado por: El investigador.

Es de vital importancia mantener un monitoreo constante de los sensores para estar informado acerca de las necesidades de los animales. Esta información se obtiene en tiempo real a través de diversos módulos y sensores, los cuales son procesados por un microcontrolador Arduino que opera bajo la arquitectura IoT antes de enviar los datos a un servidor mediante la tecnología inalámbrica 802.11.

La Figura 45 presenta una descripción detallada de la composición del prototipo, donde se evidencia la interacción de los sensores y módulos para accionar actuadores que contribuyen a mejorar la calidad de vida de los animales. Todo este sistema de monitoreo garantiza una recopilación continua de datos relevantes para satisfacer las necesidades específicas de los animales y estar al tanto de su bienestar en todo momento.

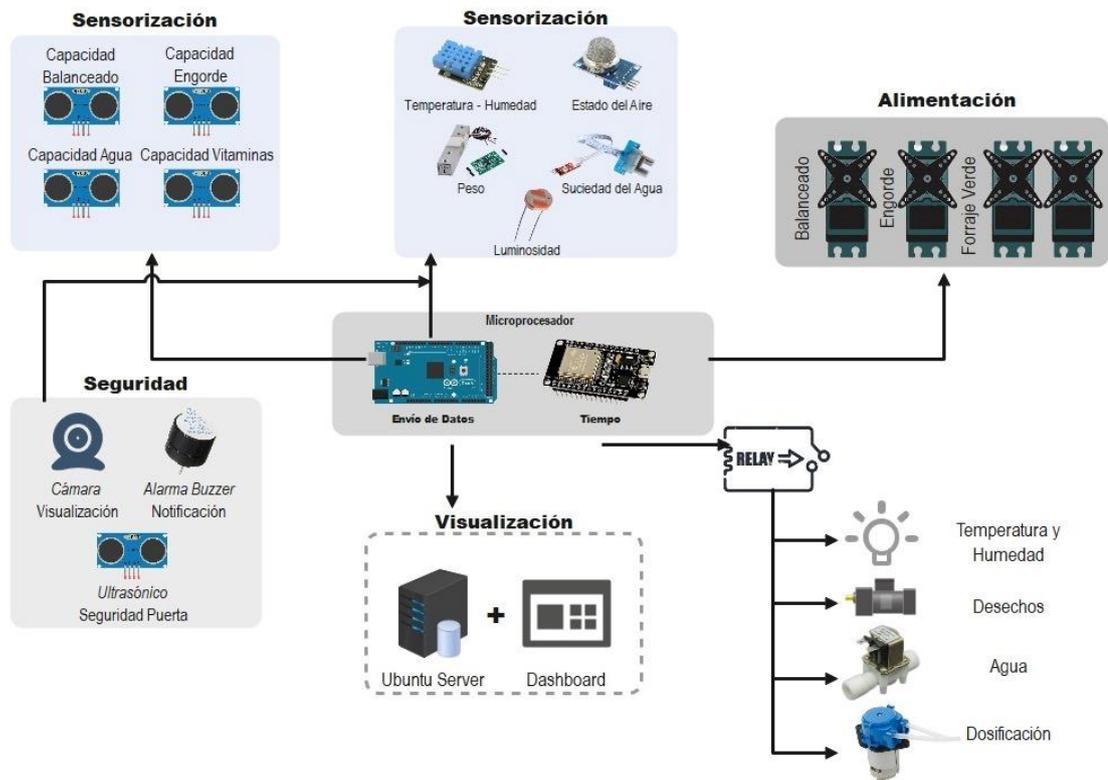


Figura 45. Establecimiento del ecosistema de sensores y actuadores.

Elaborado por: El investigador.

3.2.7.6. Lógica de Programación

En la siguiente Figura 46 se establece la lógica de control hora de la mano para pasar a la programación a veces ha terminado cómo van cada sensor se procede a la unificación final del prototipo mediante 2 microcontroladores principal y secundario los cuales se encargan de unificar todas las etapas del mismo sistema.

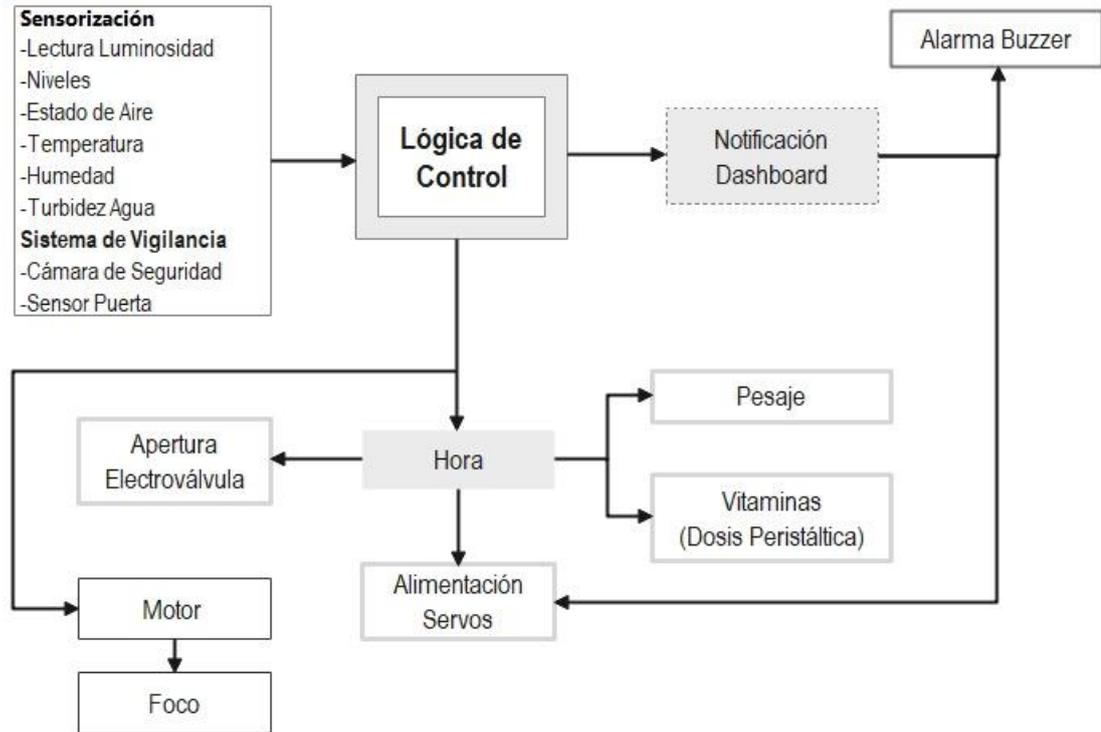


Figura 46. Lógica del control establecida.

Elaborado por: El investigador.

3.2.7.7. Sistema de programación integrado

Como microcontrolador principal, se empleó el Arduino Mega, el cual desempeñó un papel central en el proyecto, encargándose de la programación y el control de todos los demás dispositivos. Un segundo microcontrolador utilizado fue el ESP8266, que se encargó de la conectividad Wi-Fi, permitiendo la comunicación con un panel de control en línea a través de Internet y un servidor en la nube. Por último, se utilizó el ESP32-CAM, que cumplió la función de monitoreo y control, requiriendo conexión a Internet y la implementación de librerías específicas para la transmisión en directo de imágenes desde el prototipo. Estos microcontroladores se integraron de manera sinérgica para lograr el funcionamiento completo del sistema.

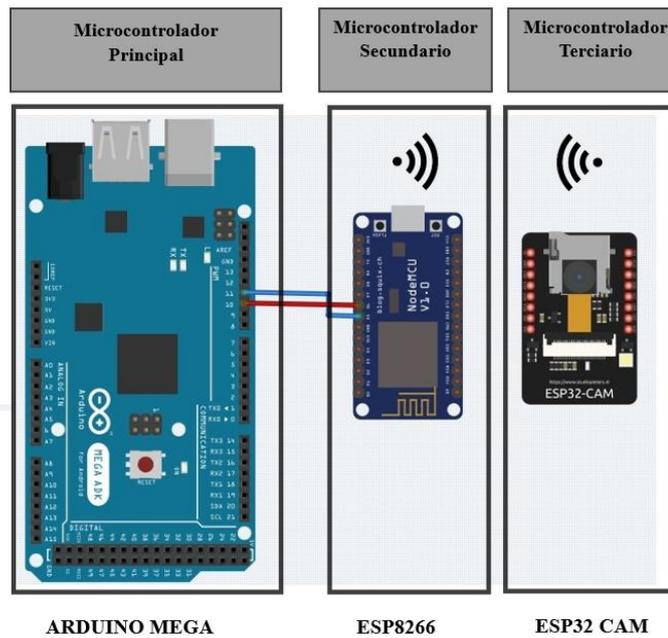


Figura 47. Microcontroladores.

Elaborado por: El investigador.

Diagrama de Flujo Arduino Mega

En las Figuras 48,49 y 50 se presenta los diagramas de flujo que representan el programa principal que se ejecuta en el Arduino Mega. Este programa tiene la función de recopilar información de los sensores y controlar los actuadores utilizados en el proyecto.

En primer lugar, se lleva a cabo la recolección de datos de varios sensores, luminosidad, turbidez, gas, temperatura y humedad. Estos sensores capturan datos que son enviados directamente a la ESP8266, la cual, a su vez, los envía al dashboard para su visualización.

Además de la recolección de datos, el programa también se encarga de controlar los actuadores, como el motor y la lámpara de calor. Estos actuadores cuentan con parámetros predefinidos para su activación, lo que permite calentar el ambiente, eliminar desechos y ventilar el prototipo de manera automatizada.

Asimismo, se empleó sensores ultrasónicos en los recipientes de alimentos, vitaminas y agua para monitorear sus niveles y alertar cuando estén vacíos. Esta información también es transmitida al dashboard para su registro y visualización.

Para facilitar la interacción con el usuario, el panel de visualización se controla mediante botones, lo que permite navegar entre las diferentes mediciones sin saturar la pantalla de información.

Por último, la balanza mide el peso del animal en intervalos de tiempo determinados, permitiendo un seguimiento preciso de su peso a medida que pasa por encima de ella.

Es importante destacar que toda esta información recopilada por el programa es enviada al dashboard, donde se presenta de manera clara y accesible para el usuario.

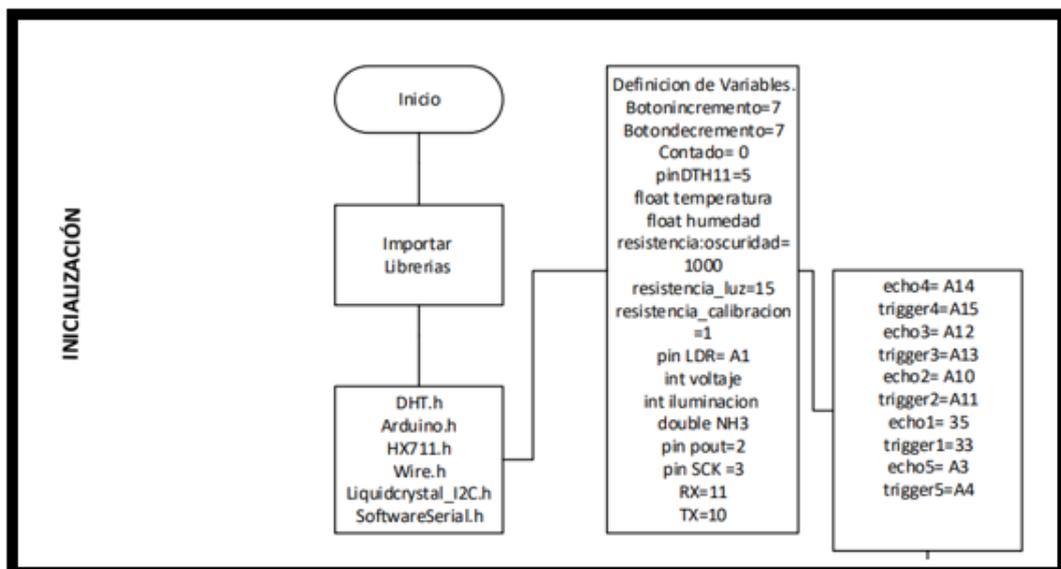


Figura 48. Inicialización del Arduino Mega.

Elaborado por: El investigador.

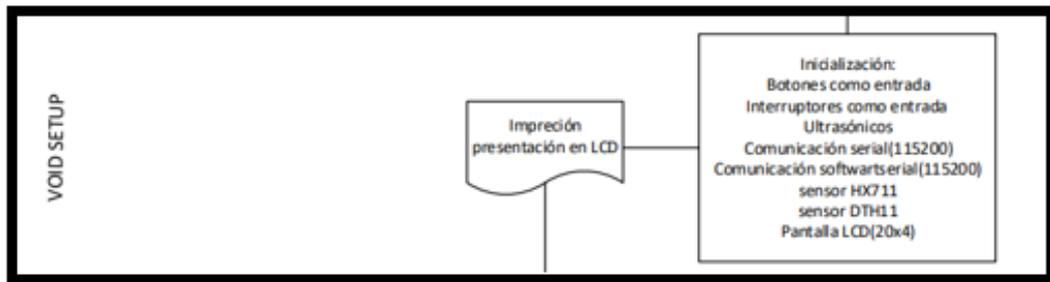


Figura 49. Void setup del Arduino Mega.

Elaborado por: El investigador.

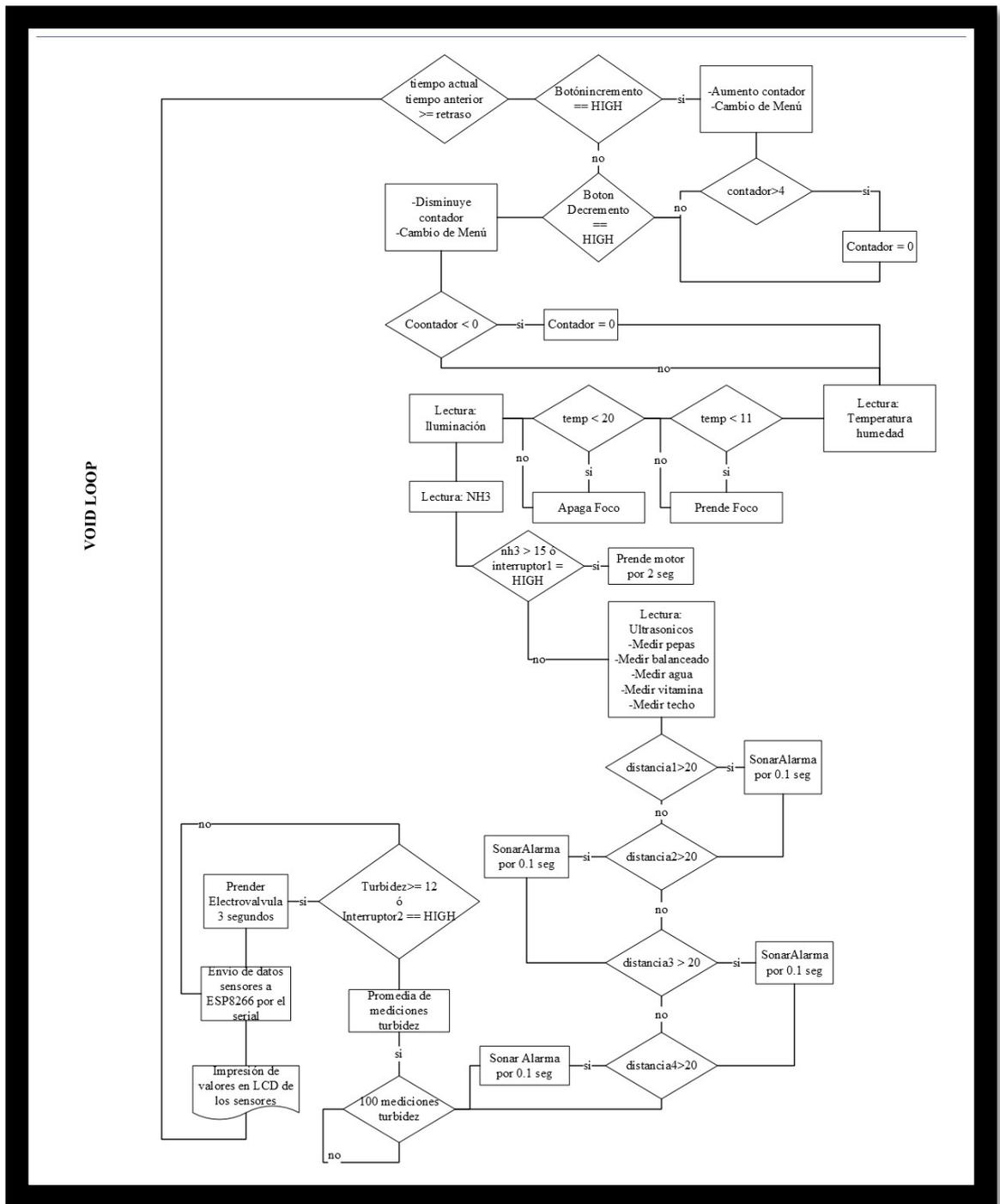


Figura 50.Void loop del Arduino Mega.

Elaborado por: El investigador.

Diagrama de Flujo Esp8266

En las Figuras 51, 52 y 53 se presenta los diagramas de flujo que constituye el programa de la esp8266, responsable de gestionar la conexión wifi y el dashboard

para el envío de datos. Además, este programa se encarga de controlar los servomotores y la bomba peristáltica, los cuales son responsables de suministrar comida y vitamina en intervalos de tiempo predefinidos.

El proceso funciona de la siguiente manera: cuando llega el momento establecido, los servomotores entran en acción para dispensar la comida en los respectivos recipientes de los animales y en otro tiempo predeterminado, se suministra la dosis de vitaminas. Para garantizar una hora fija para la alimentación de los animales, el sistema se conecta a una zona horaria y activa los diferentes dispositivos para la alimentación y suministro de vitaminas.

Una vez completada esta operación, se recopiló los datos de los sensores y se envía a través de Ubidots, permitiendo así su visualización en el dashboard. Todo el proceso es automatizado, garantizando la alimentación y el suministro de vitaminas de manera eficiente y programada para los animales.

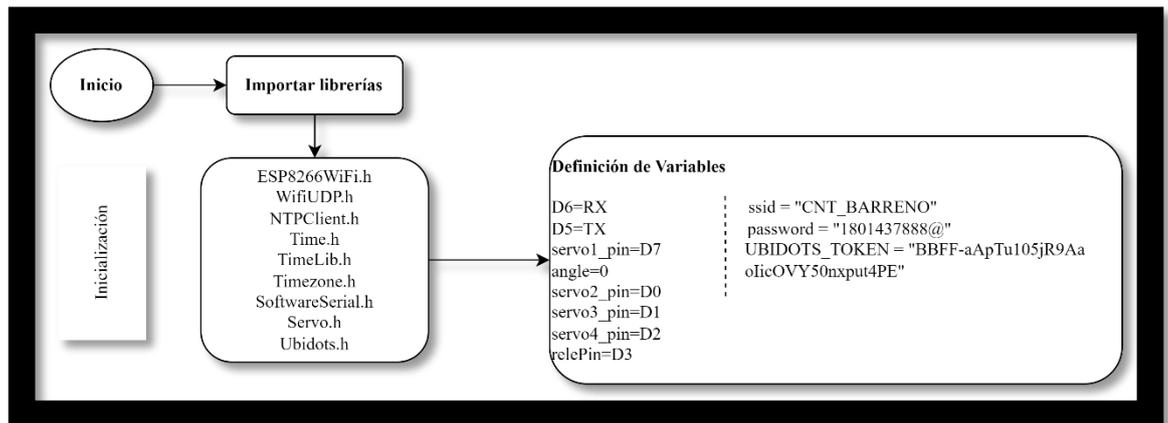


Figura 51. Inicialización de la Esp8266

Elaborado por: El investigador.

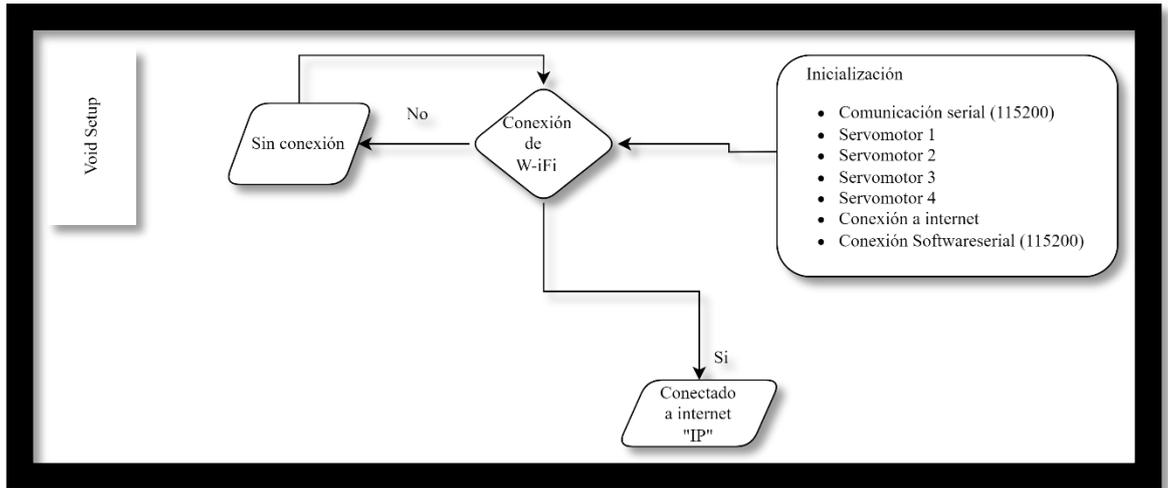


Figura 52. Void Setup de la Esp8266

Elaborado por: El investigador.

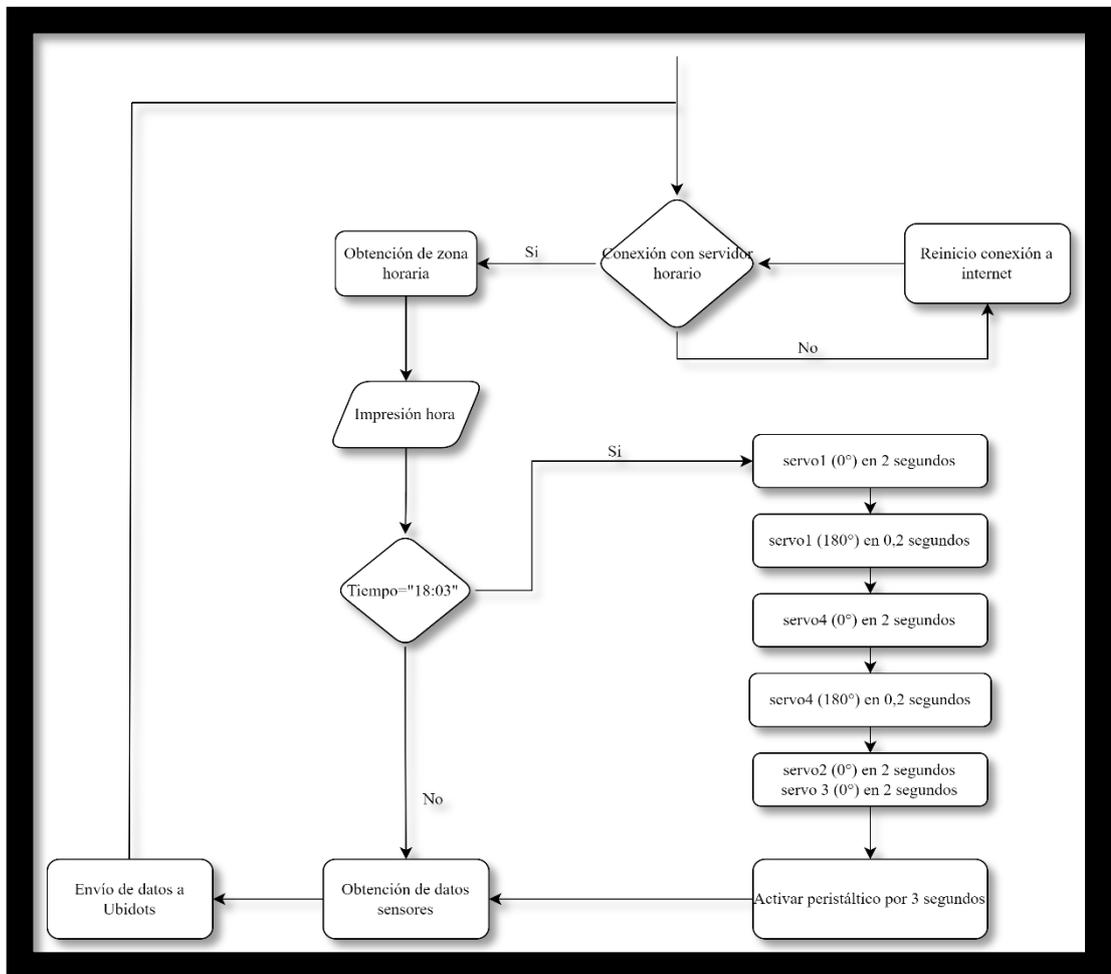


Figura 53. Void loop de la Esp8266.

Elaborado por: El investigador.

Los diagramas de flujo completos se encuentran disponibles en el anexo 5 de este trabajo, identificados con números específicos. En estos anexos, se detalla la programación diseñada tanto para el Arduino Mega como para la ESP8266. Estos diagramas de flujo proporcionan una visión detallada de la lógica y el funcionamiento del prototipo en términos de programación, permitiendo una comprensión más profunda de su operación.

Diagrama de Flujo Cámara Web Server

La Figura 54 muestra el diagrama de flujo del servidor web encargado de establecer una plataforma para la visualización del sistema de vigilancia implementado en el prototipo. Para lograr esto, el servidor debe establecer una conexión a internet. Una vez activada, la cámara se inicia en el puerto 81 y se actualiza automáticamente cada 10 segundos.

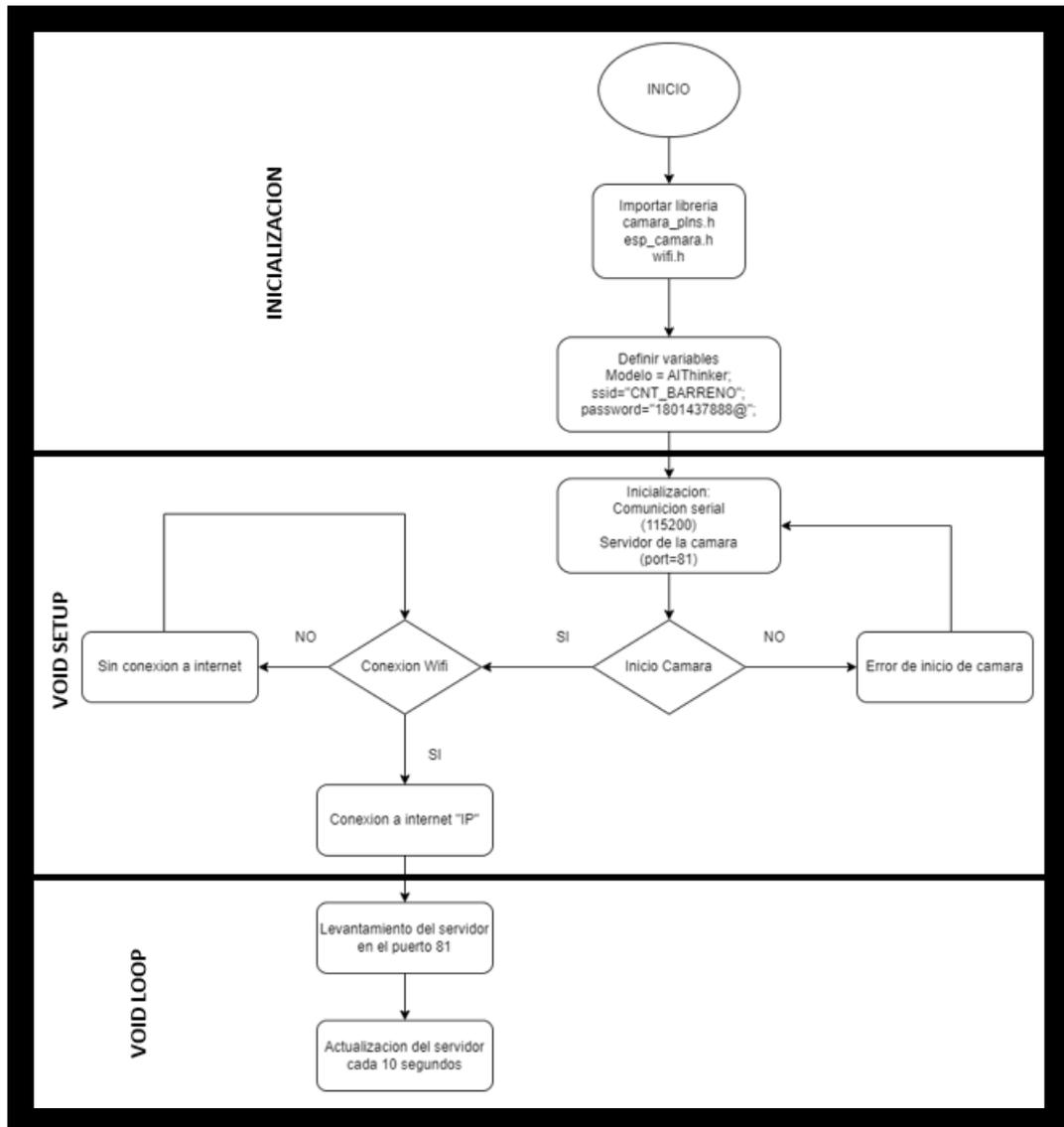


Figura 54. Diagrama del Flujo Web Server.

Elaborado por: El investigador.

3.2.8. Capa de Análisis y Procesamiento

3.2.8.1. Conexión del microcontrolador al servidor

En el contexto del Internet de las cosas (IoT), la comunicación entre un servidor y un microcontrolador ESP8266 se logra a través del protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol). El ESP8266, que actúa como un dispositivo IoT, se conecta a una red Wi-Fi y se comunica con un servidor web mediante solicitudes HTTP. Para establecer esta comunicación, el ESP8266 envía solicitudes HTTP al servidor para obtener o enviar datos.

El proceso de comunicación HTTP implica que el ESP8266 envía una solicitud HTTP al servidor, que contiene información sobre qué recurso se desea acceder o qué acción se debe realizar. El servidor procesa la solicitud y envía una respuesta HTTP al ESP8266, que contiene los datos solicitados o la confirmación de que la acción se ha completado con éxito. Esta comunicación se basa en el uso de métodos HTTP como GET (para obtener datos), POST (para enviar datos), PUT (para actualizar datos) y DELETE (para eliminar datos).

La conexión HTTP e IoT entre el ESP8266 y el servidor permite la transmisión bidireccional de datos, lo que facilita la implementación de soluciones de monitoreo, control y automatización en aplicaciones de Internet de las cosas. Este enfoque técnico proporciona una forma eficiente y confiable de intercambiar información entre dispositivos y servidores, lo que contribuye a la creación de sistemas IoT altamente conectados y funcionales.

3.2.8.2. Conexión del servidor con la base de datos

La conexión de la base de datos a través de phpMyAdmin se establece de forma local mediante el servidor y el puerto 3306. PhpMyAdmin es una herramienta de administración de bases de datos que se utiliza comúnmente en aplicaciones web. Para conectar con éxito, se requiere que el servidor de la base de datos esté activo y ejecutándose en el mismo entorno local en el que se encuentra phpMyAdmin.

Una vez establecida la conexión, phpMyAdmin y Flask puede interactuar con la base de datos alojada en el servidor utilizando el protocolo de comunicación MySQL a través del puerto 3306. A través de esta conexión local, los usuarios de phpMyAdmin pueden realizar diversas operaciones en la base de datos, como consultar datos, agregar registros, modificar Tablas y ejecutar consultas SQL. Esta configuración de conexión local asegura una comunicación rápida y segura entre la interfaz web de phpMyAdmin y la base de datos, lo que facilita la administración y gestión eficiente de los datos almacenados.

3.2.9. Capa de Aplicación

Para el desarrollo de la interfaz web, se emplearon diversas herramientas en el Front-End, incluyendo HTML para estructurar los contenidos de la página web, CSS para organizar las funciones y darle una apariencia adecuada al sitio. Además, se utilizó Flask, un framework de Python, que agrega una característica de servidor web para permitir la interacción entre el Front-End y el Back-End de la aplicación. También se utilizó Ubidots, una plataforma que proporciona métricas y visualizaciones claras y comprensibles para el usuario.

En cuanto al Back-End, se recurrió al uso de SQL para gestionar los datos obtenidos a través de la sensorización. SQL se encargó de administrar la base de datos en para garantizar el almacenamiento y manejo eficiente de los datos. Esta combinación de herramientas facilita el procesamiento de la información y la comunicación bidireccional entre el usuario y el sistema.

3.2.9.1. Alojamiento en la nube

Se escogió "Google Cloud Platform" ya que es una poderosa herramienta para el desarrollo web debido a su extensa gama de servicios y capacidades. Entre ellos, la virtualización de máquinas virtuales destaca como una opción flexible y eficiente para crear entornos de computación en la nube sin necesidad de hardware físico dedicado. Además, la plataforma ofrece servicios adicionales como almacenamiento en la nube, bases de datos gestionadas, análisis y aprendizaje automático, así como soluciones de autenticación y seguridad, lo que permite desarrollar aplicaciones web más robustas y escalables.

3.2.9.2. Uso de servicios en la nube de Google Cloud Platform

Con el objetivo de crear una máquina virtualizada que aloje nuestros servicios, se procedió a generar una nueva instancia y configurar la de acuerdo con los parámetros requeridos para el correcto funcionamiento de nuestras aplicaciones. La elección se inclinó por utilizar el sistema operativo de software libre "Rocky Linux", y se asignaron 2 núcleos de procesamiento, 4 GB de memoria RAM y 30 GB de almacenamiento, considerados suficientes para alojar nuestra aplicación web. Los

detalles de la configuración de los parámetros para la creación de esta nueva instancia se pueden observar en la Figura 55.



