



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

“MONITOREO Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LOS
TANQUES DE PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARONES APLICANDO
SISTEMAS IoT EN EL LABORATORIO “NEPTUNO LAB” UBICADO EN
MONTEVERDE”.

AUTORES:

REYES REYES GÉNESIS NAYELI
PANCHANA DE LA O SOFÍA GEOCONDA

DOCENTE TUTOR:

ING. MANUEL MONTAÑO BLACIO, M. Sc

LA LIBERTAD-ECUADOR

2024

DECLARACIÓN DE DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“Monitoreo y análisis de los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas de camarones aplicando sistemas IoT en el Laboratorio “Neptuno Lab” ubicado en Monteverde”**, elaborado por **Reyes Reyes Génesis Nayeli** y **Panchana De La O Sofía Geoconda**, estudiantes de la Carrera de Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniería en Telecomunicaciones, me permito declarar que, tras supervisar el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos. En consecuencia, lo considero apto en todos sus aspectos y listo para ser evaluado por el docente especialista.

Atentamente



Ing. Manuel Montaña Blacio, M. Sc

DOCENTE TUTOR

DECLARACIÓN AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

El presenta trabajo de Integración Curricular con el título **“Monitoreo y análisis de los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas de camarones aplicando sistemas IoT en el Laboratorio “Neptuno Lab” ubicado en Monteverde”**, declaramos que la concepción, análisis y resultados son originales a la actividad educativa en el área de Telecomunicaciones.

Atentamente



Reyes Reyes Génesis Nayeli

C.I. 2450005661



Panchana De La O Sofía Geoconda

C.I. 2450060419

DECLARACIÓN DE DOCENTE ESPECIALISTA

En mi calidad de Docente Especialista del Trabajo de Integración Curricular, **“Monitoreo y análisis de los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas de camarones aplicando sistemas IoT en el Laboratorio “Neptuno Lab” ubicado en Monteverde”**, elaborado por **Reyes Reyes Génesis Nayeli** y **Panchana De La O Sofía Geoconda**, estudiantes de la Carrera de Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniería en Telecomunicaciones, me permito declarar que, tras supervisar el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos. En consecuencia, lo considero apto en todos sus aspectos y listo para la sustentación del trabajo.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Daniel Jaramillo Chamba', is written over a solid horizontal line.

Ing. Daniel Jaramillo Chamba, MGTI.

DOCENTE ESPECIALISTA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Ronald Rovira Jurado, Ph.D.

DIRECTOR DE LA CARRERA



Ing. Daniel Jaramillo Chamba, MGTI.

DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Manuel Montaña Blacio, M. Sc

DOCENTE TUTOR GUÍA



Ing. Luis Amaya Fariño, Mgtr.

DOCENTE GUIA UIC



Ing. Corina Gonzabay De La A. Mgtr.

SECRETARIA

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Quienes suscriben, **REYES REYES GÉNESIS NAYELI** con C.I. 2450005661 y **PANCHANA DE LA O SOFÍA GEOCONDA** con C.I. 2450060419, estudiantes de la carrera de Telecomunicaciones, declaramos que el trabajo de Titulación presentado a la unidad de Integración Curricular cuyo tema es **“Monitoreo y análisis de los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas de camarones aplicando sistemas IoT en el Laboratorio “Neptuno Lab” ubicado en Monteverde”**, corresponde y es de exclusiva responsabilidad de los autores y pertenece al patrimonio intelectual de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente



Reyes Reyes Génesis Nayeli

C.I. 2450005661



Panchana De La O Sofía Geoconda

C.I. 2450060419

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, a mis padres y hermano por acompañarme durante todo mi proceso académico y ser una guía en todo momento.

Al tutor Ing. Manuel Montaña Blacio por sus consejos, orientación, apoyo y tiempo durante el proceso del trabajo para que sea finalizado con éxito.

De ante mano también quiero agradecer a mi compañera y amiga Sofía Panchana por su colaboración en este proyecto, por ser paciente, brindarme aliento y ser una buena compañera de trabajo durante todo el proceso.

Finalmente, agradezco a todas las personas involucradas en este proyecto para la recolección de datos y toda la información necesaria ya que con su colaboración se ha podido llevar a cabo la realización de este proyecto.

Génesis Nayeli Reyes Reyes.

Agradezco a Dios por su amor y bondad que han estado conmigo en cada paso de mi trayectoria académica, su guía ha sido mi luz en los momentos oscuros y su gracia ha sido mi fuerza. También quiero agradecer a mis padres y hermanos por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi fuente de inspiración en cada paso que he dado.

A mi tutor el Ing. Manuel Montaña Blacio por su dedicación, paciencia y sabios consejos que han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo, su orientación y conocimiento han sido invaluable.

Agradezco de todo corazón a mi compañera y amiga, Génesis Reyes, por su colaboración, aliento y amistad durante este proyecto y a lo largo de nuestro proceso académico, sin ella este camino habría sido mucho más difícil.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por ser parte fundamental en la culminación de este proyecto.

Sofía Geoconda Panchana De La O.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía, llenarme de sabiduría y fortaleza necesaria en casa paso de mi proceso académico.

A mí mamá Doris Reyes, mi hermano Adrián Reyes y mis abuelos Yolanda De La A e Isaac Reyes por ser mis acompañantes, guías y brindarme todo su amor, apoyo y ser un pilar fundamental en mi formación, siendo mi sustento en los momentos de dificultad y desafío.

A mis compañeros y amigos quienes también han brindado su apoyo y animo durante todo este proceso.

Sus contribuciones han sido de fundamental importancia para enriquecer este logro.

Génesis Nayeli Reyes Reyes.

A Dios, fuente de sabiduría y guía en cada paso de este arduo camino académico, por brindarme fortaleza y esperanza en los momentos difíciles.

A mis amados padres, Ernesto Panchana y Gioconda De La O, cuyo amor inquebrantable, sacrificio y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental de mi formación. A mis hermanos y sobrinos, por ser siempre mi motivación para lograr mis metas.

A mis amigos, quienes, con su compañía, comprensión y ánimo inquebrantable, han hecho más ligera esta travesía

Sin la presencia y contribución de cada uno de ustedes en mi vida, este logro no hubiera sido posible.

A todos, les dedico este éxito con mucha gratitud y afecto.

Sofía Geoconda Panchana De La O.

RESUMEN

Para Ecuador la industria camaronera es un sustento bastante importante para la economía, siendo un vital productor y exportador del camarón en el mercado internacional. Gracias a los avances tecnológicos en los últimos años, se han desarrollado varias propuestas para que las empresas camaroneras puedan brindar una buena producción.

El proyecto se basa en un prototipo que mediante tecnología IoT es capaz de registrar parámetros para la medición de condiciones del agua, cuenta con acceso a la nube a través de conexión a Internet para visualizar los datos recolectados por los sensores de temperatura, ph y salinidad para un correcto monitoreo, adicional también se implementa un envío de alertas por mensajes cuando las condiciones del agua no se encuentren dentro de los rangos establecidos en el laboratorio para un correcto cuidado y crianza de larvas de camarón.

Palabras claves: Monitoreo, Tecnología IoT, Internet, Condiciones del agua, Alertas.

ABSTRACT

For Ecuador, the shrimp industry is a very important support for the economy, being a vital producer and exporter of shrimp in the international market. Thanks to technological advances in recent years, several proposals have been developed so that shrimp companies can provide good production.

The project is based on a prototype that, through IoT technology, is capable of recording parameters for measuring water conditions, it has access to the cloud through an Internet connection to view the data collected by the temperature, pH and salinity sensors for correct monitoring, additional message alerts are also implemented when water conditions are not within the ranges established in the laboratory for correct care and breeding of shrimp larvae.

Keywords: Monitoring, IoT technology, Internet, Water Conditions, Alerts.

ÍNDICE GENERAL

<i>DECLARACIÓN DE DOCENTE TUTOR</i>	<i>ii</i>
<i>DECLARACIÓN AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES</i>	<i>iii</i>
<i>DECLARACIÓN DE DOCENTE ESPECIALISTA</i>	<i>iv</i>
<i>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</i>	<i>v</i>
<i>DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD</i>	<i>vi</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>vii</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>ix</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>xi</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xii</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>xvi</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>xx</i>
<i>ÍNDICE DE ANEXOS</i>	<i>xxi</i>
<i>ÍNDICE DE ECUACIONES</i>	<i>xxi</i>
<i>ÍNDICE DE ABREVIATURAS</i>	<i>xxii</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
CAPÍTULO I.....	<i>3</i>
1. Generalidades de la propuesta.....	<i>3</i>
1.1. Antecedentes	<i>3</i>
1.2. Planteamiento del problema.....	<i>6</i>
1.3. Descripción del proyecto	<i>7</i>

1.4. Objetivos	8
1.5. Justificación	9
1.6. Alcance.....	9
1.7. Resultados Esperados.....	10
1.8. Metodologías del proyecto.....	10
CAPÍTULO I I	14
2. Fundamentación teórica	14
2.1. Acuicultura.....	14
2.2. Calidad de agua para el desarrollo de larvas.....	16
2.3. Parámetros de medición que influyen en la calidad del agua	16
2.4. Internet de las cosas (IoT).....	18
2.5. Tecnologías de acceso a la red	26
CAPÍTULO I I I.....	30
3. Modelo y herramientas para la propuesta	30
3.1. Componentes para el sistema de monitoreo.....	30
3.2. Arquitectura del sistema de monitoreo	38
3.3. Diseño y conexiones del sistema de monitoreo	39
3.4. Calibración de los sensores y comparación de valores obtenidos	46
3.5. Sistema de Alertas.....	55
3.6 Diseño del sistema en EasyEDA.....	58
3.7 Prototipo e implementación del sistema	61

3.8 Presupuesto	65
CAPÍTULO IV	67
4. Pruebas y resultados	67
4.1 Resultados de monitoreo con la plataforma IoT	69
4.2 Resultados de envío de alertas	75
4.3 Análisis de calidad de agua	76
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	94
ANEXOS	95
MANUAL DE USUARIO	116
BIBLIOGRAFÍAS	119

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Metodología en fases _____	11
<i>Figura 2</i> Arquitectura del Sistema IoT _____	19
<i>Figura 3</i> Plataformas cloud IoT _____	20
<i>Figura 4</i> Plataformas de gestión de conectividad IoT _____	21
<i>Figura 5</i> Plataformas de gestión de dispositivos IoT _____	22
<i>Figura 6</i> Plataformas de análisis de datos _____	22
<i>Figura 7</i> Clasificación de los tipos de monitoreo) _____	25
<i>Figura 8</i> Evolución de las redes de tecnología móvil _____	27
<i>Figura 9</i> Principales redes de tecnología inalámbrica _____	27
<i>Figura 10</i> Principales redes de tecnología LPWAN _____	29
<i>Figura 11</i> Módulo ESP32 _____	30
<i>Figura 12</i> Sensor de medidor TDS _____	32
<i>Figura 13</i> Sensor DS18B20 y pines de salida _____	34
<i>Figura 14</i> Kit Sensor PH _____	35
<i>Figura 15</i> Plataforma Tago.IO) _____	37
<i>Figura 16</i> Arquitectura de conexión y comunicación _____	39
<i>Figura 17</i> Conexión del sensor de Temperatura _____	40
<i>Figura 18</i> Conexión del sensor de pH _____	40
<i>Figura 19</i> Conexión del sensor TDS _____	41
<i>Figura 20</i> Conexión del sistema de monitoreo _____	41
<i>Figura 21</i> Diagrama de flujo del Sensor de temperatura DS18B20 _____	43
<i>Figura 22</i> Diagrama de flujo del Sensor de pH 4502C _____	44
<i>Figura 23</i> Diagrama de flujo del Sensor de medidor TDS _____	45
<i>Figura 24</i> Termómetro para medición de temperatura _____	46

Figura 25 Salinómetro ATC _____	46
Figura 26 Dispositivo de medición de Temperatura “Neptuno Lab” _____	47
Figura 27 Dispositivo de medición de Temperatura DS18B20 _____	48
Figura 28 Comparación de resultados de Temperatura _____	49
Figura 29 Calibración física del sensor de pH _____	49
Figura 30 Calibración del sensor de pH _____	50
Figura 31 Dispositivo de medición de pH 4502C _____	50
Figura 32 Comparación de resultados de pH _____	51
Figura 33 Dispositivo de medición de Salinidad (Salinómetro ATC) _____	52
Figura 34 Dispositivo de medición de Salinidad (TDS) _____	52
Figura 35 Comparación de resultados de Salinidad _____	53
Figura 36 Resultados en Arduino IDE _____	54
Figura 37 Plataforma TagoIO _____	55
Figura 38 Bot Telegram “BotFather” _____	55
Figura 39 Mensajes de alertas para Telegram _____	56
Figura 40 Configuración de Alertas en TagoIO _____	57
Figura 41 Configuración de Alertas en TagoIO _____	57
Figura 42 Diseño esquemático del sistema _____	58
Figura 43 Diseño PCB del sistema _____	59
Figura 44 Diseño 2D del sistema _____	60
Figura 45 Diseño 3D del sistema _____	60
Figura 46 Diseño del prototipo en Fusion 360 _____	61
Figura 47 Parte frontal del prototipo en Fusion 360 _____	62
Figura 48 Aberturas del Prototipo en Fusion 360 _____	62
Figura 49 Armado de la parte interna del circuito _____	63

Figura 50 Parte frontal de la caja. _____	63
Figura 51 Implementación del sistema (modulo1) _____	64
Figura 52 Implementación del sistema (modulo2) _____	64
Figura 53 Ubicación geográfica de “Neptuno Lab” _____	67
Figura 54 Ubicación geográfica del módulo 1 _____	68
Figura 55 Ubicación geográfica del módulo 2 _____	68
Figura 56 Resultados de temperatura Módulo 1 (3D) _____	69
Figura 57 Resultados de pH Módulo 1 (3D) _____	69
Figura 58 Resultados de salinidad Módulo 1 (3D) _____	70
Figura 59 Resultados de temperatura Módulo 1 (lineal) _____	70
Figura 60 Resultados de pH Módulo 1 (lineal) _____	71
Figura 61 Resultados de salinidad Módulo 1 (lineal) _____	71
Figura 62 Resultados de temperatura Módulo 2 (3D) _____	72
Figura 63 Resultados de pH Módulo 2 (3D) _____	72
Figura 64 Resultados de salinidad Módulo 2 (3D) _____	72
Figura 65 Resultados de temperatura Módulo 2 (lineal) _____	73
Figura 66 Resultados de pH Módulo 2 (lineal) _____	74
Figura 67 Resultados de salinidad Módulo 2 (lineal) _____	74
Figura 68 Alertas en Telegram Módulo 2 _____	76
Figura 69 Análisis de temperatura - Tanque 1 _____	78
Figura 70 Análisis de ph - Tanque 1 _____	79
Figura 71 Análisis de salinidad - Tanque 1 _____	81
Figura 72 Análisis de temperatura - Tanque _____	83
Figura 73 Análisis de ph - Tanque 2 _____	85
Figura 74 Análisis de salinidad - Tanque 2 _____	87

Figura 75 Datos de Temperatura-TagoIO _____	88
Figura 76 Análisis Temperatura-TagoIO _____	88
Figura 77 Correlación modulo 1 _____	90
Figura 78 Correlación modulo 2 _____	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos mínimos y máximos generales _____	18
Tabla 2 Proyectos de sistemas de monitoreo IoT. _____	23
Tabla 3 Especificaciones Técnicas del módulo ESP32 _____	31
Tabla 4 Especificaciones Técnicas del módulo TDS _____	32
Tabla 5 Especificaciones Técnicas de la sonda TDS _____	33
Tabla 6 Especificaciones Técnicas del Sensor DS18B20 _____	34
Tabla 7 Módulo PH-4502C _____	35
Tabla 8 Sonda ph BNC E-201 _____	36
Tabla 9 Características de la plataforma TagoIO _____	37
Tabla 10 Comparación de diferentes plataformas IoT _____	38
Tabla 11 Pines de conexión del sistema _____	42
Tabla 12 Rangos permitidos de cada parámetro para la crianza de larvas en laboratorio "Neptuno Lab" _____	47
Tabla 13 Datos obtenidos de Temperatura _____	48
Tabla 14 Datos obtenidos de pH _____	51
Tabla 15 Datos obtenidos de Salinidad _____	53
Tabla 16 Resultados de los parámetros en los módulos _____	75
Tabla 17 Análisis 1 Temperatura _____	76
Tabla 18 Análisis 1 ph _____	78
Tabla 19 Análisis 1 salinidad _____	80
Tabla 20 Análisis 2 temperatura _____	82
Tabla 21 Análisis 2 ph _____	84
Tabla 22 Análisis 2 salinidad _____	86

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1</i> Permiso para la implementación _____	95
<i>Anexo 2</i> Formato de encuesta _____	96
<i>Anexo 3</i> Resultados de encuesta _____	100
<i>Anexo 4</i> Librerías para la programación de los sensores _____	103
<i>Anexo 5</i> Datos para Internet, Tago y Telegram _____	103
<i>Anexo 6</i> Conexión de pines _____	104
<i>Anexo 7</i> Conexión a Internet con el ESP32 _____	104
<i>Anexo 8</i> Programación del sensor de temperatura _____	105
<i>Anexo 9</i> Programación del sensor de pH _____	105
<i>Anexo 10</i> Programación del sensor de salinidad _____	105
<i>Anexo 11</i> Programación Plataforma TagoIO _____	106
<i>Anexo 12</i> Programación envío de alertas _____	109
<i>Anexo 13</i> Placa PCB _____	111
<i>Anexo 14</i> Módulo terminado _____	112
<i>Anexo 15</i> Armado del módulo 1 _____	112
<i>Anexo 16</i> Armado del módulo 2 _____	113
<i>Anexo 17</i> Instalación del módulo 1 _____	113
<i>Anexo 18</i> Instalación del módulo 2 _____	114
<i>Anexo 19</i> Funcionamiento módulo 1 _____	114
<i>Anexo 20</i> Funcionamiento módulo 2 _____	115

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1</i> Porcentaje de mortalidad _____	89
--	----

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

IoT: Internet de las cosas

pH: potencial de hidrógeno

TDS: sólidos disueltos totales

ppm: partes por millón

HTTP: Protocolo de Transferencia de Hipertexto en español

LPWAN: red de área amplia de baja potencia

AI: inteligencia artificial

ML: aprendizaje automático

GPIO: Entrada/Salida de Propósito General

ADC: conversor analógico-digital

PWM: modulación por ancho de pulso

VDD: Voltaje de alimentación

GND: pin de tierra

DQ: pin de voltaje

INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarones es una actividad acuícola de gran importancia económica a nivel mundial y su éxito depende en gran medida de la calidad y el control de los parámetros físicos del agua en los tanques de producción de camarones. El desarrollo y la supervivencia de las larvas depende de la temperatura, el pH y la salinidad por lo que es fundamental la supervisión de estos parámetros para maximizar la producción y minimizar las pérdidas.

La aplicación de Tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) es una forma ingeniosa y efectiva para monitorear y analizar estos parámetros, los sistemas IoT permiten que sensores y otros dispositivos interconectados recopilen datos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones basadas en datos precisos y actualizados.

Este trabajo de tesis se centra en la creación e implementación de un sistema IoT para monitorear y analizar los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas de camarones en el laboratorio “Neptuno Lab” en Monteverde, este sistema permitirá la recolección continua de datos sobre temperatura, pH y salinidad, estos datos serán procesados y analizados para garantizar un ambiente ideal para el crecimiento de larvas.

El desarrollo de este sistema no solo mejorará la productividad y la eficiencia del laboratorio “Neptuno Lab”, sino que también proporcionará un modelo replicable para otros laboratorios y centro de producción acuícolas, además este proyecto tiene como objetivo demostrar la viabilidad y los beneficios de aplicar tecnologías de Internet de las Cosas en el sector acuícola, fomentando la adopción de soluciones tecnológicas avanzadas en esta industria.

El desarrollo de esta propuesta tecnológica se estructura en 4 capítulos, en el capítulo 1 se presenta la problemática del proyecto, se describen las características principales de la propuesta tecnológica, se detallan los objetivos y se justifica la necesidad de llevar a cabo la implementación

de la propuesta, como también se describe el alcance y metodologías del proyecto, con el fin de conocer los resultados previstos del trabajo mencionado.

En el capítulo 2 se presenta la fundamentación teórica comenzando por la importancia económica y el proceso de crianza de larvas en la acuicultura de camarones, además el concepto de Internet de las Cosas su arquitectura, plataformas y aplicaciones, enfatizando cómo esta tecnología puede aplicarse a los sistemas de monitoreo para optimizar la calidad del agua y el entorno de cultivo de camarones.

En el capítulo 3 se describen los componentes necesarios para llevar a cabo la propuesta, la arquitectura y las conexiones del sistema, incluida la programación y calibración de los sensores, también se aborda la implementación de un sistema de alertas en Telegram.

En el capítulo 4 se presentan los resultados del monitoreo en dos módulos diferentes mediante la plataforma TagoIO, evaluando la efectividad del sistema de alertas y analizando la calidad del agua. Además, se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

1. Generalidades de la propuesta

Este capítulo se enfoca en una revisión de los antecedentes de investigación para entender el contexto del trabajo que se desarrollará, posteriormente se plantea el problema de manera clara y se establecen los objetivos para guiar la investigación, de igual forma se justifica la importancia del estudio y se delimita el alcance que tendrá el mismo.

1.1. Antecedentes

Los sistemas IoT (Internet de las cosas) en los últimos años han sido de gran utilidad en diferentes campos como en la agricultura, acuicultura, salud y sectores industriales esto se debe a la tecnología con la que cuentan cada una de sus arquitecturas, la utilidad de los sistemas IoT facilitará el trabajo complejo en muchas ocasiones, pero también dependerá de las necesidades de los usuarios (*Buitrón Dustin, 2022*).

Vera Rivera Christian (2018) en su proyecto usa la tecnología IoT para llevar un control y monitoreo de parámetros como temperatura, ph y turbidez del agua para la crianza de larvas en el laboratorio “El perla negra del mar” el problema que se presentaba en aquel lugar era que el personal no llevaba un registro de los datos de los parámetros lo cual dificulta conocer en qué condiciones ambientales se encontraban las larvas, se optó por utilizar sensores para medir cada parámetro y microcontroladores que permitieran conexión inalámbrica para monitorear la información mediante la aplicación web creada por el framework Laravel, donde el administrador ingresaría por credenciales de acceso encontrando la interfaz de los datos de cada sensor, esto facilitó la toma de decisiones si se presentaba alguna irregularidad en los valores de cada parámetro como también prevenir la pérdida de la cosecha (*Vera Christian, 2022*).

En la revista chilena de ingeniería, Flores Mollo, S., & Aracena Pizarro, D. (2018), llevan a cabo un sistema de monitoreo de acuicultura en estanques para la crianza de camarones con el

objetivo de tomar datos de una manera más automatizada, este proyecto incluye sensores como temperatura, ph, oxígeno disuelto, módulo de comunicación inalámbrica XBee y un microcontrolador Arduino. El trabajo permite que la lectura de cada sensor sea en tiempo real y que puedan ser observadas desde un dispositivo móvil o una computadora, de igual manera ayuda a que se puedan prevenir problemas críticos y de ser el caso que se busquen soluciones mucho más rápidas (Flores & Aracena, 2018).

Otro estudio relacionado se puede encontrar en el proyecto técnico de Delgado Tapia, C. E., & Valencia Astudillo, W. G. (2021), donde diseñan e implementan un prototipo basado en IoT para un monitoreo remoto de la calidad del agua para la crianza de tilapias en estanques, dicho proyecto tiene como objetivo poder obtener datos mediante los sensores como temperatura, ph del agua, nivel de oxígeno en el agua, calidad de agua TDS y nivel del agua, una vez que se obtienen los datos serán almacenados de forma inalámbrica a través de un ESP8266 y Raspberry PI para que sean subidos a los servidores en la nube como ThingSpeak, también se configura alertas que serán notificadas vía mail informando que los niveles sobrepasan el rango límite (Valencia & Delgado, 2021).

Piamba, T., Zambrano, L. E., Rúaes, L. A. M., & Gonzales, F. A. R. (2021), toma las variables como temperatura, oxígeno disuelto, ph y turbidez para implementar un sistema IoT y monitorearlas a través de una pantalla LCD, hace uso de un Arduino mega para la correcta programación de los sensores, un módulo ESP8266 para la conexión a Internet y cuenta con un servicio de alarmas y notificaciones a través de Telegram. Su implementación busca generar estabilidad de las diferentes empresas acuícolas que se encuentran en desarrollo.

Dentro del trabajo de grado de Díaz Luna, J. W. (2022), se implementa un sistema de monitoreo inteligente con tecnología IoT e inteligencia artificial aplicado a la crianza de alevines, el objetivo general es diseñar una red de sensores inalámbricos con tecnología IoT e

inteligencia artificial para poder monitorear la crianza, esto con el fin de disminuir la tasa de mortalidad en la Parroquia El Playón de San Francisco. Para el diseño de la red inalámbrica se establecen dos nodos remotos y un nodo coordinador, el protocolo establecido es IEEE 802.15.4 ya que permite implementar más nodos a la red existente y formar una red mesh para la comunicación entre los diferentes nodos. El sistema de monitoreo permite al usuario conocer y analizar el estado de comportamiento de los diferentes parámetros de la calidad de agua como la temperatura, ph y oxígeno disuelto, esto durante las 24 horas del día y así poder evaluar las condiciones en las que se encuentra la pileta de alevines, también se desarrollan alertas que serán notificadas y visualizadas por medio de Telegram mediante un bot llamado “Alerta Sensor”.

Otra de las situaciones en la que se implementó una red de sensores IoT fue en la microempresa Acuimayo, en Colombia, por Ronald Andres, C. & Jorge Rodriguez,Q.(2022) este proyecto tiene como objetivo abordar el alto índice de mortalidad en la producción de trucha arcoíris, mediante el monitoreo de variables críticas como la temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto y la turbidez, para visualizar y gestionar los datos obtenidos se empleó la plataforma ThingSpeak lo que facilitó la interpretación de patrones y tendencias, además se implementó un sistema de alertas a través de WhatsApp para anticiparse a situaciones críticas como el exceso de agua en los estanques. La recopilación de datos sirvió de gran utilidad para que los administradores tomarán decisiones, lo que resultó en una reducción de la mortalidad y una mejora en la calidad del cultivo (Chachinoy & Quenon, 2022).

En el proyecto de Roberto C.Franco & Jonathan X. Mendez (2018) se llevó a cabo la implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real de los parámetros críticos que influyen en la crianza de camarones: temperatura, oxígeno disuelto, pH y el control del flujo de agua en los tanques, utilizaron sensores conectados a una tarjeta Arduino Uno, los datos se visualizaron localmente a través de una pantalla LCD, así como de manera remota en la plataforma Ubidots utilizando módulos Xbee para la conexión inalámbrica con tecnología

Zigbee, este sistema permitió obtener un registro detallado para una supervisión y control más efectivos en la cría de camarones (Franco & Mendez, 2018).

1.2. Planteamiento del problema

Ecuador es un importante productor y exportador del camarón en el mercado internacional debido a que su producto es muy característico en su textura, color y sabor lo que le da un gran valor agregado ante los demás productores. Además, cuenta con importantes características para la siembra, crecimiento, desarrollo y cosecha del camarón. Sin embargo, también ha tenido que enfrentar diversos factores que han afectado la economía de la industria camaronera (Rivera, 2018). El cuidado y crianza de larvas de camarón representa un desafío empresarial, debido a los posibles escenarios que pueden surgir durante el proceso de producción, la pérdida de cosecha y la inversión son riesgos que pueden tener un impacto negativo en la viabilidad económica del negocio.

El problema del crecimiento de dichas producciones se debe principalmente a las variaciones de los parámetros físicos del agua, la falta de implementación de un sistema de monitoreo en el laboratorio de larvas causa dificultades para obtener una buena producción, entre los problemas más frecuentes es la pérdida de cosecha por no llevar un control en tiempo real de los valores de parámetros como temperatura, salinidad y el potencial de hidrógeno (pH) son factores que afectan el crecimiento y desarrollo de las larvas.

Las especies acuáticas tienen rangos específicos de temperatura para su supervivencia, variaciones fuera de estos rangos pueden causar estrés en las larvas, en temperaturas altas aumentan el metabolismo y reducen el oxígeno disuelto resultando en mortalidad, mientras que en temperaturas bajas pueden reducir el crecimiento y aumentar la vulnerabilidad de enfermedades (Paredes & Rodríguez, 2020). La salinidad afecta el equilibrio osmótico de las

larvas (Calderon & Pulgar, 2023), mientras que variaciones en el pH pueden afectar su capacidad de obtener nutrientes (Trujillo, 2022).

En varios casos, el principal inconveniente de no contar con un sistema de monitoreo es el largo tiempo que el personal encargado debe esperar para obtener los valores de las variables en cada tanque, muchas veces la recopilación manual de los datos puede presentar errores lo que hace que sea menos eficiente en comparación con un sistema automatizado que garantiza mediciones precisas y en tiempo real.

1.3. Descripción del proyecto

Para diseñar e implementar el sistema de monitoreo de los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas aplicando sistemas IoT (Internet de las cosas) en el laboratorio Neptuno Lab, en primer lugar se debe de identificar las variables a monitorear en este caso la temperatura, salinidad y pH son las variables que garantizan una buena producción, a partir de estas variables se selecciona los materiales para el desarrollo del trabajo, los sensores como sensor de PH (4502C), sensor de temperatura (DS18B20), sensor de salinidad (TDS), módulo de internet ESP32, Arduino y otros componentes electrónicos.