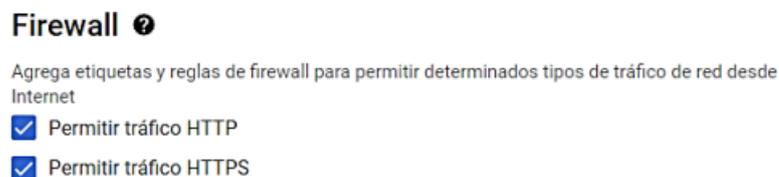
The screenshot shows a web interface for creating a virtual machine. At the top, there are three tabs: 'IMÁGENES PÚBLICAS' (selected), 'IMÁGENES PERSONALIZADAS', and 'INSTANTÁNEAS'. Below the tabs, there are several configuration fields:

- Sistema operativo:** A dropdown menu with 'Rocky Linux' selected.
- Versión *:** A dropdown menu with 'Rocky Linux 8' selected. Below it, the text 'x86-64, x86_64 built on 20230711' is visible.
- Tipo de disco de arranque *:** A dropdown menu with 'Disco persistente equilibrado' selected.
- COMPARAR TIPOS DE DISCOS:** A blue button.
- Tamaño (GB) *:** A text input field containing the number '30'.

Figura 55. Creación de la Máquina Virtual

Elaborado por: El investigador.

Es importante configurar las reglas de firewall y habilitar puertos para poder enviar y recibir de manera remota con salida a red hacia internet. Los protocolos http y https, bajo los puertos 80 y 443, son necesario para que el administrador pueda conectarse desde cualquier parte del mundo con simple acceso a internet como se observa en la Figura 56.



The screenshot shows the 'Firewall' configuration section. The title is 'Firewall' with a help icon. Below the title, there is a description: 'Agrega etiquetas y reglas de firewall para permitir determinados tipos de tráfico de red desde Internet'. There are two checkboxes, both of which are checked:

- Permitir tráfico HTTP
- Permitir tráfico HTTPS

Figura 56. Activando las reglas de firewall.

Elaborado por: El investigador.

Los protocolos HTTP, MySQL y Fask bajos los puertos 80, 3306 y 5000 son necesario para el enlace con la base de datos y para establecer la comunicación necesaria entre el servidor web y los microcontroladores. En la Figura 57 se muestra la habilitación de los puertos dichos anteriormente.

<input type="checkbox"/>	Nombre	Tipo	Destinos	Filtros	Protocolos/puertos	Acción	Pre
<input type="checkbox"/>	default-allow-http	Entrada	http-server	Intervalos de	tcp:80	Permitir	▼
<input type="checkbox"/>	default-allow-https	Entrada	https-server	Intervalos de	tcp:443	Permitir	▼
<input type="checkbox"/>	mysql	Entrada	http-server	Intervalos de	tcp:3306, 5000	Permitir	▼
<input type="checkbox"/>	default-allow-icmp	Entrada	Aplicar a tod	Intervalos de	icmp	Permitir	6 ▼
<input type="checkbox"/>	default-allow-internal	Entrada	Aplicar a tod	Intervalos de	tcp:0-65535 udp:0-65535 icmp	Permitir	6 ▼
<input type="checkbox"/>	default-allow-rdp	Entrada	Aplicar a tod	Intervalos de	tcp:3389	Permitir	6 ▼
<input type="checkbox"/>	default-allow-ssh	Entrada	Aplicar a tod	Intervalos de	tcp:22	Permitir	6 ▼

Figura 57. Habilitación de Puertos.

Elaborado por: El investigador.

3.2.9.3. Estructura del diseño web

Los parámetros de diseño del sistema IoT abarcan diversos aspectos, entre ellos la simetría y el equilibrio, que permiten al operador visualizar los datos y discernir las diferencias entre ellos de manera efectiva. Con este propósito en mente, se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Se creó una Interfaz Principal que muestra una descripción detallada de su contenido.
- Se implementaron botones en el panel principal para navegar entre diferentes áreas, como el Dashboard, Generador de Reportes y el Sistema de Vigilancia.
- El Dashboard fue diseñado para visualizar y presentar los datos de los sensores de manera clara y concisa.
- La pantalla proporciona información precisa sobre las variables de control y su estado actual.
- Se incorporó un Sistema de Vigilancia que permite monitorear el estado del prototipo en tiempo real.
- Se incluyó un Generador de Reportes que colorea los valores para facilitar el control y seguimiento de los datos almacenados en la base de datos, los cuales son generados cuando se obtienen lecturas de los sensores.

3.2.9.4. Presentación de la Página

La Figura 58 ilustra la disposición y estructura de la página de inicio de nuestro sitio web. Esta representación visual resalta los elementos principales que componen la interfaz, ofreciendo una visión clara y organizada de cómo se distribuyen los contenidos. Mediante esta Figura, se logra una comprensión sencilla de las diferentes secciones, enlaces y elementos interactivos que conforman la página principal, lo que proporciona una guía visual para su diseño y facilita la navegación del usuario.

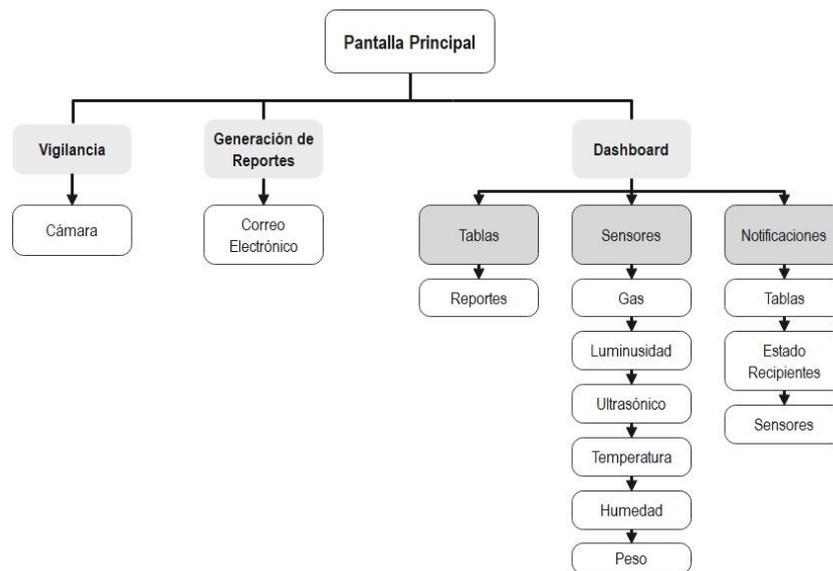


Figura 58. Presentación de la página.

Elaborado por: El investigador.

3.2.10. Desarrollo de la interfaz web de inicio de sesión

Este fragmento se refiere a la página de inicio de la interfaz web, que se visualiza de forma automática al acceder al servidor, y brinda la posibilidad de iniciar sesión para los usuarios. La Figura 59 representa un diagrama de secuencia del Back-End creado para esta interfaz de usuario.

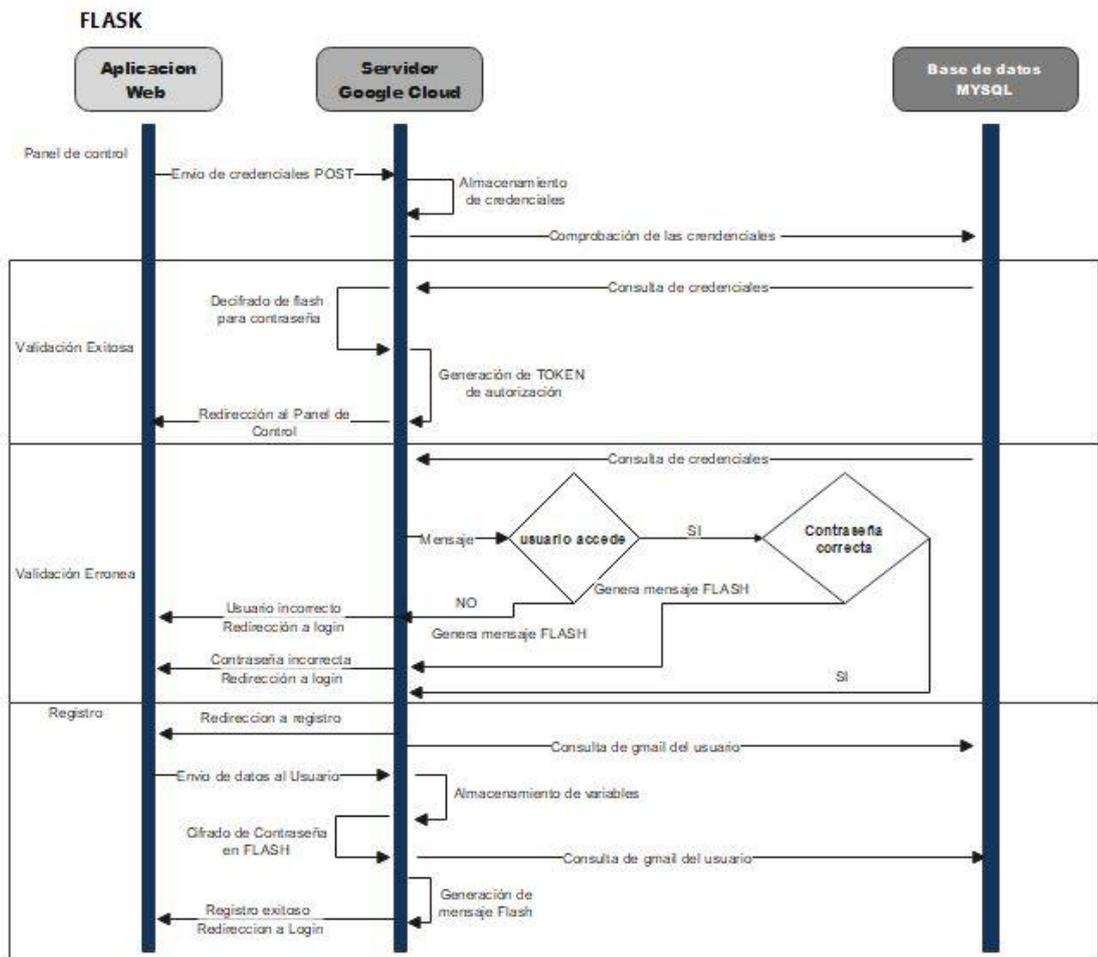


Figura 59. Diagrama de la Interfaz de Inicio de Sesión.

Elaborado por: El investigador.

En la Figura 51 se presenta el diagrama de inicio de sesión que se utiliza para acceder al panel de control. Al acceder a la interfaz de usuario, se brinda la opción de iniciar sesión una vez que se ha creado una cuenta previamente. En caso de no tener una cuenta, el usuario puede proceder al registro, y los datos de los usuarios registrados se almacenan en una base de datos MySQL.

En este proceso, Flask desempeña un papel crucial al permitir la autenticación del usuario y garantizar la seguridad para el acceso a la interfaz principal. Gracias a la implementación de Flask, se establecen los mecanismos para validar las credenciales y permitir o denegar el acceso a la página, brindando así una capa adicional de seguridad.

En las Figuras 60 y 61 se presentan ejemplos de validación de inicio de sesión, tanto exitoso como fallido. La Figura 52 muestra un escenario en el que el inicio de sesión ha sido exitoso, mientras que la Figura 53 representa un intento de inicio de sesión que ha fallado. En ambas situaciones, se observa la interacción del usuario con la página principal y la respuesta del sistema al verificar las credenciales proporcionadas. Estas representaciones permiten comprender visualmente cómo el sistema maneja y responde a los intentos de inicio de sesión del usuario.

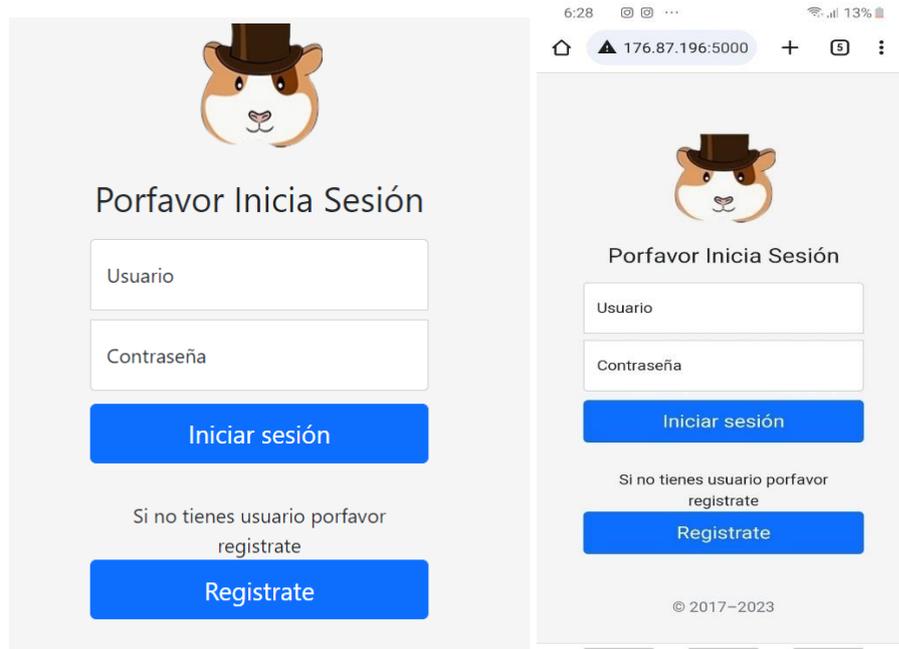


Figura 60. Inicio de Sesión.

Elaborado por: El investigador.

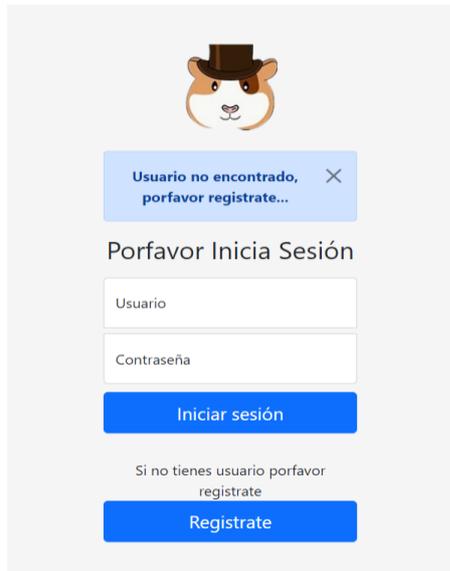


Figura 61. Inicio Fallido.

Elaborado por: El investigador.

3.2.10.1. Registro de usuarios

La funcionalidad de registro de usuarios se implementó a través de la interfaz principal del sistema, donde se ha establecido un botón específico con la etiqueta "Regístrate". Al hacer clic en este botón, se accede a una sección dedicada al proceso de registro como se observa el a Figura 62.

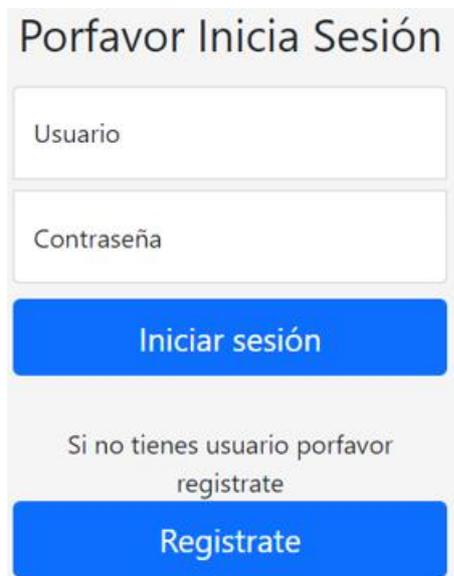


Figura 62. Interfaz para Registrarse o Iniciar Sesión.

Elaborado por: El investigador.

En este entorno de usuario amigable, se solicitará al nuevo usuario que ingrese sus datos personales, incluido el correo electrónico para recibir notificaciones y alertas importantes relacionadas con el servicio o la aplicación. Este proceso asegura que los usuarios puedan crear cuentas individuales y tener una experiencia personalizada dentro del sistema, manteniendo así una comunicación efectiva con los usuarios a través del canal de correo electrónico proporcionado, como se observa en la Figura 63.

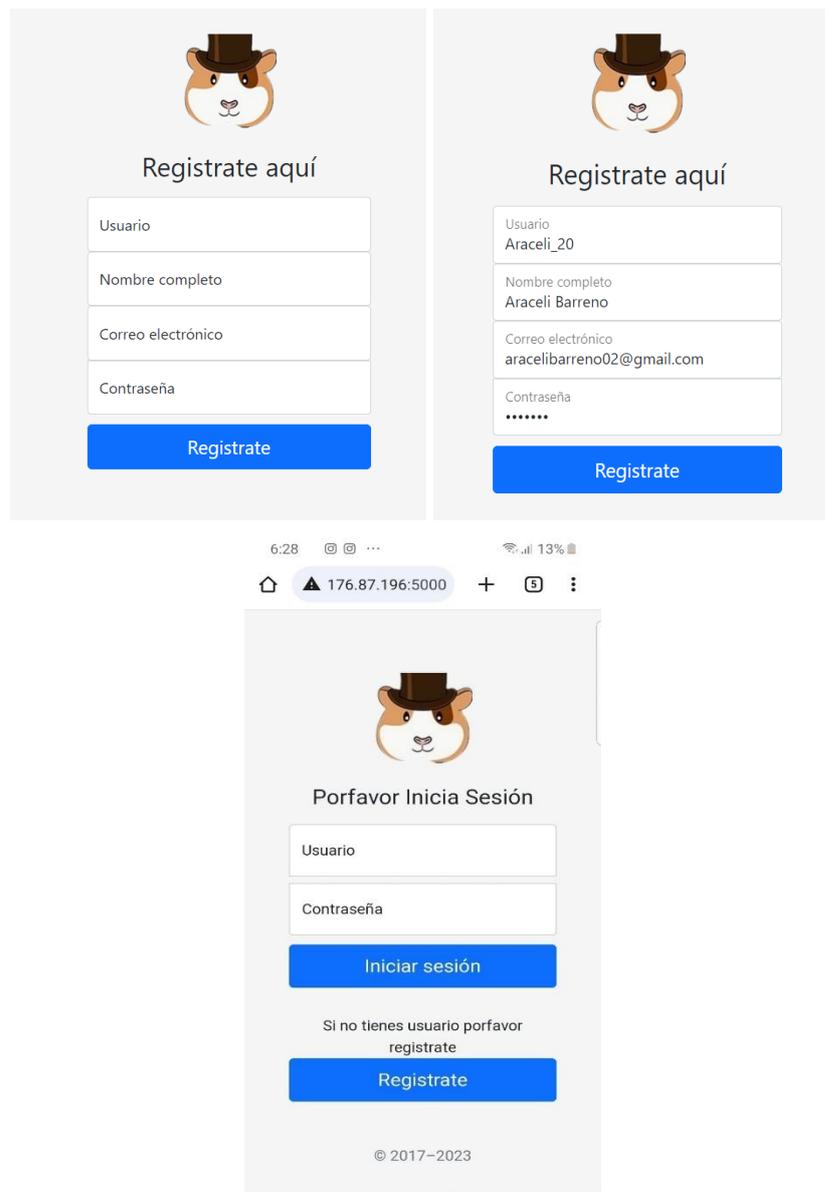


Figura 63. Interfaz de Registro de Usuario.

Elaborado por: El investigador.

Una vez que el usuario ha proporcionado los datos de registro, el sistema procede a realizar una verificación automatizada para confirmar que la información suministrada es válida y completa. Esta verificación se realiza mediante el mecanismo integrado en la plataforma, que genera un mensaje de confirmación para el usuario. Una vez verificado, la información de registro se almacena en una base de datos designada para tal propósito como se observa en la Figura 64.

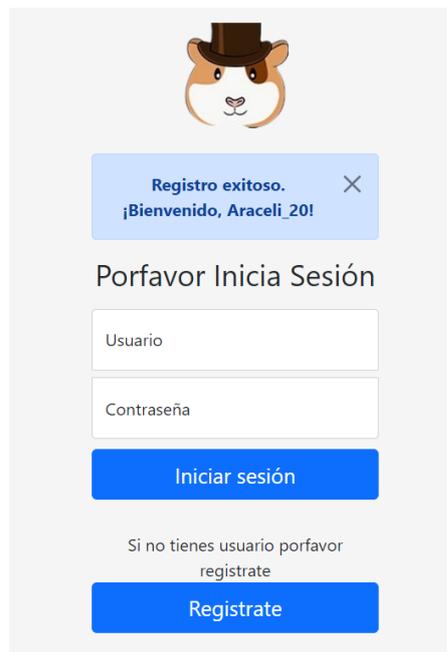


Figura 64. Registro Exitoso.

Elaborado por: El investigador.

Esta base de datos actúa como un repositorio centralizado donde se mantienen los datos del usuario, asegurando así la integridad y disponibilidad de la información para futuros usos y análisis. Con esta metodología, se garantiza la correcta gestión y organización de los datos de registro, lo que contribuye a una experiencia de usuario más confiable y segura. En la Figura 65 se observa cómo se almacena el usuario en la base de datos.

	id	username	password	fullname	email
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Borrar	2	Francisco	pbkdf2:sha256:600000\$C44ujJIAYJ8jOMq\$8c5f0ce1da13...	Freire	franciscofreire220@gmail.com
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Borrar	3	Araceli_20	pbkdf2:sha256:600000\$cZqurmNUu0CUUEnS\$6c66d83d046f...	Araceli Barreno	aracelibarreno02@gmail.com

Figura 65. Registro en la Base de Datos.

Elaborado por: El investigador.

Para garantizar la seguridad y privacidad de los usuarios en la interfaz de inicio de sesión, se implementa un sólido mecanismo de cifrado de contraseñas basado en el algoritmo PBKDF2 (Password-Based Key Derivation Function 2) provisto por `werkzeug.security`. PBKDF2 es un algoritmo criptográfico que se utiliza para derivar una clave segura a partir de una contraseña y una "sal" (un valor aleatorio único). Este proceso se realiza mediante múltiples rondas de cálculos criptográficos, lo que aumenta significativamente la resistencia a ataques de fuerza bruta y otros métodos de descifrado.

Cuando los usuarios se registran en la interfaz de inicio de sesión, sus contraseñas se someten al algoritmo PBKDF2 junto con una "sal" generada de forma aleatoria. El resultado es una clave de cifrado única y segura, que es la que finalmente se almacena en la base de datos. De esta manera, las contraseñas de los usuarios nunca se guardan en texto claro en la base de datos, lo que significa que incluso si un atacante obtiene acceso a la base de datos, no podrá descifrar las contraseñas reales.

El enfoque de cifrado mediante PBKDF2 es altamente confiable y estándar en la industria para proteger la información confidencial de los usuarios. Al utilizar este algoritmo, la interfaz de inicio de sesión brinda una capa adicional de seguridad y tranquilidad a los usuarios, asegurando que sus contraseñas permanezcan confidenciales y protegidas contra intentos de robo o uso malintencionado. En la Figura 66 se visualiza la encriptación del usuario para su seguridad.

`pbkdf2:sha256:600000$cZqurmNUu0CUUEnS$6c66d83d046f...`

Figura 66. Cifrado de los Usuarios.

Elaborado por: El investigador.

3.2.11. Desarrollo del interfaz gestor del prototipo

La interfaz de panel de control y monitorización de administración está compuesta por diversas subpáginas. En la Figura 67, se puede apreciar un diagrama secuencial que representa la estructura y funcionamiento de la interfaz de panel de control. Esta interfaz ofrece gráficas en tiempo real y Tablas estáticas y dinámicas para organizar y presentar de manera efectiva la información recopilada y procesada.

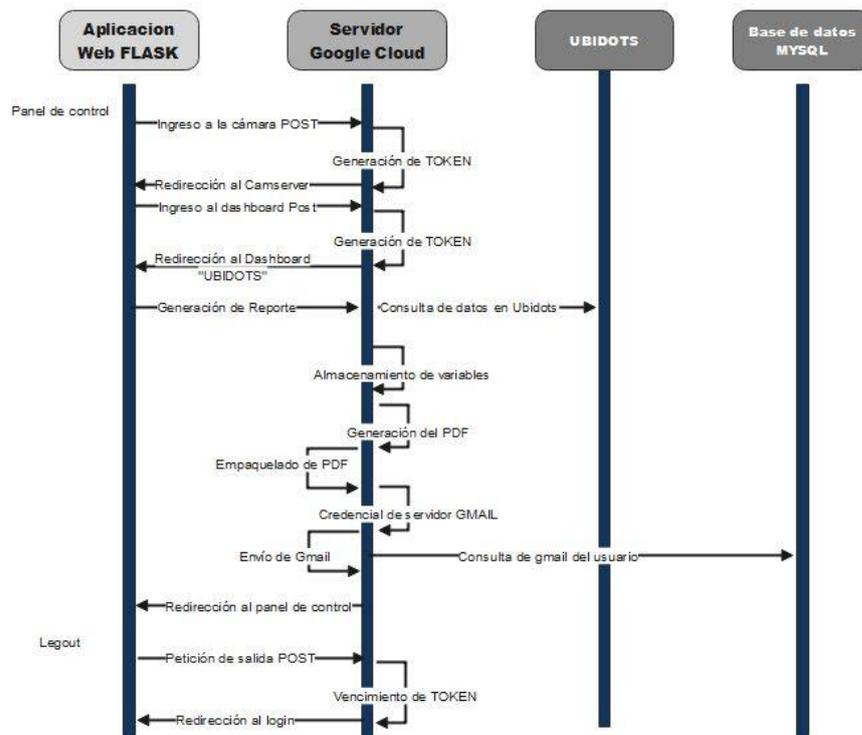


Figura 67. Diagrama de la Interfaz.

Elaborado por: El investigador.

La interfaz de inicio del sistema se compone de tres elementos clave: una aplicación web desarrollada en Flask, un servidor alojado en la nube, específicamente en Ubidots, y un sistema de control basado en la base de datos phpMyAdmin. Una vez que el usuario ha pasado por el proceso de inicio de sesión, accede al panel de control, que se divide en tres secciones fundamentales: la vigilancia en tiempo real, la generación de informes basados en los datos de los sensores y la visualización del dashboard con las gráficas de los valores y mediciones obtenidos de los sensores. Cada uno de estos componentes está estrechamente relacionado para ofrecer una

experiencia integral de monitoreo y gestión de datos del sistema. En la Figura 68 se observa la interfaz de inicio con las opciones mencionadas y propuestas a través de la Figura 68 con una breve descripción de cada uno.

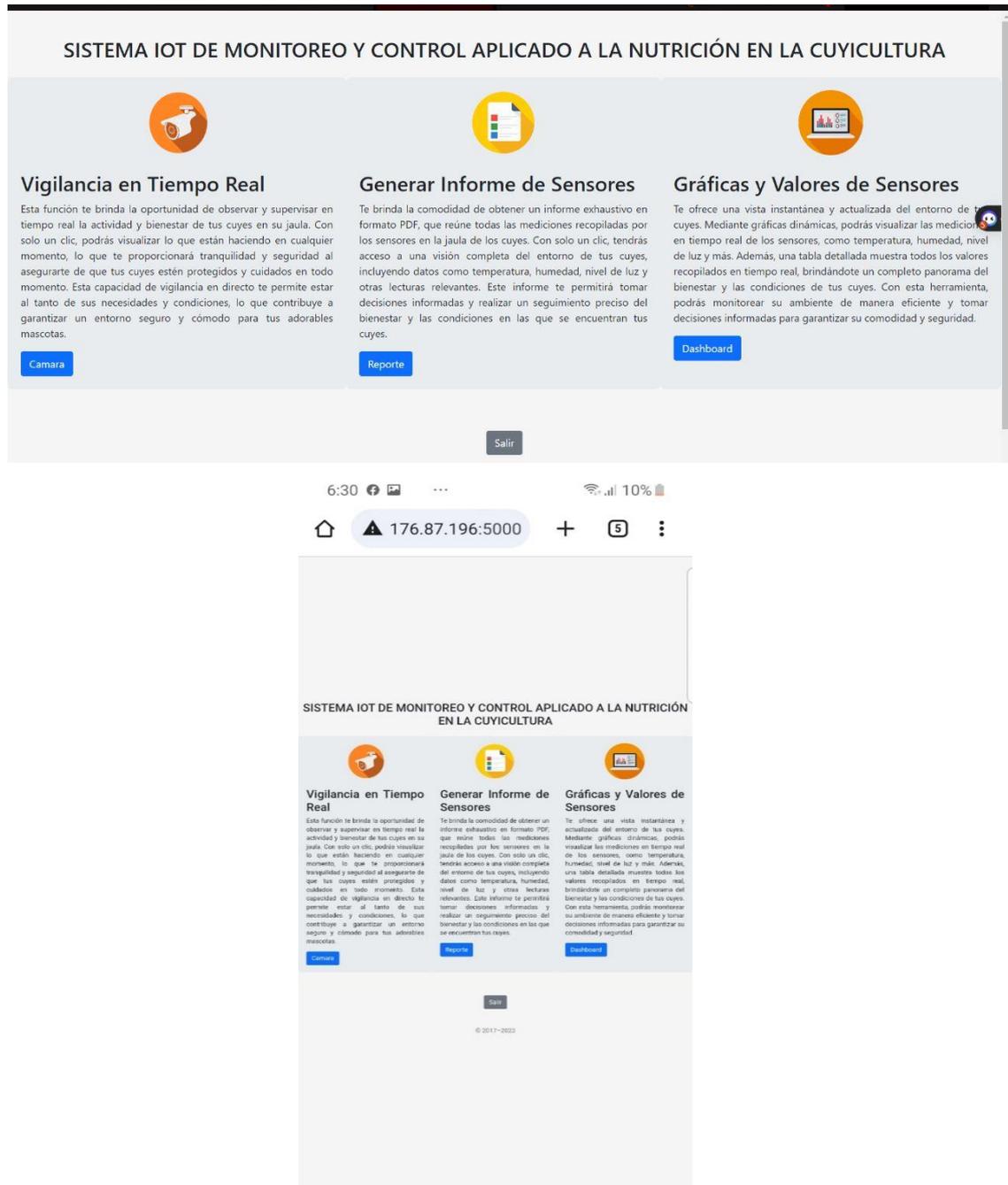


Figura 68. Interfaz de Inicio del Sistema IoT.

Elaborado por: El investigador.

3.2.12. Sistema de Vigilancia

El sistema utiliza la placa ESP32-CAM para llevar a cabo la captura y transmisión de video. Para comenzar, se configura el identificador de la placa mediante el IDE de Arduino. Luego, se levanta un servidor web denominado "CamWeb Server" en la placa, el cual permite configurar opciones relacionadas con el video, como la calidad de la imagen y el tamaño de este como se observa en la Figura 69.

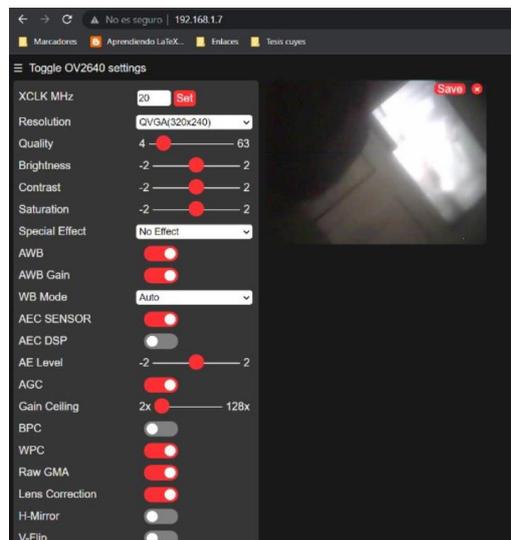


Figura 69. Interfaz de la Cámara.

Elaborado por: El investigador.

La conexión a Internet se establece mediante una dirección IP local, que permite que la placa se conecte al servidor en la nube. Para que el servidor sea accesible desde cualquier lugar de Internet, se emplea la técnica de "port forwarding" con el servicio Ngrok. Esto implica que el servidor es publicado en Internet a través de una dirección única proporcionada por Ngrok, permitiendo que la máquina en la nube sea visible para cualquier usuario en línea. En las Figuras 70 y 71 se puede observar la configuración para poder empezar el stream y como se visualiza la cámara cuando se aumenta la resolución de esta.

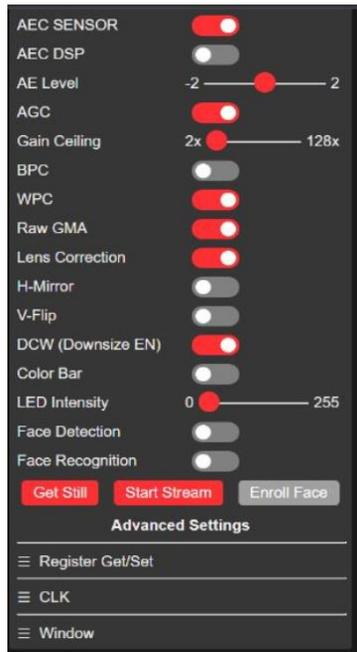


Figura 70. Configuración de la cámara.

Elaborado por: El investigador.

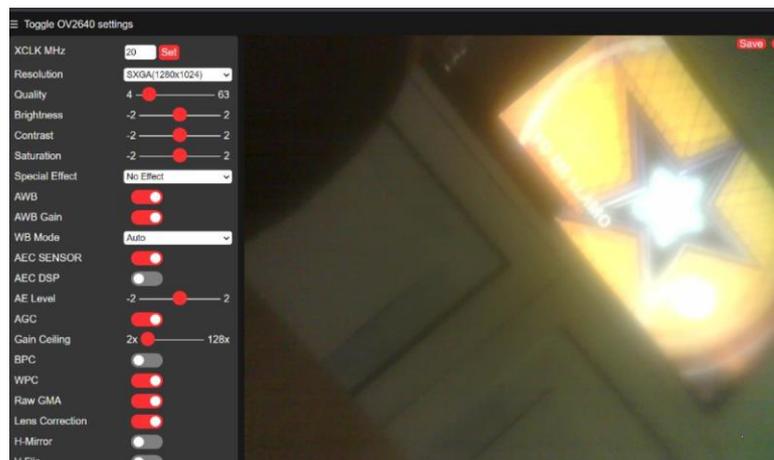


Figura 71. Visualización de la cámara.