Una vez que se conoce los materiales a utilizar, se realiza un posible escenario de conexión para los respectivos sensores y la programación en Arduino IDE, el módulo ESP32 servirá para recopilar la información arrojada por cada sensor para luego ser enviada a la plataforma IoT, también se emitirán alertas que notifiquen cuando las variaciones en el agua de los tanques de producción han sobrepasado su rango máximo, para ello se establece una tabla de los valores mínimos y máximos con las que trabaja el laboratorio “NEPTUNO LAB”.

Finalmente, se realizan las respectivas pruebas del diseño terminado y se lleva a cabo un análisis en diferentes lapsos de tiempo para comprobar que su funcionalidad sea segura y estable de usar.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Diseñar un sistema de monitoreo en los tanques de producción de larvas de camarón aplicando sistemas IoT para la visualización y gestión.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar una revisión sistemática del estado del arte para la determinación de parámetros necesarios a monitorear en la producción de larvas.
- Diseñar una arquitectura de sistema que permita la conexión y comunicación de los diferentes dispositivos con tecnología IoT.
- Utilizar técnicas de programación en Arduino para la gestión y control de los diferentes sensores.
- Establecer un envío de notificaciones mediante mensajes y alertas de tiempo para que avise al personal cuando se presenten variaciones en los parámetros que afectan el desarrollo de las larvas.
- Almacenar la información de forma automática de los sensores en una plataforma del Internet de las cosas (IoT) que proporcione los datos en tiempo real sobre las variables monitoreadas.
- Analizar la calidad del agua en distintos lapsos de tiempo para conocer su comportamiento y tomar decisiones basadas en información actualizada.
- Verificar y evaluar el rendimiento del sistema mediante pruebas de campo para asegurar su adecuado funcionamiento y eficacia

1.5. Justificación

Actualmente, el laboratorio “NEPTUNO LAB” no cuenta con un sistema de monitoreo en sus instalaciones, por eso se desconocen en tiempo real las variaciones de los parámetros que influyen en el crecimiento y desarrollo de la producción de larvas. La implementación de este tipo de sistema de monitoreo aplicando sistemas IoT ofrece beneficios como:

- La recopilación de los datos actualizados de los parámetros físicos como la temperatura, salinidad y pH ayudan a prevenir pérdidas en la producción de las larvas como también se evitaría la aparición de enfermedades o plagas que se podrían presentar durante su ciclo de desarrollo.
- Un monitoreo constante de los parámetros físicos conlleva a tener un buen producto final, obteniendo larvas de mejor calidad, aumentando así su valor comercial y generando ingresos a la empresa.
- Con la tecnología IoT también se podrán implementar alarmas que pueden ser notificadas por mensajes o llamadas con el fin de prevenir a los empleados problemas críticos que se pueden presentar en los tanques o piscinas en las que se encuentran las larvas.

1.6. Alcance

La propuesta se centra en tecnología IoT con el fin de realizar un monitoreo de los parámetros físicos en los tanques de producción de larvas aplicando sistemas IoT en el laboratorio “NEPTUNO LAB” ubicado en Monteverde, los datos se recopilarán en la respectiva base de datos para poder visualizar las variaciones que existen en la calidad del agua tales como la temperatura, ph y salinidad.

Este proyecto se ejecuta con la finalidad de que el personal pueda visualizar estos parámetros por medio de la plataforma de internet de las cosas (IoT) y también sean notificados por mensajes cuando los parámetros no estén dentro de los establecidos.

1.7. Resultados Esperados

La propuesta busca crear un prototipo de monitoreo que integre sensores capaces de evaluar la calidad del agua, abarcando parámetros como temperatura, pH y salinidad, se emplean técnicas de programación en Arduino para garantizar el correcto funcionamiento de los sensores y establecer una conexión eficiente con el módulo ESP32 para enviar los datos a la plataforma IoT, además se configura alertas de alarmas que notifiquen a los trabajadores en caso de variaciones en la calidad del agua. La finalidad de esta propuesta es lograr un rendimiento óptimo y estable del sistema para monitorear de forma segura las variables en tiempo real.

1.8. Metodologías del proyecto

1.8.1. Metodología de investigación

Los estudios exploratorios permiten aproximarse a fenómenos desconocidos con el fin de familiarizarse y contribuir con ideas respecto a la forma correcta de abordar una investigación en particular (*"Metodología De La Investigación I"*, 2012). Para efectuar correctamente un monitoreo sobre la calidad del agua en el laboratorio, principalmente hay que tener conocimientos acerca del tema, por lo tanto, se utilizará una metodología de investigación tipo exploratoria donde la revisión de trabajos similares o información adicional servirá como complemento para conocer más del problema.

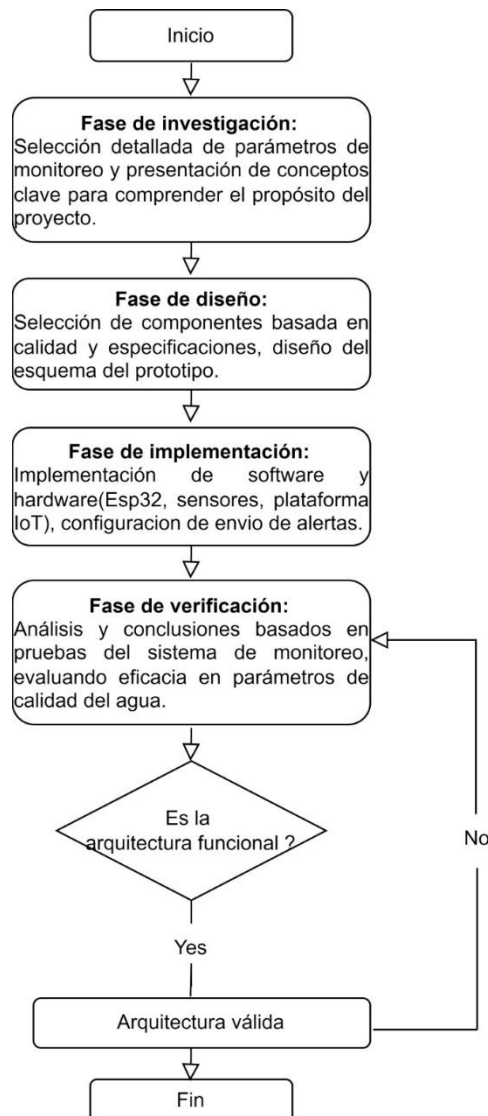
Este estudio se efectúa en el laboratorio "NEPTUNO LAB" con el objetivo de obtener toda la información necesaria acerca de los diferentes parámetros que forman parte del desarrollo de las larvas, también los diferentes factores que pueden afectar la calidad del agua en los tanques de producción provocando que la cosecha se pierda en su totalidad si no se toman

medidas preventivas. Finalmente, con esta investigación se puede conocer el estado actual del laboratorio y el control que tiene sobre los parámetros de calidad de agua.

1.8.2. Metodología por fases

La metodología en fases consiste en una revisión de la literatura o antecedentes, seguido por el diseño, implementación y verificación del sistema domótico, además se lleva a cabo un análisis de los componentes seleccionados y su importancia para alcanzar el propósito del estudio (Montaño et al., 2021). Para llevar a cabo la implementación del sistema de monitoreo de la calidad del agua en el laboratorio se ha elegido emplear la metodología en fases y se divide en: investigación, diseño, implementación y verificación como se observa en la figura 1.

Figura 1 Metodología en fases (Elaboración propia)



Fase de investigación

La fase de investigación comienza identificando los desafíos presentes en los sistemas domóticos existentes, resaltando los altos costos iniciales de implementación, la falta de amigabilidad en las interfaces con los usuarios y la problemática de interoperabilidad entre dispositivos de distintas tecnologías y fabricantes (Montaño et al., 2021). En este proyecto se realiza una investigación detallada para seleccionar los parámetros que se desea monitorear, además se dan a conocer conceptos importantes y necesarios para entender el propósito del proyecto.

Fase de diseño

En la fase de diseño, se modela la arquitectura del sistema centralizado de dispositivos para el hogar digital, seleccionando cuidadosamente los componentes y materiales necesarios para construir el prototipo (Montaño et al., 2021). Los componentes que se usan en este trabajo son elegidos por su calidad y por cumplir con las especificaciones necesarias, se plantea el esquema del prototipo general del sistema para realizar las diferentes pruebas previas a la implementación

Fase de implementación

La implementación conlleva la conexión y cableado de los diversos objetos del prototipo a los elementos de alimentación, control y manejo de carga correspondientes. Se configuran las conexiones entre los microcontroladores y los elementos del hogar, y se realizan las peticiones al servidor para las actividades requeridas de funcionalidad (Montaño et al., 2021). En el proyecto se establecen técnicas de programación en Arduino para garantizar el correcto funcionamiento de los sensores y se establece la conexión con el módulo ESP32 para la transmisión de datos a la plataforma IoT, además durante esta fase se configuran alertas para notificar al personal si algún parámetro monitoreado se encuentra fuera de su rango.

Fase de verificación

En esta fase se realiza el análisis del diseño para identificar posibles problemas, como también verificación de la eficacia del sistema además corregir errores, si los hubiera, y ajuste del diseño según sea necesario para garantizar un funcionamiento óptimo (Montaño et al., 2021). En el proyecto se redactan los resultados de las pruebas realizadas del sistema de monitoreo terminado, como también se realiza el respectivo análisis en base a los datos obtenidos, con el fin de obtener conclusiones sobre el desempeño y eficacia del sistema en la evaluación de los parámetros de calidad del agua.

CAPÍTULO II

2. Fundamentación teórica

2.1. Acuicultura

La acuicultura se define como la práctica de criar, cultivar o producir una variedad de productos en entornos acuáticos o en sistemas de agua que estén bajo control humano, estos productos pueden abarcar desde plantas hasta crustáceos, camarones, peces, junto con otros organismos que se desarrollan en el medio acuático, cuando esta actividad se realiza en agua marina se la denomina maricultura (Socorrás & Sánchez, 2019, 102).

La acuicultura puede clasificarse según el nivel de intervención necesario para el cultivo entre estas se presenta:

- Extensiva: Requiere mínima intervención y aprovecha cuerpos de agua naturales, produce rendimientos bajos y depende en gran medida de los recursos disponibles (Quimis & Rodríguez, 2019).
- Semiintensiva: incluye un mayor control del entorno del cultivo, utilizando sistemas semiartificiales. La producción es más alta y predecible que en la acuicultura extensiva (Quimis & Rodríguez, 2019).
- Intensiva: Implica un alto grado de intervención humana y tecnológica, con sistemas controlados, produce rendimientos mayores por unidad de área, pero requiere de una inversión inicial en infraestructura y tecnología (Quimis & Rodríguez, 2019).

2.1.1. Importancia económica de la acuicultura de camarones

La acuicultura se ha convertido en un término importante en el mercado global debido a su capacidad para proveer una fuente confiable de proteínas marinas en un mundo donde la demanda de alimentos se encuentra en constante aumento. Su importancia radica en su capacidad para abordar los problemas como la sobreexplotación y el agotamiento de los recursos pesqueros en

mar abierto, proporcionando una alternativa vital en forma de acuicultura sostenible (Martinez & Torres, 2021). Esta práctica no solo fortalece la seguridad alimentaria, sino que contribuye a preservar los delicados equilibrios de los ecosistemas marinos, fomentando prácticas económicas responsables y respetuosas con el entorno natural.

Así mismo la acuicultura ha impulsado el crecimiento económico y la diversificación en numerosas comunidades costeras y rurales en todo el mundo. Esta industria no solo genera empleo en diversas etapas desde la cría y producción hasta la comercialización de productos acuáticos, sino que también crea oportunidades económicas que aumentan la capacidad de adaptación de estas comunidades frente a las variaciones intrínsecas de los mercados agrícolas y pesqueros (Berger, 2020). Esta diversificación económica no solo ayuda a mitigar los riesgos asociados con la dependencia exclusiva de un solo sector, sino que también contribuye a estabilizar los ingresos locales y promover un desarrollo más equilibrado y sostenible en estas áreas.

2.1.2. Crianza de larvas de camarones.

La crianza de larvas de camarones es un proceso que se enfoca en producir de manera eficiente camarones juveniles de alta calidad para su cultivo, todo empieza por la selección de reproductores de camarón que tengan características de salud y genética deseables, los huevos recolectados pasan por un proceso de incubación con condiciones controladas de temperatura y salinidad para obtener un buen proceso (Lopez, 2023). Durante el desarrollo de las larvas, se les suministra una dieta compuesta por fitoplancton y zooplancton enriquecidos, mientras se supervisa las condiciones del agua para mantener un entorno adecuado.

A medida que las larvas crecen, son trasladadas a tanques de mayor tamaño, una vez que alcanzan el estado postlarval, están listas para ser sembradas en estanques de cultivos comerciales, este proceso necesita del conocimiento técnico especializado y una vigilancia constante para garantizar el éxito en la producción de camarones.

2.2. Calidad de agua para el desarrollo de larvas

La calidad del agua es un factor determinante en el desarrollo de larvas en la acuicultura siendo la temperatura, el pH y la salinidad variable claves para su cuidado y supervivencia. Las larvas son particularmente sensibles a cambios repentinos de temperatura, lo que puede producir consecuencias negativas para la crianza (Tomalá & Villón, 2022). Mantener el pH dentro de los rangos permitidos es fundamental, ya que variaciones extremas pueden producir estrés en las larvas y afectar su metabolismo. Es importante controlar y mantener estos parámetros dentro de los límites adecuados para asegurar un entorno óptimo para el desarrollo de las larvas.

La monitorización continua de los parámetros es importante para mantener condiciones acuáticas ideales para el desarrollo de larvas, los productores deben ajustar con precisión los parámetros del agua y hacer modificaciones según sea necesario para garantizar que se mantengan dentro de los niveles óptimos. Mantener una calidad de agua óptima favorece el crecimiento saludable de las larvas y minimiza el riesgo de enfermedades, lo que resulta en un mejor rendimiento general en la producción acuícola.

2.3. Parámetros de medición que influyen en la calidad del agua

La crianza y el cuidado de larvas depende mucho de las variaciones que presentan los parámetros del agua, esto va a permitir identificar en qué estado se encuentran las larvas, es importante supervisar que cada variable se encuentre dentro del rango permitido para su producción (Rodríguez & Chachinoy, 2022).

2.3.1. Temperatura del agua

La temperatura ejerce un impacto significativo en los procesos químicos y biológicos, en un estudio realizado en la Universidad de Sinaloa, se dividieron en dos grupos las larvas de camarón para estudiar la supervivencia y el desarrollo de los Nauplios, los grupos que experimentaron mayor supervivencia a temperaturas de 30 °C, mientras que el primer grupo experimentó un

desarrollo larvario más bajo a temperaturas de 25 °C, estos resultados destacan la importancia de la temperatura en la supervivencia y el crecimiento de las larvas de camarón (Missionário, Travesso, Calado, & Madeira, 2023).

Mantener una temperatura entre 30 °C y 35 °C es ideal para el éxito en la producción de larvas de camarón, ya que temperaturas superiores a 35 °C grados provocan agotamiento y aumento de bacterias, mientras que temperaturas inferiores a 30 °C grados reducen su metabolismo, impidiendo un desarrollo adecuado.

2.3.2. Salinidad

La salinidad, que es la medida de la concentración de sales disueltas en el agua, es otro factor que influye en la calidad del agua en la crianza de larvas, los niveles de salinidad permitidos oscilan entre 18 y 26 partes por mil (ppm) para imitar las condiciones naturales del hábitat del camarón y garantizar un crecimiento saludable de las larvas, si los valores de salinidad están fuera de este rango, puede haber un aumento de la acidez en el agua (Calderón & Pulgar, 2023).

2.3.3. Ph del Agua

El pH del agua en la crianza de larvas impacta directamente en su desarrollo y crecimiento, entre el rango de 5 y 8,5 proporciona un ambiente adecuado para el crecimiento saludable de las larvas., valores fuera de ese rango pueden ocasionar problemas como estrés y crecimiento deficiente. Un pH elevado indica alcalinidad mientras que un pH bajo indica acidez, ambas situaciones provocan efectos adversos en las larvas (Trujillo, 2022).

En la tabla 1 se detallan los rangos máximos y mínimos de los parámetros de temperatura del agua, salinidad y pH, estos rangos son importantes para mantener condiciones ideales en la crianza de larvas de camarón, asegurando un desarrollo saludable y maximizando la producción en cultivos acuícolas.

Tabla 1 Rangos mínimos y máximos generales

Parámetros	Rango Mínimo	Rango máximo	Unidad de medida
Temperatura	30°	35°	°C
Salinidad	18	26	Ppm
pH	5	8.5	---

Los parámetros de medición que intervienen en la calidad del agua son determinantes en la crianza de larvas de camarón, garantizando un entorno adecuado para su desarrollo. La supervisión constante de factores como temperatura, salinidad y nivel de pH, es necesaria para mantener condiciones idóneas y maximizar la producción, a través del Internet de las Cosas (IoT) utilizando sensores conectados a una red, se recopilan datos en tiempo real sobre la calidad del agua, facilitando un monitoreo continuo y preciso.

2.4. Internet de las cosas (IoT)

El Internet de las cosas (IoT) es una red de dispositivos interconectados que pueden recolectar y compartir datos de forma automática, estos dispositivos pueden incluir desde sensores en objetos cotidianos, como electrodomésticos y automóviles, hasta equipos industriales complejos (Sarabia, 2020). El IoT se basa en la idea de que los dispositivos puedan comunicarse entre sí y con servidores web, lo que permite recopilar información necesaria para optimizar procesos y tomar decisiones adecuadas.

2.4.1. Arquitectura IoT

La arquitectura del internet de las cosas (IoT) se refiere a la estructura que tiene el sistema garantizando la comunicación entre los dispositivos y sistemas en la red, las arquitecturas pueden variar su estructura dependiendo a la necesidad que se presentan (Estrada, 2019), la mayoría de los sistemas se componen de los siguientes elementos como se muestra en la figura 2.

Figura 2 Arquitectura del Sistema IoT (Benitez & Anías, 2016)



- Dispositivos: son elementos físicos como sensores, actuadores, microcontroladores, y módulos que permiten recopilar información del entorno de interés y ejecutar acciones en función a los datos obtenidos.
- Red: Es la infraestructura que conecta los dispositivos y permite la comunicación entre ellos, mediante una red local usando tecnología WiFi.
- Nube: Es el lugar donde se almacenan los datos captados por los sensores, es usada para el análisis de datos y la generación de informes, también permite el acceso remoto a los datos y la gestión de los dispositivos.
- Aplicaciones; Son interfaces diseñadas para que los usuarios puedan interactuar con los datos generados por los dispositivos conectados, se pueden presentar a través de aplicaciones móviles o plataformas web.

2.4.2. Plataforma IoT

La plataforma IoT es un conjunto de tecnologías, herramientas y servicios que permiten la conexión y gestión de dispositivos inteligentes a través de Internet, ofrecen herramientas para la recopilación, almacenamiento y análisis de datos generados por los dispositivos conectados, así como la visualización de estos datos de forma gráfica (Bini, 2024). Una plataforma IoT es necesaria

para cualquier servicio que se base en el internet de las cosas, su función es agilizar el proceso de lanzamiento en el mercado, disminuir los riesgos, reducir los gastos de desarrollo y facilitar el acceso al mercado de productos de manera más rápida.

2.4.2.1 Plataformas cloud IoT

Las plataformas Cloud IoT son infraestructuras basadas en la nube que facilita la gestión y conexión de dispositivos inteligentes a través de internet, ofrecen una gama de servicios que incluyen conectividad de dispositivos, almacenamiento de datos, procesamiento y análisis de información, gestión remota de dispositivos y medidas de seguridad. Este tipo de plataforma permite a los desarrolladores conectar una variedad de dispositivos IoT, recopilar dato de ellos y realizar análisis avanzados para obtener información requerida, lo que facilita la creación y despliegue de aplicaciones IoT, algunos de los líderes destacados en el ámbito de las plataformas de IoT en la nube son: ThingSpeak, Blynk, thinger.io y Ubidots como se observa en la figura 3 (Alfaiot webmaster, 2023).

Figura 3 Plataformas cloud IoT (Pedamkar, 2023)



2.4.2.2 Plataformas de gestión de conectividad IoT

Son sistemas diseñados para facilitar la conexión y comunicación entre dispositivos IoT y la infraestructura de la red, ofreciendo herramientas y servicios que gestionan la conectividad de

dispositivos garantizando una comunicación fluida y segura en entornos IoT, las funciones que brinda esta plataforma se encuentran la gestión de conectividad de la red, que incluye la gestión de dispositivos conectados a través de diversas tecnologías de comunicación como WiFi, Bluetooth, LPWAN o también conocida como red de área amplia de baja potencia y redes de celulares (Alfaiot webmaster, 2023). Algunos ejemplos de plataformas de conectividad para IoT se muestran en la figura 4 Microsoft Azure IoT, AWS IoT y Google cloud

Figura 4 Plataformas de gestión de conectividad IoT (Clouve, 2020)



2.4.2.3 Plataformas de gestión de dispositivos IoT

Estas plataformas se encargan de asegurar la conectividad y la seguridad de los dispositivos, gestionando actualizaciones de firmware garantizando que todos los dispositivos estén actualizados y protegidos de manera uniforme, también notificando sobre cambios en los dispositivos, proporcionando medidas detalladas permitiendo a los administradores monitorear el estado y rendimiento de los dispositivos en tiempo real (Alfaiot webmaster, 2023), las plataformas de gestión de dispositivos IoT son utilizadas en tareas rutinarias independientemente del número de dispositivos conectados, como se observa en la figura 5 algunas de las plataformas IoT Platform, Kaa IoT Platform y Oracle IoT Fleet Monitoring Cloud

Figura 5 Plataformas de gestión de dispositivos IoT (Kaa IoT, 2023)



2.4.2.4 Plataformas de análisis de datos

Las plataformas de análisis de datos se centran en la recopilación, almacenamiento, procesamiento y análisis de los datos generados por los dispositivos IoT con la finalidad de extraer información y facilitar la toma de decisiones. Algunas plataformas de la nube ofrecen herramientas de análisis básicas, ciertas aplicaciones IoT requieren de capacidades adicionales como visualización de datos, procesamiento avanzado, inteligencia artificial (AI) o aprendizaje automático (ML) por esta razón las plataformas de análisis específicas para IoT aceleran el desarrollo y ofrecen capacidades analíticas personalizadas, en la figura 6 se muestran algunas de las plataformas analíticas líderes en el ámbito del Internet de las Cosas (IoT) se encuentran Watson de IBM, C3 AI, SparkCognition y UpTake (Alfaiot webmaster, 2023) .

Figura 6 Plataformas de análisis de datos (Alfaiot webmaster, 2023)



2.4.3. Aplicaciones IoT

El internet de las cosas (IoT) se implementa en distintas aplicaciones como ciudades inteligentes, salud, hogares inteligentes, agricultura e industria. En ciudades inteligentes, se optimiza la gestión de recursos urbanos como el transporte y la iluminación pública. En salud, facilita la telemedicina y el monitoreo remoto de pacientes. En hogares inteligentes, mejora la eficiencia energética y la comodidad mediante el control remoto de dispositivos. En agricultura, se utiliza para la optimización de riego y fertilización. En la industria, se emplea para la automatización de procesos y el mantenimiento predictivo de maquinarias, estas aplicaciones están transformando diversos sectores, mejorando la calidad de vida y la eficiencia en múltiples áreas. Los sistemas de monitoreo IoT han encontrado aplicación en una amplia gama de proyectos, en la tabla 2, se describen algunos ejemplos de estos proyectos:

Tabla 2 *Proyectos de sistemas de monitoreo IoT.*

Proyecto	Objetivo	Metodología/ Métodos	Resultados/ Conclusiones
Propuesta de diseño para el monitoreo de calidad de aire en la ciudad de Guayaquil (Mazzini, 2022).	Crear una red de monitoreo para evaluar la calidad del aire en Guayaquil, abordando la contaminación por crecimiento demográfico e industrial.	Identificación de ubicaciones estratégicas, mediciones de contaminantes.	Se detectaron diversos contaminantes en cada una. Se señaló la limitación por la falta de información actualizada como un aspecto a mejorar.
Sistema de detección y predicción de la calidad del aire y del agua para el monitoreo y control ambiental en explotación minera usando componentes IoT (Andrade & Aguilar, 2021).	Desarrollar un sistema web para detectar y predecir impactos en la calidad del aire y del agua cerca de una unidad minera, cumpliendo normativas peruanas.	Mejora del proceso de monitoreo, identificación de tecnologías IoT.	Se plantea mejorar el proceso de monitoreo ambiental, desde la planificación hasta la identificación de tecnologías adecuadas para acceder a la información.

Desarrollo de un sistema para medir y monitorear la calidad del agua de los tanques de producción de larvas de camarón (Vera, 2022).	Implementar un prototipo IoT para medir temperatura, pH y turbidez en tanques de larvas de camarón, con sistema web para visualizar datos.	Metodología en cascada, desarrollo del prototipo y sistema web.	Implementación exitosa del prototipo y sistema web, añadiendo sistema de notificación SMS.
Implementación de un sistema de comunicación con acceso remoto a la nube para el monitoreo de la calidad del agua en piscinas camaroneras (Borbor, 2023).	Desarrollar un sistema para monitorear la calidad del agua en piscinas camaroneras remotamente mediante IoT, con prototipo de alimentador automático.	Éxito en la implementación del sistema de comunicación remota, prototipo de alimentador automático	Mejora de la eficiencia del sistema mediante el prototipo de alimentador automático.

Las aplicaciones IoT actúan como generadoras de datos en tiempo real para los sistemas de monitoreo, suministrando información sobre el estado y la operatividad de una variedad de dispositivos, estos datos son sometidos a análisis por parte del sistema de monitoreo con la finalidad de identificar patrones, anomalías o fallos.

2.4.3.1 Sistema de monitoreo

El sistema de monitoreo es una herramienta que permite supervisar y controlar diferentes procesos o actividades en tiempo real. Se utiliza en diversos campos, como la industria, la tecnología, la medicina y la seguridad (Aguirre & Medina, 2023), su objetivo principal de un sistema de monitoreo es recopilar datos en tiempo real, analizarlos y proporcionar información necesaria permitiendo identificar problemas, prevenir fallos y mejorar la eficiencia en distintos ámbitos.

Los componentes del sistema de monitoreo se resumen en sensores o dispositivos que capturan datos del entorno o sistema que se desea monitorear, la adquisición de datos que recopila y transmiten estos datos capturados a una plataforma central, el almacenamiento de datos que

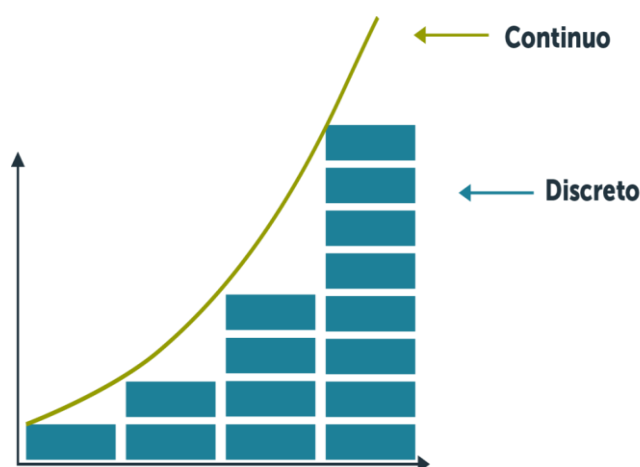
procesa y almacena la información recibida, por último, la visualización y análisis que se presentan en forma de gráficos, tablas o informes a través de una interfaz gráfica (Vásquez et al., 2023).

Los componentes del sistema de monitoreo trabajan en conjunto para capturar datos del entorno, transmitirlos a una plataforma central, procesarlos, almacenarlos y finalmente presentarlos de manera visual para su análisis y toma de decisiones,

2.4.3.2 Tipos de monitoreo

Los diferentes tipos de monitoreo tienen como objetivo recopilar datos para la evaluación, vigilancia y toma de decisiones en diversos ámbitos, desde la protección del medio ambiente hasta la mejora de productividad y seguridad, según los componentes el tipo de monitoreo se clasifica en discreto y continuo como muestra la figura 7.

Figura 7 Clasificación de los tipos de monitoreo (Ministerio del medio ambiente, 2023)



El monitoreo continuo es la medición constante y en tiempo real de parámetros ambientales específicos a lo largo del tiempo, usa analizadores que proporcionan mediciones en tiempo real. Los datos recopilados se dan en intervalos de minutos u horas, es útil para detectar cambios rápidos en la calidad del agua, aire o suelo, así como para la vigilancia de procesos industriales (Villasmil, 2021).

El monitoreo discreto se define como la recolección de muestras en momentos y lugares específicos, utiliza muestreadores activos mediante bombas para aspirar aire hacia una cámara de

recolección o muestreadores pasivos que recolectan datos de forma natural, ayuda a evaluar detalladamente parámetros ambientales (Villasmil, 2021).

El monitoreo continuo o discreto de sistemas requiere una conexión estable a una red de comunicaciones para la transmisión de los datos recolectados, tecnologías como las redes móviles, inalámbricas y LPWAN sirven como medios para transferir los datos desde los dispositivos de monitoreo hasta los sistemas de gestión. La elección adecuada de la tecnología se basa en diversos factores, como la ubicación geográfica, la disponibilidad de cobertura, el consumo de energía y los requisitos de ancho de banda.

2.5. Tecnologías de acceso a la red

Métodos y tecnologías de conexión a una red de comunicaciones, se pueden clasificar en redes móviles, redes inalámbricas y redes LPWAN.