Elaborado por: El investigador.

Mediante una interfaz web, se proporciona un botón que habilita la función de videovigilancia. Al activar esta opción, se puede acceder al video en tiempo real desde cualquier lugar conectado a Internet, lo que facilita el monitoreo y visualización del entorno desde cualquier dispositivo. Esta solución brinda una forma segura y flexible de acceder a la videovigilancia en tiempo real desde cualquier parte del mundo, haciendo uso de la tecnología y la conexión a la nube para ofrecer una

experiencia práctica y accesible. En la Figura 72 se observa el funcionamiento del sistema de vigilancia.

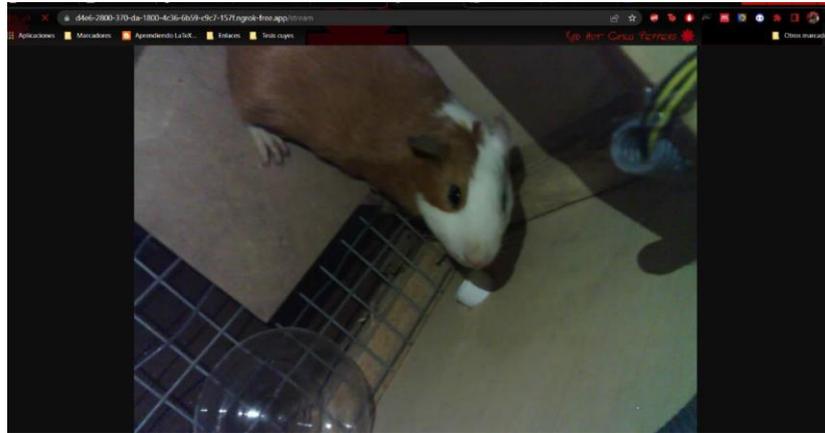


Figura 72. Sistema de Vigilancia.

Elaborado por: El investigador.

El sistema implementa un sistema de alarma que se activa en el momento de abrir la jaula para el animal. Esta alarma emite un sonido de alerta para notificar visual o auditivamente al personal encargado sobre la apertura de la jaula. Además, el sistema de alarma también envía una notificación a la plataforma en línea para informar sobre la apertura de la puerta. De esta manera, se agrega una capa adicional de seguridad y monitoreo para garantizar que cualquier acceso no autorizado a la jaula sea detectado de inmediato. En la Figura 73 observamos a los dispositivos que forman parte del sistema de seguridad que son un Buzzer y un sensor ultrasónico.



Figura 73. Dispositivos Involucrados

Elaborado por: El investigador.

La función de vigilancia se complementa con el sistema de la cámara implementado previamente. La cámara, que utiliza la placa ESP32-CAM, proporciona una visión en tiempo real del interior de la jaula, permitiendo una monitorización constante del comportamiento y estado del animal. La visualización de la cámara se realiza a través de una interfaz web, accesible desde cualquier dispositivo conectado a Internet.



Figura 74. Notificación al Correo Electrónico.

Elaborado por: El investigador.

En conjunto, la combinación de la alarma de apertura de puerta y el sistema de vigilancia mediante la cámara crea un entorno de seguridad integral para el cuidado y seguimiento del animal. En la Figura 74 y Figura 75 se observa la notificación instantánea a través de la plataforma en línea y la disponibilidad del video en tiempo real ofrecen una supervisión efectiva y oportuna, lo que permite una respuesta rápida ante cualquier situación de riesgo o evento inesperado. Esta solución garantiza que el animal esté protegido y que su entorno se mantenga bajo vigilancia constante, contribuyendo así a su bienestar y seguridad.

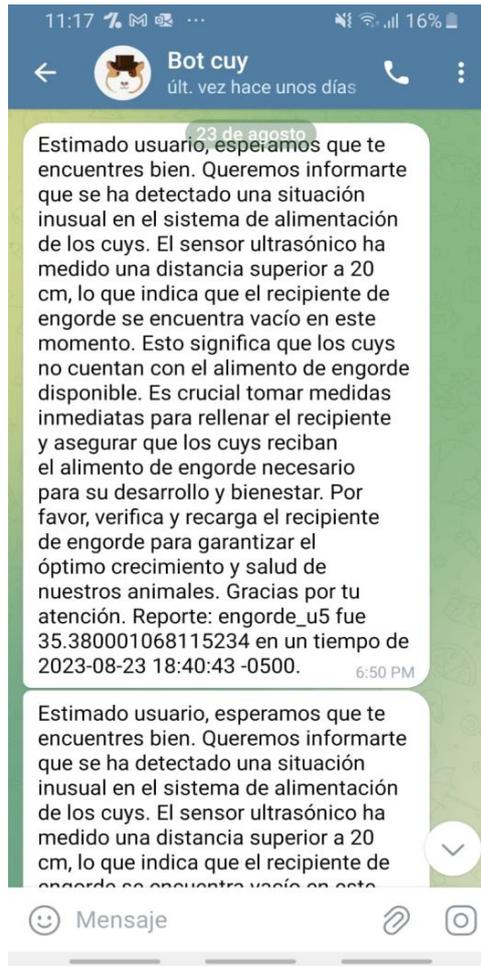


Figura 75. Bot de Telegram.

Elaborado por: El investigador.

3.2.13. Diseño del Prototipo

3.2.13.1. Esquemático electrónico del Prototipo

Habiendo escogido todos los elementos necesarios para el desarrollo del prototipo queda conectarlos y calibrarlos en base a las necesidades por ello, en la Figura 39 se presenta el esquema de conexión usado y de igual forma se tiene la siguiente tabla que muestran la conexión de cada uno de los pines con los dispositivos tanto como sensores y actuadores.

Tabla 57. Pines Arduino

Arduino	Esp 8266	Comunicación
11 Tx	D5	Serial
10 Tx	D6	

Elaborado por: El investigador.

Tabla 58. Conexión de Pines de los Sensores.

Componente	Pin sensor	Pin Esp 8266	Pin Arduino	Microcontrolador	Comunicación
DHT 11	Analog out (2)	-	A5	Arduino	Analógica
	VCC (1)	-	5V		
	GND (3)	-	G		
MQ135	Analog out (3)	-	A0	Arduino	Analógica
	VCC (1)	-	5V		
	GND (2)	-	G		
HX711	DT (2)	-	2	Arduino	Digital
	SEK (3)	-	3		
	VCC (1)	-	5V		
	GND (4)	-	G		
Turbidez	Analog out (2)	-	A2	Arduino	Analógica
	VCC (1)	-	5V		
	GND (3)	-	G		
Ultrasónico (1)	Echo (2)	-	A8	Arduino	Analógica
	Trigger (3)	-	A9		
	VCC (1)	-	5V		
	GND (4)	-	G		
Ultrasónico (2)	Echo (2)	-	A10	Arduino	Analógica
	Trigger (3)	-	A11		
	VCC (1)	-	5V		
	GND (4)	-	G		
Ultrasónico (3)	Echo (2)	-	A12	Arduino	Analógica
	Trigger (3)	-	A13		
	VCC (1)	-	5V		
	GND (4)	-	G		
Ultrasónico (4)	Echo (2)	-	A14	Arduino	Analógica
	Trigger (3)	-	A15		
	VCC (1)	-	5V		
	GND (4)	-	G		
Ultrasónico (5)	Echo (2)	-	A16	Arduino	Analógica
	Trigger (3)	-	A17		
	VCC (1)	-	5V		
	GND (4)	-	G		

Elaborado por: El investigador.

Tabla 59. Conexión de Pines de la ESP8266.

Componente	Pin sensor	Pin Esp8266	Pin Arduino	Microcontrolador	Comunicación
Servo 1	Digital out (2)	D7	-	Esp8266	Digital
	VCC (1)	3.3V	-		
	GND (3)	G	-		
Servo 1	Digital out (2)	D0	-	Esp8266	Digital
	VCC (1)	3.3v	-		
	GND (3)	G	-		
Servo 1	Digital out (2)	D1	-	Esp8266	Digital
	VCC (1)	3.3V	-		
	GND (3)	G	-		
Servo 1	Digital out (2)	D2	-	Esp8266	Digital
	VCC (1)	3.3V	-		
	GND (3)	G	-		
Reles	IN 1	-	37	Arduino	Digital
	IN 2	D3	-	Esp8266	
	IN 3	-	40		

Elaborado por: El investigador.

Tabla 60. Conexión de los Módulos del panel de Visualización.

Componente	Pin sensor	Pin Esp 8266	Pin Arduino	Microcontrolador	Comunicación
Pantalla	SDA (2)	-	1	Arduino	12C
	SCL (3)	-	4		
	VCC (1)	-	5v		
	GND (4)	-	6		
Puente H	INT 1	-	S2	Arduino	Analógica
	INT 2	-	S3		
	OUT 1 (MOTOR)	-	- 2		
	OUT 2	-	-		
	VCC (12 V)	-	-		
	GND 6	-	-		
Botón (Atrás)	VCC	-	7	Arduino	Analógica
	GND	-	G		
Botón (Adelante)	VCC	-	6	Arduino	Analógica
	GND	-	G		
Switch (motor)	VCC	-	31	Arduino	Analógica
	GND	-	G		
Switch(electroválvula)	VCC	-	36	Arduino	Analógica
	GND	-	G		
Buzzer	VCC	-	8	Arduino	Analógica
	GND	-	G		

Elaborado por: El investigador.

Tabla 61. Conexión de los Relés.

Componente	Pines	PIN Reles	Comunicación
Peristáltico	VCC (12V) GND	VCC G	Analógica
Electroválvula	VCC (12V) GND	VCC G	Analógica
Lámpara de calor	VCC (110V) GND	VCC G	Analógica

Elaborado por: El investigador.

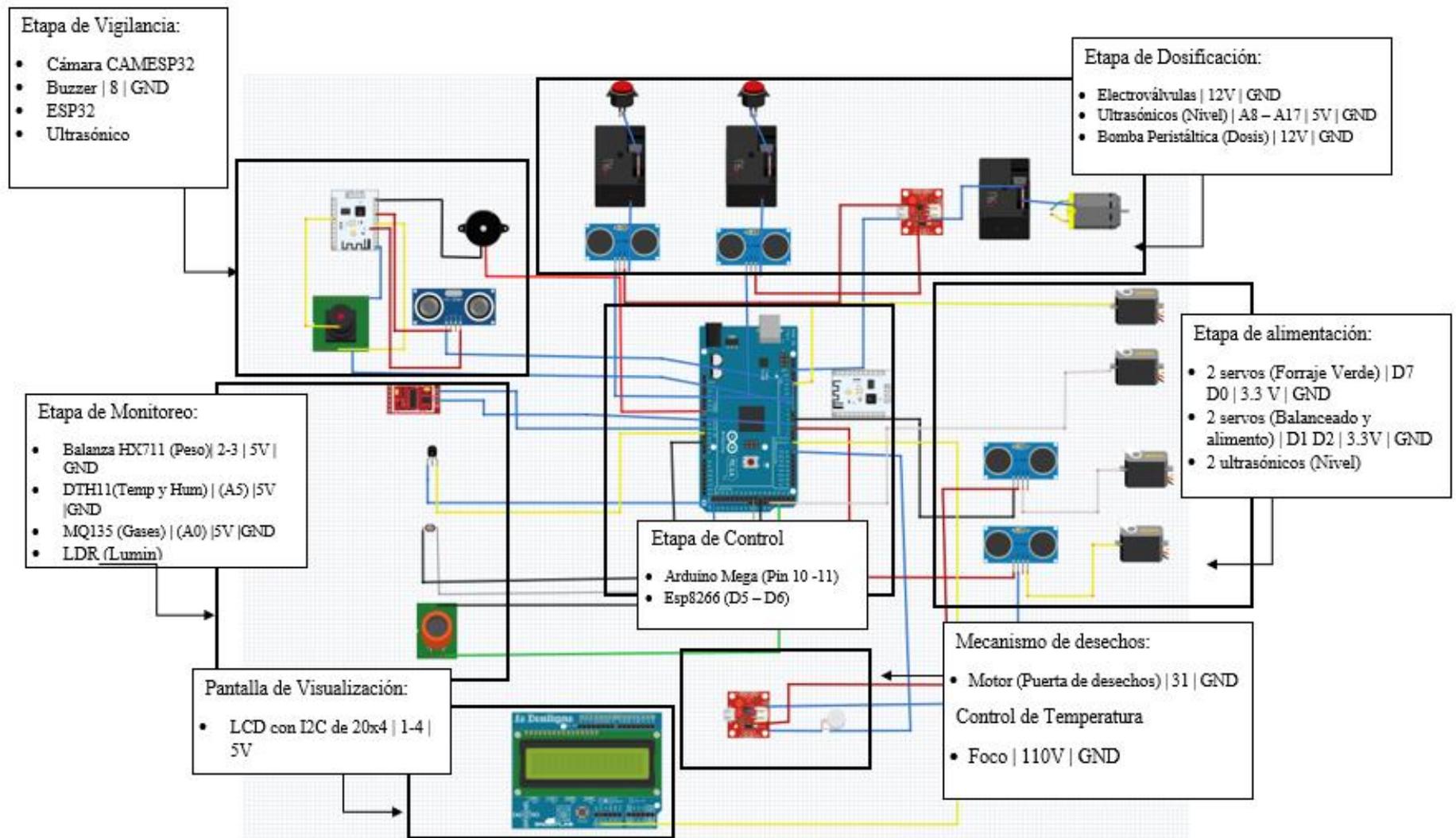


Figura 76. Esquema establecido para el Prototipo

Elaborado por: El investigador.

Se utilizó el microcontrolador Arduino para realizar la sensorización de datos y establecer la comunicación mediante IoT y http. Los datos recopilados, como la temperatura ambiental, la humedad, temperatura, estado del aire se envían al servidor para su procesamiento.

La comunicación entre el servidor y el microcontrolador se realiza a través del microcontrolador ESP8266. Este componente se encarga de recibir los datos procedentes del servidor para poder enviarlos las notificaciones, estos también contienen instrucciones para el control de los actuadores necesarios en base a las mediciones realizadas como la foto y el motor y de igual forma el suministro de alimentos, vitaminas y agua en horas establecidas proporcionadas por la red y configuradas dentro de los microcontroladores.

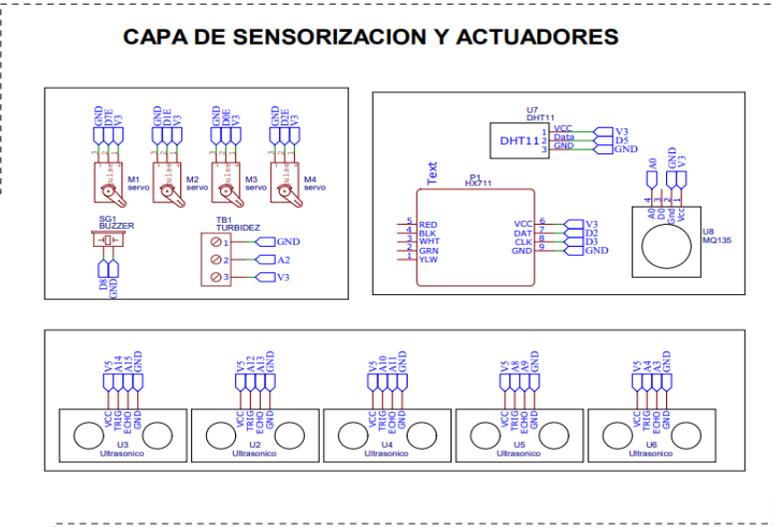
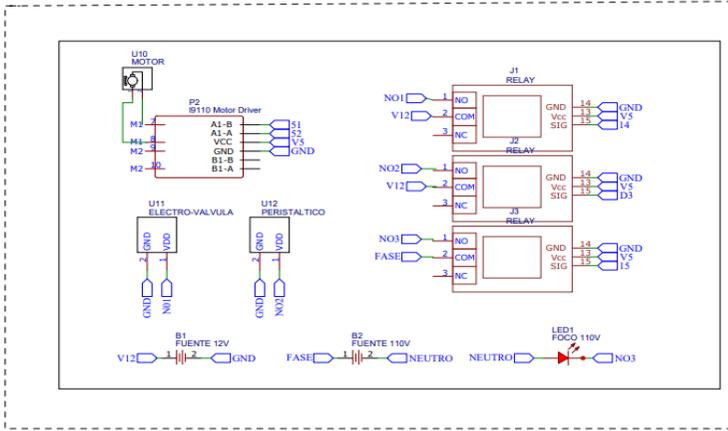
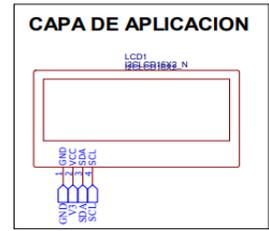
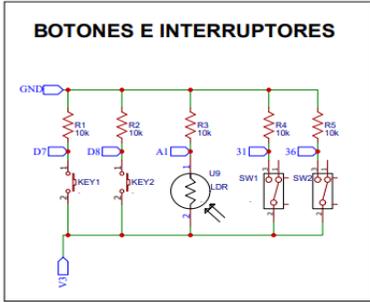
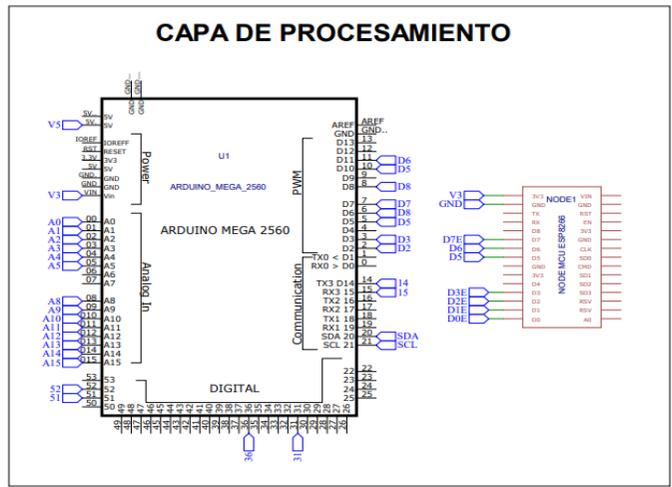
El microcontrolador principal utilizado es el Arduino Mega. Este microcontrolador se selecciona debido a su amplia capacidad de memoria y se encarga del procesamiento de todas las variables tanto de monitorización como de control.

En la Figura 76 se presenta el diagrama lógico que ilustra la disposición de los sensores y actuadores en el sistema. Este diagrama proporciona una representación visual de la interconexión entre los diferentes componentes, como los sensores de temperatura, humedad y otros, así como los actuadores utilizados para el control del suministro de alimento, iluminación o ventilación, por ejemplo.

Este enfoque de diseño basado en el uso del Arduino Mega como microcontrolador principal y la clasificación de las variables según los tipos de datos permiten una gestión efectiva y organizada de los componentes del sistema IoT de monitoreo y control aplicado a la nutrición en la cuyicultura. Esto contribuye a una operación más eficiente y confiable, brindando a los criadores de cuyes las herramientas necesarias para monitorear y controlar de manera óptima la como se desarrolla la crianza de sus animales.

3.2.13.2. Diseño de la placa

Se ha llevado a cabo un riguroso proceso de selección de los sensores, basado en una Tabla comparativa previamente elaborada y tomando en cuenta detalladamente las necesidades específicas de los animales. Con el objetivo de maximizar la eficiencia del espacio, se ha diseñado cuidadosamente el sistema con dos placas de circuito impreso (PCB), en las cuales se encuentran ubicados todos los elementos, incluyendo los sensores y la pantalla. Esta estrategia posibilita una distribución óptima y compacta de los componentes, asegurando una integración efectiva y ordenada en el prototipo final. En la Figura 77 se tiene el diseño de las placas impresas.



TITLE: SISTEMA ELECTRICO		REV: 1.0
Company: SAVI		Sheet: 1/1
Date: 2023-07-23		Drawn By: FRANCISCO FREIRE

Figura 77. Diseño de la placa impresa.

Elaborado por: El investigador.

En la Figura 78 y 79 se observa a los dos circuitos tanto en el diseño 3D como el modelado de sus pistas.

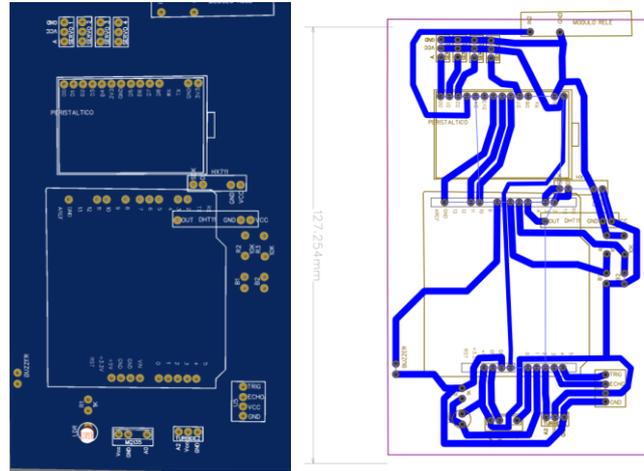


Figura 78. Circuito 1

Elaborado por: El investigador.

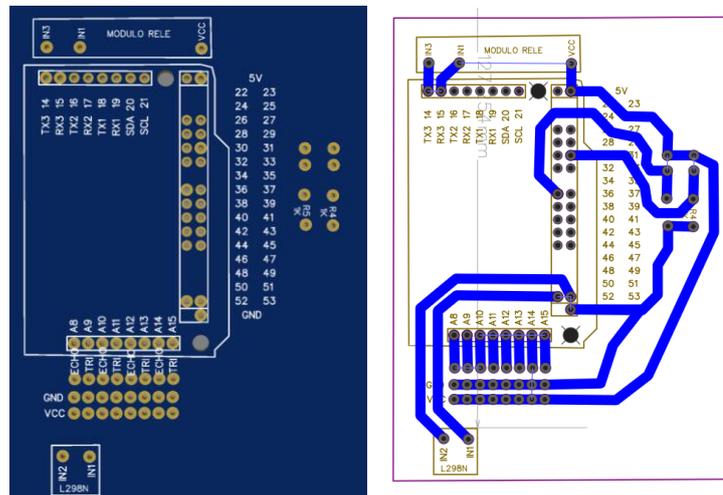


Figura 79. Circuito 2

Elaborado por: El investigador.

En la Figura 80 se tiene las pistas impresas y listas para usarse en el circuito.



Figura 80. Circuitos impresos de las dos placas.

Elaborado por: El investigador.

Finalmente, en la Figura 81 el circuito se incorporó en la caja de control, asegurándose de tener en cuenta el espacio disponible para los dispositivos.



Figura 81. Circuito Implementado en la Caja de Control.

Elaborado por: El investigador.

3.2.13.3. Caja de Control

Esta disposición permite un orden y una distribución eficiente de los dispositivos, los cuales se encuentran instalados dentro de una caja de control diseñada específicamente para este propósito. Cabe destacar que la caja de control está configurada de manera que limita el alcance de los dispositivos, asegurando su correcto funcionamiento y facilitando su gestión.

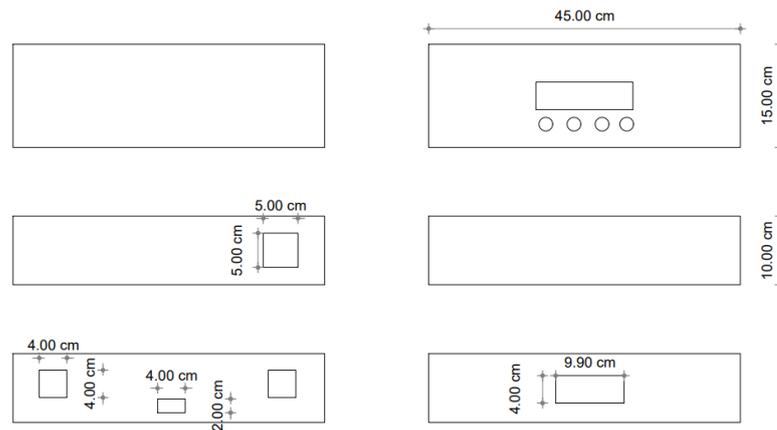


Figura 82. Diseño de la Caja de Control.

Elaborado por: El investigador.

Se ha diseñado una caja ubicada en el depósito de solución madre con el propósito de organizar y proteger los elementos del sistema. Esta caja ha sido cuidadosamente conFigurada para alojar el panel LCD, proporcionar una sujeción segura para la bomba peristáltica y permitir la alimentación adecuada del sistema. Para su construcción, se ha utilizado MDF y se ha utilizado un proceso de corte láser para obtener dimensiones precisas. La caja resultante tiene una altura de 15 cm, un ancho de 45 cm y una longitud de 10 cm. El diseño y las medidas se muestran detalladamente en la Figura 82 y en la Figura 83 se tiene la caja de control impresa.



Figura 83. Caja de Control física

Elaborado por: El investigador.

3.2.13.4. Implementación del Prototipo



Figura 84. Implementación del Prototipo.

Elaborado por: El investigador.

3.2.14. Pruebas de Funcionamiento

3.2.14.1. Medición de Error de los Sensores

Para evaluar la precisión del dispositivo, se calculó tres métricas de calidad: el error absoluto, el error relativo y la fiabilidad. En el caso del error absoluto, se comparó el valor medido por el dispositivo con las mediciones proporcionadas por otros dispositivos comerciales para determinar la diferencia entre ellos. Este análisis se llevó a cabo para cada uno de los sensores propuestos en el dispositivo, y el cálculo del error absoluto se realizó utilizando la ecuación.

$$E_{absoluto} = |V_{medido} - V_{real}|$$

La segunda métrica, el error relativo, permitió determinar el porcentaje de mediciones erróneas que los dispositivos arrojaron en comparación con los demás instrumentos de medición. Para ello, se empleó la ecuación como base para el cálculo de este indicador.

$$E_{absoluto} = |V_{medido} - V_{real}|$$

Finalmente, para medir la fiabilidad del dispositivo, se determinó el porcentaje de mediciones adecuadas en comparación con los dispositivos comerciales. La obtención de esta métrica se efectuó mediante la ecuación. Estas tres métricas de calidad resultaron ser fundamentales para asegurar la precisión y confiabilidad del dispositivo en sus mediciones, y especialmente en el caso de los sensores utilizados en este trabajo.

$$E_{absoluto} = |V_{medido} - V_{real}|$$

$$E_{relativo} = \frac{E_{absoluto}}{V_{medido}} \times 100\%$$

$$F = 100\% - E_{relativo}$$

Donde:

$E_{absoluto}$: Error Absoluto

$E_{relativo}$: Error Relativo

F : Fiabilidad

V_{medido} : Valor medido

Se llevó a cabo una comparación con sensores industriales utilizados en la industria de la acuicultura para evaluar y verificar el correcto funcionamiento de los sensores empleados en el prototipo. Esta comparación se realizó con el propósito de validar y asegurar que los sensores seleccionados para el proyecto cumplieran con los estándares y requerimientos necesarios para una aplicación en el campo de la cuyicultura.

Sensor de Temperatura y Humedad

Para evaluar la precisión de la medición de la temperatura, se realizó una comparación entre las mediciones obtenidas del dispositivo en cuestión y las mediciones de un dispositivo comercial utilizado como referencia. En la Tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos a partir de un total de 15 mediciones.

Los resultados mostraron que al comparar el dispositivo (dht11) con el sensor 174H, se encontró un error promedio del 3,97% y una confiabilidad del 96,06%. Estos valores indican que el dispositivo es funcional y proporciona mediciones precisas en cuanto a la temperatura se refiere como muestran los resultados de la Tabla 62.

Tabla 62. Fiabilidad del Dispositivo al medir Temperatura.

Temperatura					
N°	Sensor Dht11	Dispositivo (174H)	$E_{absoluto}$	$E_{relativo}$	$E_{relativo} (\%)$
1	21,06	20,05	1,01	0,048	4,796
2	21,54	20,36	1,18	0,055	5,478
3	20,52	20,41	0,11	0,005	0,536
4	20,28	20,79	0,51	0,025	2,515
5	20,9	19,98	0,92	0,044	4,402
6	18,67	18,38	0,29	0,016	1,553
7	19,93	18,96	0,97	0,049	4,867
8	19,07	18,98	0,09	0,005	0,472
9	22,08	18,31	3,77	0,171	4,074
10	20,54	21,87	1,33	0,065	6,475
11	20,14	20,31	0,17	0,008	0,844
12	18,4	18,51	0,11	0,006	0,598
13	18,75	19,74	0,99	0,053	5,280
14	19,16	19,96	0,8	0,042	4,175
15	20,74	20,63	0,11	0,005	0,530
Promedio	20,12	19,82	0,82	0,040	3,973
Fiabilidad (%)					96,03

Elaborado por: El investigador basado en [94]

Para evaluar la precisión de la medición de la humedad del aire, se llevó a cabo una comparación entre las mediciones obtenidas del dispositivo en cuestión y las mediciones de un dispositivo comercial utilizado como referencia. En la Tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos a partir de un total de 15 mediciones.

Los resultados revelaron que al comparar el dispositivo (dht11) con el sensor 174H, se obtuvo un error promedio del 2,82% y una confiabilidad del 97,18%. Estos valores indican que el dispositivo es funcional y proporciona mediciones precisas en cuanto a la humedad se refiere como se observa en la Tabla 53.

Tabla 63. Fiabilidad del Dispositivo al medir Humedad.

Humedad					
N°	Sensor Dht11	Dispositivo (174H)	$E_{absoluto}$	$E_{relativo}$	$E_{relativo} (%)$
1	77,15	77,25	0,1	0,001	0,130
2	69,25	72,93	3,68	0,053	5,314
3	78,15	79,61	1,46	0,019	1,868
4	77,48	78,58	1,1	0,014	1,420
5	69,29	73,02	3,73	0,054	5,383
6	68,98	71,55	2,57	0,037	3,726
7	70,25	73,5	3,25	0,046	4,626
8	70,45	73,87	3,42	0,049	4,855
9	78,15	78,33	0,18	0,002	0,230
10	71,48	73,47	1,99	0,028	2,784
11	76,88	77,23	0,35	0,005	0,455
12	74,49	75,83	1,34	0,018	1,799
13	74,65	75,26	0,61	0,008	0,817
14	70,25	74,38	4,13	0,059	5,879
15	72,89	75,13	2,24	0,031	3,073
Promedio	73,319	75,33	2,01	0,03	2,82
Fiabilidad (%)					97,18

Elaborado por: El investigador basado en [94]

Sensor de Luminosidad

Para evaluar la precisión de la medición de luminosidad, se realizó una comparación entre las mediciones obtenidas del dispositivo en cuestión y las mediciones de un dispositivo comercial de referencia (testo 454). Se llevaron a cabo un total de 15 mediciones para este análisis.

Los resultados de esta comparativa mostraron que entre el dispositivo testo 454 y el sensor LDR se obtuvo un error promedio del 1,76% y una confiabilidad del 98,24%. Estos valores indican que el dispositivo es funcional y proporciona mediciones precisas en cuanto a la luminosidad se refiere como se observa en la Tabla 58.

Tabla 64. Fiabilidad del Dispositivo al medir la luminosidad.

Luminosidad					
N°	Sensor LDR	Dispositivo testo(545)	$E_{absoluto}$	$E_{relativo}$	$E_{relativo}$ (%)
1	791,62	788,9	2,72	0,0034	0,3436
2	791,13	785,42	5,71	0,0072	0,7218
3	795,88	795,57	0,31	0,0004	0,0390
4	785,94	789,12	3,18	0,0040	0,4046
5	789,88	781,16	8,72	0,0110	1,1040
6	780,42	798,08	17,66	0,0226	2,2629
7	780,08	780,25	0,17	0,0002	0,0218
8	799,25	781,27	17,98	0,0225	2,2496
9	792,75	798,76	6,01	0,0076	0,7581
10	799,67	797,18	2,49	0,0031	0,3114
11	783,13	783,59	0,46	0,0006	0,0587
12	781,5	790,28	8,78	0,0112	1,1235
13	796,81	789,1	7,71	0,0097	0,9676
14	797,46	789,71	7,75	0,0097	0,9718
15	796,76	797,71	0,95	0,0012	0,1192
Promedio	790,819	789,740	6,040	0,008	1,76
Fiabilidad (%)					98,24

Elaborado por: El investigador basado en [95].

Sensor de Gas

Para evaluar la precisión de la medición de amonio, se llevó a cabo una comparación entre las mediciones obtenidas del dispositivo en cuestión y las mediciones de un dispositivo comercial de referencia (HI 96733). Se realizaron un total de 15 mediciones para este análisis.

Los resultados de esta comparativa mostraron que entre el dispositivo HI 96733 y el sensor MQ135 se obtuvo un error promedio del 4,64% y una confiabilidad del 95,36%. Estos valores indican que el dispositivo es funcional y proporciona mediciones precisas en cuanto a la concentración de amoniaco en el aire como se muestra en la Tabla 59.

Tabla 65. Fiabilidad del Dispositivo al medir el estado de gas.

Amoniaco					
N	Sensor Mq-135	Dispositivo (Hi 96733)	$E_{absoluto}$	$E_{relativo}$	$E_{relativo} (%)$
1	45,49	44,15	1,34	0,029	2,946
2	39,58	40,33	0,75	0,019	1,895
3	49,8	50,51	0,71	0,014	1,426
4	54,3	50,11	4,19	0,077	4,716
5	48,45	49,46	1,01	0,021	2,085
6	42,48	43,97	1,49	0,035	3,508
7	48,9	50,92	2,02	0,041	4,131
8	50,38	53,63	3,25	0,065	6,451
9	52,34	53,38	1,04	0,020	1,987
10	49,06	52,46	3,4	0,069	6,930
11	45,53	50,99	5,46	0,120	4,992
12	42,93	43,13	0,2	0,005	0,466
13	50,68	52,31	1,63	0,032	3,216
14	50,02	43,23	6,79	0,136	3,575
15	53,74	53,02	0,72	0,013	1,340
Promedio	48,25	48,77	2,27	0,046	4,644
Fiabilidad (%)					95,36

Elaborado por: El investigador basado en [96].

Sensor de Turbidez

Para evaluar la precisión de la medición de turbidez, se realizó una comparación entre las mediciones obtenidas del dispositivo en cuestión y las mediciones de un dispositivo comercial de referencia (LT-TU2016). Se llevaron a cabo un total de 15 mediciones para este análisis.

Los resultados de esta comparativa mostraron que entre el dispositivo en cuestión y el sensor LT-TU2016 se obtuvo un error promedio del 5,51% y una confiabilidad del 94,49%. Estos valores indican que el dispositivo es funcional y proporciona mediciones precisas en cuanto a la concentración de turbidez en el agua.

Tabla 66. Fiabilidad del Dispositivo al medir la Turbidez.

Turbidez					
N°	Sensor Dht11	Dispositivo (174H)	$E_{absoluto}$	$E_{relativo}$	$E_{relativo}$ (%)
1	3,44	3,57	0,13	0,04	3,78
2	4,35	4,49	0,14	0,03	3,22
3	4,38	4,58	0,20	0,05	4,57
4	2,68	2,98	0,30	0,11	3,19
5	2,18	2,25	0,07	0,03	3,21
6	2,98	3,24	0,26	0,09	8,72
7	3,89	4,05	0,16	0,04	4,11
8	2,09	2,14	0,05	0,02	2,39
9	2,98	3,25	0,27	0,09	9,06
10	2,98	3,18	0,20	0,07	6,71
11	4,98	5,22	0,24	0,05	4,82
12	3,86	4,16	0,30	0,08	7,77
13	4,44	4,48	0,04	0,01	0,90
14	3,89	4,12	0,23	0,06	5,91
15	4,96	5,27	0,31	0,06	6,25
Promedio	3,61	3,80	0,19	0,06	5,51
Fiabilidad (%)					94,49

Elaborado por: El investigador basado en [97].

Sensor de Distancia

Para evaluar la precisión de la medición de distancia, se llevó a cabo una comparación entre las mediciones obtenidas del dispositivo en cuestión y las mediciones de un dispositivo comercial de referencia (424D). Se realizaron un total de 15 mediciones para este análisis.

Los resultados de esta comparativa mostraron que entre el dispositivo en cuestión y el sensor 424D se obtuvo un error promedio del 3,96% y una confiabilidad del 96,04%. Estos valores indican que el dispositivo es funcional y proporciona mediciones precisas en cuanto a la distancia medida como se observa en la Tabla 61.

Tabla 67. Fiabilidad del Dispositivo al medir la distancia.

Distancia					
N	Sensor Dht11	Dispositivo (174H)	$E_{absoluto}$	$E_{relativo}$	$E_{relativo}$ (%)
1	34,9	35,8	0,9	0,03	2,58
2	24,89	25,98	1,09	0,04	4,38
3	4,16	4,58	0,42	0,10	4,10
4	16,65	16,85	0,2	0,01	1,20
5	37,72	37,85	0,13	0,04	0,34
6	14,98	15,01	0,03	0,01	0,20
7	24,46	25,46	1	0,04	4,09
8	23,66	24,54	0,88	0,04	3,72
9	19,59	20,2	0,61	0,03	3,11
10	9,63	10,84	1,21	0,13	3,56
11	29,45	30,45	1	0,03	3,40
12	16,89	17	0,11	0,01	0,65
13	2,98	3,12	0,14	0,05	4,70
14	16,2	17,12	0,92	0,06	5,68
15	33,12	34	0,88	0,03	2,66
Promedio	20,62	21,25	0,63	0,04	3,96
Fiabilidad (%)					96,04

Elaborado por: El investigador basado en [98].

Sensor de Peso

Para evaluar la precisión de la medición de peso, se llevó a cabo una comparación entre las mediciones obtenidas del dispositivo en cuestión y las mediciones de un dispositivo comercial de referencia (BPA121). Se realizaron un total de 15 mediciones para este análisis.

Los resultados de esta comparativa mostraron que entre el dispositivo en cuestión y el sensor BPA121 se obtuvo un error promedio del 1,34% y una confiabilidad del 98,66%. Estos valores indican que el dispositivo es funcional y proporciona mediciones precisas en cuanto al peso medido.

Tabla 68. Fiabilidad del Dispositivo al medir el peso.

Peso					
N°	Sensor Dht11	Dispositivo (174H)	$E_{absoluto}$	$E_{relativo}$	$E_{relativo}$ (%)
1	888,78	896,78	8	0,009	0,90
2	897,37	893,37	4	0,004	0,45
3	891,55	895,55	4	0,004	0,45
4	887,87	894,87	7	0,008	0,79
5	880,22	893,22	13	0,015	1,48
6	878,96	893,96	15	0,017	1,71
7	885,39	892,39	7	0,008	0,79
8	880,35	893,35	13	0,015	1,48
9	870,36	894,36	24	0,028	2,76
10	868,24	891,25	23,01	0,027	2,65
11	890,88	893,88	3	0,003	0,34
12	887,15	893,15	6	0,007	0,68
13	889,33	894,33	5	0,006	0,56
14	885,42	894,4	8,98	0,010	1,01
15	860,12	895,12	35	0,041	4,07
Promedio	882,80	894,00	11,73	0,013	1,34
Fiabilidad (%)					98,66

Elaborado por: El investigador basado en [99].

3.2.14.2. Pruebas en la seguridad, tramas y latencia

Para capturar las tramas de envío lo que se utilizó fue el programa wireshark con el cual se puede hacer un escáner de todo el tipo de red que está conectado ya sea vía Wi-Fi o área local o incluso conexiones VPN que igual forma se puede ir revisando el estado de los protocolos ir analizando cada uno también sirve para detectar problemas en la red al igual que la seguridad y con este vamos determinando todas las necesidades en cuanto a la red en la que estamos conectados.

Para la captura de las tramas de envío, se empleó el programa Wireshark. Esta herramienta permitía llevar a cabo un escaneo exhaustivo de todos los tipos de redes conectadas, ya fuera a través de conexiones Wi-Fi, redes locales o incluso conexiones VPN. Con Wireshark, era posible examinar el estado de los protocolos y analizarlos en detalle.

Además de su capacidad de análisis, Wireshark también se utilizó para detectar problemas en la red y evaluar su seguridad. La herramienta proporcionaba

información valiosa que permitía identificar posibles vulnerabilidades o irregularidades en el tráfico de red.

En el proceso de utilización de Wireshark, se pudieron determinar todas las necesidades y requerimientos relacionados con la red en la que se encontraban conectados. Esta información contribuyó significativamente a la comprensión y mejora de la infraestructura de red, respaldando así los objetivos de la investigación.

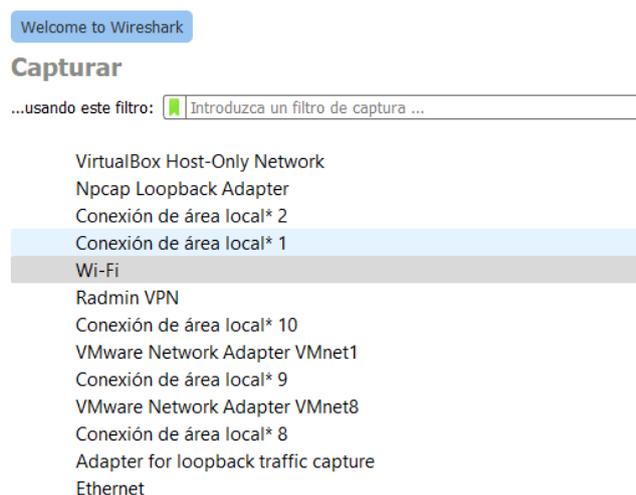


Figura 85. Interfaz de Inicio de Wireshark

Elaborado por: El investigador.

23596	126.561382	157.240.14.53	192.168.1.7	TCP	56 80 → 62414 [ACK] Seq=10224 Ack=4126 Win=633 Len=0
23597	126.622164	157.240.14.53	192.168.1.7	TCP	773 80 → 62414 [PSH, ACK] Seq=10224 Ack=4126 Win=633 Len=719
23598	126.661963	192.168.1.7	157.240.14.53	TCP	54 62414 → 80 [ACK] Seq=4126 Ack=10943 Win=516 Len=0
26194	138.832977	157.240.14.53	192.168.1.7	TCP	357 80 → 62414 [PSH, ACK] Seq=10943 Ack=4126 Win=633 Len=303
26201	138.835061	192.168.1.7	157.240.14.53	TCP	121 62414 → 80 [PSH, ACK] Seq=4126 Ack=11246 Win=515 Len=67
26203	138.837190	192.168.1.7	157.240.14.53	TCP	121 62414 → 80 [PSH, ACK] Seq=4193 Ack=11246 Win=515 Len=67
26205	138.837394	192.168.1.7	157.240.14.53	TCP	121 62414 → 80 [PSH, ACK] Seq=4260 Ack=11246 Win=515 Len=67

Figura 86. Captura de tramas de datos en la red IP.

Elaborado por: El investigador.

Además, en el proceso de análisis, se procedió a revisar el frame capturado, proporcionando información detallada sobre cada uno de los bytes utilizados en el momento del envío. Estos detalles resultaron de gran importancia para llevar a cabo el cálculo de la trama de bits de la transmisión.

La revisión del frame no solo permitió obtener detalles específicos sobre los bytes involucrados, sino también identificar diferentes reglas y los puertos utilizados en la comunicación. Estos datos desempeñaron un papel fundamental en el proceso de cálculo de la trama de bits, proporcionando información esencial para el análisis y la comprensión de la transmisión de datos en el contexto de la investigación.

```
Frame 26194: 357 bytes on wire (2856 bits), 357 bytes captured (2856 bits) on interface \Device\NPF_{
  Section number: 1
  > Interface id: 0 (\Device\NPF_{35CFDCFA-6188-4B09-9EB4-249D37D7FFCC})
  Encapsulation type: Ethernet (1)
  Arrival Time: Aug 27, 2023 19:59:03.307266000 Hora est. Pacífico, Sudamérica
  [Time shift for this packet: 0.000000000 seconds]
  Epoch Time: 1693184343.307266000 seconds
  [Time delta from previous captured frame: 0.000000000 seconds]
  [Time delta from previous displayed frame: 12.171014000 seconds]
  [Time since reference or first frame: 138.832977000 seconds]
  Frame Number: 26194
  Frame Length: 357 bytes (2856 bits)
  Capture Length: 357 bytes (2856 bits)
  [Frame is marked: False]
  [Frame is ignored: False]
  [Protocols in frame: eth:ethertype:ip:tcp]
  [Coloring Rule Name: HTTP]
  [Coloring Rule String: http || tcp.port == 80 || http2]
  Ethernet II, Src: zte_81:e1:02 (98:00:6a:81:e1:02), Dst: LiteonTe_b5:1f:eb (f8:28:19:b5:1f:eb)
```

Figura 87. Resumen del frame de whireshak.

Elaborado por: El investigador.

Una vez que se adquirieron los datos esenciales requeridos para realizar el cálculo de la trama de bits, se procedió a llevar a cabo dicho cálculo. Este proceso se llevó a cabo considerando múltiples parámetros, incluyendo la dirección IP de origen y destino, los tipos de servicios, la longitud total, la identificación, y el desplazamiento del tiempo de vida. Todos estos parámetros fueron obtenidos a través del uso de Wireshark, como se menciona en esta tesis.

El análisis detallado de estos parámetros proporcionó una base sólida para comprender y calcular la estructura de la trama de bits utilizada en la transmisión de datos. Esta información fue crucial para la investigación en curso y ayudó a desvelar aspectos importantes sobre la comunicación y el flujo de datos dentro del sistema estudiado.

Trama de bits

Para calcular el tamaño total de la trama en bits, necesitamos sumar los tamaños de los diferentes campos en bytes y luego convertirlo a bits. Dado que cada byte equivale a 8 bits, podemos realizar los cálculos de la siguiente manera, en este caso tomamos el dato de la temperatura:

- Dirección IP de origen: 4 bytes (IPv4) = $4 * 8 = 32$ bits
- Dirección IP de destino: 4 bytes (IPv4) = $4 * 8 = 32$ bits
- Tipo de servicio: 1 byte = 8 bits
- Longitud total: 2 bytes = 16 bits
- Identificación: 2 bytes = 16 bits
- Bandera y desplazamiento: 2 bytes = 16 bits
- Tiempo de vida (TTL): 1 byte = 8 bits
- Protocolo: 1 byte = 8 bits
- Suma de verificación de encabezado: 2 bytes = 16 bits (aproximadamente)
- Opciones del encabezado: Variable (0 o más bytes)
- Carga útil (10 valores float * 4 bytes por valor = 40 bytes) = $40 * 8 = 320$ bits

Sumando todo:

$$32 + 32 + 8 + 16 + 16 + 16 + 8 + 8 + 16 + 320 = 472 \text{ bits}$$

Por lo tanto, el tamaño total aproximado de la trama en bits sería de 472 bits.

Datos y sus tramas de bits

Se llevó a cabo el cálculo mencionado previamente para cada una de las variables, lo que permitió obtener la trama de bits correspondiente a cada una de ellas. Este proceso se realizó con el propósito de calcular un promedio de latencia en el envío de datos. La latencia del envío de datos es un aspecto crítico para considerar en la operación de dispositivos, ya que se refiere al tiempo que transcurre entre el envío de datos y su recepción.

El cálculo de este promedio resultó esencial, dado que los datos se transmiten simultáneamente en el dispositivo. El promedio de latencia proporcionó una visión

general del rendimiento del dispositivo en términos de tiempo de respuesta en la transmisión de datos.

Esta información contribuyó al análisis y evaluación de la eficiencia y la operación del dispositivo, aspectos fundamentales en el contexto de la tesis.

Tabla 69. tabla de bits de las variables del sistema.

Variable	Bits
Tiempo (°C)	472
Humedad (%)	469
Lum(Lux)	475
Tur (NTU)	461
NH3 (ppm)	480
Nivel Agua (cm)	479
Peso (g)	470
Nivel de Vitamina (cm)	468
Nivel Balanceado (cm)	478
Nivel Engorde (cm)	476
Promedio (bits)	471,8

Elaborado por: El investigador.

Latencia por envío de datos

Como ya se tiene un promedio de la tasa de bits de 472 con el envío de la ESP8266 cada 5 segundos establecidos en la programación. Utilizando los valores mencionados se pasa al cálculo del tamaño total de la trama:

$$\text{Tamaño total de la trama en bits: } 472 * 8 = 3776 \text{ bits}$$

Además, se tuvo un tiempo de conexión promedio de 100 ms y un tiempo de respuesta promedio de 150 ms.

Tiempo de Conexión por envío de datos: 100 ms

Tiempo de Respuesta por envío de datos: 150 ms

La latencia para un solo envío de datos se calcula sumando el tiempo de conexión y el tiempo de respuesta:

$$\text{Latencia por envío de datos} = \text{Tiempo de Conexión} + \text{Tiempo de Respuesta}$$
$$\text{Latencia por envío de datos} = 100 \text{ ms} + 150 \text{ ms} = 250 \text{ ms}$$

Número de datos Enviados

Dado que estás enviando datos cada 5 segundos, el tiempo total por intervalo es de 5 segundos. Ahora, para calcular cuántos envíos de datos se pueden realizar durante un intervalo de 5 segundos, se divide el intervalo de tiempo entre la latencia por envío de datos:

$$\text{Cantidad de envíos por intervalo} = \text{Tiempo total por intervalo} / \text{Latencia por envío de datos}$$
$$\text{Cantidad de envíos por intervalo} = 5 \text{ segundos} / 0.25 \text{ segundos (250 ms)} = 20 \text{ envíos}$$

Por lo tanto, en un intervalo de 5 segundos, podrías realizar aproximadamente 20 envíos de datos, considerando los tiempos de conexión y respuesta estimados.

Pruebas de seguridad

Las pruebas de seguridad se llevaron a cabo utilizando el sistema operativo Kali Linux, que era uno de los más ampliamente utilizados para realizar pruebas de penetración en el contexto del hacking ético. En este proceso, se evaluaron diversos componentes de sistemas de redes, como servidores y sistemas operativos, con el propósito de determinar su nivel de vulnerabilidad.

El uso de Kali Linux permitió a los investigadores realizar pruebas exhaustivas de seguridad en busca de posibles debilidades en los sistemas y servidores. Estas pruebas eran esenciales para identificar y abordar cualquier vulnerabilidad antes de que pudiera ser explotada por actores maliciosos.

El enfoque en el hacking ético garantizaba que estas actividades se llevaran a cabo de manera responsable y con permisos adecuados, con el objetivo de fortalecer la seguridad de los sistemas en lugar de comprometerla. Estas pruebas de seguridad fueron una parte crucial del proceso de investigación, ayudando a asegurar la integridad y la robustez de la infraestructura de red analizada en la tesis.

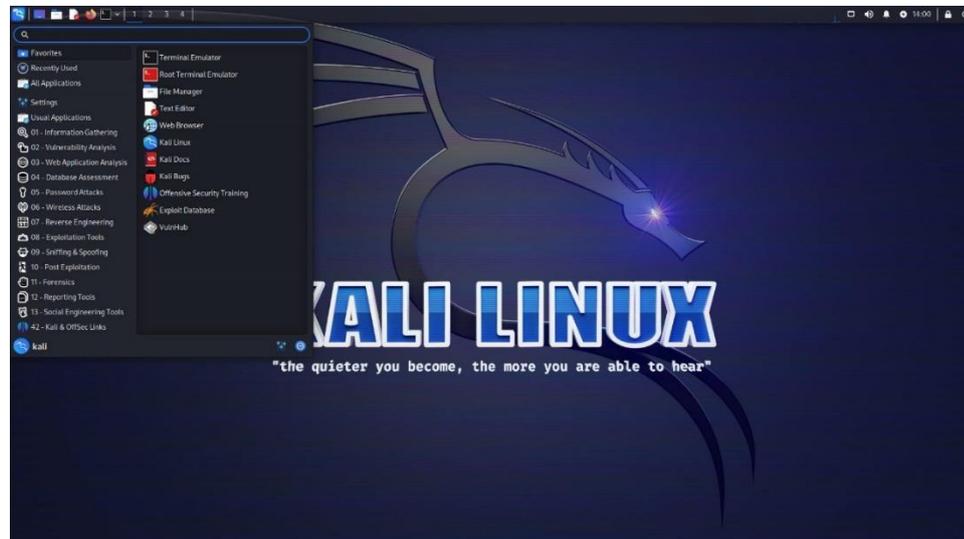


Figura 88. Interfaz de Inicio de Kali Linux.

Elaborado por: El investigador.

En este contexto, se emplearon dos herramientas ampliamente reconocidas y utilizadas en el campo de la seguridad informática: Nmap e Hydra.

Estas herramientas fueron seleccionadas y utilizadas como parte del proceso de investigación y evaluación. Nmap se empleó para el análisis de la red, mientras que Hydra se utilizó para realizar pruebas de autenticación y evaluar la resistencia de las contraseñas en los sistemas y servicios evaluados. La elección de estas herramientas se basó en su eficacia y versatilidad en el ámbito del pentesting y la seguridad de la información.

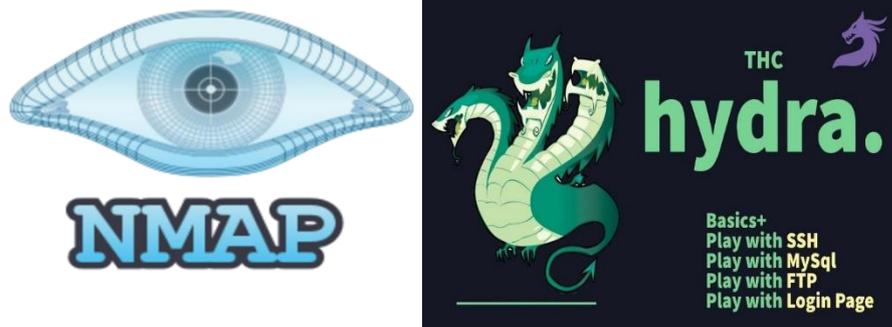


Figura 89. Herramientas de kali Linux.

Elaborado por: El investigador.

En la siguiente Tabla, se presenta un resumen de cómo se utilizaron las herramientas Nmap e Hydra en el proceso de pentesting de la red, con el propósito de identificar posibles vulnerabilidades que podrían ser explotadas. Estas herramientas fueron empleadas para evaluar la seguridad de la red y determinar su nivel de vulnerabilidad a posibles ataques.

Tabla 70. Como trabajan las herramientas de kali Linux

Herramienta	Nmap (Network Mapper)	Hydra
Propósito	Escaneo de redes para identificar dispositivos y puertos abiertos.	Ataque de fuerza bruta y diccionario para probar credenciales de inicio de sesión.
Usos Comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Descubrir dispositivos en una red. - Mapear puertos abiertos y servicios en dispositivos. - Detectar sistemas operativos y versiones de software. - Evaluar la seguridad de una red. 	<ul style="list-style-type: none"> - Probar credenciales de inicio de sesión en servicios como SSH, FTP, RDP, etc. - Evaluar la resistencia de contraseñas. - Realizar pruebas de seguridad de autenticación.
Funcionamiento	Envía paquetes de solicitud a dispositivos y analiza respuestas para identificar puertos y servicios.	Intenta iniciar sesión en un servicio con combinaciones de nombres de usuario y contraseñas del diccionario.
Ética	Herramienta de seguridad utilizada para identificar vulnerabilidades y mejorar la seguridad.	Herramienta de pruebas de seguridad. Debe usarse con permisos y en entornos controlados.
Ejemplo	<code>nmap -p 1-1000 192.168.1.1</code> (escanear puertos en el dispositivo 192.168.1.1)	<code>hydra -l usuario -P diccionario.txt ssh://192.168.1.2</code> (intentar iniciar sesión por SSH en 192.168.1.2 con nombre de usuario y diccionario de contraseñas)

Elaborado por: El investigador.

En el primer paso de la investigación, se realizó una evaluación de la red a la que estaba conectada la SP (Supervisory Panel) utilizando la dirección IP 192.168.1.7. y 34.176.179.70 para llevar a cabo esta evaluación, se utilizó el comando "nmap", una herramienta que permite analizar la disponibilidad y el estado de los puertos en un sistema o dispositivo. Los resultados de este análisis se presentan en la siguiente figura, que muestra una lista detallada de los puertos habilitados y su estado (abiertos o cerrados), así como los protocolos utilizados en cada uno de ellos.

Estos datos obtenidos durante la evaluación inicial proporcionaron información valiosa sobre la configuración de la red y su potencial vulnerabilidad. Esta

información fue esencial para la etapa de identificación de posibles amenazas y la implementación de medidas de seguridad adecuadas.

```
(kali㉿kali)-[~]
└─$ nmap 192.168.1.7
Starting Nmap 7.94 ( https://nmap.org ) at 2023-08-27 21:15 EDT
Note: Host seems down. If it is really up, but blocking our ping probes, try
-Pn
Nmap done: 1 IP address (0 hosts up) scanned in 3.06 seconds

(kali㉿kali)-[~]
└─$ nmap 34.176.179.70
Starting Nmap 7.94 ( https://nmap.org ) at 2023-08-27 21:16 EDT
Stats: 0:00:36 elapsed; 0 hosts completed (1 up), 1 undergoing Connect Scan
Connect Scan Timing: About 98.35% done; ETC: 21:17 (0:00:01 remaining)
Nmap scan report for 70.179.176.34.bc.googleusercontent.com (34.176.179.70)
Host is up (0.21s latency).
Not shown: 997 filtered tcp ports (no-response)
PORT      STATE SERVICE
22/tcp    open  ssh
80/tcp    open  http
3306/tcp   open  mysql

Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 38.88 seconds
```

Figura 90. Prueba Nmap.

Elaborado por: El investigador.

Como consecuencia de los ataques realizados durante la investigación, se pudo observar que en la red principal no se identificaron puertos abiertos. Sin embargo, en lo que respecta a la red donde se encuentra ubicado el servidor con la dirección IP 34.176.179.70, se detectaron puertos abiertos específicamente en los números 22, 80 y 3306. Cada uno de estos puertos corresponde a un servicio diferente, a saber, el puerto 22 para la conexión SSH, el puerto 80 para la transferencia de datos HTTP y el puerto 3306 para el servicio de MySQL.

Estos resultados revelaron la presencia de puertos abiertos en el servidor y los servicios asociados a ellos. Estos hallazgos fueron fundamentales para la identificación de posibles vulnerabilidades en el servidor, lo que permitió tomar medidas proactivas para fortalecer la seguridad y mitigar los riesgos identificados durante el proceso de investigación.

Posterior a la identificación de los puertos abiertos y la determinación de los protocolos utilizados en la dirección IP 37.176.179.70, se procedió a realizar un ataque utilizando la herramienta Hydra con un diccionario específico. Para llevar a

cabo este proceso, se emplearon las siguientes sentencias en el entorno Linux, aprovechando las capacidades de Hydra. En este caso, se planeó realizar ataques dirigidos a los servicios MySQL y SSH.

El enfoque consistió en utilizar Hydra para realizar intentos de inicio de sesión automatizados mediante fuerza bruta o diccionario, con el objetivo de verificar la resistencia de las contraseñas y la autenticación en los servicios mencionados. La línea de comando específica para llevar a cabo estas pruebas se implementó con el propósito de evaluar la seguridad de los servicios y detectar posibles debilidades en el sistema.

- Hydra 37.176.179.70 mysql -l root -P worlist -s 3306
- Hydra 37.176.179.70 ssh -L root -P rockyou.txt -s 22

Teniendo en cuenta varios aspectos clave en la evaluación de la seguridad informática, se aplicaron ciertas premisas. En particular, se consideraron dos situaciones: cuando se conoce el nombre de usuario (menos "l") y cuando no se conoce la contraseña (en mayúscula "P"). Para abordar este desafío, se utilizó una herramienta de ataque de diccionario, en este caso, se hizo uso de diccionarios predefinidos, como el de WordPress, que están incorporados directamente en el entorno de Kali Linux. Estos diccionarios contienen una compilación de contraseñas utilizadas a lo largo de los años en pruebas de pentesting y evaluaciones de seguridad.

Siguiendo estas premisas, se procedió a la búsqueda de contraseñas de usuarios a través de los puertos de la red. Los resultados de estos esfuerzos se detallan en las figuras correspondientes. Este enfoque se llevó a cabo para evaluar la robustez de las contraseñas utilizadas y determinar si era posible acceder a las cuentas a través de ataques de fuerza bruta o diccionario.

```
kali@kali: ~ ×   kali@kali: /usr/share/wordlists ×
(kali@kali)-[~]
└─$ hydra 37.176.179.70 mysql -l root -P wordlist -s 3306
Hydra v9.5 (c) 2023 by van Hauser/THC & David Maciejak - Please do not use in
military or secret service organizations, or for illegal purposes (this is n
on-binding, these ** ignore laws and ethics anyway).

Hydra (https://github.com/vanhauser-thc/thc-hydra) starting at 2023-08-27 22:
02:54
[INFO] Reduced number of tasks to 4 (mysql does not like many parallel connec
tions)
[ERROR] File for passwords not found: wordlist

(kali@kali)-[~]
└─$ hydra 37.176.179.70 http -l root -P wordlist -s 80
Hydra v9.5 (c) 2023 by van Hauser/THC & David Maciejak - Please do not use in
military or secret service organizations, or for illegal purposes (this is n
on-binding, these ** ignore laws and ethics anyway).

Hydra (https://github.com/vanhauser-thc/thc-hydra) starting at 2023-08-27 22:
03:10
[ERROR] There is no service "http", most likely you mean one of the many web
modules, e.g. http-get or http-form-post. Read it up!
```

Figura 91. Prueba Hydra mysql.

Elaborado por: El investigador.

```
kali@kali: ~ ×   kali@kali: /usr/share/wordlists ×
└─$ hydra 37.176.179.70 ssh -L -P rockyou.txt -s 22
Hydra v9.5 (c) 2023 by van Hauser/THC & David Maciejak - Please do not use in
military or secret service organizations, or for illegal purposes (this is n
on-binding, these ** ignore laws and ethics anyway).

Hydra (https://github.com/vanhauser-thc/thc-hydra) starting at 2023-08-27 21:
35:32
[WARNING] Many SSH configurations limit the number of parallel tasks, it is r
ecommended to reduce the tasks: use -t 4
[ERROR] I need at least the -e, -p, -P or -x option to have some passwords!

(kali@kali)-[~]
└─$ hydra 37.176.179.70 ssh -l root -P rockyou.txt -s 22
Hydra v9.5 (c) 2023 by van Hauser/THC & David Maciejak - Please do not use in
military or secret service organizations, or for illegal purposes (this is n
on-binding, these ** ignore laws and ethics anyway).

Hydra (https://github.com/vanhauser-thc/thc-hydra) starting at 2023-08-27 21:
35:57
[WARNING] Many SSH configurations limit the number of parallel tasks, it is r
ecommended to reduce the tasks: use -t 4
[ERROR] File for passwords not found: rockyou.txt
```

Figura 92. Prueba Hydra ssh.

Elaborado por: El investigador.

En ambas pruebas realizadas, se pudo constatar que no se encontraron contraseñas válidas para ninguno de los puertos evaluados, específicamente en el puerto 22 correspondiente a la conexión SSH y en el puerto 3306 utilizado para la conexión a la base de datos MySQL. Estos resultados reflejan un nivel de seguridad efectivo en

lo que respecta al servidor evaluado, ya que no se lograron filtrar contraseñas ni para el acceso a la base de datos ni para la conexión a través del protocolo SSH.

Además, dado que los puertos estaban abiertos, se procedió a realizar pruebas de acceso al servidor y a la base de datos MySQL utilizando comandos específicos, como "ssh" y "mysql", seguidos de la dirección IP del servidor en la nube. En las imágenes correspondientes a estas pruebas, se observa que la seguridad se aplica de manera consistente tanto para el protocolo del puerto 22 (SSH) como para el acceso a la base de datos MySQL. En consecuencia, no se logró establecer una conexión exitosa, lo que confirma la efectividad de las medidas de seguridad implementadas en el servidor, tal como se puede apreciar en las figuras adjuntas.

```
dirb      fern-wifi      metasploit  sqlmap.txt
dirbuster john.lst      nmap.lst    wfuzz

(kali@kali)-[~/usr/share/wordlists]
└─$ ssh 34.176.179.70
The authenticity of host '34.176.179.70 (34.176.179.70)' can't be established.
ED25519 key fingerprint is SHA256:czP2DTAZ1YirS26J8wLPnYz9VyBFD4p60f2JDQ6Ro2I.
This key is not known by any other names.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? y
Please type 'yes', 'no' or the fingerprint:
Host key verification failed.
```

Figura 93. Comprobación de Seguridad ssh.

Elaborado por: El investigador.

```
(kali@kali)-[~]
└─$ mysql 37.176.179.70
ERROR 2002 (HY000): Can't connect to local server through socket '/run/mysqld
/mysqld.sock' (2)
```

Figura 94. comprobación de Seguridad mysql.

Elaborado por: El investigador.

3.2.14.3. Unidad de Monitorización

Las lecturas de los sensores se exhiben en el módulo LCD. Debido a la limitación del tamaño de la pantalla, se han integrado botones para permitir la navegación entre los diferentes valores medidos. Estos botones posibilitan desplazarse hacia adelante y

hacia atrás para revisar cada una de las mediciones realizadas por los sensores. En la Figura 95 se muestra el funcionamiento del panel de visualización.



Figura 95. Panel de Visualización de los Datos de los Sensores.

Elaborado por: El investigador.

En la Tabla 71 y la Figura 96 se presentan los datos recolectados a lo largo del día 12 de junio, obtenidos en tiempo real. Estos datos son utilizados como muestra para verificar el estado de los parámetros en relación con los rangos previamente establecidos. La recolección continua de datos permite monitorear y asegurar que los valores se mantengan dentro de los límites definidos anteriormente.

VALORES SENSORES									
Temp (°C)	Hum (%)	Ilu (lux)	Tur (NTU)	NH3 (ppm)	Nivel Agua (cm)	Distancia Techo (cm)	Nivel de Vitamina (cm)	Nivel Balanceado (cm)	Nivel de Engorde (cm)
22.20	53.90	0.00	167.73	-6.32	29.00	134.39	13.74	30.44	29.81
22.20	53.90	0.00	175.69	-6.71	29.00	134.23	13.72	29.55	29.81
22.20	53.90	0.00	251.86	-6.52	29.00	134.27	13.72	30.34	29.81
22.20	54.00	0.00	251.36	-6.42	29.00	134.25	13.72	29.55	29.81
22.20	54.10	0.00	111.65	-6.62	29.00	133.34	13.72	29.55	29.81
22.20	54.10	0.00	100	-6.42	29.00	133.48	13.74	29.46	29.81

Figura 96. Tabla de valores recopilados por los Sensores

Elaborado por: El investigador.

Tabla 71. Tabla de Valores Recopilados por los Sensores en tiempo real.

Hora	22:20	22:20	22:20	22:21	22:20	22:20	22:20
Tiempo (°C)	21,06	21,54	20,52	20,28	20,9	18,67	19,93
Humedad (%)	77,15	69,25	78,15	77,48	69,29	68,98	70,25
Lum(Lux)	791,62	791,13	795,88	785,94	789,88	780,42	780,08
Tur (NTU)	3,44	4,35	4,38	2,68	2,18	2,98	3,89
NH3 (ppm)	45,49	39,58	49,8	54,3	48,45	42,48	48,9
Nivel Agua (cm)	24,54	23,2	23,2	23,2	21,12	21,12	21,12
Peso (g)	888,78	897,37	891,55	887,87	880,22	878,96	885,39
Nivel de Vitamina (cm)	35,8	35,8	35,8	34,25	34,25	34,25	34,25
Nivel Balanceado (cm)	23,66	21,22	21,22	21,22	20,1	20,1	20,1
Nivel Engorde (cm)	34,9	34,8	34,8	34,8	33,98	33,98	33,70

Elaborado por: El investigador.