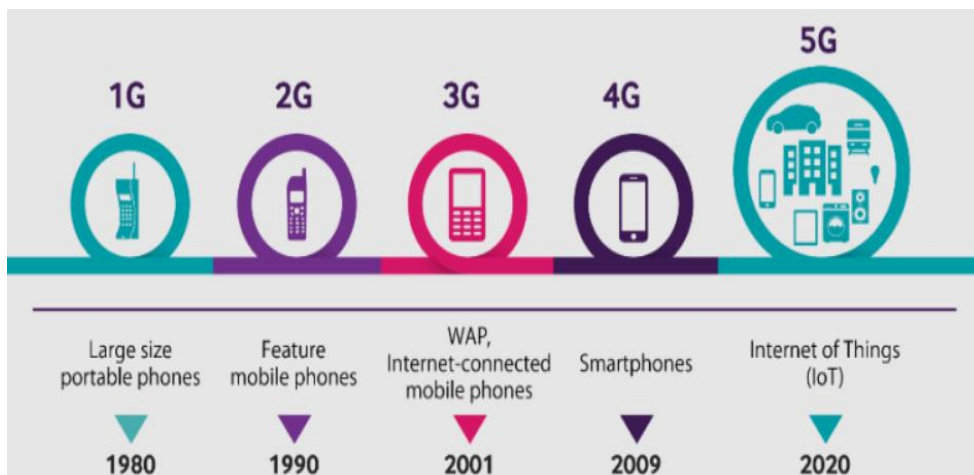
2.5.1. Redes Móviles

Son redes que han sido establecidas para que el equipo del usuario pueda moverse con libertad en una zona cubierta por dicha red mientras mantiene una comunicación o una conexión de datos, consta de una red de estaciones bases que cubre un área delimitada o también conocido como “celda” y encamina las comunicaciones en forma de onda de radio desde y hasta los terminales de usuarios (Brito, 2019).

En comparación a los teléfonos fijos, una red móvil no consta de pares de cobre ni fibra óptica por lo que las comunicaciones de radio constituyen el enlace final. Para que exista una comunicación efectiva, el usuario debe estar en el área de alcance de una antena ya que cada celda cubre una pequeña área alrededor y por ende el alcance es limitado (Brito, 2019).

A lo largo de los años la telefonía móvil ha ido evolucionando y por ende han existido varias generaciones que van desde la 1G hasta la 5G como se puede observar en la figura 8.

Figura 8 Evolución de las redes de tecnología móvil (León, 2020)

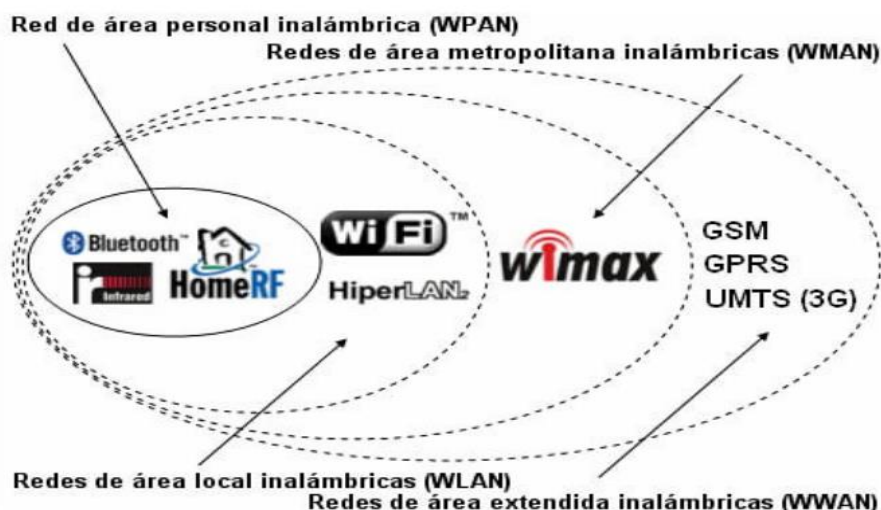


2.5.2. Redes Inalámbricas

Se caracterizan por ser redes que utilizan ondas de radio para conectar dispositivos sin la necesidad de utilizar cables, funcionan de manera similar a las redes con cables, pero en el caso de las redes inalámbricas se deben convertir las señales de información de una forma adecuada para la transmisión a través del medio aéreo. Los dispositivos que utilizan este tipo de redes pueden ser; ordenadores portátiles, teléfonos móviles, tablets y dispositivos localizadores (Salazar, 2016).

Dentro de las redes inalámbricas también existen diferentes tipos de redes como: WiFi, Bluetooth, GSM, entre otras más como se observa en la figura 9 que se distinguen dependiendo de su alcance o tecnología.

Figura 9 Principales redes de tecnología inalámbrica (Pozo, 2019)



La popularidad de estas redes se debe a que permite que los dispositivos remotos se conecten sin dificultad, independiente que estos dispositivos se encuentren a unos metros o varios kilómetros. Las diferentes tecnologías utilizadas difieren en la frecuencia de transmisión utilizada, velocidad y el alcance de su transmisión, es importante conocer que todos los países necesitan regulaciones que definen rangos de frecuencia y potencia de transmisión permitidos por cada tecnología esto debido a la regulación legal del espectro electromagnético (Salazar, 2016).

2.5.3. Redes LPWAN

Son redes inalámbricas que transmiten pequeñas cantidades de datos a grandes distancias, tienen un requerimiento de consumo más bajo que el de otras redes de la actualidad. Este tipo de redes sirven para interconectar dispositivos que requieren de mucho menos ancho de banda y puede ser aplicable en Smart Cities, industria, agricultura y ganadería, medicina, dispositivos personales y tracking (Hernández, 2020).

Su popularidad se debe a sus características de comunicación de bajo consumo, largo alcance y bajo coste ya que proporciona comunicación de largo alcance hasta 10 - 40 km en zonas rurales y 1 - 5 km en zonas urbanas. A este tipo de redes se las recomienda utilizar en aplicaciones de IoT que solo necesitan transmitir pequeñas cantidades de datos a largas distancias, mientras que las tecnologías de acceso como Bluetooth, WiFi o WiMax son más exigentes (Machado, 2019). Esta tecnología utiliza banda de espectro no licenciado como LoRa y Sigfox al igual que bandas bajo licencias como EC-GSM, LTE eMTC y NB-IoT tal como se muestra en la figura 10.

Figura 10 Principales redes de tecnología LPWAN (PowUnity, 2021)



**Little
bandwidth**



**High network
coverage**



**Low energy
consumption**

CAPÍTULO III

3. Modelo y herramientas para la propuesta

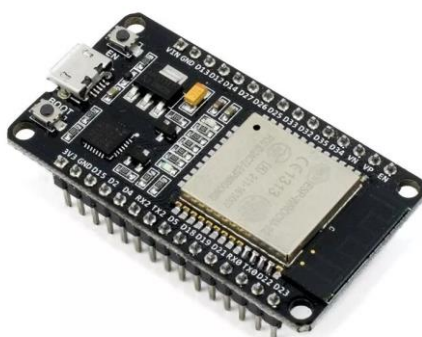
3.1. Componentes para el sistema de monitoreo

Para un sistema de monitoreo eficiente y seguro, se establecen herramientas como módulo ESP32, microcontrolador Arduino y diferentes sensores que ayudarán a conocer las variaciones que se pueden presentar en los tanques de producción durante el desarrollo de las larvas.

3.1.1. Módulo ESP32

El ESP8266 comenzó como un dispositivo diseñado para conectar WiFi a través de un puerto serie, pero sus aplicaciones están limitadas a proyectos más grandes. Espressif se propuso desarrollar una solución más completa en respuesta a las demandas de la comunidad de desarrolladores, por lo tanto, en 2015, se lanzó el ESP32 como una versión preliminar del nuevo chip, con 200 unidades llamadas ESP31B para pruebas internas. Como se muestra en la figura 11, el ESP32, una opción más avanzada, fue lanzado al mercado en septiembre de 2016, superando las limitaciones anticipadas del ESP8266 y cumpliendo con las expectativas de los desarrolladores. (González, 2023)

Figura 11 Módulo ESP32 (*Electrónica, 2021*)



En la Tabla 3 se detallan las especificaciones técnicas del módulo ESP32 siendo una actualización significativa con respecto al ESP32, ofreciendo mayor potencia de procesamiento,

más memoria, nuevas interfaces y características adicionales para aplicaciones más avanzadas, especialmente en el campo del Internet de las Cosas (IoT).

Tabla 3 Especificaciones Técnicas del módulo ESP32 (González, 2023)

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Procesador	Xtensa Dual-Core LX6 de 32 bits a 160 o 240 MHz
Memoria RAM	520 kB
Memoria Flash	16 MB
ROM interna	448 KB
Alimentación	2.2 ~ 3.6 V
Pines GPIO	11
Pines PWM	16
Pines ADC	18 (12 bits)
Interfaces de comunicación	I2C, serie, I2S, SPI, IR, Ethernet, SDIO y CAN bus 2.0
Interfaz Bluetooth	Bluetooth 4.2

El microcontrolador ESP32 presenta mayor potencia de procesamiento, mayor capacidad de memoria y una amplia variedad de nuevas interfaces, incluyen más pines GPIO, PWM y ADC, así como soporte para interfaces de comunicación avanzadas como I2C, I2S, SPI, IR, Ethernet, SDIO y CAN bus 2.0, además de una interfaz Bluetooth 4.2 integrada. Estas mejoras hacen del ESP32 una opción adecuada para este trabajo.

3.1.2. Sensor de medidor TDS (salinidad)

El sensor TDS es un dispositivo que utiliza principios de conductividad eléctrica para medir la cantidad de sólidos disueltos en el agua. Se conecta a un circuito electrónico a través de una sonda y tiene tres pines de salida: GND, VDD y el pin de datos, como se muestra en la figura 12.

- GND: Para completar el circuito, este pin se conecta a la fuente de alimentación negativa o tierra.
- VCC: Para proporcionar energía al sensor, este pin se conecta a una fuente de alimentación positiva con 3.3V o 5V.
- Pin de datos: este pin proporcionará una señal proporcional a la concentración de sólidos disueltos en la solución.

Figura 12 Sensor de medidor TDS (Electronilab, 2022)



Las especificaciones técnicas del sensor de medición TDS se detallan en la tabla 4 y 5

Tabla 4 Especificaciones Técnicas del módulo TDS (Electronilab, 2022)

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Voltaje de entrada	3.3 ~ 5.5 V
Voltaje de salida	0 ~ 2.3 V
Corriente de trabajo	3 ~ 6 mA
Rango de medición	0 ~ 1000 ppm
Precisión de medición	± 10% F.S (25°C)
Interfaz de electrodo	XH2.54 - 2P
Módulo de interfaz	PH2.0- 3P

Tabla 5 Especificaciones Técnicas de la sonda TDS (Electronilab, 2022)

CARACTERÍSTICA	VALOR
Número de agujas	2 agujas terminales
Longitud de sonda	83 cm
Interfaz de conexión	XH2.54 - 2P
Resistencia de la sonda	Resistente al agua
Porcentaje de pendiente teórica	$\geq 97.5\%$
Tiempo de respuesta	≤ 1 min.

El sensor de medidor TDS ofrece ventajas en la evaluación de la salinidad del agua, basándose en principios de conductividad eléctrica, permite determinar la concentración de sólidos disueltos, lo que es importante para el monitoreo de la calidad del agua, se integra en sistemas electrónicos mediante tres pines estándar GND, VCC y el pin de datos, este sensor garantiza mediciones precisas en diversas condiciones ambientales, además su sonda resistente al agua y su rápida respuesta en menos de un minuto lo hacen adecuado tanto para entornos de campo como de laboratorios.

3.1.3. Sensor de Temperatura (DS18B20)

Es un sensor sumergible que se compone de un encapsulado impermeable, una sonda de acero inoxidable y un cable largo que permite la conexión con el microcontrolador. Como se muestra en la figura 13, el cableado está conformado por tres pines de salida: DQ, GND y Vdd. (Martínez, 2018).

- DQ: es un conector de cable amarillo que transmite datos a un programa a través del protocolo OneWire.
- GND: cable negro conectado a la tierra del circuito.

- Vdd: El pin del cable rojo que alimenta al sensor puede recibir un voltaje de 3.0 a 5.0 voltios.

Figura 13 Sensor DS18B20 y pines de salida (Martínez, 2018)



Un punto importante por considerar en la implementación de este sensor es agregar una resistencia pull-up en el pin DQ y el valor de esta resistencia dependerá de la distancia en la que se encuentre el sensor y el microcontrolador (Avendaño, 2020). En la tabla 6 se pueden observar más especificaciones técnicas acerca del sensor DS18B20.

Tabla 6 Especificaciones Técnicas del Sensor DS18B20 (Del Valle, 2017)

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Voltaje de alimentación	3 - 5.5 V
VDD	voltaje de alimentación
GND	tierra
DQ	datos
Rango de temperaturas	-55°C a 125°C
Error (-10°C a 85°C)	±0.5°C
Error (-55°C a 125°C)	±2°C
Resolución programable	9 bit, 10 bit, 11 bit o 12 bit

Este sensor se caracteriza por tener un envoltorio estanco que permite poder sumergirlo en líquidos y protegerlo de la intemperie, es un sensor digital por lo que no existirá degradación de la señal a largas distancias, también permite la medición de manera fácil de temperatura hasta 125°C. Dentro de las aplicaciones donde es útil este tipo de sensor es en la electrónica e IoT debido a su fácil uso y su precisión al estar en contacto directo con el agua lo que lo hace útil para este proyecto.

3.1.4. Kit Sensor PH

Como se muestra en la figura 14, el kit está compuesto por dos componentes esenciales: una sonda y una placa controladora independiente. Es esencial limpiar cuidadosamente la sonda antes de colocarla en un nuevo líquido; la placa controladora proporciona datos analógicos proporcionales a las mediciones de la sonda y posee un regulador que permite la calibración adecuada. (Franco & Méndez, 2018).