Los datos enviados son recibidos y transferidos directamente al dashboard, donde se presentan en forma de gráficos para facilitar su comprensión por parte del usuario. Esta representación gráfica permite al usuario mantenerse informado sobre cada uno de los datos y sus respectivos valores de una manera más comprensible y visual.

La Figura 97 ilustra los datos transmitidos por los sensores y posteriormente captados para su visualización por parte del usuario.

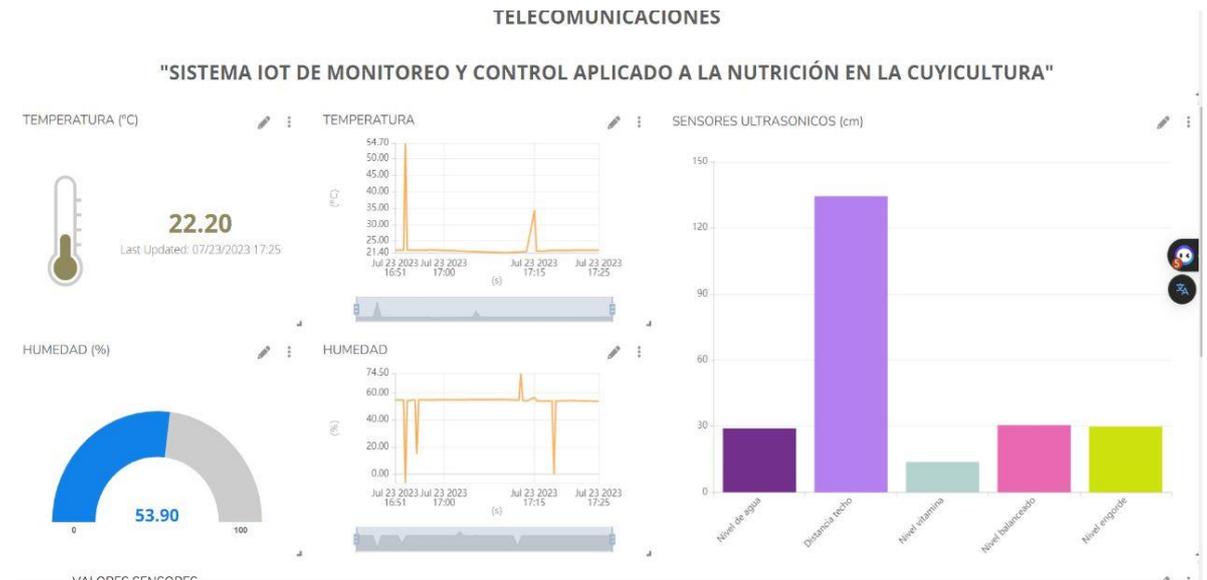


Figura 97. Presentación del Dashboard recopilando datos.

Elaborado por: El investigador.

Todos los datos son almacenados en la base de datos de Ubidots, permitiendo su exportación, como se puede apreciar en la Figura 98.



Figura 98. Exportar los Datos de Ubidots.

Elaborado por: El investigador.

Los datos son exportados al correo electrónico del usuario registrado, donde llegan y están disponibles para su descarga. Es por esta razón que el registro del usuario es

importante, ya que permite que aquellos que han iniciado sesión reciban informes, notificaciones y tengan acceso a la descarga de los datos como se muestra en la Figura 99.

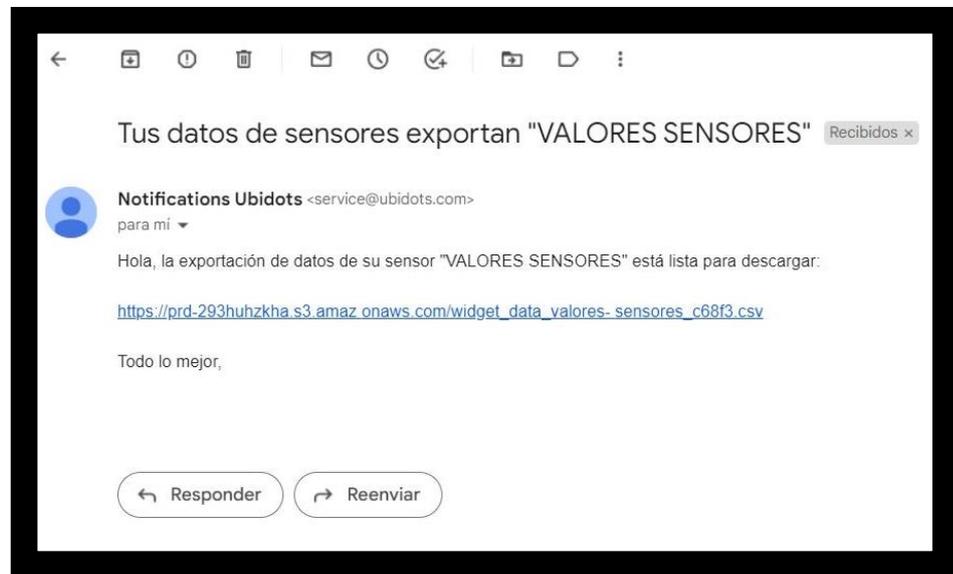


Figura 99. Notificación de los datos recibidos al correo electrónico.

Elaborado por: El investigador.

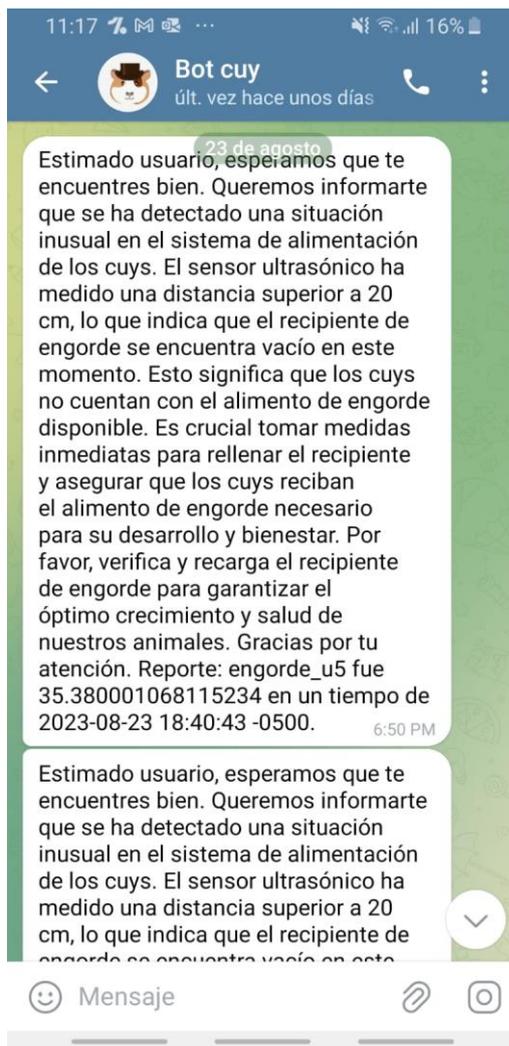


Figura 100. Notificación del bot de telegram.

Elaborado por: El investigador.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Tiempo (°C)	Humedad (%)	Lum(Lux)	Tur (NTU)	NH3 (ppm)	Nivel Agua (cm)	Peso (g)	Nivel de Vitamina (cm)	Nivel Balanceado (cm)	Nivel Engorde (cm)
2	16,31	39	481,15	4	65,45	3,37	892,78	3,29	27,13	30,8
3	21,43	10	693,48	8	33,84	20,79	891,37	0,55	20,6	33,64
4	17,92	25	326,84	5	43,37	10,02	891,55	38,84	3,46	38,31
5	21,67	27	429,09	1	64,57	14,64	890,87	29,78	22,99	38
6	19,66	37	620,48	2	31,16	19,01	892,22	27,51	23,65	39,56
7	14,65	46	267,77	4	31,81	15,41	892,96	36,59	8,33	3,34
8	19,61	69	568,22	4	69,81	18,18	890,39	30,49	10,18	33,95
9	15,3	26	202,85	3	66,74	31	892,35	13,93	3,82	33,28
10	20,89	22	68,32	1	53,18	24,05	892,36	20,42	6,01	2,6
11	14,92	76	42,26	3	57,85	5,4	890,2	11,31	34,82	6,71
12	17,05	78	315,7	2	57,77	28,22	891,88	35,96	2,26	17,62
13	16,93	61	583,67	3	54,85	13,91	892,15	3,15	25,67	4,59
14	16,91	67	180,27	3	59,58	16,45	892,33	38,93	21,84	29,05
15	10,27	11	671,68	2	40,38	3,9	892,4	14,21	37,79	31,95
16	21,87	80	406,63	1	32,82	33,06	892,12	27,62	16,66	25,53
17	15,46	64	328,27	2	34,43	37,1	891,43	32,61	30,42	11
18	21,54	38	733,8	6	46,84	12,5	890,08	10,37	29,07	23,93
19	12,69	21	753,85	3	65,01	32,48	61,49	7,02	9,36	38,75
20	20,94	18	34,48	6	52,64	21,77	131	23,03	0,28	10,09
21	10,12	22	298,08	2	29,13	17,29	10,55	14,65	8,61	32,81
22	20,64	46	593,55	6	36,53	4,14	78,51	19,4	13,05	37,3
23	17,15	35	542,98	4	32,8	23,67	64,06	27,29	13,06	28,22
24	13,56	11	408,23	3	69,32	36,25	25,64	15,02	25,34	39
25	20,02	72	623,31	6	57,39	5,29	81,83	5,88	16,22	9,18
26	10,96	31	707,15	5	42,2	36,92	41,46	38,68	37,87	3,51
27	16,77	42	541,35	5	38,21	13,5	36,65	31,29	16,96	6,17
28	12,26	68	616,65	1	46,27	39,15	72,89	8,88	35,54	35,85
29	18,84	51	64,51	7	53,18	6,87	2,4	28,54	4,04	8,27

Figura 101. Recopilación de datos Exportados por Ubidots.

Elaborado por: El investigador.

3.2.14.4. Generación de Reportes de Operatividad

Para generar los reportes de operatividad, se obtienen los datos del dashboard y se ordenan mediante programación para crear un archivo PDF que contenga los últimos 5 valores recibidos por la plataforma. El proceso inicia en la pantalla principal del dashboard, una vez iniciada la sesión, y se accede al botón de "Generar reportes". Tras unos segundos, el reporte es enviado al correo electrónico del usuario con la información solicitada como se muestra en la Figura 81.



Figura 102. Interfaz de inicio

Elaborado por: El investigador.

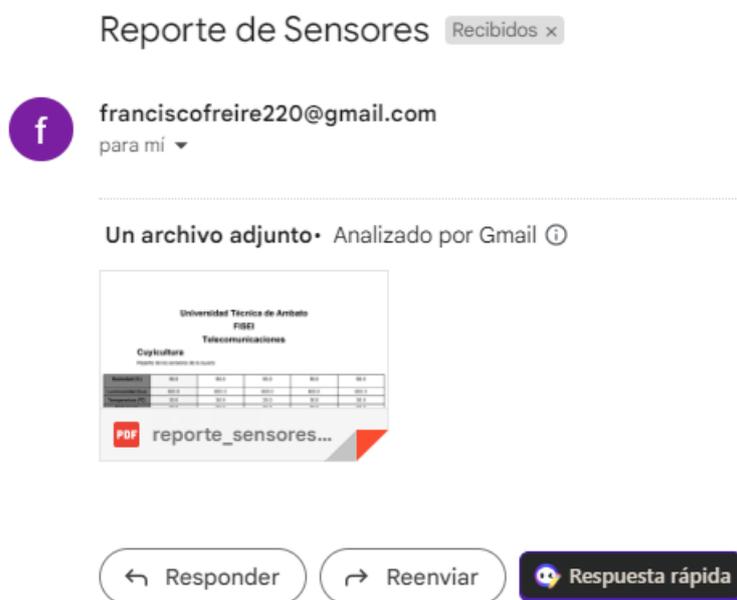


Figura 103. Reportes de Operaciones recibido al correo electrónico

Elaborado por: El investigador.

En el correo electrónico de la empresa, los usuarios pueden revisar los datos enviados y verificar el estado de los reportes de los sensores, tal como se muestra en la Figura 83 proporcionada.

Universidad Técnica de Ambato
 FISEI
 Telecomunicaciones
Cuyicultura
 Reporte de los sensores de la cuvera

Sensores	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5
Humedad (%)	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Luminosidad (lux)	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0
Temperatura (°C)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
NH3 (ppm)	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Turbidez (NTU)	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
Nivel de agua (cm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso (g)	715.0	715.0	710.0	701.0	714.0
Nivel vitamina (cm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Balanceado (cm)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Engorde (cm)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0


 Página 1 de 2

Figura 104. Visualización del Reporte de los Sensores.

Elaborado por: El investigador.

3.2.14.5. Comparación de los métodos

Para verificar el desarrollo de los cuyes se realizó dos pruebas diferentes con diferentes cuyes de la raza Mantaro y se evidencia en las siguientes pruebas:

Prueba (1) de nutrición en la cuyicultura

En base a la bitácora de control de nutrición elaborada de manera manual donde se registra la dosis suministrada y sobrante de cada elemento.

Habiendo suministrado las siguientes cantidades de manera diaria:

- Forraje Verde 200 gr
- Agua 90 ml
- Balanceado 15 gr
- Engorde 15 gr

Esperando su consumo en totalidad se determina de manera manual una medición para estimar la eficiencia del modelo de nutrición obteniendo el siguiente consumo porcentual mostrado en la Tabla

Tabla 72. Eficiencia del modelo de nutrición

	Consumo Forraje Verde (g)	Sobrante de la Dosis (g)	Consumo Agua (ml)	Sobrante de la Dosis (ml)	Consumo Balanceado (g)	Sobrante de la Dosis (g)	Consumo Engorde (g)	Sobrante de la Dosis (g)
%	84,80	15,20	66,85	33,15	76,75	23,25	74,16	25,84

Elaborado por: El investigador.

Obteniendo un consumo superior al 70% dentro de todos los parámetros a excepción del consumo de agua con compuestos vitamínicos podemos evidenciar la siguiente ganancia de peso en un lapso de 8 semanas como lo muestra la Tabla.

Tabla 73. Ganancia de peso en semanas.

Intervalo	Peso (g)	Ganancia (g)
Inicial	592	
Semana 1	682	90
Semana 2	772	90
Semana 3	867	95
Semana 4	956	89
Semana 5	1043	87
Semana 6	1134	91
Semana 7	1228	94
Semana 8	1314	86

Elaborado por: El investigador.

Para determinar la eficiencia se debe comparar con el método de crianza tradicional basado en la nutrición a base de forraje verde sin incluir complementos vitamínicos ni alimentación seca sea balanceado o engorde.

La Tabla evidencia el progreso en la ganancia de peso contrastando ambos métodos denotando que en el método tradicional la relación de ganancia de peso y coste de producción es directamente proporcional razón por la cual se tarda 2 semanas más en ganar un peso similar al método propuesto.

Tabla 74. Comparación de ganancia de peso con el método tradicional.

Intervalo	Método Tradicional		Método Propuesto	
	Peso (g)	Ganancia (g)	Peso (g)	Ganancia (g)
Inicial	591		592	
Semana 1	669	78	682	90
Semana 2	752	83	772	90
Semana 3	833	81	867	95
Semana 4	911	78	956	89
Semana 5	963	52	1043	87
Semana 6	1010	47	1134	91
Semana 7	1054	44	1228	94
Semana 8	1095	41	1314	86
Semana 9	1165	70		
Semana 10	1207	42		

Elaborado por: El investigador.

La Tabla refleja el consumo de forraje verde, balanceado, engorde y el compuesto vitamínico:

Tabla 75. Consumo de alimento y suplementos.

	Consumo Forraje Verde (g)	Consumo Agua (ml)	Consumo Balanceado (g)	Consumo Engorde (g)
Semana 1	1195,49	432,91	79,99	78,99
Semana 2	1171,5	421,34	80,9	77,8
Semana 3	1207,99	441,59	79,94	76,13
Semana 4	1187,23	424,69	81,09	77,29
Semana 5	1200,52	399,54	80,84	79,98
Semana 6	1182,86	409,11	80,39	77,95
Semana 7	1195,82	426,76	81,04	77,98
Semana 8	1156,69	413,28	80,51	76,85
Total	9498,1	3369,22	644,7	622,97

Elaborado por: El investigador.

Mientras en el método tradicional la alimentación reflejada en la Tabla se basa únicamente de forraje verde en su mayoría añadiendo en alternancia balanceado o engorde en base a necesidad; dosificando también 10 ml de compuesto vitamínico por día.

Tabla 76. Consumo en el método tradicional.

	Consumo Forraje Verde (g)	Consumo Agua (ml)	Consumo Balanceado (g)
Semana 1	2100	120	30
Semana 2	2100	120	30
Semana 3	2100	120	30
Semana 4	2100	120	30
Semana 5	2100	120	30
Semana 6	2100	120	30
Semana 7	2100	120	30
Semana 8	2100	120	30
Semana 9	2100	120	30
Semana 10	2100	120	30
Total	21000	1200	300

Elaborado por: El investigador.

Para considerar el coste de producción de cuyes de pesos similares se tiene la siguiente inversión

Tabla 77. Coste de producción

Elemento	Costo Unitario	Unidad	Método Propuesto		Método Tradicional	
			Cantidad	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)
Forraje	0,00004	g	9498,10	0,38	21000,00	0,84
Agua	0,036	l	3369,22	0,12	1200,00	0,04
Balanceado	0,00063	g	644,70	0,41	300,00	0,19
Engorde	0,00088	g	622,97	0,55	300,00	0,26
TOTAL				1,46		1,34

Elaborado por: El investigador.

Obteniendo como contraste el tiempo de producción de 2 semanas se tiene la ganancia:

Tabla 78. Ganancia en la producción.

Parámetro	Método Propuesto	Método Tradicional
Peso (g)	1314	1207
Costo de producción (\$)	1,46	1,34
Precio de venta (\$)	8,21	7,54
Ganancia (\$)	6,75	6,20

Elaborado por: El investigador.

Obteniendo como ganancia en el método propuesto de 0,55 ctvs. extra por cada cuy vendido además del tiempo reducido en su producción logran producir 1,25 cuyes en el mismo tiempo que el método tradicional.

Prueba (2) de nutrición en la cuyicultura

Es fundamental destacar que los parámetros ambientales experimentan variaciones significativas a medida que aumenta el número de roedores en el hábitat. Estos cambios afectan diversas condiciones, como la disponibilidad de alimento, el suministro de agua, la administración de vitaminas y el acceso al forraje verde. Además, se debe tener en cuenta que el entorno en el que se encuentran los cuyes también experimenta modificaciones.

Para evaluar y comprender mejor estos cambios, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los sensores en dos días distintos. Esta evaluación se realizó con el propósito de determinar cómo funcionan los sensores y cómo varían los parámetros en relación con el número de cuyes presentes en el hábitat, así como en función de la diferencia entre los dos días. Los resultados de este análisis se resumieron en un promedio relevante que se presenta en un anexo adjunto, que contiene todos los datos recopilados.

Parámetros de los Sensores

En el marco de esta investigación, se llevó a cabo un análisis exhaustivo que incluyó el estudio publicado en una revista científica de veterinaria. Este estudio proporcionó información valiosa sobre las condiciones óptimas para el crecimiento de los cuyes, y sus hallazgos revelaron una correlación significativa entre la calidad del entorno de crianza y la disminución de las tasas de incidencia de diversas problemáticas, tal como se presenta en la tabla que se detalla a continuación.

El presente análisis resalta la importancia fundamental de mantener condiciones de crianza óptimas tanto en lo que respecta a la salud de los animales como a su longevidad. Se ha comprobado que estas condiciones influyen de manera directa en la reducción de enfermedades respiratorias, enfermedades relacionadas con la alimentación y, en última instancia, en el incremento de la esperanza de vida de los cuyes. Los siguientes parámetros proporcionan una visión detallada de estos resultados, resumidos en términos porcentuales, ilustrando de manera clara el impacto positivo que conlleva la implementación de un ambiente adecuado para la crianza de estos animales, como se muestra en la tabla adjunta:

Tabla 79. Recopilación de Datos de Sensores (A)

Dia	DIA 1 (%)	DIA 2 (%)	DIA 3 (%)	DIA 4 (%)	DIA 5 (%)	DIA 6 (%)	DIA 7 (%)	DIA 8 (%)	DIA 9 (%)
Tiempo (°C)	18,06	18,54	18,52	18,28	17,9	17,67	18,67	17,93	17,93
Humedad (%)	27,15	26,25	28,15	25,48	29,29	30,84	31,98	33,25	31,25
Lum(Lux)	791,62	791,13	795,88	785,94	789,88	780,11	780,79	780,08	780,53
Tur (NTU)	3,44	4,35	4,38	2,68	2,18	2,98	2,98	3,89	3,89
NH3 (ppm)	65,49	69,58	69,8	64,3	68,45	62,48	62,48	68,9	68,9
Nivel Agua (cm)	10,54	13,2	11,4	13,2	11,12	10,11	11,46	8,12	10,13
Nivel de Vitamina (cm)	5,8	5,9	6,8	6,25	5,25	5,62	6,14	6,7	6,25
Nivel Balanceado (cm)	8,66	8,22	8,14	8,29	7,1	7,67	8,67	9,1	7,9
Nivel Engorde (cm)	9,23	8,26	8,8	8,24	8,98	7,98	8,08	8,40	7,70

Elaborado por: El investigador.

La tabla 79, abarcando desde el primer día hasta el noveno, correspondiendo al período a partir del 14 de agosto, fecha en que se inició la recopilación de datos de los sensores, presenta de manera evidente los porcentajes correspondientes a cada uno de ellos. Es importante destacar que en lo que respecta a los parámetros

ambientales, se calculó un promedio que se mantuvo constante a lo largo del período de estudio. Esto se debe a un aumento en la población de cuyes, lo que resulta en notables cambios, como se puede observar tanto en la tabla 79 como en la tabla 80.

En particular, se nota que el tiempo, la humedad, la turbidez y el amoníaco del aire muestran valores promedio significativamente más elevados que los datos previamente establecidos en los métodos basados en la Internet de las Cosas (IoT). Estos hallazgos reflejan un impacto sustancial de la creciente población de cuyes en los parámetros ambientales monitorizados, lo que subraya la necesidad de una gestión cuidadosa y adaptativa en entornos donde estas condiciones son variables. La tabla 80 proporciona un análisis más detallado de estos cambios y sus implicaciones en el contexto de este estudio.

Tabla 80. Recopilación de Sensores (B).

Día	DÍA 10%	DÍA 11 %	DÍA 123 %	DÍA 13 %	DÍA 14 %	DÍA 15 %	DÍA 16 %	DÍA 17 %	DÍA 18 %
Tiempo (°C)	17,65	17,59	17,65	17,08	18,01	17,08	17,53	18,01	16,99
Humedad (%)	26,44	25,57	27,68	25,87	26,92	29,40	28,51	27,52	28,1
Lum(Lux)	785,62	787,79	785,69	783,14	782,72	788,18	783,63	781,08	785,83
Tur (NTU)	4,28	3,89	4,17	3,79	3,25	4,02	3,91	4,01	3,93
NH3 (ppm)	59,49	59,24	59,60	61,68	58,17	59,87	62,67	60,42	58,95
Nivel Agua (cm)	15,65	12,32	13,61	14,85	13,39	14,83	12,76	15,68	13,35
Nivel de Vitamina (cm)	6,8	6,2	4,8	5,28	5,14	6,28	6,58	5,77	7,09
Nivel Balanceado (cm)	7,46	7,87	7,62	8,27	6,93	7,54	8,21	8,16	8,27
Nivel Engorde (cm)	8,99	7,44	9,1	7,94	9,14	8,16	7,85	7,92	8,02

Elaborado por: El investigador.

Después de un análisis exhaustivo de los datos recopilados, se pudo determinar que, a medida que aumentaba el número de cuyes en el hábitat, ciertos parámetros mostraban tendencias notables. En primer lugar, se observó que la temperatura se mantuvo constante en un promedio de 17°C. Este valor constante se relacionó directamente con la necesidad de mantener la puerta del hábitat abierta para facilitar la ventilación. Este hecho se convirtió en un elemento clave para mantener estable el

nivel de amoníaco, que fue el parámetro más destacado en términos de su persistencia en el entorno, manteniéndose en alrededor de 50 ppm.

En cuanto al suministro de alimentos, se realizó un análisis minucioso de los sensores, considerando la cantidad restante al final del día. Como era de esperar, se observó una relación directa entre el aumento en la población de cuyes y la necesidad de alimento. Los resultados revelaron un excedente de alrededor del 7 por ciento en cuanto al alimento balanceado, un 5.82% en relación con la vitamina, y un 10.54% en el suministro de agua. Además, en lo que respecta al engorde de los cuyes, se registró un porcentaje de contracción del 8.75%.

Estos hallazgos indican claramente que a medida que aumenta la población de cuyes, se incrementa la demanda de productos, lo que sugiere la necesidad de un estudio más detallado sobre los costos y el precio de los suministros, en respuesta al crecimiento del número de animales en el hábitat.

Nutrición

Para considerar el modelo de crianza en circunstancias reales se propone a una camada de 5 cuyes, buscando compararlo en el mismo intervalo de tiempo tratando de determinar el nivel de efectividad del modelo y la eficiencia de materiales en cada caso.

Experimentando en el intervalo de pruebas entre el 1 de junio y el 23 de julio de 2023 estableciendo los siguientes resultados.

Método tradicional

Tabla 81. Ganancia de Peso en el método tradicional.

Intervalo	Método Tradicional									
	Peso 1 (g)	Ganancia 1 (g)	Peso 2 (g)	Ganancia 2 (g)	Peso 3 (g)	Ganancia 3 (g)	Peso 4 (g)	Ganancia 4 (g)	Peso 5 (g)	Ganancia 5 (g)
Inicial	603		664		639		584		506	
Semana 1	640	37	709	45	673	34	624	40	571	65
Semana 2	676	36	772	63	720	47	694	70	625	54
Semana 3	738	62	828	56	782	62	752	58	668	43
Semana 4	771	33	882	54	833	51	811	59	717	49
Semana 5	810	39	916	34	885	52	872	61	783	66
Semana 6	848	38	973	57	932	47	913	41	855	72
Semana 7	887	39	1044	71	993	61	969	56	897	42
Semana 8	930	43	1101	57	1040	47	1034	65	958	61
Semana 9	983	53	1143	42	1097	57	1067	33	996	38
Semana 10	1043	60	1186	43	1135	38	1107	40	1041	45

Elaborado por: El investigador.

Método Propuesto

Tabla 82. Ganancia de peso en el método propuesto.

Intervalo	Método IOT									
	Peso 1 (g)	Ganancia 1 (g)	Peso 2 (g)	Ganancia 2 (g)	Peso 3 (g)	Ganancia 3 (g)	Peso 4 (g)	Ganancia 4 (g)	Peso 5 (g)	Ganancia 5 (g)
Inicial	604		662		636		580		503	
Semana 1	684	80	747	85	716	80	665	85	590	87
Semana 2	768	84	828	81	801	85	750	85	676	86
Semana 3	848	80	913	85	888	87	833	83	765	89
Semana 4	931	83	994	81	969	81	913	80	852	87
Semana 5	1013	82	1078	84	1060	91	994	81	941	89
Semana 6	1099	86	1163	85	1140	80	1079	85	1025	84
Semana 7	1180	81	1245	82	1224	84	1164	85	1109	84
Semana 8	1260	80	1328	83	1310	86	1246	82	1193	84

Elaborado por: El investigador.

Definiendo las mismas dosis de forraje verde, balanceado engorde y compuesto vitamínico propuesto para un individuo; obteniendo los siguientes consumos.

Tabla 83. Consumo por animal.

			Método Propuesto		Método tradicional	
Elemento	Costo unitario (\$)	Unidad	Cantidad	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)
Forraje	0,00004	g	47490,50	1,90	105000,00	4,20
Agua	0,036	l	16846,10	0,61	6000,00	0,22
Balanceado	0,00063	g	3223,50	2,03	1500,00	0,95
Engorde	0,00088	g	3114,85	2,74	1500,00	1,32
TOTAL				7,28		6,68

Elaborado por: El investigador.

Considerando solamente 5 individuos se debe contemplar que no cada uno de ellos va a desarrollarse a cabalidad con el modelo por lo cual se debe definir un máximo y mínimo de desarrollo en base al modelo estudiado en un individuo; obteniendo como máximo en el método tradicional en 10 semanas de 1207 g y en el método propuesto en 8 semanas de 1314.

Contemplando dichos datos se puede extrapolar el cumplimiento del modelo en cada uno de los individuos estudiados obteniendo

Tabla 84. Déficit de peso de los métodos.

Método tradicional			Método propuesto		
Peso Obtenido(g)	Déficit de peso(g)	Cumplimiento(g)	Peso Obtenido(g)	Déficit de peso(g)	Cumplimiento(g)
1147	60	87,29	1284	30	97,72
1181	26	89,88	1327	-13	100,99
1184	23	90,11	1315	-1	100,08
1093	114	83,18	1237	77	94,14
996	211	75,80	1196	118	91,02

Elaborado por: El investigador.

Al contemplar una población de cuyes el método contempla un nivel de error ya que no todos los individuos pueden desarrollarse en base al método establecido,

considerando tiempos de crecimiento superiores a los contemplados; sin embargo generando un ahorro en base al método tradicional ya que aun así se reduce el tiempo de producción y consumo de insumos en la etapa de crianza de cuyes.

Tabla 85. Ahorro en la producción.

			Método Propuesto		Método tradicional	
Elemento	Costo unitario (\$)	Unidad	Cantidad	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)
Forraje	0,00004	g	47490,50	1,90	105000,00	4,20
Agua	0,036	l	16846,10	0,61	6000,00	0,22
Balanceado	0,00063	g	3223,50	2,03	1500,00	0,95
Engorde	0,00088	g	3114,85	2,74	1500,00	1,32
COSTOS DE PRODUCCION				7,28		6,68
VENTA				41,05		37,70
GANACIA				33,77		31,02

Elaborado por: El investigador.

Al generar una ganancia de 33 USD por cada 10 semanas de producción, destinando el 25% del valor a el costo de implementación del prototipo es de 40 meses sin embargo en base a la cantidad de compuesto vitamínico que puede suministrar a diario es de 80 litros lo suficiente para abastecer a 1777 cuyes implementando solamente el 10% de dicha producción tendremos.

Tabla 86. Implementación del 10%

			Método Propuesto		Método tradicional	
Elemento	Costo unitario	Unidad	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Forraje	0,00004	g	1681163,70	67,25	3717000,00	148,68
Agua	0,036	l	596351,94	21,47	212400,00	7,65
Balanceado	0,00063	g	114111,90	71,89	53100,00	33,45
Engorde	0,00088	g	110265,69	97,03	53100,00	46,73
COSTOS DE PRODUCCION				257,64		236,51
VENTA				1453,17		1334,58
GANACIA				1195,53		1098,07

Elaborado por: El investigador.

Logrando obtener en un solo mes el necesario para la implementación de 3 prototipos necesarios para no saturar al prototipo en niveles de operación.

3.3. Presupuesto

En cuanto el presupuesto utilizado para desarrollar la aplicación Web, se empleó software libre y gratuito como lo son:

- Python 3.10
- HML, CSS, FLASK
- Base de datos MySQL
- Servidor Google Cloud con 3 meses gratuitos

Por otra parte, el precio de mano de obra se basa de acuerdo con el sueldo básico de un ingeniero en Telecomunicación es de \$700.00 según la Ley Orgánica de transferencia y acceso a la información en su artículo 7 para encontrar la remuneración por hora se debe considerar los 22 días laborables del mes a 8 horas de trabajo.

$$Remuneración_{diaria} = \frac{Remuneración_{mensual}}{Días\ laborales} = \frac{\$700}{22} = \$31.82$$

$$Remuneración_{hora} = \frac{Remuneración_{diaria}}{Días\ laborales} = \frac{\$31.82}{8} = \$3.98$$

Por consiguiente, el precio de mano de obra es de \$477.6 ya que la implementación de la propuesta tomó un total de 120 horas laborables; adicionalmente, el costo de diseño tiene un valor de \$43.78 ya que el tiempo empleado fue 11 horas.

En la Tabla 87, se detalla los costos para la implementación del prototipo considerando los componentes electrónicos, insumos químicos además de la estructura física empleado en el desarrollo de este

Tabla 87. Presupuesto del Proyecto.

Ítem	Material	Unidad	Cantidad	Valor Unidad (\$)	Valor total (\$)
1	ESP8266	c/u	1	11,8	11,8
2	Arduino Mega	c/u	1	24	24
3	HC-SR04	c/u	5	2,5	12,5
4	HX711	c/u	1	5,39	5,39
5	LDR	c/u	1	1	1
6	MQ135	c/u	1	3,59	3,59
7	OV2640	c/u	1	3,69	3,69
8	MG90S	c/u	4	4	16
9	AQT15S	c/u	1	10	10
10	KPHM100	c/u	1	15	15
11	FUENTE	c/u	1	44	44
12	INTERNET	c/u	1	30	30
13	PISTOLA SILICONA	c/u	6	0,5	3
14	BARRA DE SILICONA	c/u	6	0,5	3
15	Plomería	c/u	4	5	20
16	LIBROS	c/u	2	15	30
17	PASTA DE SOLDARA	c/u	1	1,3	1,3
18	MALLA	c/u	1	0,5	0,5
19	ESTAÑO	c/u	1	1,3	1,3
20	IMPRECION PCB	c/u	2	15	30
21	PANTALLA	c/u	1	12,05	12,05
22	IMPRESIONES	c/u	4	0,5	2
23	CAJA	c/u	1	15	15
24	DEPOSITOS PARA AGUA	c/u	4	1	4
Subtotal					299,12
IVA 12%					35,89
TOTAL					335,01

Elaborado por: El investigador.

El presupuesto total del proyecto se establece en la suma del presupuesto del diseño más el presupuesto de los materiales.

$$Presupuesto_{Total}=335.01 \$+477.6+43.78 \$$$

$$Presupuesto_{Total}=855.5 \$$$

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Al comparar el método tradicional o familiar comercial con el método propuesto basado en el Sistema IoT, se observa una reducción de 10 a 8 semanas en el periodo de crecimiento logrando resultados similares obteniendo, un índice de producción de 1.25; incrementando el costo de producción de 1,34 USD a 1,46 USD así como el peso del individuo en alrededor de 100 gramos permitiendo tener una ganancia de 0,55 USD considerando solamente a un espécimen y la ganancia se establece por el número de cuyes si es en caso de 5 cuyes se tiene una ganancia de 2.75 USD y un índice de producción del 6.25 así de manera proporcional al número de cuyes.
- El sistema IoT que presenta las siguientes dosis en cuanto alimentación 200 gramos de forraje verde, 15 gramos de balanceado, 15 gramos de suplemento de engorde y agua con suplementos vitamínicos. Además, al cuidar meticulosamente la parte complementaria de la alimentación, así como considerar los aspectos de higiene y ambientales como la calidad del aire, temperatura, humedad, luminosidad, turbidez de agua y se logrado reducir las enfermedades respiratorias en un 40% y los problemas nutricionales en un 35%, contribuyendo así a disminuir la tasa de mortalidad de los animales en un 25%. Estos resultados se respaldan mediante estudios que han tenido en cuenta las necesidades nutricionales de los animales y las variables externas que influyen en su salud y desarrollo.
- El sistema IoT presenta un tamaño total de trama de 3776 bits, con un tiempo de transmisión de 100 ms y una respuesta de 150 ms, lo que resulta en una latencia total de 250 ms. Esta configuración le permite enviar 20 conjuntos de datos en menos de 5 segundos, validando así su capacidad para realizar transmisiones en tiempo real de información. En cuanto a la seguridad de la plataforma, se ha implementado una sólida capa de protección. Esto incluye

una encriptación PBKDF2 mediante Flask para las contraseñas de usuario, así como la realización de pruebas de pentesting que han verificado la inaccesibilidad a los puertos 21 (SSH) y 3306 (MySQL), con el objetivo de prevenir el robo de datos y conexiones no autorizadas a nuestra plataforma.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda proporcionar capacitación y entrenamiento adecuado a los productores y trabajadores sobre el uso y mantenimiento del sistema IoT. Un personal capacitado garantizará una correcta operación y aprovechamiento de las ventajas que ofrece la tecnología
- Se sugiere que para la incorporación de las etapas restantes que son la de lactancia y reproducción se acondicione los parámetros de control y dosis de alimentación necesarios que garanticen el aumento de producción y el buen cuidado de recién nacidos.
- El sistema IoT al ser propuesto para animales roedores a nivel de escalabilidad se puede incorporar a otras familias de especies como lo son conejos y a nivel doméstico para hámsteres acoplándose a sus necesidades.
- Se recomienda que para futuros trabajos se centren en el estudio sobre la hidratación de los cuyes en cuanto como afecta su desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Chauca, «Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los Países Andinos,» Español, Lima, 2020.
- [2] S. León, E. Silva, A. Wilson y M. Callaena, «Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* “cuy” en,» *Scientia Agropecuaria*, vol. VII, n° 3, pp. 253-256, 2016.
- [3] Ministerio de Agricultura , Ganadería y Pesca, Manual de Crianza y Produccion de Cuyes con Estandares de Calidad, Quito: Ministerio de Agricultura , Ganadería y Pesca, 2015.
- [4] R. E. Córdova Crisanto , «Efecto de la suplementación de vitamina C oral en cuyes (*Cavia porcellus*) sometidos a reducción del espacio vital sobre los parámetros productivos,» Universidad Nacional de San Marcos, Lima, 2019.
- [5] S. A. O’Shaughnessy, M. Kim, S. Lee, Y. Kim, H. Kim y J. Shekailo, «Towards smart farming solutions in the U.S. and South Korea: A,» *Geography and Sustainability*, vol. 2, pp. 312-327, 2021.
- [6] S. Patel, . M. Jain, S. Pai3 y S. Korde, «Smart Agriculture using IoT and Machine Learning,» *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. VIII, n° 04, pp. 4533-4536, 2021.
- [7] N. Catalin, M. George, C. Madalin, A. Constantin, D. Alexandru, P. Florin, D. M. Carmen y C. Aniello, «Dependable workflow management system for smart farms,» *CONNECTION SCIENCE*, vol. 34, n° 1, pp. 1833-1854, 2022.
- [8] . Á. L. Orosco Tonato , «SISTEMA DE MONITOREO PARA LA AVÍCOLA “SAN MIGUEL” CON UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS BASADOS EN LA TECNOLOGÍA LPWAN,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [9] P. Ojeda, «La producción y manejo de cuyes en la asociacion de productores agricolas de cuyes en la asociación de productores agrícolas san isidro de angamarquillo parrtouquia san bartolome de pinllo, cantón Ambato provincia de Tungurahua,» Universidad Tecnológica Indoamerica, Ambato, 2017.
- [10] C. J. Cevallos Arevalo, «PLAN DE DESARROLLO TURÍSTICO PARA EL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,» Escuela Superior Politénica de

Chimborazo, Riobamba, 2016.

- [11] M. M. Uriquizo Nachimba, «Determinación de Costos para la producción y crianza de cuyes (*Cavia Porcellus*) en la comunidad de Jaloa el Rosario perteneciente al Cantón Quero Provincia del Tungurahua,» Universidad Técnica de Amato, Cevallos, 2016.
- [12] H. Días Berrones, J. V. Trujillo Villacís y L. E. Hidalgo Almeida, Desarrollo del conocimiento en *Cavia Prcellus* (cuyes), Riobamba: Escuela Superior politécnica de Chimborazo, 2021.
- [13] M. Macancela Quitoña, «Evaluación de Parámetros Zootécnicos a Distintas Edades del Destete en Engorde de Cobayos (*Cavia Porcellus*),» Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, 2019.
- [14] M. D. R. Mendoza Almachi, «EVALUACIÓN FENOTÍPICA Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE *Cavia porcellus* (CUYES) DE ACUERDO AL COLOR DESDE EL NACIMIENTO HASTA EL INICIO DE LA VIDA REPRODUCTIVA PARA LA PARROQUIA DE GUAYTACAMA,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2015.
- [15] L. F. Artica Arroyo, Guía de Facilitación del Módulo de Extensión: Producción Sostenible de Cuyes para la Agricultura Familiar, Lima: Asociación SUACO, 2020.
- [16] S. Ataucusi, «MANEJO TÉCNICO DE LA CRIANZA DE CUYES EN LA SIERRA PERÚ,» JPG Corporación S.A.C., Lima, 2015.
- [17] J. C. SULLCA MURGA, «“SUPLEMENTACIÓN MINERAL EN CUYES PRIMERIZAS EN LA ETAPA DE GESTACIÓN GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS-UNCP, HUANCAYO – REGIÓN JUNÍN”,» UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, HUANCAYO, 2019.
- [18] J. Vivas y D. Carballo, Especies Alternativas: Manual de Crianza de Cobayos (*Cavia porcellus*), Manugua: Universidad Nacional Agraria, 2013.
- [19] J. Cardona, P. Portillo, L. Carlosama, J. Vargas, Y. Avellaneda, W. Burgos y R. Patiño, Importancia de la Alimentación en el Sistema productivo del Cuy., Colombia: Agrosavia, 2020.
- [20] E. Ginter y D. Vargová, «Tissue Levels and Optimum Dosage of Vitamin C in Guinea Pigs,» *Institute of Human Nutrition Research*, n° 23, pp. 217-226, 1979.
- [21] J. Cardona Iglesias, P. Portillo López, L. Carlosama Ojeda, J. Vargas Martínez, A. Yesid,

- W. Burgos Paz y R. Patiño Burbano, Importancia de la alimentación en, Mosquera: Agrosavia, 2020.
- [22] E. Rico y C. Rivas, Manual Sobre el Manejo de Cuyes, Estados Unidos: : Benson Agriculture and Food Institute, 2003.
- [23] Nettlemere, «Pethelpful,» 6 abril 2023. [En línea]. Available: <https://pethelpful.com/rodents/How-to-Breed-Guinea-Pigs>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [24] J. Guevara, V. Hidalgo y J. Valenzuela, «Evaluación de dos niveles de vitamina c en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sin forraje verde,» Universidad Agraria la Molina, Lima, 2013.
- [25] Agrocalidad, Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Cuyes, Quito: Gobierno del Ecuador , 2020.
- [26] Secretaria Central de ISO, Normal Internacional ISO 14001, Suiza: Secretaría Central de ISO, 2015.
- [27] D. L. Perez Narvaez, . D. Y. Ortega Gomez y V. M. Fuel Nastar, «Criterios de Implementación ISO 14001-2015 Caso Estudio Sector Cuyicultura,» Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá, 2019.
- [28] I. c. office, «INTERNATIONAL STANDARD ISO 9241-210,» First edition, 2010.
- [29] I. c. office, «INTERNATIONALSTANDARD ISO/IEC 27400,» First edition , 2022.
- [30] K. Wakelfiel, «A guide of types of machine learnig,» 15 Enero 2022. [En línea]. Available: https://www.sas.com/en_gb/insights/articles/analytics/machine-learning-algorithms.html#:~:text=There%20are%20four%20types%20of,%2Dsupervised%2C%20unsupervised%20and%20reinforcement.. [Último acceso: 8 febrero 2023].
- [31] G. R. Kanagachidambaresan, Introduction to Wired and Wireless IoT Protocols in SBC, 2021.
- [32] E. Hidalgo Fort, Internet of Things en Sistemas de Monitorización Inteligente con Aplicación en Transporte e Infraestructuras, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2019.
- [33] E. Al-Masr, K. R. Kalyanam, J. Batts, J. Kim, S. Singh, T. Vo y C. Yan, «Investigating Messaging Protocols for the Internet of Things (IoT),» *IEEE Access*, vol. 8, pp. 94880-94911, 2020.
- [34] J. Dhia y C. Abdellah, «Data Analysis for IoT System Using 6LoWPAN and Constrained

- Application Protocol for Environmental Monitoring,» *ScienceDirect*, vol. 207, p. 1472–1481, 2022.
- [35] V. J. Castaño Díaz, «Caracterización de servidores Web de ámbito académico,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2008.
- [36] J. Torres-del-Rey y E. Rodríguez-V.-de-Aldana, «La localización de webs dinámicas: objetos, métodos, presente y,» *The Journal of Specialised Translation*, 2014.
- [37] W. Chingo Esquivel y G. López Sevilla, «Parallelisms between relational and non-relational databases (a security approach),» *Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica, Universidad de Guadalajara*, vol. 10, 202.
- [38] M. A. Pérez Bustos, «Consultas a bases de datos en estructuras de representación del conocimiento,» Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, México, 2003.
- [39] M. Sánchez Puma, «Desarrollo de aplicaciones web y móvil para la gestión de publicaciones científicas,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2020.
- [40] T. Delgado Fernández, «Plataformas IIoT con potencial aplicación en el contexto industrial cubano,» *Revista Cubana de Transformación Digital*, vol. 3, nº 2, 2022.
- [41] F. N. G. Da Silva, «La era de las plataformas digitales y el desarrollo de los mercados de datos en un contexto de libre competencia,» Publicación de las Naciones Unidas, 2021.
- [42] G. Rivera Malhuayza, «El internet de las cosas IoT,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN, Perú, 2021.
- [43] H. Vite Cevallos, O. Vargas Gónzales, L. Vargas Collaguazo y J. Vargas Collaguazo, INTERNET DE LAS COSAS APLICADO A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, Guayaquil: Compas, 2018.
- [44] T. Montes, Asistencia Técnica Dirigida en Crianza Tecnificada de Cuyes, Lima: Universidad Nacional Agraria, 2012.
- [45] V. A. Cruz Dueñas, «Utilización de cuatro raciones en el crecimiento y engorde de cuyes raza Perú y Criollo mejorado Arequipeño (*Cavia porcellus*) en vase a concentrado comercial y alfalfa en el distrito de Paucarpata - Arequipa,» Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Arequipa, 2018.
- [46] Portal Veterinaria, «Portal Veterinaria,» 22 Dicimebre 2003. [En línea]. Available: <https://www.portalveterinaria.com/animales-de-compania/articulos/16887/sistema-agrario-para-cuyes-cavia-porcellus.html>. [Último acceso: 25 julio 2023].

- [47] Laboratorios MAYMO S.A., «Mayvit,» MAYMO S.A., Ambato, 2015.
- [48] Norma Técnica Ecuatoriana, «NTE INEN 1108,» Instituto Ecuatoriano de Normalización., Quito., 2014.
- [49] T. Ooms, J. Artwohl, L. Conroy, T. Shoonover y J. Fortman, «Concentration and Emission of Airborne Contaminants in a Laboratory Animal Facility Housing Rabbits,» *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, vol. 11, n° 47, pp. 39-48, 2008.
- [50] G. Robalino, «Influencia de Luminosidad en el Engorde de Cuyes Machos (Cavia porcellus) Peruano Mejorado,» Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, 2012.
- [51] D. O'shea, «Fierccer Electronics,» 21 julio 2023. [En línea]. Available: <https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-a-humidity-sensor>. [Último acceso: 22 Julio 2023].
- [52] T. E. CO, «LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors,» RoHS Compliant, 2015.
- [53] M. Electronics, «DHT11 Humidity & Temperature Sensor,» Mouser Electronics, 2015.
- [54] T. Liu, «Digital-output relative humidity & temperature sensor/module,» Aosong Electronics CO, 2014.
- [55] D. Jost, «Fierce Electronic,» 7 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-ultrasonic-sensor>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [56] E. Morgan, «HCSR04 Ultrasonic Sensor ,» 2014.
- [57] Robu.in, «US-100 ULTRASONIC SENSOR MODULE,» Robu.in, 2014.
- [58] «JSN-SR04T-2.0,» Hetpro, 2014.
- [59] Utmel, «Utmel Electronic,» 27 julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.utmel.com/blog/categories/sensors/what-are-weight-sensors>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [60] Sparkfun, «Load Cell Amplifier HX711 Breakout Hookup,» Sparkfun, 2016.
- [61] T. Instruments, «ADS1232,» Texas Instruments, 2005.
- [62] B. Brown, «INA125,» Burr Brown, USA, 1998.
- [63] Robotcraze, «Robocraze: Embedded Systems, IoT and Automation,» 18 octubre 2022. [En línea]. Available: <https://robocraze.com/blogs/post/what-is-a-light-sensor>. [Último

acceso: 22 julio 2023].

- [64] R. Components, «LDR,» RS Components, 1997.
- [65] Alphas, «OPT6794,» Alphas, 2015.
- [66] SIEMENS, «SFH 314,» SIEMENS, 1997.
- [67] D. Jost, «Fierce Electronics,» 1 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-a-gas-sensor>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [68] H. Electronics, «MQ-135,» Hanwei Electronics, 2005.
- [69] H. Electronics, «MQ-136,» Hanwei Electronics, 2005.
- [70] H. Electronics, «MQ-137,» Hanwei Electronics, 2005.
- [71] D. Roos, «Connecting the world through technology,» 31 mayo 2023. [En línea]. Available: <https://www.wannatek.com/what-is-spi-camera/>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [72] Omnivision, «OV7670,» Omnivision, 2006.
- [73] Omnivision, «OV7725,» Omnivision, 2006.
- [74] Omnivision, «OV2640,» Omnivision, 2006.
- [75] W. Gasteich, «Realpars,» 27 agosto 2018. [En línea]. Available: <https://realpars.com/servo-motor/>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [76] C. 101, «SERVO MOTOR SG90,» Components 101, 2006.
- [77] Components101, «MG90S,» Components101, 2006.
- [78] Components101, «HS-55,» Components101, 2011.
- [79] G. Salwan, «Valve Magazine,» 31 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.valvemagazine.com/articles/the-different-types-of-solenoid-valves-and-how-they-work>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [80] A. T. T. C. Limited, «AQT15S-AQT10S,» Mouser Electronics, 2006.
- [81] J. Woodar, «Fresh Water Systems,» 3 marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.freshwatersystems.com/blogs/blog/what-is-a-peristaltic-pump-and-how-does-it-work>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [82] P. y. l. Long, «KPH100-12AU,» Power your life Long, 2015.
- [83] N. K. Daran, «Basic Peristaltic Pump,» Navid Kala Daran, 2006.

- [84] G. Water, «SP200,» Global Water, 2014.
- [85] B. Lutkevich, «TEchTarget,» 12 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcontroller>. [Último acceso: 22 Julio 2023].
- [86] Radionics, «Arduino Mega 2560,» Radionics, 2005.
- [87] R. Pi, «Raspberry Pi 3 Model B,» Raspberry Pi, 2006.
- [88] E. Systems, «ESP8266EX,» Espressif Systems, 2023.
- [89] «Red Hat,» 14 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/en/topics/cloud-computing/what-are-cloud-services>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [90] Red Hat, 4 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/en/topics/cloud-computing/what-are-cloud-services>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [91] HANWEI ELECTRONICS, «MA-135 GAS SENSOR,» HANWEI ELECTRONICS.
- [92] Ramya, «Electronics Tutorials,» 4 febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.electronics-tutorials.ws/dccircuits/voltage-source.html>. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [93] MonolithicPower, «MPS,» 7 julio 2022. [En línea]. Available: https://media.monolithicpower.com/mps/cms_document/2/0/2020-seo-voltage-regulator-types-and-working-principles_r1.0.pdf?_gl=1*134dtoh*_ga*NjQyMDU0OTA3LjE2OTAyOTcyNTI.*_ga_XNRPF6L9DD*MTY5MDI5NzI1MS4xLjEuMTY5MDI5NzI3MS40MC4wLjA.&_ga=2.84556510.633335705.169. [Último acceso: 22 julio 2023].
- [94] Be sure. testo, «Data sheet testo 174H,» Testo.
- [95] Be sure. Testo, «testo 545 data sheet,» Testo, Quito, 2018.
- [96] Pewa Group, «Hi 96733,» MB-Electronic, Lima, 2018.
- [97] wilight, «LT-Tu2016,» wilight, Quito, 2018.
- [98] Fluke Coproportaion, «424D,» Fluke, USA, 2018.
- [99] MetorToledo, «BPA121,» mt, China, 2019.
- [100] Y. CHITIVA BERNAL, «DISEÑO DE UNA RED DE IoT PARA EL HOGAR,» UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA, Bogotá, 2020.

[101] «geeksforgeeks,» 7 Octubre 2022. [En línea]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/3-layer-iot-architecture/>. [Último acceso: 14 Octubre 2023].

Anexo 1: Criterios de Implementación

padlet

padlet.com/luciapnarvaez/gac35l3xkez

Criterios de implementación ISO 14001_2015 Caso Estudio Sector Cuyicultura

GERENCIA DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD, AMBIENTE Y CALIDAD – HSEQ. Diana Lucia Perez Narvaez, Diana Yicela Ortega Gomez, Viviana Marcela Fuel

LUCIA PEREZ 10 DE JUNIO DE 2019 11:00

RESUMEN EJECUTIVO

"El cuy es una especie precoz, prolífica, de ciclos reproductivos cortos y de fácil manejo es necesario utilizar una adecuada técnica de crianza y alimentación para un excelente desarrollo" (Quispe, 2015). Existen 3 tipos de cuyes bien definidos como son: Tipo lacio, crespo y lanoso. Es así como, en el Centro de Producción Limpia Lope en su área de cuyicultura la mayor producción de los cuyes es de tipo Lacio, ya que esta es una población de cuyes de raza Perú, importados desde Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Perú.

El Área Cuyícula busca que los animales tengan un mejor valor genético, contemplando todas las fases de producción, haciendo una compilación de todas las prácticas que se desarrollan en la Unidad de Cuyes del Centro Internacional de Producción Limpia - Lope, como la alimentación, manejo reproductivo, sanidad y transformación de desechos mediante el compostaje.

Además, "la Unidad de Cuyes del Centro Lope en Pasto, tiene en su finca aproximadamente 1.500 cuyes, hecho que lo posiciona como uno de los principales productores a nivel nacional y uno de los primeros en investigación, desarrollo tecnológico e innovación pecuaria tecnificada en este campo. Según Urbano, en Nariño hay un auge en la producción cuyícula. Comenta que existen 4 millones de cuyes en manos de 50 mil familias del sector rural, que dependen totalmente su sustento de esta actividad" (Molina, 2018).

Finalmente, el Centro Internacional de Producción Limpia Lope y la región, se ha mostrado el modelo cuyícula como se ha adaptado al medio y que se puede incluir en los sistemas de producción de cuyes.

CONTEXTO GENERAL

El cuy es una especie originaria del Perú y constituye una de las fuentes más importantes de proteína animal para el poblador rural, así mismo genera ingresos, es por ello muy importante conocer el comportamiento, características productivas y reproductivas para dar un uso eficiente a este recurso.

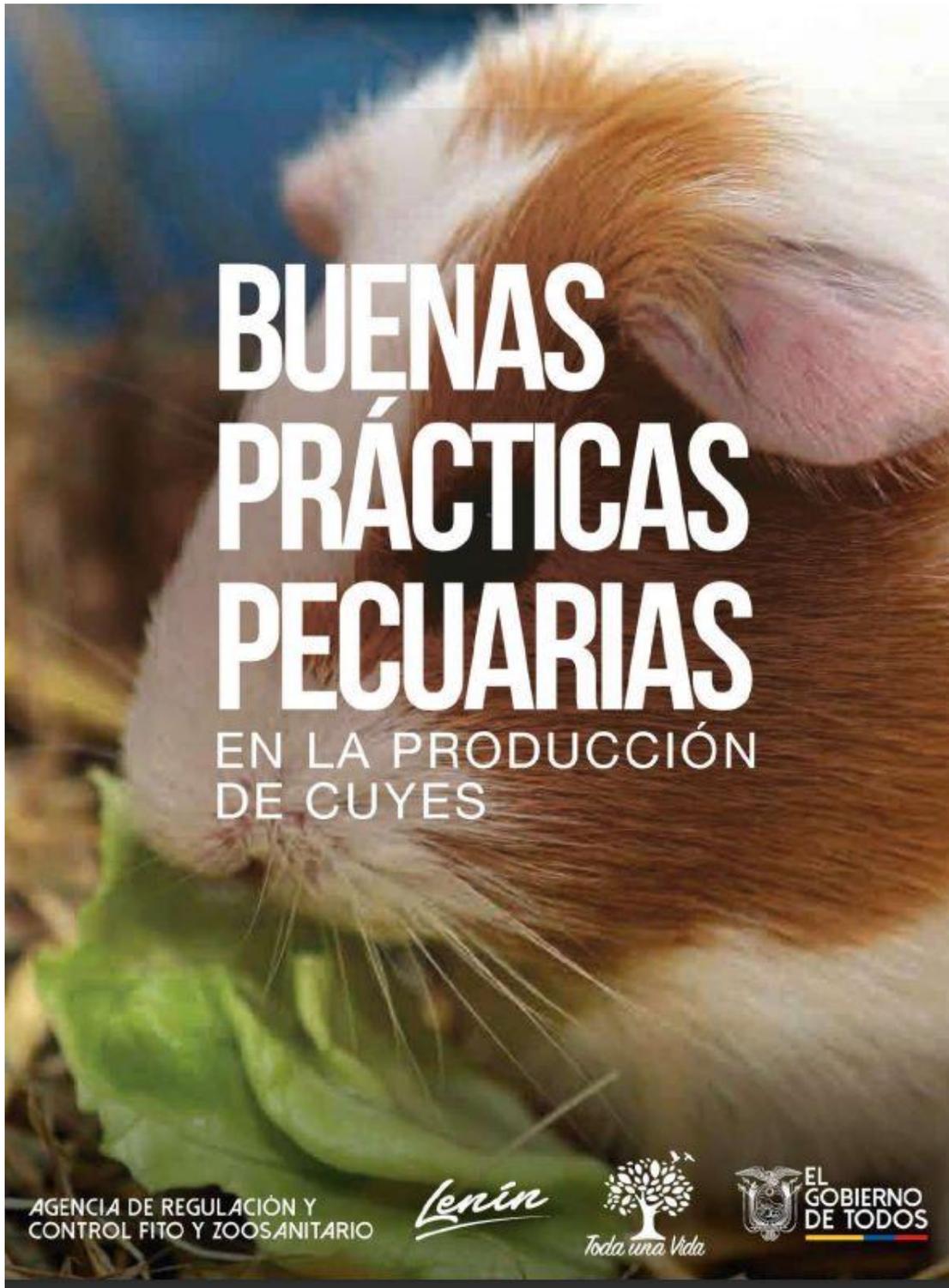
La siembra y el cuidado de especies menores es la principal actividad que garantiza la alimentación de la comunidad. En muchas comunidades no se cuenta con ningún programa que garantice la seguridad alimentaria; Actualmente el mercado de los productores de cuyes se ha extendido a otras regiones del país y a nivel internacional debido a la gran palatabilidad y valor nutritivo del producto ya que son ricos en proteína y fibra. Las formas de cria, alimentación y comercialización han venido mejorando tratando de dar mejores rendimientos y calidad al producto, actualmente se reporta una demanda insatisfecha del producto debido a una baja en la producción y a la expansión del mercado a lugares donde no es posible obtener el producto con la calidad requerida.

La producción de cuyes es una actividad propia de los campesinos de los departamentos del sur de Colombia, quienes además han venido aprendiendo y experimentando nuevas tecnologías para el mejoramiento de la calidad y rendimiento en la producción de esta especie menor, es por esto que es de gran importancia económica y de seguridad alimentaria entre una gran parte de los campesinos.

INSTALACIONES.

El animal debe mantenerse en un ambiente cuya temperatura le permita vivir sin estar expuesto ni al frío ni al calor excesivo. Así podrá utilizar el alimento que ingiere no sólo para producir o perder calor, sino para mantener un funcionamiento normal de su organismo y poder producir eficientemente. A este ambiente se le denomina ambiente termo neutral que para el caso debe de considerarse 18°C.

Anexo 2: Agrocalidad: Buenas prácticas Pecuarias.



Anexo 4: Entrevistas

Entrevista Familia Barreno

Pregunta 1: Buenos días, ¿puede compartir con nosotros su enfoque y conocimiento sobre la crianza de cuyes en su finca?

Rosa Barreno: Buenos días, Pregunta 1. En nuestra finca, principalmente criamos cuyes de acuerdo a las prácticas tradicionales transmitidas de generación en generación. No tenemos conocimiento profundo sobre aspectos ambientales como la temperatura, humedad, luz, calidad del aire o medidas de higiene específicas. En su mayoría, los cuyes se crían en espacios abiertos y se adaptan a las condiciones naturales.

Pregunta 2: ¿Y qué nos puede decir sobre la alimentación de sus cuyes?

Rosa Barreno: Nuestra alimentación para los cuyes se basa principalmente en forraje verde y ocasionalmente en productos como zanahorias o lechuga que podemos encontrar en las plantaciones de nuestra tierra. No utilizamos suplementos de engorde, vitaminas ni balanceados comerciales.

Pregunta 3: ¿Ha considerado alguna vez implementar cambios en la forma en que cría los cuyes para mejorar su producción o condiciones de vida?

Rosa Barreno: Hasta el momento, he seguido las prácticas tradicionales que he conocido, y no he explorado activamente cambios significativos en la forma en que crío cuyes. Me enfoco en mantener mis prácticas actuales de manera eficiente.

Pregunta 4: ¿Qué desafíos ha enfrentado en la crianza de cuyes hasta ahora?

Rosa Barreno: Los desafíos principales que he enfrentado se relacionan con la disponibilidad de recursos naturales para alimentar a los cuyes y con la gestión de la higiene en los espacios de crianza. A veces, las condiciones climáticas pueden

afectar la salud de los cuyes, pero en su mayoría he lidiado con estos desafíos utilizando métodos tradicionales.

Pregunta 5: Muchas gracias, Rosa Barreno, por compartir su perspectiva sobre la crianza de cuyes en su finca. Sus experiencias tradicionales son valiosas para comprender los diferentes enfoques en la cuyicultura.

final entrevista dra gomez : Por supuesto, aquí tienes una serie de preguntas y respuestas para una entrevista con la Dra. Jennifer Gómez sobre los cuidados en la cuyicultura en términos de aspectos ambientales y alimentación:

Francisco: ¡Buenas tardes, Dra. Jennifer Gómez! Estamos encantados de tener la oportunidad de aprender de su experiencia en cuyicultura y los cuidados que brinda a estos animales. Empecemos con el aspecto ambiental.

Pregunta 1: ¿Cuáles son las condiciones ambientales ideales que recomienda para mantener en el área de cría de cuyes en términos de temperatura, humedad y luz?

Dra. Jennifer Gómez: Para los cuyes, es fundamental mantener una temperatura constante en el rango de 18-20 grados Celsius y una humedad relativa del 50-60%. Además, es importante proporcionar luz natural durante el día y un período de oscuridad adecuado en la noche para mantener su ritmo circadiano.

Pregunta 2: ¿Cómo influye la calidad del aire en la salud de los cuyes y qué medidas sugiere para mantenerla óptima?

Entrevista a la Doctora Veterinaria Jennider Gómez

Dra. Jennifer Gómez: La calidad del aire es esencial para la salud de los cuyes. Se debe asegurar una buena ventilación para prevenir la acumulación de amoníaco y controlar la humedad. Además, es crucial mantener las instalaciones limpias y desinfectar regularmente para evitar enfermedades respiratorias.

Pregunta 3: ¿Podría hablarnos sobre las prácticas de higiene que considera esenciales para garantizar un ambiente limpio y saludable en la cuyicultura?

Dra. Jennifer Gómez: La higiene es clave. Se deben limpiar las jaulas y cambiar la ropa de cama con regularidad. También se recomienda lavar y desinfectar los recipientes de comida y agua a diario para evitar la propagación de enfermedades.

Pregunta 4: Pasemos ahora a la alimentación de los cuyes. ¿Cuál es su recomendación en cuanto a la dieta y las dosis adecuadas para mantener a los cuyes saludables?

Dra. Jennifer Gómez: Los cuyes deben recibir una dieta equilibrada que incluya heno de buena calidad, pellets de heno y verduras frescas. Las dosis deben ajustarse según la etapa de vida del cuy (crecimiento, reproducción, mantenimiento). Se recomienda consultar con un veterinario o un especialista en nutrición animal para determinar las cantidades exactas.

Pregunta 5: ¿Cuál es su opinión sobre el uso de suplementos de engorde y vitaminas en la alimentación de los cuyes?

Dra. Jennifer Gómez: Los suplementos de engorde y vitaminas pueden ser beneficiosos, pero deben administrarse de acuerdo con las necesidades específicas de los cuyes. Es importante no excederse en las dosis, ya que esto puede ser perjudicial. Siempre consulte a un profesional veterinario para obtener recomendaciones precisas.

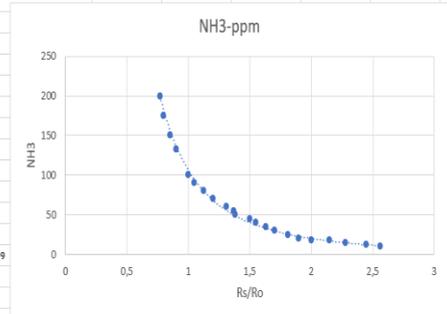
Pregunta 6: ¿Recomienda el uso de balanceados comerciales en la alimentación de los cuyes, y qué aspectos deben considerarse al elegir un balanceado?

Dra. Jennifer Gómez: Los balanceados comerciales de calidad pueden ser una parte importante de la dieta de los cuyes, ya que están formulados específicamente para sus necesidades. Al elegir uno, busque aquellos que tengan los nutrientes esenciales y siga las recomendaciones de dosificación del fabricante.

Gracias, Dra. Jennifer Gómez, por compartir sus conocimientos sobre cuyicultura y los cuidados ambientales y alimenticios necesarios. Su experiencia es valiosa para todos los interesados en esta actividad.

Anexo 5: Regresión Logarítmica para el acondicionamiento del sensor mq135

	X	Y								
Nº	Rs/Ro	NH3-ppm	X'(logX)	Y'(logY)	X'(Y')	X ²	$B = \frac{n(\sum x'y') - (\sum x')(\sum y')}{n(\sum x'^2) - (\sum x')^2}$	$A' = \bar{Y}' - B\bar{X}'$		
1	2,56	10	0,40823997	1	0,40823997	0,16665987	-2,405630909	2,026209017		
2	1,9	20	0,2787536	1,30103	0,3626668	0,07770357				
3	2	18	0,30103	1,25527251	0,37787468	0,09061906	-2,405630909	A=10*A'		
4	0,9	133	-0,04575749	2,12385164	-0,09718212	0,00209375		106,2206651		
5	0,8	175	-0,09691001	2,24303805	-0,21737285	0,00939155		106,2206651		
6	1,7	30	0,23044892	1,47712125	0,340401	0,05310671				
7	2,28	15	0,35793485	1,17609126	0,42096404	0,12811735				
8	1,81	25	0,25767857	1,39794001	0,36021919	0,06639825		ECUACION		
9	1,55	40	0,1903317	1,60205999	0,3049228	0,03622616		Y = AX ^B		
10	1,63	35	0,2121876	1,54406804	0,3276321	0,04502358		Y = 106,22 * X ^{-2,405630909}		
11	1,5	45	0,17609126	1,65321251	0,29111627	0,03100813				
12	1,38	50	0,13987909	1,69897	0,23765037	0,01956616				
13	2,45	12,5	0,38916608	1,09691001	0,42688017	0,15145024				
14	2,15	17,5	0,33243846	1,24303805	0,41323365	0,11051533				
15	1,37	55	0,13672057	1,74036269	0,23794337	0,01869251				
16	1,31	60	0,1172713	1,77815125	0,2085261	0,01375256		Pruebas		
17	1,2	70	0,07918125	1,84509804	0,14609716	0,00626967		X	Y	
18	1,125	80	0,05115252	1,90308999	0,09734785	0,00261658			0,77	199,1913324
19	1,05	90	0,0211893	1,95424251	0,04140903	0,00044899				
20	1	100	0	2	0	0				
21	0,85	150	-0,07058107	2,17609126	-0,15359086	0,00498169				
22	0,77	200	-0,11350927	2,30103	-0,26118825	0,01288436				
			3,35293718	36,5106691	4,27379049	1,04752605				



Anexo 6: Sensores

Humedad – DHT11

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 BIT	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(83%)25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 BIT	8 BIT	8 BIT
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(83%)	6 S		30 S

HC-SR04 Ultrasonic Sensor

Elijah J. Morgan

Nov. 16 2014

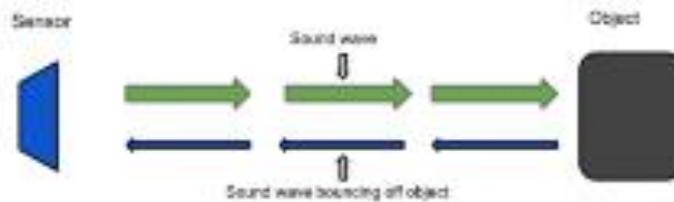
The purpose of this file is to explain how the HC-SR04 works. It will give a brief explanation of how ultrasonic sensors work in general. It will also explain how to wire the sensor up to a microcontroller and how to take/interpret readings. It will also discuss some sources of errors and bad readings.