Figura 14 *Kit Sensor PH (Franco & Méndez, 2018)*



En la tabla 7 y 8 se indican las especificaciones técnicas del sensor de PH

Tabla 7 *Módulo PH-4502C (Franco & Mendez, 2018)*

CARACTERÍSTICA	VALOR
Alimentación	5 VDC
Consumo	5 ~ 10 mA
Rango de medición PH	0 ~ 14
Temperatura de medición	0 ~ 80°C

Precisión	± 0.1 ph (25°C)
Tiempo de respuesta	≤ 5 segundos

Tabla 8 Sonda ph BNC E-201 (Franco & Méndez, 2018)

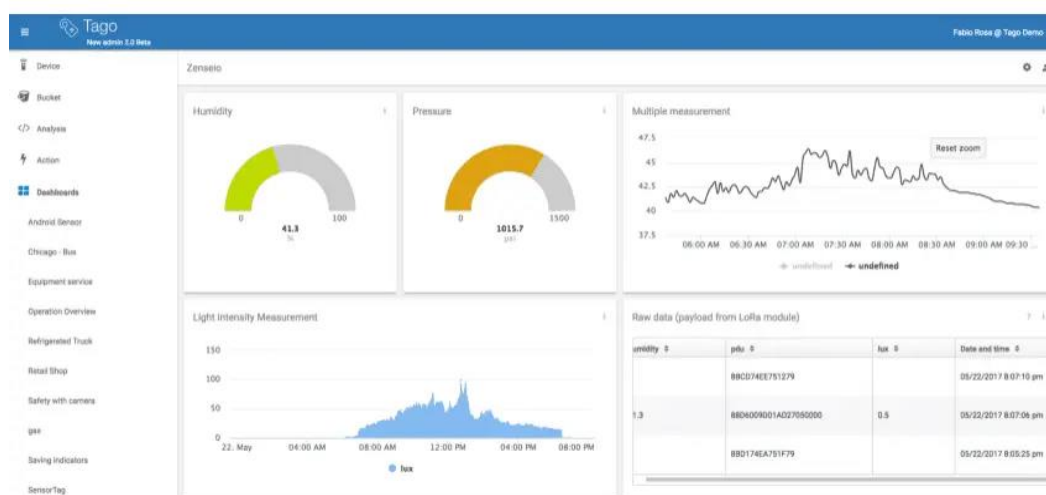
CARACTERÍSTICA	VALOR
Rango de ph	0 ~ 14
Rango de temperatura	0 ~ 60°C
Punto cero	7 \pm 0.5 pH
Salida	-1.25 ~ 1.25 VDC
Porcentaje de pendiente teórica	$\geq 98.5\%$
Tiempo de respuesta	≤ 1 min.

Este sensor es una solución completa para medir el potencial de hidrógeno en compañía de un microcontrolador y es ideal para la recolección de datos, también tiene la capacidad de conectarse a una red e ir registrando la información en un servicio web o recopilarlos en la nube. El kit de sensor de pH tiene variedades de aplicaciones entre ellas el estudio de la calidad de agua por lo que la hace útil en este proyecto.

3.1.5. Plataforma Tago.IO

Tago.IO es una plataforma de monitoreo en la nube para Internet de las cosas que se destaca por su amplia gama de funciones integradas y su rápida introducción en el mercado. Con herramientas de gestión de usuarios y compartición, ofrece un panel fácil de entender para visualizar y analizar datos. Para aquellos que buscan una configuración rápida y sencilla para iniciar el monitoreo de sistemas, esta es una solución recomendada. (Torres, 2019)

Figura 15 Plataforma Tago.IO (Renesas Electronics, 2018)



La tabla 9 presenta las características principales que ofrece la plataforma Tago.IO, estas características están diseñadas para brindar a los usuarios una serie de herramientas que facilitan la gestión y mejoran el rendimiento de sus dispositivos IoT.

Tabla 9 Características de la plataforma Tago.IO (Torres, 2019)

Características	Descripción
Configuración de Dispositivos IoT	Facilita la integración y gestión de dispositivos IoT dentro del sistema, simplificando su conexión con la plataforma.
Configuración de Banco de Datos	Permite establecer y administrar un banco de datos eficiente para almacenar y gestionar la información recolectada por los dispositivos IoT.
Análisis y Automatización de Flujos	Proporciona herramientas para analizar datos, identificar patrones y ejecutar acciones automáticamente en respuesta a eventos o condiciones específicas.
Sincronización de Eventos y Acciones	Facilita la sincronización de eventos y la ejecución de acciones según condiciones definidas, mejorando la gestión y el control de dispositivos y datos.

Esta plataforma permite el acceso remoto a los datos en tiempo real, así como la automatización de procesos y configuración de notificaciones, lo que posibilita una respuesta rápida ante cambios en la calidad del agua. La tabla 10 presenta una comparación entre diferentes plataformas IoT que comparten características similares a Tago.IO.

Tabla 10 Comparación de diferentes plataformas IoT (Nasimba, 2023)

Características	Tago.IO	Ubidots	ThingSpeak	Blynk
Facilidad de uso	Fácil	Intermedio	Fácil	Fácil
Interfaz gráfica	Si	Si	Si	Si
Personalización de widgets	Si	Si	Si	Si
Visualización en tiempo real	Si	Si	Si	Si
Compatibilidad con placas	Múltiples	Múltiples	Múltiples	Múltiples
Número de dispositivos	5	3	Limitado	2
Notificaciones	Email, SMS	Email, SMS, Telegram, llamada de voz.	Web App, Email, SMS	—
Protocolos de comunicación	HTTP, MQTT, TCP/UDP, WebSocket, CoAP	HTTP, HTTPS, MQTT, TCP, UDP, Sigfox, LoRaWAN, NB-IoT, LTE	HTTP, HTTPS, MQTT, UDP, TCP	MQTT, HTTP, TCP/UDP

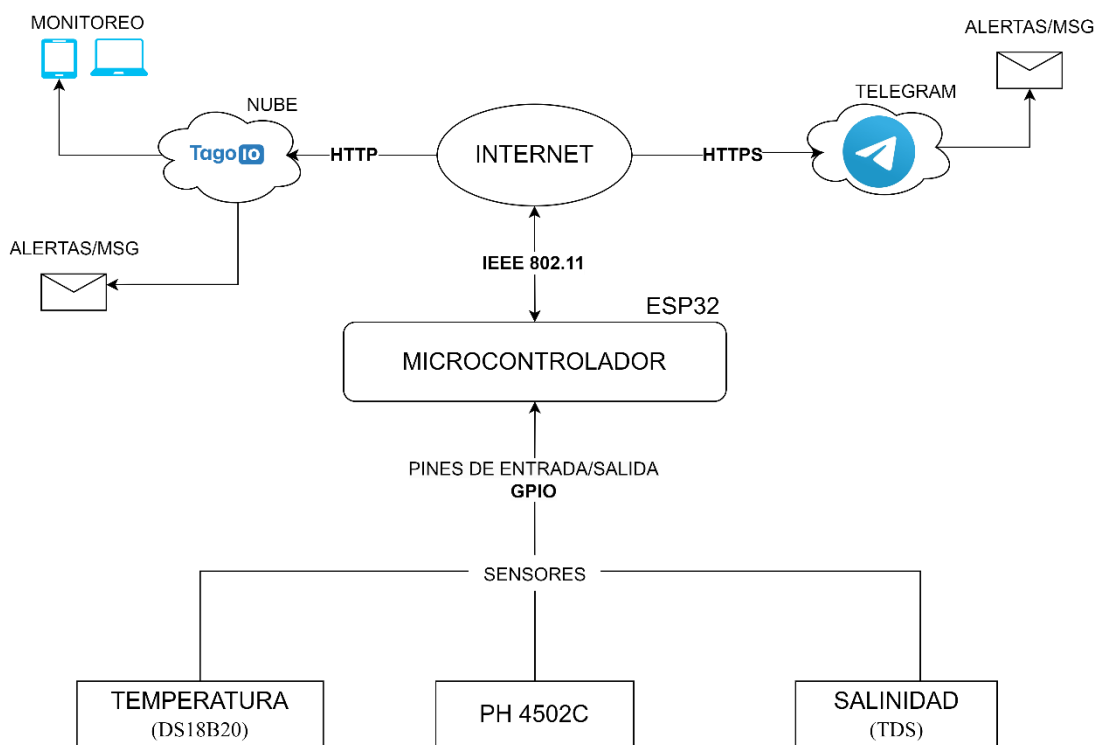
En esta tabla se comparan diversas características de plataformas IoT, como la facilidad de uso, capacidad de personalización de widgets, visualización en tiempo real, compatibilidad con múltiples placas de desarrollo y opciones de notificación, esto puede ayudar a los usuarios a tomar decisiones al seleccionar la plataforma más adecuada para sus necesidades de monitoreo de IoT.

3.2. Arquitectura del sistema de monitoreo

La arquitectura propuesta que se observa en la figura 16 permite la conexión de diferentes dispositivos a un microcontrolador que cuenta con comunicación a Internet, permitiendo

almacenarlos y observarlos a través de una plataforma IoT, así como generar alertas que serán visualizadas por medio de mensajes.

Figura 16 *Arquitectura de conexión y comunicación (Elaboración propia)*



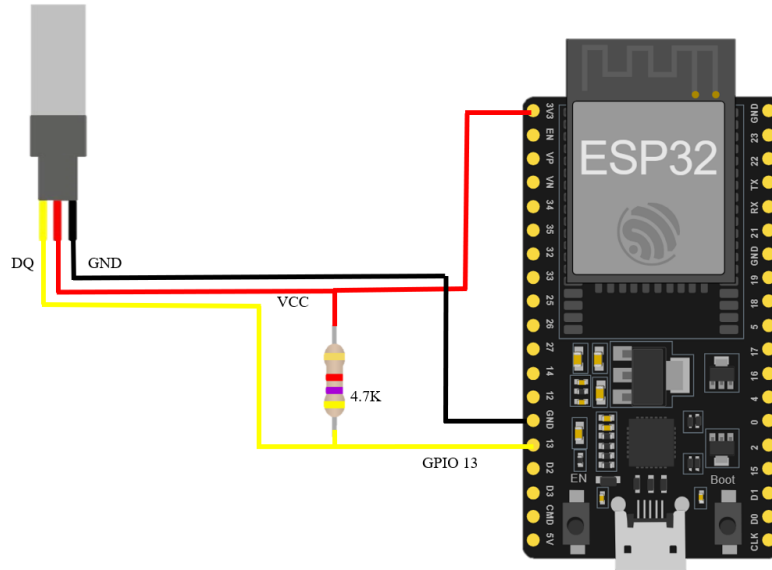
La arquitectura del sistema de monitoreo está compuesta de la siguiente manera: los sensores de temperatura DS18B20, pH 4502C y salinidad (TDS) se conectan por los pines GPIO del módulo ESP32 que actúa como un microcontrolador, por medio del protocolo IEEE 802.11 se conecta a una red Wifi para transmitir los datos a través del Internet. Los datos recopilados se almacenan en la nube a través de la plataforma IoT TagoIO por medio del protocolo HTTP donde se podrá visualizar los valores arrojados por las diferentes variables a monitorear, finalmente se agrega un envío de alertas en la plataforma TagoIO y por medio del protocolo HTTPS para que se envíen mensajes por Telegram cuando alguna variable no se encuentre dentro de los rangos establecidos.

3.3. Diseño y conexiones del sistema de monitoreo

El diseño que muestra la figura 17 es la conexión del sensor de temperatura con la placa Esp32, la primera etapa de conexión es el pin de alimentación (VCC) del sensor a 3.3V de la placa,

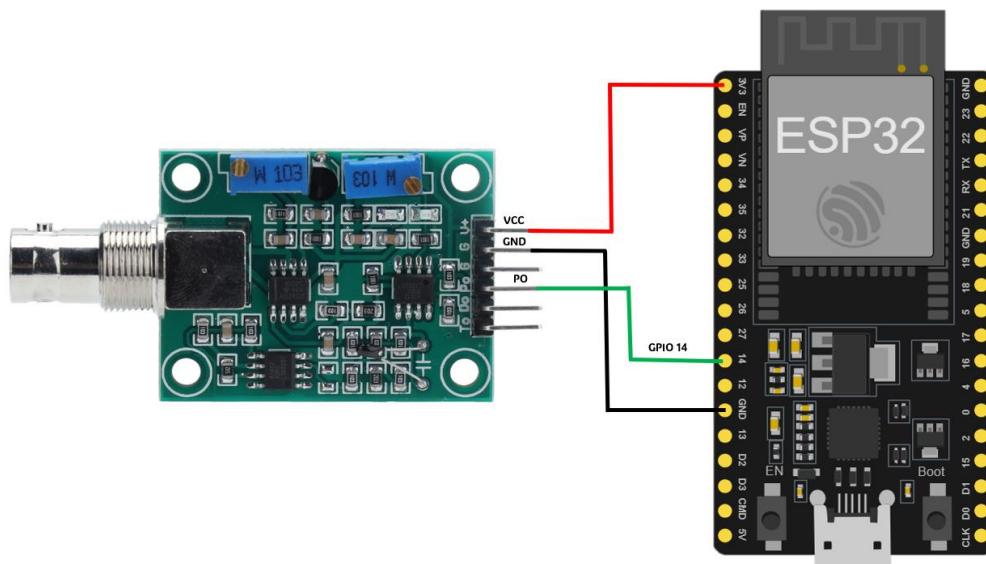
la siguiente conexión es la conexión a tierra (GND), la cual se realiza mediante el pin GND de la placa, el pin analógico usado en este sensor es el pin GPIO13.

Figura 17 Conexión del sensor de Temperatura (Elaboración propia)



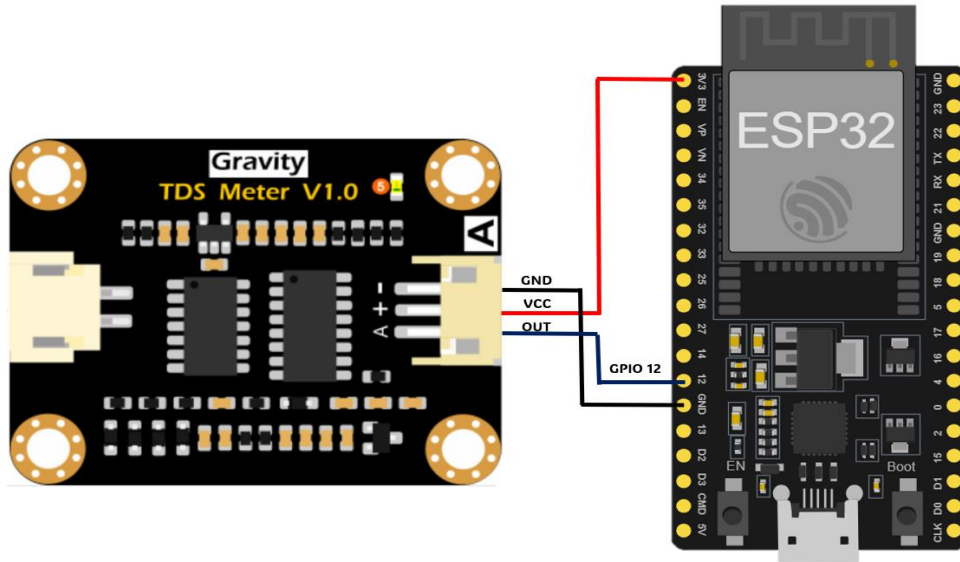
El diseño en la figura 18 muestra la conexión del sensor pH a la placa Esp32, en la primera etapa de conexión, se conecta el pin de alimentación (VCC) del sensor a la fuente de 3.3V de la placa, luego se realiza la conexión a tierra (GND) del sensor utilizando el pin GND de la placa, el pin analógico usado en este sensor es el pin GPIO 14.