1. How Ultrasonic Sensors Work
2. HC-SR04 Specifications
3. Timing chart, Pin explanations and Taking Distance Measurements
4. Wiring HC-SR04 with a microcontroller
5. Errors and Bad Readings



1. How Ultrasonic Sensors Work

Ultrasonic sensors use sound to determine the distance between the sensor and the closest object in its path. How do ultrasonic sensors do this? Ultrasonic sensors are essentially sound sensors, but they operate at a frequency above human hearing.



The sensor sends out a sound wave at a specific frequency. It then listens for that specific sound wave to bounce off of an object and come back (Figure 1). The sensor keeps track of the time between sending the sound wave and the sound wave returning. If you know how fast something is going and how long it is traveling you can find the distance traveled with equation 1.

$$\text{Equation 1. } d = v \times t$$

The speed of sound can be calculated based on the a variety of atmospheric conditions, including temperature, humidity and pressure. Actually calculating the distance will be shown later on in this document.

It should be noted that ultrasonic sensors have a cone of detection, the angle of this cone varies with distance, Figure 2 show this relation. The ability of a sensor to

Pesaje HX711



Load Cell Amplifier HX711 Breakout Hookup Guide

Getting Started

The HX711 load cell amplifier is used to get measurable data out from a load cell and strain gauge. This Hookup Guide will show you how to get started with this amplifier using some of the various load cells we carry at SparkFun.



What You Will Need:

For this simple hook up guide we will just be hooking up a load cell with the HX711 amplifier, and showing how you would hook up four load sensors with a combinator board and the HX711 amplifier. To follow along, you'll need:

- SparkFun Load Cell Amplifier - HX711
- Any Strain Gauge Based Load Cell



Load Cell - 200kg, Disc (TAS608)
SKU-11332



Load Cell - 50kg, Disc (TAS606)
SKU-11331

Luminosidad LDR



Data Sheet

Light dependent resistors

NORP12 RS stock number 651-507

NSL19-M51 RS stock number 596-141

Two cadmium sulphide (cdS) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.

Guide to source illuminations

Light source	Illumination (Lux)
Moonlight	0.1
60W bulb at 1m	50
1W M55 bulb at 0.1m	100
Fluorescent lighting	500
Bright sunlight	30,000

Circuit symbol



Light memory characteristics

Light dependent resistors have a particular property in that they remember the lighting conditions in which they have been stored. This memory effect can be minimised by storing the LDRs in light prior to use. Light storage reduces equilibrium time to reach steady resistance values.

NORP12 (RS stock no. 651-507)

Absolute maximum ratings

Voltage, ac or dc peak	320V
Current	75mA
Power dissipation at 30°C	250mW
Operating temperature range	-60°C to +75°C

Electrical characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$, 2854°K tungsten light source

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Cell resistance	1000 lux	-	400	-	Ω
	10 lux	-	9	-	k Ω
Dark resistance	-	1.0	-	-	M Ω
Dark capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise time 1	1000 lux	-	2.5	-	ms
	10 lux	-	15	-	ms
Fall time 2	1000 lux	-	45	-	ms
	10 lux	-	120	-	ms

1. Dark to 110% R_L

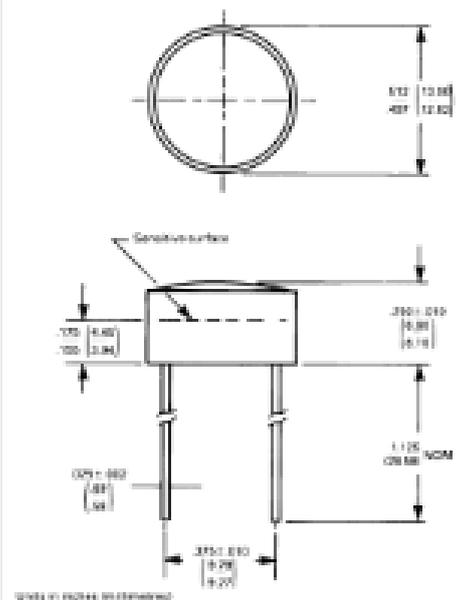
2. To 10 x R_L

R_L = photocell resistance under given illumination.

Features

- Wide spectral response
- Low cost
- Wide ambient temperature range.

Dimensions



Gas MQ135

TECHNICAL DATA**MQ-135 GAS SENSOR****FEATURES**

Wide detecting scope
Stable and long life

Fast response and High sensitivity
Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in air quality control equipments for buildings/offices, are suitable for detecting of NH₃, NO_x, alcohol, Benzene, smoke, CO₂, etc.

SPECIFICATIONS**A. Standard work condition**

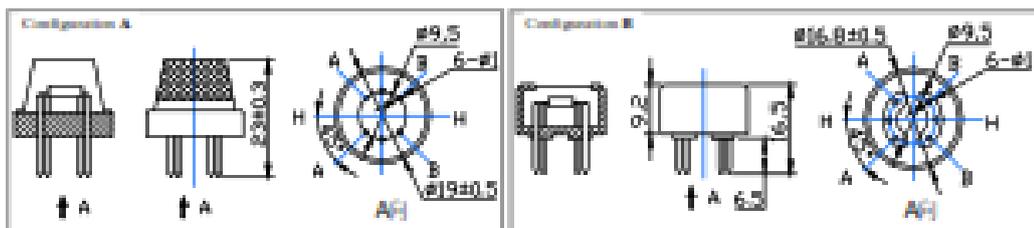
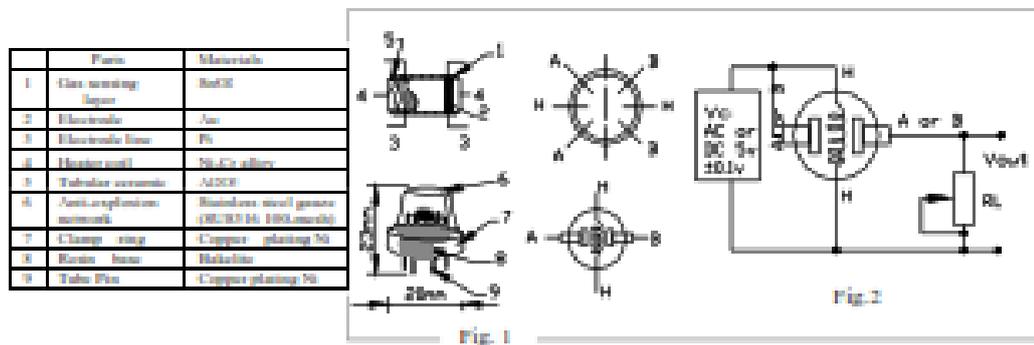
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _H	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R _L	Load resistance	can adjust	
R _H	Heater resistance	33Ω ± 3%	Rosin Tern
P _H	Heating consumption	less than 800mw	

B. Environmental condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{us}	Using Tern	-10°C~45°C	
T _{st}	Storage Tern	-20°C~70°C	
R _H	Relative humidity	less than 95%RH	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
R _s	Sensing Resistance	30K Ω ~200K Ω (100ppm NH ₃)	Detecting concentration scope: 10ppm-300ppm NH ₃ , 10ppm-1000ppm Benzene, 10ppm-300ppm Alcohol
n (200/30) NH ₃	Concentration Slope rate	≤0.05	
Standard Detecting Condition	Temp: 20°C ± 2°C Humidity: 65%±5%	V _c : 5V±0.1 V _H : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

Structure and configuration of MQ-135 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro Al₂O₃/Cr ceramic tube. Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a

**OV2640 Color CMOS UXGA (2.0 MegaPixel) CAMERACHIP™
with OmniPixel2™ Technology**

General Description

The OV2640 CAMERACHIP™ is a low voltage CMOS image sensor that provides the full functionality of a single-chip UXGA (1632x1232) camera and image processor in a small footprint package. The OV2640 provides full-frame, sub-sampled, scaled or windowed 8-bit/10-bit images in a wide range of formats, controlled through the Serial Camera Control Bus (SCCB) interface.

This product has an image array capable of operating at up to 15 frames per second (fps) in UXGA resolution with complete user control over image quality, formatting and output data transfer. All required image processing functions, including exposure control, gamma, white balance, color saturation, hue control, white pixel canceling, noise canceling, and more, are also programmable through the SCCB interface. The OV2640 also includes a compression engine for increased processing power. In addition, OmniVision CAMERACHIPS use proprietary sensor technology to improve image quality by reducing or eliminating common lighting/electrical sources of image contamination, such as fixed pattern noise, smearing, etc., to produce a clean, fully stable color image.



Note: The OV2640 uses a lead-free package.

Features

- High sensitivity for low-light operation
- Low operating voltage for embedded portable apps
- Standard SCCB interface
- Output support for Raw RGB, RGB (RGB565/555), GRB422, YUV (422/420) and YCbCr (4-2-2) formats
- Supports image sizes: UXGA, SXGA, SVGA, and any size scaling down from SXGA to 40x30
- VarioPixel™ method for sub-sampling
- Automatic image control functions including Automatic Exposure Control (AEC), Automatic Gain Control (AGC), Automatic White Balance (AWB), Automatic Band Filter (ABF), and Automatic Black-Level Calibration (ABLC)
- Image quality controls including color saturation, gamma, sharpness (edge enhancement), lens correction, white pixel canceling, noise canceling, and 50/60 Hz luminance detection
- Line optical black level output capability
- Video or snapshot operation
- Zooming, panning, and windowing functions
- Internal/external frame synchronization
- Variable frame rate control
- Supports LED and flash strobe mode
- Supports scaling
- Supports compression
- Embedded microcontroller

Ordering Information

Product	Package
OV02640-VLSA (Color, lead-free)	38-pin CSP2

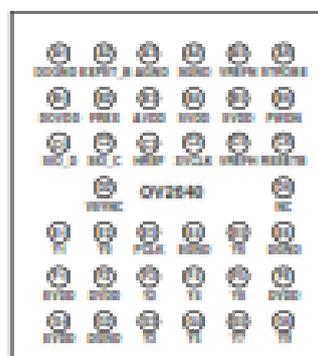
Applications

- Cellular and Camera Phones
- Toys
- PC Multimedia
- Digital Still Cameras

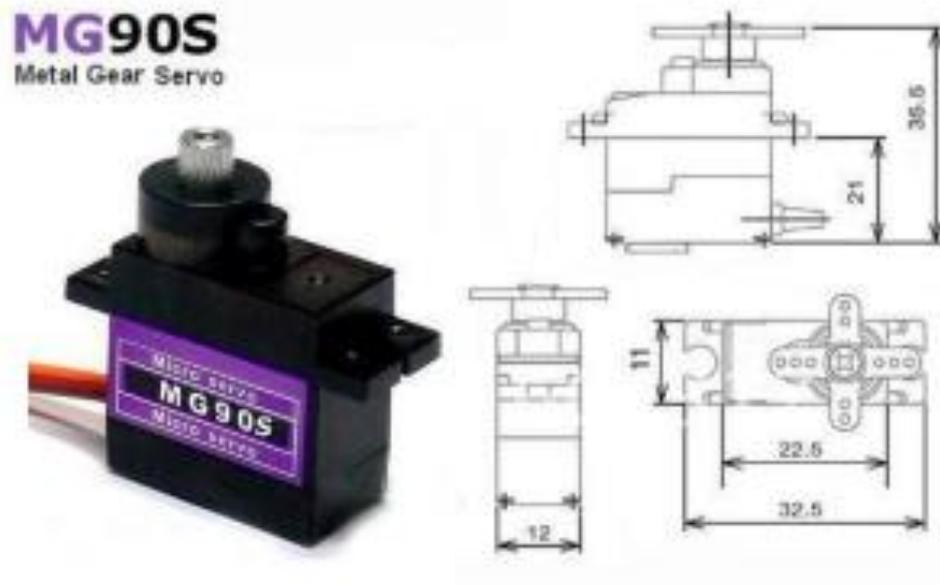
Key Specifications

Array Size	UXGA	1632 x 1232
Power Supply	Core	1.2VDC ± 5%
	Analog	2.5 – 3.0VDC
	IO	1.7V to 3.3V
Power Requirements	Active	125 mW (for 15 fps, UXGA YUV mode) 140 mW (for 15 fps, UXGA compressed mode)
	Standby	500 µA
Temperature Range	Operation	-30°C to 70°C
	Stable Image	0°C to 50°C
Output Formats (8-bit)		<ul style="list-style-type: none"> • YUV(422/420)/YCbCr422 • RGB565/555 • 8-bit compressed data • 8-110-bit Raw RGB data
Lens Size		1.0"
Chief Ray Angle		25° non-linear
Maximum Image	UXGA/SXGA	15 fps
Transfer Rate	SVGA	30 fps
	CIF	60 fps
Sensitivity		0.8 V/Lux-sec 40 dB
Dynamic Range		50 dB
Scan Mode		Progressive
Maximum Exposure Interval		1/247 s (typ)
Gamma Correction		Programmable
Pixel Size		2.2 µm x 2.2 µm
Dark Current		15 mV/e at 65°C
Well Capacity		12 Ke
Fixed Pattern Noise		±1% of V _{DDP} TO-PEAK
Image Area		3500 µm x 2688 µm
Package Dimensions		5725 µm x 6285 µm

Figure 1 OV2640 Pin Diagram (Top View)



Servomotor MG9S



MG90S servo, Metal gear with one bearing

Tiny and lightweight with high output power, this tiny servo is perfect for RC Airplane, Helicopter, Quadcopter or Robot. This servo has *metal gears* for added strength and durability.

Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and works just like the standard kinds but *smaller*. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.

Specifications

- Weight: 13.4 g
- Dimension: 22.5 x 12 x 35.5 mm approx.
- Stall torque: 1.8 kgf·cm (4.8V), 2.2 kgf·cm (6 V)
- Operating speed: 0.1 s/60 degree (4.8 V), 0.08 s/60 degree (6 V)
- Operating voltage: 4.8 V - 6.0 V
- Dead band width: 5 μ s

Electroválvula AQT15S



Aqua Tech Trading Corp. Ltd, located in Chongqing, China, which is focused on developing, manufacturing and distributing water valves and associated water used equipments.

We are a rapidly expanding company perceived as a growing force in the area of fluid control, we attribute our success to extensive product knowledge, our understanding of and responsiveness to market requirements and the value we place on excellent customer service.

Aqua Valves have been widely used In agriculture, water supply, water control and water purification Industries.

The following products are our solenoid valves.

			
Model No.	AQT15S	Model No.	AQT155C
Thread Size	1/2" BSP inlet and outlet	Thread Size	1/2" BSP inlet and outlet
Material	PET	Material	PET
Working Temp	0-40 C	Working Temp	0-40 c
Working Pressure	0.02-0.8MPa	Working Pressure	0.02-0.8MPa
Voltage	DC12V/DC24V/AC220V	Voltage	AC/DC 0/9/12/24/30/110/220V
Voltage Range	±5%	Voltage Range	±5%
Style	Closed Valve	Style	Closed Valve
Working Environment	Water, Gas and Oil	Working Environment	Water, Gas and Oil
Lifespan	More than 200,000 times	Lifespan	More than 200,000 times
Certification	CQC/CE	Certification	CQC/CE
Usage:			
Suit for many kinds of washing machine, drinking water machine, sanitary equipment, water heater, etc. Our products have passed CQC and CE. And it meets the requirement of WEEE and RoHS.			



Valve Regulated Lead Acid Battery

KPH100-12AU

Specifications

Nominal Voltage(V)

12V

Nominal Capacity

10 hour rate	(10A)	to	10.80h	105Ah
5 hour rate	(17A)	to	10.20h	95Ah
1 hour rate	(60A)	to	9.60h	60Ah
1C	(100A)	to	9.60h	60.00Ah

Weight

Approx. 30.0kg(66 lbs.)

Internal Resistance (at 1KHz)

Approx. 3 mΩ

Maximum Discharge Current for

5 seconds 1200A

Charging Methods at 25°C(77°F)

Cycle use	
Charging Voltage	14.4 to 14.8V
Coefficient	-0.005%/°C/cell
Maximum Charging Current	20A
Standby use	
Float Charging voltage	13.6 to 13.8V
Coefficient	-0.005%/°C/cell

Operating Temperature Range

Charge	-10°C(5°F)	to	40°C(104°F)
Discharge	-10°C(5°F)	to	50°C(122°F)
Storage	-10°C(5°F)	to	40°C(104°F)

Charge Retention (shelf life) at 20°C(68°F)

1 month	96%
3 month	94%
6 month	92%

Case Material

ABS/UL94 HB
Option: Flameability resistance of (UL94 V-0)

Design Life

12 Years

Terminal

F15

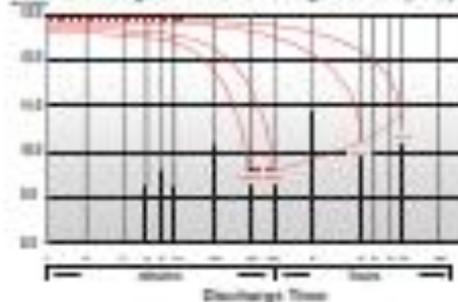


Dimensions

Length (L)	307±0.12 (12.09±0.12)
Width (W)	196±0.12 (7.71±0.12)
Height (H)	206±0.12 (8.11±0.12)
Overall Height (HT)	230±0.12 (9.06±0.12)



Discharge Time VS. Discharge Current (25°C)



Microcontroladores: Arduino Mega y ESP8266



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications	Page 2
How to use Arduino <small>(Programming Environment, Basic Tutorials)</small>	Page 6
Terms & Conditions	Page 7
Environmental Policies <small>half sqm of green via Impatto Zero!</small>	Page 7



2. Pin Definitions

Figure 2-1 shows the pin layout for 32-pin QFN package.

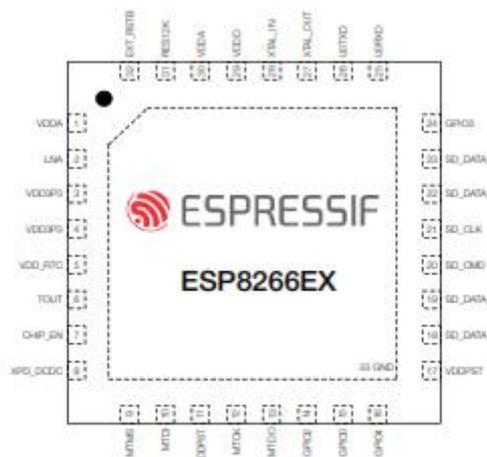


Figure 2-1. Pin Layout (Top View)

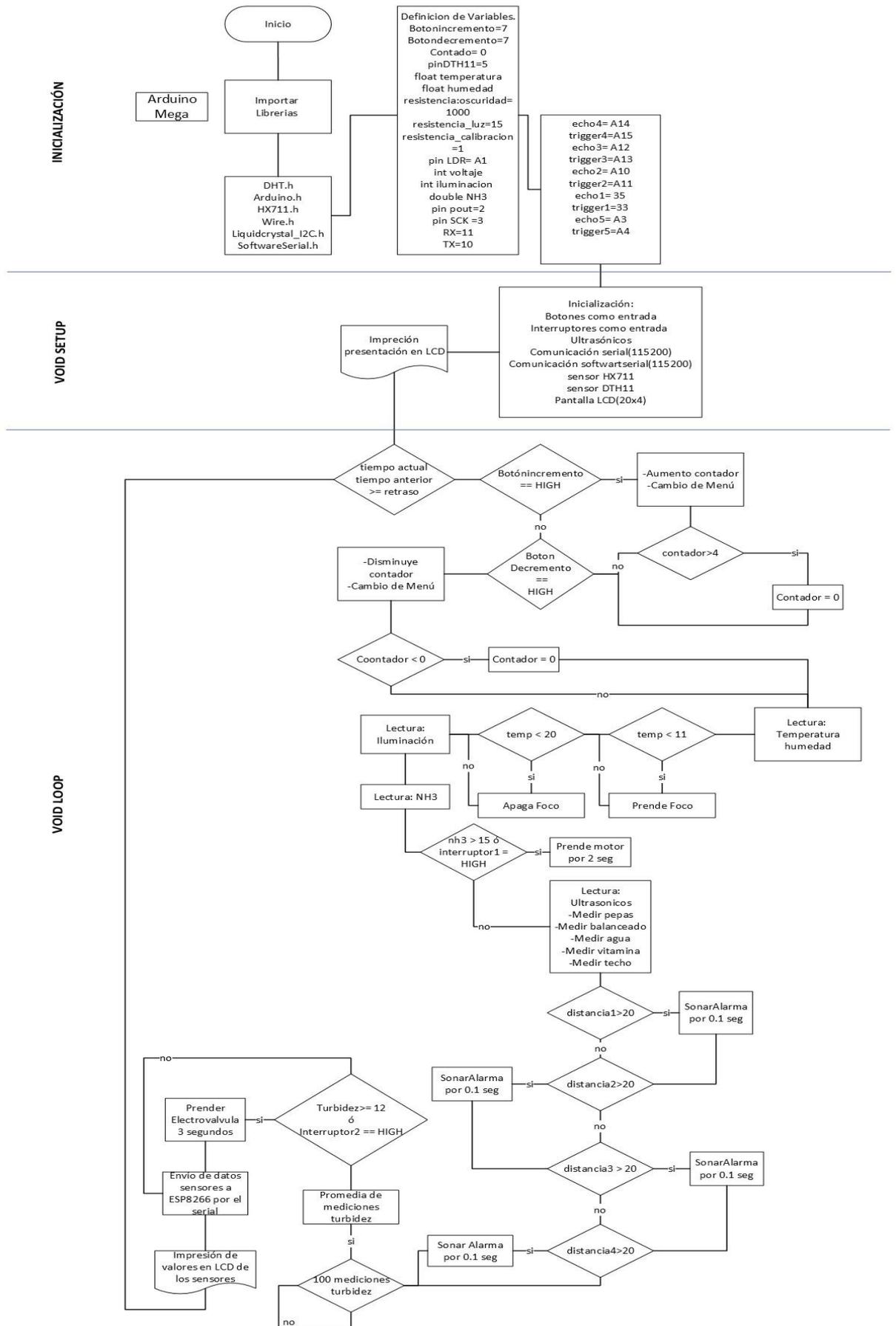
Table 2-1 lists the definitions and functions of each pin.

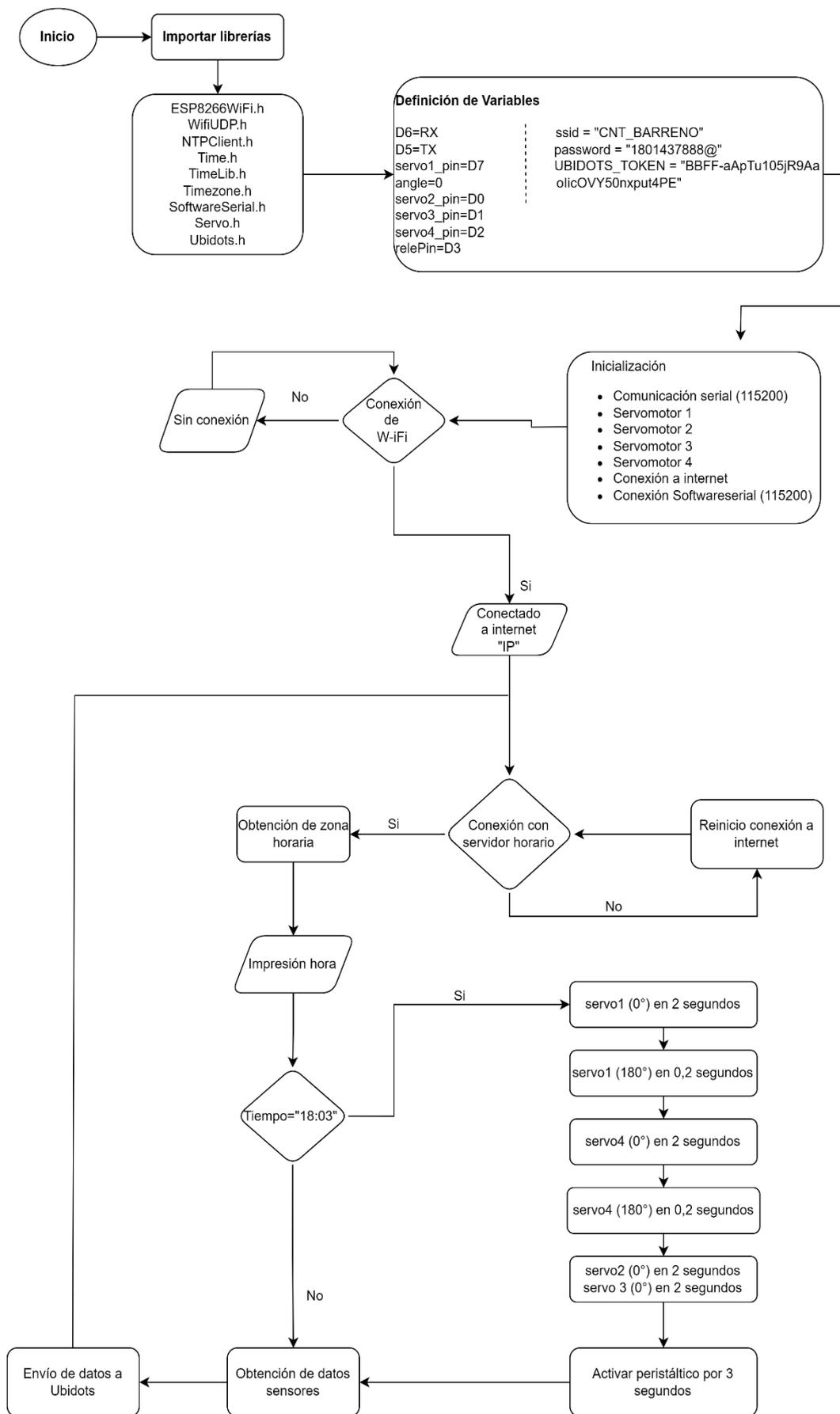
Table 2-1. ESP8266EX Pin Definitions

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 2.5 V - 3.6 V
2	LNA	IO	RF antenna interface Chip output impedance = 30 + j6 Ω. It is suggested to retain this n-type matching network to match the antenna.
3	VDDP3	P	Amplifier Power 2.5 V - 3.6 V

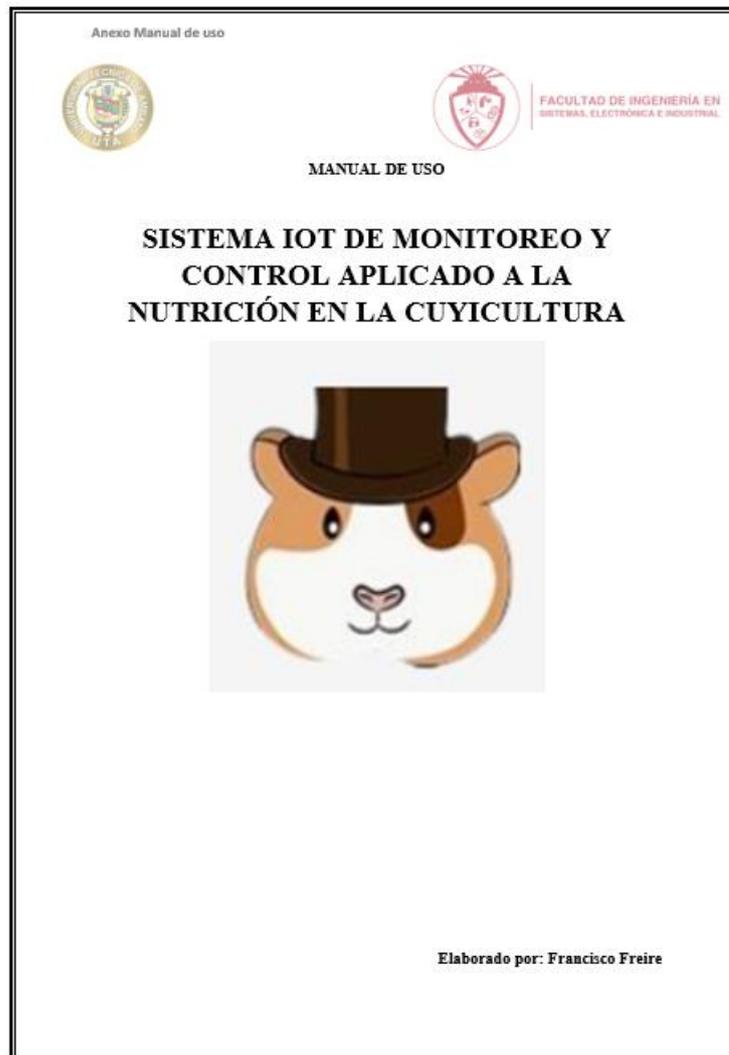
Anexo 6: Diagramas de Flujo completos

Diagrama de flujo de la Programación de Arduino Mega y Diagrama de flujo de la Programación de la ESP8266





Anexo 7: Manual de Usuario





INTRODUCCIÓN

Bienvenido al manual del Sistema IoT de Monitoreo y Control aplicado a la cuyicultura, una herramienta innovadora diseñada para mejorar la eficiencia y productividad en la crianza de cuyes. Este sistema integra avanzadas tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) para proporcionar un monitoreo detallado y un control automatizado de diversos aspectos clave del entorno de crianza de los animales, permitiendo un manejo más preciso y efectivo.

Nuestro Sistema IoT de Monitoreo y Control para la cuyicultura es una solución completa y versátil que abarca un amplio rango de funciones para asegurar el bienestar y salud de los cuyes, optimizando sus condiciones de crecimiento y nutrición. Entre las principales características del sistema se encuentran:

- Monitoreo Ambiental
- Suministro de Nutrientes
- Sistemas de Alimentación
- Sistema de Seguridad
- Dashboard y Notificaciones.

Este manual está diseñado para guiar a los usuarios en la instalación, configuración y utilización óptima del sistema. A través de esta solución tecnológica, esperamos contribuir a la mejora de la productividad, eficiencia y bienestar en la cuyicultura, brindando a los criadores una herramienta de vanguardia para el monitoreo y control integral de su criadero. ¡Aprovecha al máximo las capacidades de nuestro Sistema IoT de Monitoreo y Control para llevar tu cuyicultura al siguiente nivel!



Creación de cuenta:

Para crear la cuenta se tiene que llenar los parámetros que se pide en la interfaz y registrarse.

Inicio de Sesión

Para el inicio de sesión solo se llena los parámetros con los datos que se llenó en el paso anterior.