Figura 18 Conexión del sensor de pH (Elaboración propia)



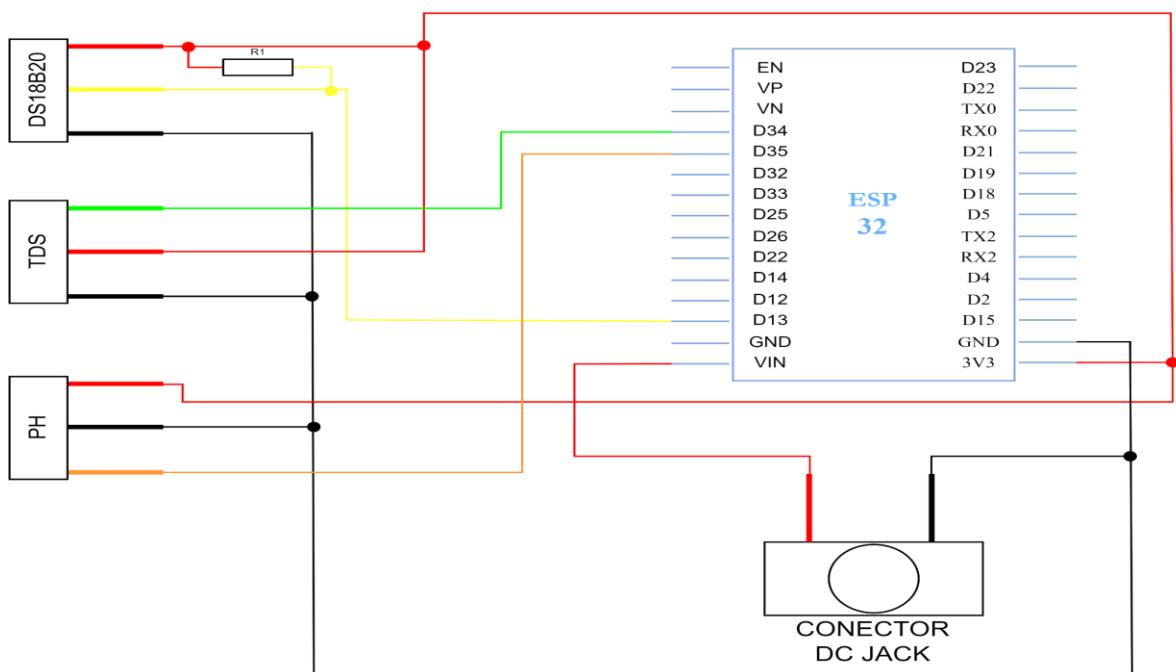
En la figura 19 se observa la conexión del sensor TDS a la placa Esp32, la cual consta con la conexión de un pin de alimentación (VCC) del sensor a los 3.3V de la placa, conexión a tierra del sensor (GND) a tierra de la placa y una conexión al pin analógico GPIO 12.

Figura 19 *Conexión del sensor TDS (Elaboración propia)*



El diseño de conexión del sistema de monitoreo se observa en la figura 20, donde se describe y especifica detalladamente el tipo de sensor y que pines GPIO son utilizados en el microcontrolador.

Figura 20 *Conexión del sistema de monitoreo (Elaboración propia)*



La tabla 11 proporciona una descripción detallada y generalizada de las conexiones de los pines de cada uno de los sensores al microcontrolador ESP32.

Tabla 11 Pines de conexión del sistema (Elaboración propia)

SENSOR	PIN SENSOR	PIN ESP32
Temperatura DS18B20	VCC	VCC 3.3V
	OUT	GPIO 13
	GND	GND
PH 4502C	VCC	VCC 3.3V
	GND	GND
	Po	GPIO 35
Sensor de medidor TDS (Salinidad)	VCC	VCC 3.3V
	GND	GND
	OUT	GPIO 34
Conector JACK	5V	VIN
	GND	GND

3.3.1 Programación de los sensores

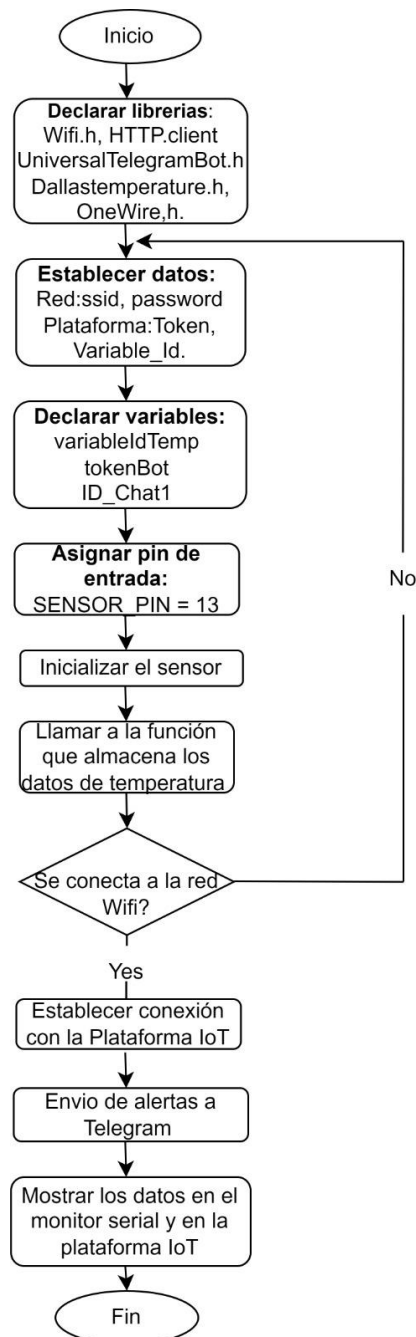
En esta sección, se desarrollan diagramas de flujo individuales para cada sensor, detallando la secuencia de programación implementada. Cada diagrama describe el proceso que se realiza para la adquisición y procesamiento de datos de los sensores.

3.3.1.1 Sensor de temperatura DS18B20

La figura 21 muestra el diagrama de flujo que detalla el proceso de programación, se inicia declarando las librerías necesarias para la interacción con el sensor siendo OneWire.h responsable de la comunicación, mientras que Dallastemperature.h se utiliza como complemento para la adquisición y visualización de los datos, además se emplean las librerías Wifi.h y HTTPClient. Se

establecen los datos de red Wifi proporcionando el nombre y la contraseña, junto con el token para la vinculación con la plataforma IoT, después se definen las variables y pin a utilizar, Una vez configurado el sensor, este envía los datos de lectura al microcontrolador, se establece la conexión con la plataforma IoT y al mismo tiempo se envían alertas mediante Telegram indicando si los valores de cada parámetro se encuentran dentro de los rangos permitidos. Finalmente, los datos se muestran en el monitor serial y en la plataforma IoT.

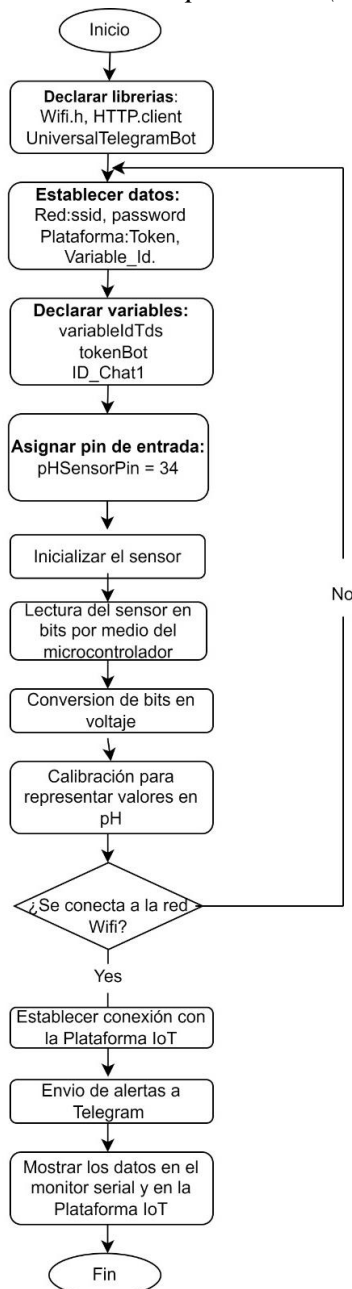
Figura 21 Diagrama de flujo del Sensor de temperatura DS18B20 (Elaboración propia)



3.3.1.2 Sensor pH 4502C

En el diagrama de flujo de la figura 22 detalla el proceso de lectura analógica del sensor de pH. Se utilizan las librerías Wifi.h y HTTPClient.h para la conexión Wifi, junto con credenciales y un token para la plataforma IoT, luego se declara variables y pin de entrada, después se lleva a cabo la conversión de bits en voltaje, para calibrar el sensor se retira la sonda del conector BNC y se establece un puente entre la entrada del conector BNC y GND, esto provoca que en el monitor serial muestra un voltaje de 2,5V en el monitor serial.

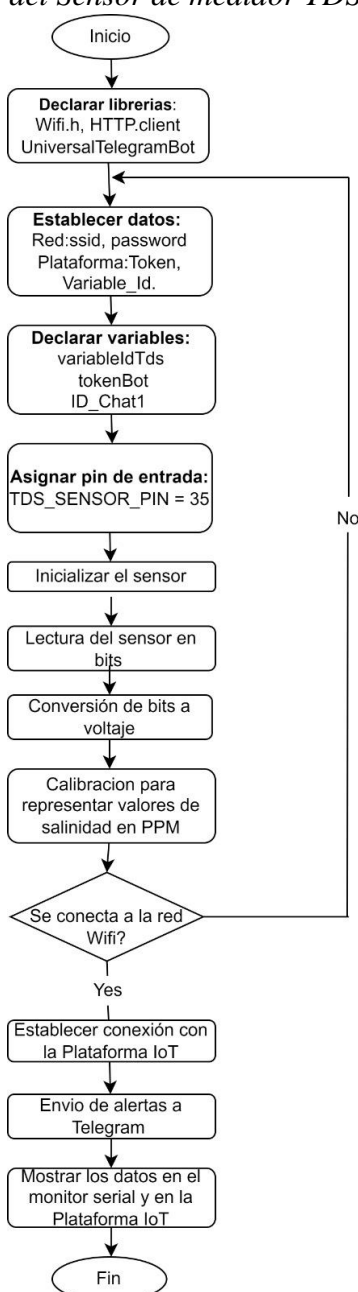
Figura 22 Diagrama de flujo del Sensor de pH 4502C (Elaboración propia)



3.3.3.3 Sensor de salinidad TDS

El diagrama de flujo en la figura 23 describe el proceso para obtener datos del sensor de salinidad. Se inicia con la configuración de la conexión Wifi y la declaración de variables. Luego, se lee la señal del sensor, se convierte a voltaje y se muestra en el monitor serial. Una vez establecida la conexión con la plataforma IoT, se envían alertas a través de Telegram si los valores de los parámetros exceden los límites permitidos, los datos se visualizan tanto en el monitor serial como en la plataforma IoT.

Figura 23 Diagrama de flujo del Sensor de medidor TDS (Elaboración propia)



3.4. Calibración de los sensores y comparación de valores obtenidos

Para esta sección se realizan pruebas por separado de cada sensor con la ayuda de una muestra de las piscinas donde se encuentran las larvas de camarón, para una correcta calibración se hace uso de los sensores propuestos para el proyecto y los sensores industriales utilizados en el laboratorio que se observan en la figura 24 y 25.

Figura 24 *Termómetro para medición de temperatura (Neptuno Lab)*



Figura 25 *Salinómetro ATC (Neptuno Lab)*



En la tabla 12 se puede observar los respectivos rangos mínimos y máximos de los diferentes parámetros físicos que intervienen en la calidad del agua, estos datos han sido recolectados por el encargado del laboratorio.

Tabla 12 Rangos permitidos de cada parámetro para la crianza de larvas en laboratorio “Neptuno Lab”

Parámetros	Rango mínimo	Rango máximo
Temperatura del agua	33°	35.5 ^a
Salinidad	16	22
pH del agua	5.3	8

Nota. La salinidad irá variando dependiendo de lo que requiera el consumidor.

3.4.1. Sensor de Temperatura

La medición consiste en sumergir el sensor en la muestra, como se observa en la figura 26 el termómetro una vez que es sumergido y mantenido dentro de la muestra por un tiempo arroja un valor de 32°C.

Figura 26 Dispositivo de medición de Temperatura “Neptuno Lab”



El sensor DS18B20 realizará el mismo proceso, se puede visualizar en la figura 27 que el sensor una vez sumergido empezaran a arrojar valores los cuales se muestran en el monitor serial de Arduino IDE, para esta comprobación se tomó en cuenta el tiempo en el que el instrumento utilizado en el laboratorio estuvo sumergido hasta tener un valor estable.

Figura 27 *Dispositivo de medición de Temperatura DS18B20*

```
08:56:01.667 -> Temperature: 33.19°C
08:56:03.879 -> Temperature: 33.63°C
08:56:06.079 -> Temperature: 33.06°C
08:56:08.303 -> Temperature: 32.94°C
08:56:10.491 -> Temperature: 32.94°C
08:56:12.707 -> Temperature: 32.94°C
08:56:14.903 -> Temperature: 32.94°C
08:56:17.131 -> Temperature: 32.94°C
08:56:19.323 -> Temperature: 32.94°C
08:56:21.530 -> Temperature: 32.88°C
08:56:23.730 -> Temperature: 32.94°C
08:56:25.948 -> Temperature: 32.88°C
08:56:28.142 -> Temperature: 32.88°C
08:56:30.362 -> Temperature: 32.88°C
08:56:32.566 -> Temperature: 32.81°C
08:56:34.758 -> Temperature: 32.81°C
08:56:36.994 -> Temperature: 32.88°C
08:56:39.169 -> Temperature: 33.00°C
08:56:41.374 -> Temperature: 32.94°C
08:56:43.610 -> Temperature: 32.94°C
```

En la tabla 13 se puede observar más detalladamente los valores arrojados por ambos instrumentos, los resultados se diferencian en los decimales que se arrojan en el monitor serial del sensor DS18B20.