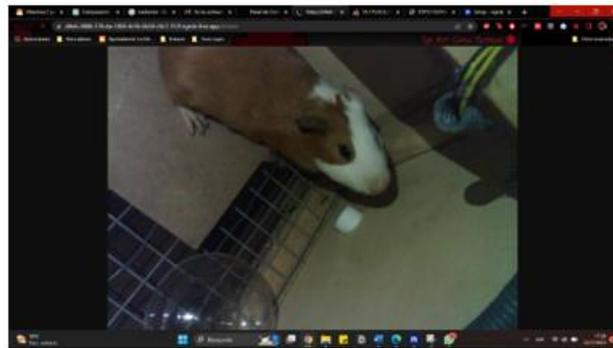


Aplicaciones:

SISTEMA IOT DE MONITOREO Y CONTROL APLICADO A LA NUTRICIÓN EN LA CUYICULTURA

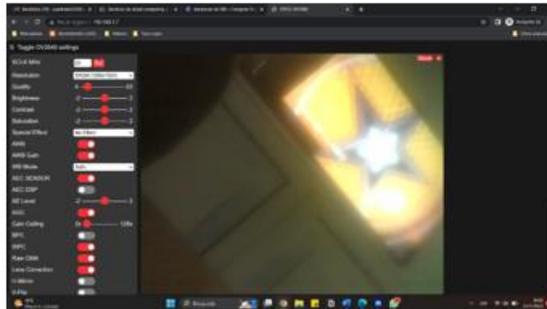
 Vigilancia en Tiempo Real Esta función le brinda la oportunidad de observar y monitorear en tiempo real la actividad y bienestar de los cuyes en su jaula. Con solo un clic, podrá visualizar la que está sucediendo en cualquier momento, lo que le proporciona tranquilidad y seguridad al asegurarse de que los cuyes están protegidos y saludables en todo momento. Esta capacidad de vigilancia en directo le permite tomar al tanto de sus necesidades y condiciones, lo que contribuye a garantizar un entorno seguro y cómodo para los animales.	 Generar Informe de Sensores Le brinda la capacidad de obtener un informe detallado en formato PDF, que reúne todas las mediciones recopiladas por los sensores en la jaula de los cuyes. Con solo un clic, podrá acceder a una lista completa del estado de los cuyes, incluyendo datos como temperatura, humedad, nivel de luz y otros sensores relevantes. Este informe le permitirá tomar decisiones informadas y realizar el seguimiento preciso del bienestar y las condiciones en las que se encuentran los cuyes.	 Gráficas y Valores de Sensores Le ofrece una serie de tableros y actualizaciones del estado de los cuyes. Mediante gráficas dinámicas, podrá visualizar los cambios en tiempo real de los sensores, como temperatura, humedad, nivel de luz y más. Además, una tabla detallada muestra todos los valores recopilados en tiempo real, brindándole un completo panorama del bienestar y las condiciones de los cuyes. Con este funcionamiento, podrá monitorear los cambios de manera eficiente y tomar decisiones informadas para garantizar su comodidad y seguridad.
---	---	--

Funcionamiento:





Parámetros de la cámara



MONITOREO





Valores de Sensores

VALORES SENSORES

Temp (°C)	Hum (%)	Lu (lux)	Tur (NTU)	NH3 (ppm)	Nivel Agua (cm)	Distancia Techo (cm)	Nivel de Vitamina (cm)	Nivel Balanceado (cm)	Nivel de Engorde (cm)
22.20	53.90	0.00	147.73	4.52	29.00	134.99	13.74	30.44	29.63
22.20	53.90	0.00	175.40	4.71	29.00	134.29	13.72	30.56	29.63
22.20	53.90	0.00	251.80	4.52	29.00	134.27	13.72	30.34	29.63
22.20	54.00	0.00	251.30	4.42	29.00	134.29	13.72	29.56	29.63
22.20	54.10	0.00	111.85	4.62	29.00	133.34	13.72	29.56	29.63



Universidad Técnica de Ambato

FISEI

Telecomunicaciones

Cuyicultura

Reporte de los sensores de la cuyera

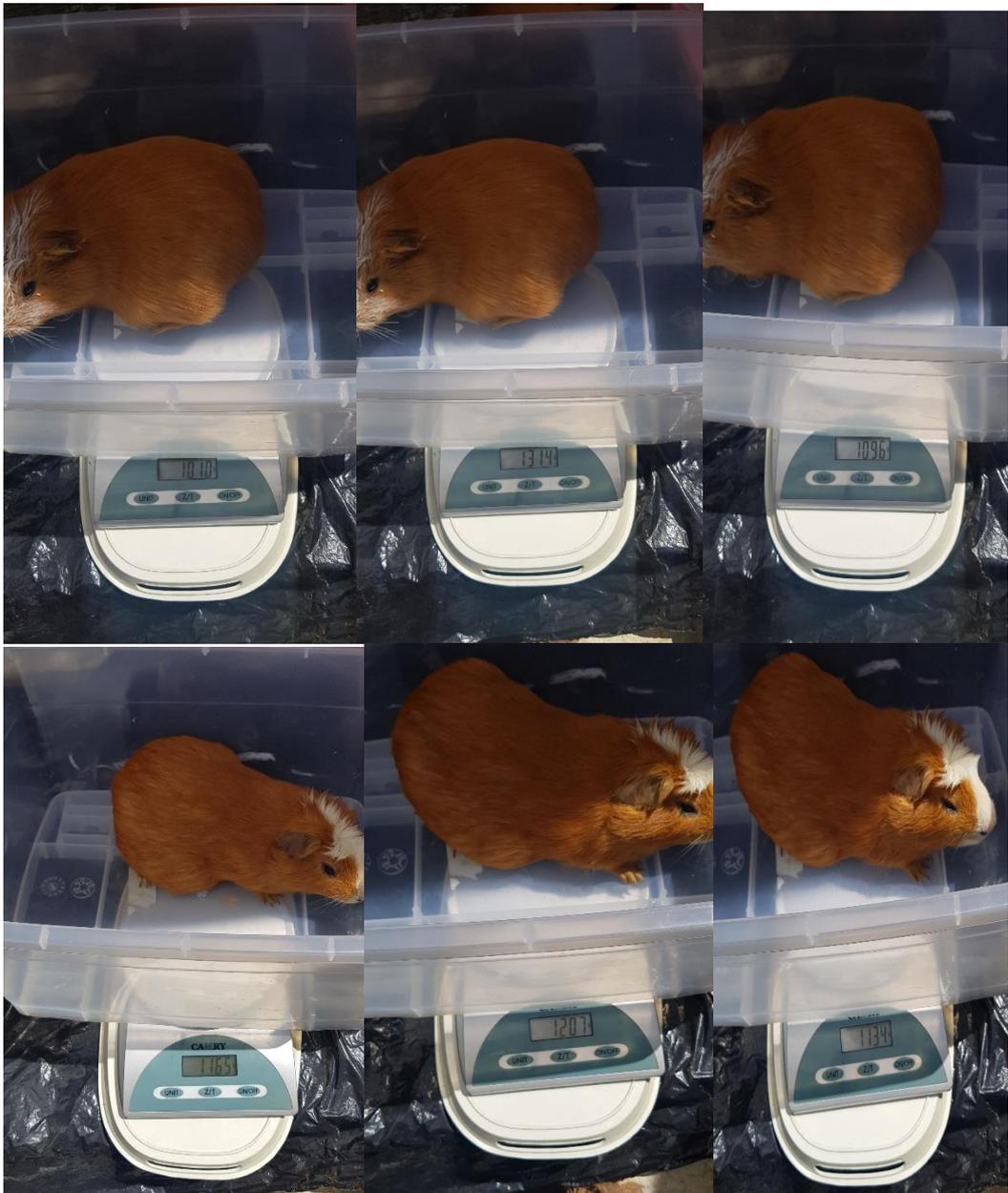
Sensores	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5
Humedad (%)	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Luminosidad (lux)	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0
Temperatura (°C)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
NH3 (ppm)	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Turbidez (NTU)	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
Nivel de agua (cm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nivel de techo (cm)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Nivel vitamina (cm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Balanceado (cm)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Engorde (cm)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

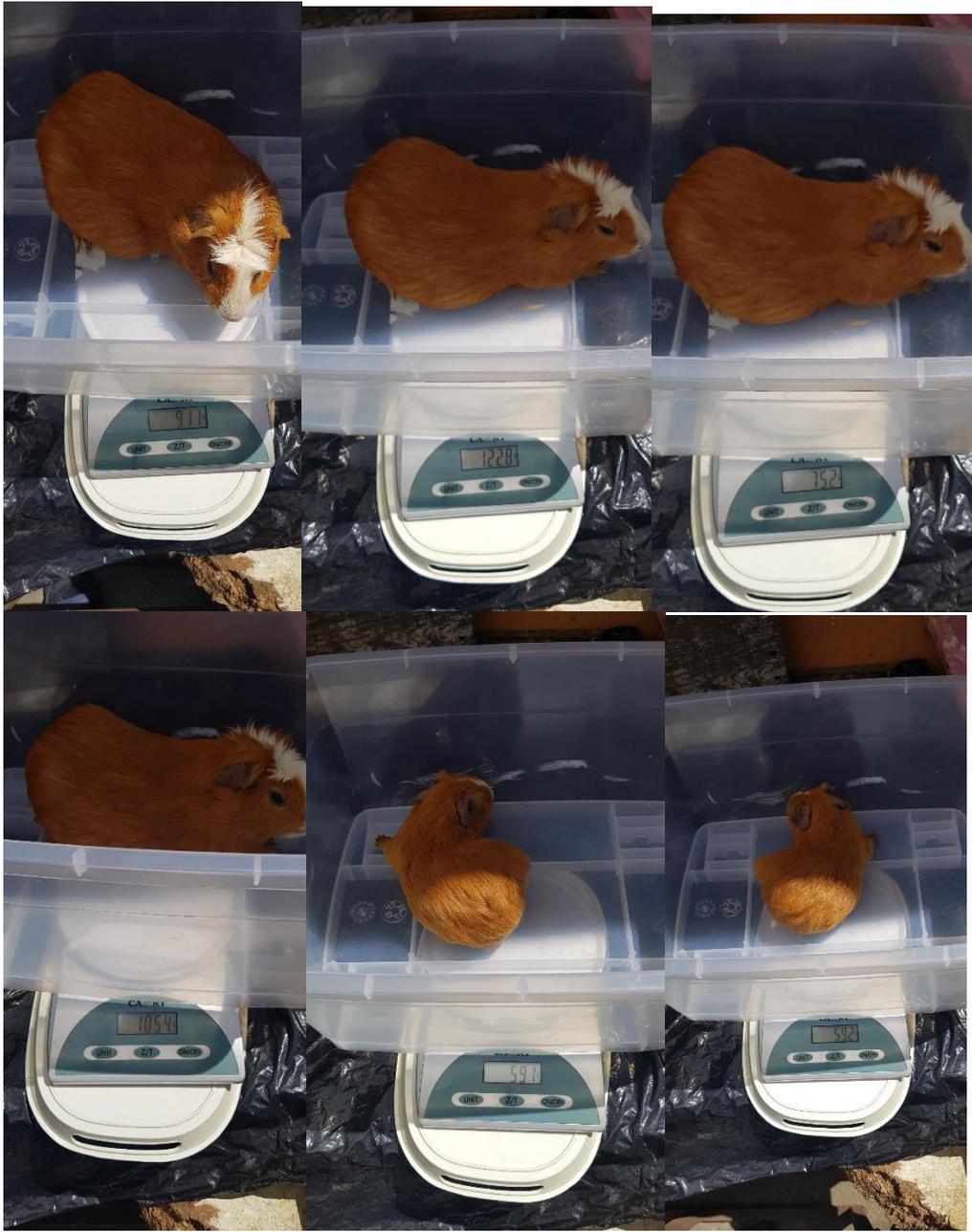


Anexo 8: Bitácora de nutrición

	Consumo Forraje Verde (g)	Sobrante de la Dosis (g)	Consumo Agua (ml)	Sobrante de la Dosis (ml)	Consumo Balanceado (g)	Sobrante de la Dosis (g)	Consumo Engorde (g)	Sobrante de la Dosis (g)
1 Semana	165,13	34,87	57,91	32,09	11,21	3,79	9,71	5,29
	177,65	22,35	57,24	32,76	11,83	3,17	11,81	3,19
	167,58	32,42	54,47	35,53	11,02	3,98	11,05	3,95
	168,74	31,26	68,33	21,67	11,74	3,26	10,3	4,7
	177,56	22,44	61,11	28,89	11,89	3,11	12,64	2,36
	162,77	37,23	64,38	25,62	11,2	3,8	12,43	2,57
	176,06	23,94	69,47	20,53	11,1	3,9	11,05	3,95
2 Semana	160,86	39,14	64,72	25,28	11,99	3,01	12,21	2,79
	169,58	30,42	66,96	23,04	11,48	3,52	10,95	4,05
	176,68	23,32	50,63	39,37	11,27	3,73	12,29	2,71
	160,98	39,02	52,3	37,7	11,65	3,35	10,84	4,16
	173,92	26,08	60,3	29,7	11,42	3,58	10,33	4,67
	162,72	37,28	66,06	23,94	11,87	3,13	9,77	5,23
	166,76	33,24	60,37	29,63	11,22	3,78	11,41	3,59
3 Semana	175,94	24,06	61,19	28,81	11,94	3,06	10,37	4,63
	169,49	30,51	57,1	32,9	11,04	3,96	11,47	3,53
	178,38	21,62	69,34	20,66	11,81	3,19	12,63	2,37
	177,53	22,47	66,97	23,03	11,22	3,78	12,08	2,92
	176,56	23,44	69,73	20,27	11,29	3,71	10,54	4,46
	166	34	54,69	35,31	11,47	3,53	9,45	5,55
	164,09	35,91	62,57	27,43	11,17	3,83	9,59	5,41
4 Semana	162,42	37,58	68,6	21,4	11,76	3,24	9	6
	171,58	28,42	51,54	38,46	11,96	3,04	12,42	2,58
	160,31	39,69	68,49	21,51	11,82	3,18	12,59	2,41
	175,31	24,69	67,68	22,32	11,25	3,75	9,6	5,4
	171,79	28,21	62,36	27,64	11,4	3,6	12,26	2,74
	176,76	23,24	54,9	35,1	11,05	3,95	11,79	3,21
	169,06	30,94	51,12	38,88	11,85	3,15	9,63	5,37
5 Semana	179,37	20,63	53,98	36,02	11,13	3,87	12,72	2,28
	179,11	20,89	51,38	38,62	11,86	3,14	12,55	2,45
	163,92	36,08	59,08	30,92	11,4	3,6	11,22	3,78
	162,14	37,86	57,36	32,64	11,53	3,47	9,69	5,31
	177,06	22,94	52,66	37,34	11,98	3,02	12,12	2,88
	164,32	35,68	62,41	27,59	11,15	3,85	10,95	4,05
	174,6	25,4	62,67	27,33	11,79	3,21	10,73	4,27
6 Semana	161,77	38,23	55,02	34,98	11,45	3,55	9,49	5,51
	167,31	32,69	57,01	32,99	11,27	3,73	12,87	2,13
	172,58	27,42	51,33	38,67	11,58	3,42	12,7	2,3
	179,6	20,4	57,59	32,41	11,22	3,78	11,36	3,64
	161,92	38,08	60,27	29,73	11,36	3,64	10,03	4,97
	172,7	27,3	65,95	24,05	11,84	3,16	12,17	2,83
	166,98	33,02	61,94	28,06	11,67	3,33	9,33	5,67
7 Semana	171,57	28,43	52,81	37,19	11,75	3,25	11,31	3,69
	163,62	36,38	59,26	30,74	11,19	3,81	11,8	3,2
	165,91	34,09	63,22	26,78	11,97	3,03	9,19	5,81
	173,91	26,09	65,66	24,34	11,6	3,4	11,48	3,52
	177,65	22,35	62,95	27,05	11,38	3,62	10,27	4,73
	175,97	24,03	64	26	11,23	3,77	12,95	2,05
	167,19	32,81	58,86	31,14	11,92	3,08	10,98	4,02
8 Semana	163,12	36,88	54,42	35,58	11,02	3,98	9,84	5,16
	160,83	39,17	54,47	35,53	11,85	3,15	11,31	3,69
	174,11	25,89	67,11	22,89	11,32	3,68	11,07	3,93
	167,4	32,6	57,37	32,63	11,49	3,51	9,79	5,21
	170,34	29,66	56,73	33,27	11,79	3,21	12,87	2,13
	160,62	39,38	61,16	28,84	11,67	3,33	12,69	2,31
	160,27	39,73	62,02	27,98	11,37	3,63	9,28	5,72
P	169,61	30,39	60,16	29,84	11,51	3,49	11,12	3,88
%	84,80	15,20	66,85	33,15	76,75	23,25	74,16	25,84

Anexo 9: Pruebas de Peso de los Cuyes verificados con una balanza comercial







Anexo 9: Tabla de sensores para el análisis de los 5 Cuyes

Tiempo (°C)	Humedad (%)	Lum(Lux)	Tur (NTU)	NH3 (ppm)	Nivel Agua (cn)	Peso (g)	Nivel de Vitamina (i)	Nivel Balanceado (cn)	Nivel Engorde (cm)
16.31	39	481.15	4	65.45	3.37	892.78	3.29	27.13	30.8
21.43	10	693.48	8	33.84	20.79	891.37	0.55	20.6	33.64
17.92	25	326.84	5	43.37	10.02	891.55	38.84	3.46	38.31
21.67	27	429.09	1	64.57	14.64	890.87	29.78	22.99	38
19.66	37	620.48	2	31.16	19.01	892.22	27.51	23.65	39.56
14.65	46	267.77	4	31.81	15.41	892.96	36.59	8.33	3.34
19.61	69	568.22	4	69.81	18.18	890.39	30.49	10.18	33.95
15.3	26	202.85	3	66.74	31	892.35	13.93	3.82	33.28
20.89	22	68.32	1	53.18	24.05	892.36	20.42	6.01	2.6
14.92	76	42.26	3	57.85	5.4	890.2	11.31	34.82	6.71
17.05	78	315.7	2	57.77	28.22	891.88	35.96	2.26	17.62
16.93	61	583.67	3	54.85	13.91	892.15	3.15	25.67	4.59
16.91	67	180.27	3	59.58	16.45	892.33	38.93	21.84	29.05
10.27	11	671.68	2	40.38	3.9	892.4	14.21	37.79	31.95
21.87	80	406.63	1	32.82	33.06	892.12	27.62	16.66	25.53
15.46	64	328.27	2	34.43	37.1	891.43	32.61	30.42	11
21.54	38	733.8	6	46.84	12.5	890.08	10.37	29.07	23.93
12.69	21	753.85	3	65.01	32.48	61.49	7.02	9.36	38.75
20.94	18	34.48	6	52.64	21.77	131	23.03	0.28	10.09
10.12	22	298.08	2	29.13	17.29	10.55	14.65	8.61	32.81
20.64	46	593.55	6	36.53	4.14	78.51	19.4	13.05	37.3
17.15	35	542.98	4	32.8	23.67	64.06	27.29	13.06	28.22
13.56	11	408.23	3	69.32	36.25	25.64	15.02	25.34	39

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
53	19.66	38	18.55	5	58.84	4.15	13.59	19.02	7.87	12.26
54	16.76	66	248.01	7	33.3	38.15	30.87	6.77	14.82	36.87
55	20.88	42	93.11	6	23.79	31.09	104.9	24.02	2.38	32.17
56	12.86	66	495.63	7	46.34	10.63	94.34	22.02	29.29	9.74
57	21.6	54	620.41	4	51.82	9.76	112.74	10.82	2.4	16.18
58	14.52	16	261.36	3	22.5	10.92	117.47	14.53	1.44	1.31
59	16.71	36	616.58	1	64.58	33.2	53	7.67	19.9	9.08
60	21.27	73	3.71	5	62.85	39.79	84.11	3.14	16.25	20.92
61	21.8	34	551.68	2	45.98	37.32	85.07	20.84	1.56	38.61
62	17.82	24	376.3	7	36.94	21.38	14.62	30.83	33.04	10.03
63	19.66	66	797.81	3	65.98	29.69	108.83	26.6	16.47	33.42
64	18.61	17	728.95	8	35.03	15.45	55.9	38.7	8.96	8.02
65	15.94	78	409.46	8	38.03	22.64	38.65	1.42	36.5	30.24
66	14.97	27	217.37	7	56.61	30.19	72.86	32.64	31.36	39.15
67	14.36	24	391.01	2	24.57	1.15	28.62	39.31	7.1	27.51
68	12.4	10	736.42	4	22.63	37.9	99.58	3.83	16.46	9.43
69	20.85	11	702.55	2	31.35	9.04	57	30.86	12.03	29.89
70	13.36	80	742.72	6	39.61	32.09	127.23	24.78	8.39	19.14
71	10.19	24	251.68	2	53.28	22.2	83.41	6.7	1.62	37.55
72	18.51	68	297.56	1	26.41	4.63	28.78	13.55	36.27	25.29
73	11.39	31	245.38	5	47.97	28.76	9.92	30.03	29.32	2.59
74	15.97	47	652.57	8	42.85	36.96	121.89	11.4	16.54	38.72
75	18.03	59	173.46	1	25.83	33.36	80.13	39.85	38.06	21.13
76	20.47	75	505.39	6	62.49	1.25	71.75	17.48	25.07	5.36

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
81	20.93	24	168.92	8	53.66	53.66	32.88	31.48	21.8	35.16
82	16.2	19	430.53	7	53.68	20.34	115.52	7.66	35.07	5.53
83	18.79	52	22.24	8	64.82	10.80	121.72	4.71	5.66	32.89
84	15.26	79	680.5	6	65.47	13.35	57.96	33.43	0.06	18.31
85	18.43	30	645.92	7	29.97	31.09	126.22	17.85	12.76	9.64
86	18.91	47	713.52	1	58.15	12.14	120.99	37.84	17.6	18.73
87	13.42	37	42.37	8	61.07	26.71	58.85	28.31	16.4	15.41
88	10.41	20	738.36	6	30.78	30.80	133.9	18.87	14.81	7.24
89	20.6	20	139.18	8	22.06	26.43	124.39	17.15	4.95	13.75
90	20.39	60	666.62	4	56.42	32.48	102.27	28.42	11.47	6.34
91	11.84	32	23.49	7	34.28	16.59	49	21.91	21.55	14.46
92	12.79	35	97.48	3	41.45	31.03	89.76	32.51	20.26	9.55
93	10.07	13	668.31	6	37.05	21.61	7.25	28.37	8.63	7.69
94	18.15	59	271.78	4	55.68	20.30	33.85	15.92	17.18	15.36
95	16.14	52	588.77	2	60.51	25.57	114.69	31.13	14.03	12.75
96	20.56	78	339.74	2	25.82	14.68	181.00	17.26	7.64	15.00
97	16.22	31	47.41	7	24.82	29.39	107.35	3.28	5.01	16.72
98	16.15	53	676.97	7	25.12	33.82	96.66	29.25	10.08	17.25
99	15.12	68	164.72	6	38.53	24.72	153.93	19.16	13.20	16.82
100	16.62	63	576.24	4	30.01	30.50	67.55	0.29	13.92	13.14
101	16.5	55	537.47	4	24.24	29.32	71.43	13.84	11.74	17.84
102	20.12	38	695.89	2	45.75	26.11	102.85	19.67	13.89	12.16
103	13.95	42	572.71	5	28.42	33.28	182.78	23.11	10.52	7.53
104	17.38	63	559.03	5	23.33	17.79	165.23	21.79	11.36	19.56
105	17.98	68	768.11	4	46.65	22.70	167.04	30.22	5.03	8.34

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
190	14.4	21	521.57	3	51.73	23.70	124.47	21.72	19.39	19.05
191	13.44	64	641.25	5	52.47	14.85	190.08	33.14	12.95	19.34
192	17.6	15	553.46	5	63.86	12.06	181.24	22.90	7.76	7.11
193	13.48	55	529.01	4	65.02	12.95	169.83	21.31	17.23	9.47
194	19.78	10	702.10	3	64.51	19.77	96.94	14.09	16.20	17.19
195	16.71	73	557.64	5	52.29	31.69	139.25	28.02	5.78	11.93
196	19.85	71	786.70	3	64.06	34.22	124.50	21.69	7.71	14.44
197	16.43	52	749.03	3	53.99	33.74	170.99	23.36	9.32	13.76
198	21.61	19	674.49	6	63.26	18.27	113.92	9.84	12.91	8.95
199	19.63	77	594.53	4	56.09	19.03	139.69	15.53	6.20	11.04
200	11.08	71	617.14	5	51.47	12.58	105.68	26.58	16.09	15.79
201	18.99	78	600.89	5	50.50	34.99	93.16	19.20	18.07	11.98
202	10.63	72	516.55	5	60.75	21.62	127.08	27.51	13.08	15.44
203	14.58	13	790.11	6	51.93	20.10	88.23	17.13	17.38	11.48
204	15.93	72	617.31	4	51.43	13.20	154.20	26.53	11.75	11.27
205	10.8	65	632.36	4	58.84	30.25	137.91	34.83	14.15	8.89
206	21.34	36	769.92	3	59.82	32.24	138.90	11.62	16.82	8.70
207	11.5	65	769.79	5	60.03	23.65	186.08	12.97	14.89	14.73
208	17.27	77	579.34	5	55.65	18.37	188.46	12.19	12.30	9.41
209	10.84	69	606.76	3	54.49	33.06	159.75	15.54	11.00	15.11
210	14.88	62	661.86	5	68.62	17.58	119.13	16.89	8.91	6.63
211	19.28	46	715.90	4	51.82	22.03	78.95	13.85	14.37	13.18
212	21.13	74	515.47	6	67.60	17.41	196.30	16.25	14.31	12.38
213	14.57	40	780.21	3	62.03	21.53	76.25	13.38	12.49	6.74

Anexo 10: Programación Aplicación

```
from flask import Flask, render_template, request, redirect, url_for, flash
from flask_mysql import MySQL
from flask_wtf.csrf import CSRFProtect
from flask_login import LoginManager, login_user, logout_user, login_required

from config import config

# Models:
from models.ModelUser import ModelUser, subirusuario

# Entities:
from models.entities.User import User, hash

app = Flask(__name__)

csrf = CSRFProtect()
db = MySQL(app)
login_manager_app = LoginManager(app)

@login_manager_app.user_loader
def load_user(id):
    return ModelUser.get_by_id(db, id)

@app.route('/')
def index():
    return redirect(url_for('login'))

@app.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
def login():
    if request.method == 'POST':
        # print(request.form['username'])
        # print(request.form['password'])
        user = User(0, request.form['username'], request.form['password'])
        logged_user = ModelUser.login(db, user)
        if logged_user != None:
            if logged_user.password:
                login_user(logged_user)
                return redirect(url_for('home'))
```

```

# Redireccionar a la página de inicio de sesión ('auth/login.html')
return redirect('/login')

else:
    return render_template('auth/registro.html')

@app.route('/home')
def home():
    # URL a la que deseas redirigir en Ubidots
    url_destino = 'https://stem.ubidots.com/app/dashboards/64b60095b2d816000b7201e8?devices=64b60012b2d816000b7201e6'

    # Redirigir al usuario a la URL de Ubidots
    return redirect(url_destino, code=302)

@app.route('/protected')
@login_required
def protected():
    return "<h1>Esta es una vista protegida, solo para usuarios autenticados.</h1>"

def status_401(error):
    return redirect(url_for('login'))

def status_404(error):
    return "<h1>Página no encontrada</h1>", 404

if __name__ == '__main__':
    app.config.from_object(config['development'])
    csrf.init_app(app)
    app.register_error_handler(401, status_401)
    app.register_error_handler(404, status_404)
    app.run()

```

```

@login_user(logged_user)
    return redirect(url_for('home'))
else:
    flash("Contraseña Incorrecta...")
    return render_template('auth/login.html')
else:
    flash("Usuario no encontrado, porfavor regístrate...")
    return render_template('auth/login.html')
else:
    return render_template('auth/login.html')

@app.route('/logout')
def logout():
    logout_user()
    return redirect(url_for('login'))

@app.route('/register', methods=['GET', 'POST'])
def register():
    if request.method == 'POST':
        # Obtener los datos del formulario
        username = request.form.get('username')
        fullname = request.form.get('fullname')
        password = request.form.get('password')
        email = request.form.get('email')
        cifrado=(hash.has(password))

        # Si los datos del formulario no están completos, muestra la plantilla de registro nuevamente
        if not fullname or not password:
            return render_template('auth/registro.html')

        #print(fullname, cifrado)
        # Mostrar un mensaje flash de éxito
        subirusuario.sub(db, username, fullname, cifrado, email)
        flash(f'Registro exitoso. ¡Bienvenido, {username}!', 'success')

        # Redireccionar a la página de inicio de sesión ('auth/login.html')
        return redirect('/login')

```

```

from flask import Flask, render_template, request, redirect, url_for, flash
from flask_mysql import MySQL
from flask_wtf.csrf import CSRFProtect
from flask_login import LoginManager, login_user, logout_user, login_required
import subprocess
from config import config

# Models:
from models.ModelUser import ModelUser, subirusuario

# Entities:
from models.entities.User import User, hash

app = Flask(__name__)

csrf = CSRFProtect()
db = MySQL(app)
login_manager_app = LoginManager(app)

@login_manager_app.user_loader
def load_user(id):
    return ModelUser.get_by_id(db, id)

@app.route('/')
def index():
    return redirect(url_for('login'))

@app.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
def login():
    if request.method == 'POST':
        # print(request.form['username'])
        # print(request.form['password'])
        user = User(0, request.form['username'], request.form['password'])
        logged_user = ModelUser.login(db, user)
        if logged_user != None:
            if logged_user.password:
                login_user(logged_user)
                return redirect(url_for('home'))

@app.route('/home')
@login_required
def home():
    return render_template('auth/careda.html')

@app.route('/generate_report', methods=['GET'])
@login_required
def generate_report():
    # Aquí ejecutamos el script usando subprocess
    # Asegúrate de que el script "report_script.py" esté en la ruta adecuada
    subprocess.run(['usr/local/bin/python3.10', '/home/rsa-key-20230722/tesis_pancho/Dashboard/src/reporte.py'])

    # Retorna la plantilla de la página principal nuevamente
    return render_template('auth/careda.html')

@app.route('/protected')
@login_required
def protected():
    return "<h1>Esta es una vista protegida, solo para usuarios autenticados.</h1>"

def status_401(error):
    return redirect(url_for('login'))

def status_404(error):
    return "<h1>Página no encontrada</h1>", 404

if __name__ == '__main__':
    app.config.from_object(config['development'])
    csrf.init_app(app)
    app.register_error_handler(401, status_401)
    app.register_error_handler(404, status_404)
    app.run(["0.0.0.0", port=5000])

```

Anexo 11: Buenas prácticas para la crianza de cuyes en la etapa de desarrollo y engorde.

Buenas prácticas para la crianza de cuyes en la etapa de desarrollo y engorde.




Composición	Aéreo	Raíces	Promedio(*)
Materia Seca %	7,4	10,2	8,8
Humedad %	6,4	5,9	6,15
Cenizas %	10,7	5,5	8,1
Proteína Bruta %	28,6	12	20,3
Grasa Bruta %	4,9	6,3	5,6
Fibra Bruta %	20,7	22,5	21,6
Ext. No Nitrogenado %	28,7	47,7	38,2
TND %	59,1	63	61,05
Energía BrutaMcal/Kg	3,66	3,97	3,81
Energía Digestible Mcal/kg	2,6	2,77	2,68
Energía Metabolizable Mcal/kg	2,13	2,27	2,2

Forraje Verde

El forraje verde es un componente esencial en la dieta de los cuyes durante su etapa de desarrollo y engorde. Incluir forraje fresco, como hierbas, hojas y pasto, proporciona fibra y una variedad de nutrientes esenciales. La presencia de fibra en la dieta contribuye a una digestión saludable y previene problemas gastrointestinales. Además, el acceso constante a forraje verde permite que los cuyes expresen su comportamiento natural de pastoreo.



Alimentación Balanceada

Una alimentación equilibrada es crucial para el crecimiento y el desarrollo adecuado de los cuyes. Una dieta balanceada para esta etapa debe consistir en una combinación de diferentes tipos de alimentos para cubrir todas las necesidades nutricionales. La proporción adecuada de forraje verde, concentrados y suplementos vitamínicos asegurará que los cuyes reciban los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable.

Ingredientes	Inicio %	Crecimiento %
Mais amarillo	14.38	0.00
Harinilla de trigo	30.00	20.00
Torta de soya 47	20.73	14.50
Subproducto de trigo	30.02	60.80
Carbonato de calcio	1.69	1.63
Sal común	0.46	0.42
Anti fúngico	0.15	0.10
Pre mezcla de vitaminas y minerales	0.46	0.44
Rovimix stay 35	0.11	0.11
Aceite semirrefinado de soya	2.00	2.00
Total	100	100
Valor nutricional calculado		
Materia seca %	89.13	89.24
Proteína %	20.65	18.60
Fibra cruda %	6.92	9.03
Grasa total %	4.93	4.73
ED cuyes (Mcal/kg)	3.00	2.85
Lisina %	1.08	0.90
Metionina %	0.40	0.35
Met+ cis %	0.76	0.74
Arginina %	1.36	1.32
Trifofano %	0.43	0.37
Treonina %	0.68	0.65
Sodio %	0.20	0.20
Fósforo total %	0.83	0.81
Calcio %	0.80	0.80
Vit. C (mg/100 g)	40.00	40.00

Alimento de Engorde

Durante la etapa de engorde, es recomendable proporcionar a los cuyes un alimento específico diseñado para promover un aumento de peso eficiente y rápido. Estos alimentos de engorde están formulados para tener niveles óptimos de proteínas, carbohidratos y grasas que favorezcan un crecimiento adecuado. Es esencial seguir las indicaciones del fabricante y ajustar las raciones según el peso y la edad de los cuyes.



HABITAT DE LOS CUYES

Limpieza



Mantener un entorno saludable para los cuyes requiere limpiar sus jaulas regularmente. Se sugiere limpiar al menos semanalmente, pero si las jaulas son pequeñas o hay varios cuyes juntos, considera limpiar más seguido para su comodidad y salud. Adaptar la limpieza a las necesidades individuales de los cuyes asegura un ambiente limpio y acogedor, promoviendo su bienestar.

Luz



Se recomienda proporcionar luz natural indirecta en la medida de lo posible. Evitar la exposición directa a la luz solar intensa es importante para prevenir el estrés térmico. Asegurarse de que la jaula esté ubicada en un área con una iluminación suave y constante contribuye a mantener un ritmo circadiano saludable para los cuyes, promoviendo así su salud y comportamiento natural.

HABITAT DE LOS CUYES

Temperatura y humedad

La temperatura ideal se encuentra en el rango de 18-24°C (64-75°F). Evitar exposiciones a corrientes de aire frío o calor excesivo es crucial para prevenir problemas de salud. En cuanto a la humedad, se recomienda mantenerla en torno al 40-70% para evitar un ambiente demasiado seco o húmedo. Mantener estos parámetros contribuye a un entorno cómodo y saludable para los cuyes, promoviendo su vitalidad y felicidad.

Condición del aire

Proporcionar una buena circulación de aire en el área donde se encuentra la jaula, evitando corrientes de aire frío directo. Mantener una temperatura ambiente constante y adecuada, entre 18-24°C, contribuye a prevenir el estrés térmico. La ventilación adecuada ayuda a reducir la acumulación de humedad y olores, promoviendo un ambiente confortable y saludable para los cuyes.

HABITAT DE LOS CUYES

Turbidez del agua

Se recomienda proporcionar agua fresca y limpia en todo momento. La turbidez del agua debe ser mínima o nula, ya que el agua turbia podría indicar contaminación o falta de higiene. Controlar la claridad del agua asegura que los cuyes tengan acceso a una fuente de hidratación segura y saludable, contribuyendo así a su salud y vitalidad.



Bibliografía

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000300035#:text=La%20alimentaci%C3%B3n%20de%20los%20cuyes.enrg%C3%ADa%20\(Moren%C3%93%201989\)](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000300035#:text=La%20alimentaci%C3%B3n%20de%20los%20cuyes.enrg%C3%ADa%20(Moren%C3%93%201989))