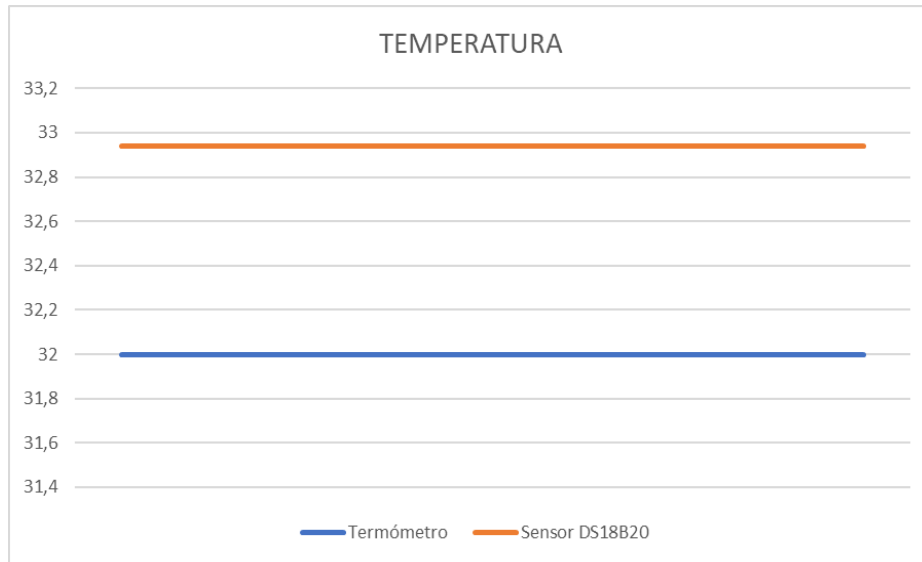
Tabla 13 *Datos obtenidos de Temperatura*

Instrumento	Resultado
Termómetro para medición del agua	32°C
DS18B20	32.94°C

La figura 28 presenta los resultados obtenidos de los sensores utilizados para medir la temperatura de manera lineal, se observa que el termómetro indica un valor de 32°C, mientras que

el sensor DS18B20 muestra valores que oscilan entre 32 y 32.94. La diferencia en los valores es mínima siendo aproximadamente 0.94 °C, esto indica una alta precisión del sensor DS18B20 en comparación con el termómetro.

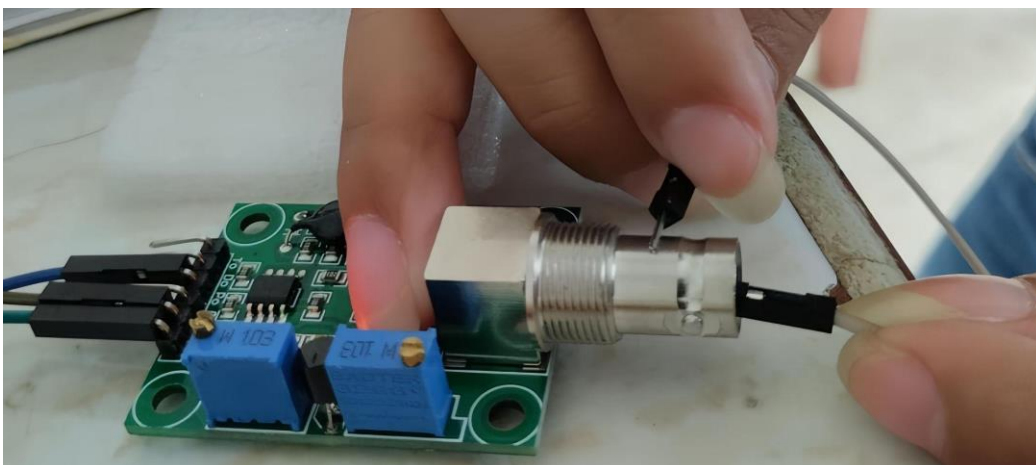
Figura 28 Comparación de resultados de Temperatura



3.4.2. Sensor de pH

El sensor de pH debe contar con una calibración antes de su uso, para ello se conectan los pines VCC, GND y Po del sensor al Arduino y se cortocircuita el pin central del conector BNC con la parte externa como se observa en la figura 29.

Figura 29 Calibración física del sensor de pH



En el monitor serial de Arduino IDE se debe mostrar un valor de voltaje de 2.5 como se observa en la figura 30, en caso de no arrojar este valor se debe ir ajustando los relés que se encuentran en la placa.

Figura 30 *Calibración del sensor de pH*

```

09:33:50.931 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:33:52.904 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:33:54.910 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:33:56.905 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:33:58.905 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:00.920 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:02.927 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:04.922 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:06.910 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:08.909 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:10.915 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:12.943 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000
09:34:14.926 -> Measure: 512 Voltage: 2.500 PH: 7.000

```

En la figura 31 se puede observar que para el sensor de pH una vez que la sonda es surgida por un lapso de tiempo en la muestra, en el monitor serial se podrán visualizar los diferentes valores de pH que este sensor puede capturar, para este caso, el pH de la muestra se obtiene un valor de 6.30 que está dentro de un rango normal.

Figura 31 *Dispositivo de medición de pH 4502C*

```

09:04:43.600 -> pH: 6.34
09:04:45.157 -> pH: 6.34
09:04:46.767 -> pH: 6.33
09:04:48.392 -> pH: 6.33
09:04:49.998 -> pH: 6.34
09:04:51.577 -> pH: 6.33
09:04:53.178 -> pH: 6.33
09:04:54.768 -> pH: 6.33
09:04:56.385 -> pH: 6.33
09:04:58.010 -> pH: 6.33
09:04:59.569 -> pH: 6.33
09:05:01.170 -> pH: 6.33
09:05:02.813 -> pH: 6.31
09:05:04.379 -> pH: 6.31
09:05:06.016 -> pH: 6.31
09:05:07.577 -> pH: 6.31
09:05:09.202 -> pH: 6.31
09:05:10.780 -> pH: 6.30
09:05:12.391 -> pH: 6.30
09:05:13.983 -> pH: 6.30
09:05:15.612 -> pH: 6.30

```

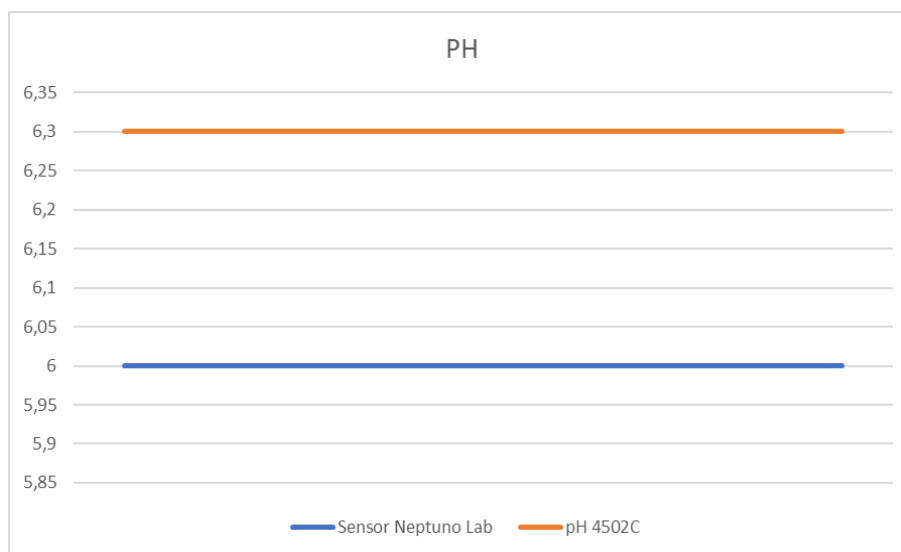
En la tabla 14 se puede observar más detalladamente los valores arrojados por ambos instrumentos, los resultados se diferencian en los decimales que se arrojan en el monitor serial del sensor pH 4502C.

Tabla 14 Datos obtenidos de pH

Instrumento	Resultado
Sensor Neptuno Lab	6
pH 4502C	6.30

La Figura 32 muestra los resultados obtenidos de los sensores utilizados para medir el pH de manera lineal. Se observa que el sensor industrial del laboratorio registra un valor de 6, mientras que el sensor pH 4502C presenta valores que varían entre 6 y 6.30. La diferencia en los valores es mínima, siendo aproximadamente 0.30, lo que indica una alta precisión del sensor pH 4502C en comparación con el sensor del laboratorio.

Figura 32 Comparación de resultados de pH



3.4.3. Sensor de Salinidad (TDS)

El Salinómetro del laboratorio está compuesto por un prisma refractivo que es sumergido por unos instantes en la muestra cómo se puede observar en la figura 33, también cuenta con un ocular de goma que es donde se pueden visualizar los datos.

Figura 33 *Dispositivo de medición de Salinidad (Salinómetro ATC)*



Para el sensor TDS se realiza el mismo proceso, se sumerge la sonda por un lapso de tiempo para que el sensor los pueda leer y sean visualizados en el monitor serial como se observa en la figura 34 que se obtiene un valor de 29.16 ppm.

Figura 34 *Dispositivo de medición de Salinidad (TDS)*

```

10:22:16.252 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:17.247 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:18.250 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:19.245 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:20.270 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:21.263 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:22.256 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:23.284 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:24.290 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:25.291 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:26.263 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:27.271 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16
10:22:28.249 -> Valor de TDS (ppm) : 29.16

```

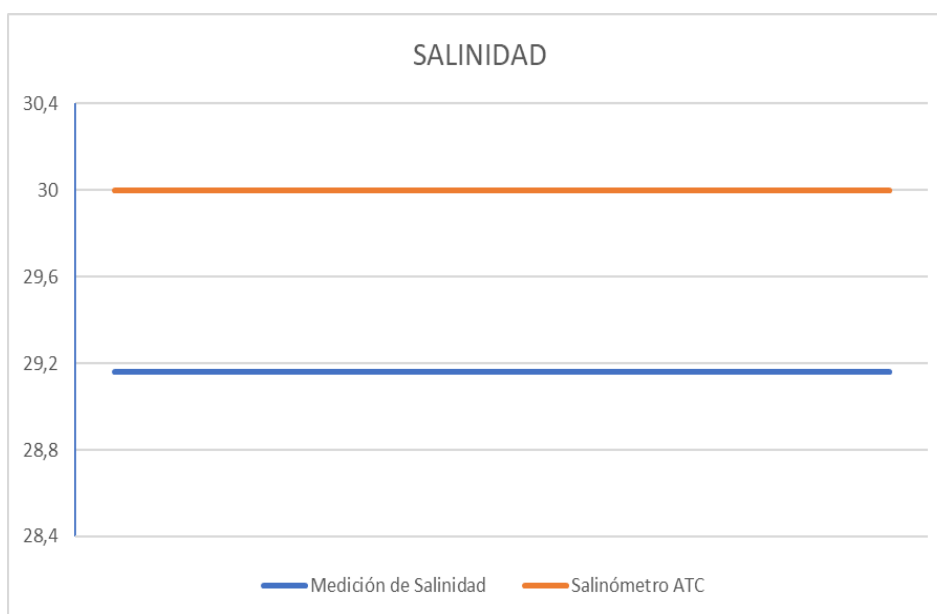
En la tabla 15 se presentan con mayor detalle los valores obtenidos por ambos instrumentos, los resultados difieren en los decimales mostrados en el monitor serial del sensor de medición de salinidad.

Tabla 15 Datos obtenidos de Salinidad

Instrumento	Resultado
Salinómetro ATC	30 ppm
Medición de salinidad (TDS)	29.16 ppm

La figura 35 muestra los resultados obtenidos de los sensores utilizados para medir la salinidad de manera lineal, se observa que el Salinómetro ATC registra un valor de 30 ppm, mientras que el medidor de salinidad indica un valor de 29.16 ppm, evidenciando una diferencia de 0.84 ppm entre ambos dispositivos.

Figura 35 Comparación de resultados de Salinidad



Es importante tener en cuenta que durante la calibración de los sensores y las respectivas pruebas de que los sensores están funcionando en su totalidad, la muestra de prueba ya tenía un

tiempo fuera de las piscinas por lo que los valores de temperatura, ph y salinidad pueden no coincidir con la tabla 12, sin embargo, se toma las respectivas pruebas también con los sensores proporcionados por el laboratorio para comprobar su veracidad.

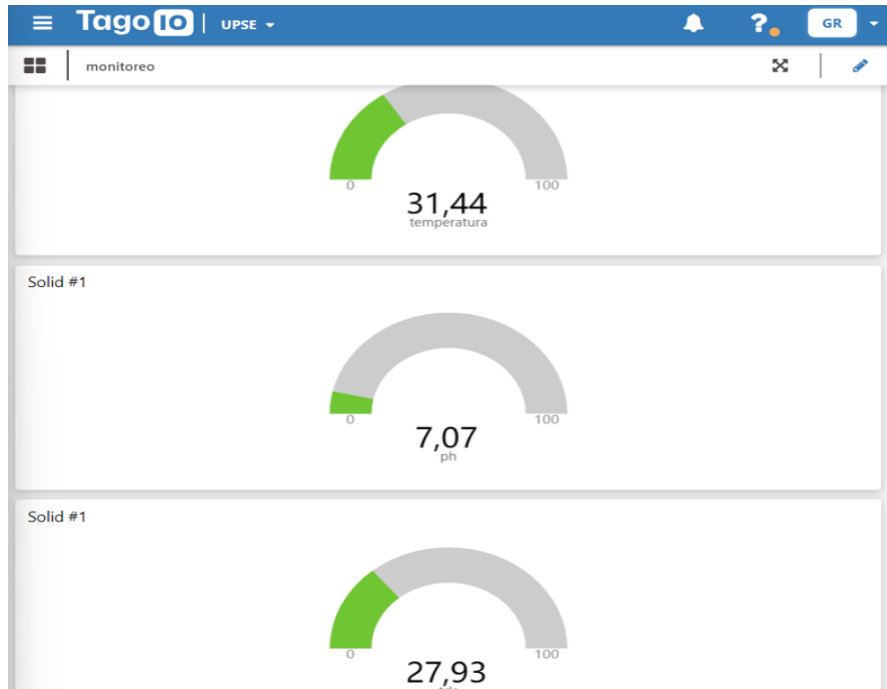
3.4.4. Presentación de resultados en Tago.IO

La figura 36 presenta detalladamente los valores obtenidos de cada uno de los sensores conectados al sistema, estos valores se pueden observar en tiempo real en el monitor serial del Arduino IDE, lo que permite una verificación inmediata del funcionamiento de los sensores. Estos mismos datos son transmitidos y visualizados en la plataforma Tago.IO como se muestra en la figura 37, facilitando el monitoreo y análisis a través de la interfaz gráfica.

Figura 36 Resultados en Arduino IDE

```
12:20:19.963 -> {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:20.026 -> Valor de TDS (ppm): 28.10
12:20:20.595 -> Respuesta de TagoIO para TDS: {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:20.664 -> pH: 7.68
12:20:21.196 -> Respuesta de TagoIO para pH: {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:27.332 -> {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:27.395 -> Valor de TDS (ppm): 28.23
12:20:27.965 -> Respuesta de TagoIO para TDS: {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:28.032 -> pH: 7.66
12:20:28.613 -> Respuesta de TagoIO para pH: {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:34.718 -> {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:34.749 -> Valor de TDS (ppm): 28.00
12:20:35.332 -> Respuesta de TagoIO para TDS: {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:35.396 -> pH: 7.27
12:20:35.935 -> Respuesta de TagoIO para pH: {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:42.086 -> {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:42.149 -> Valor de TDS (ppm): 27.93
12:20:42.703 -> Respuesta de TagoIO para TDS: {"status":true,"result":"1 Data Added"}
12:20:42.767 -> pH: 7.07
```

Figura 37 Plataforma TagoIO

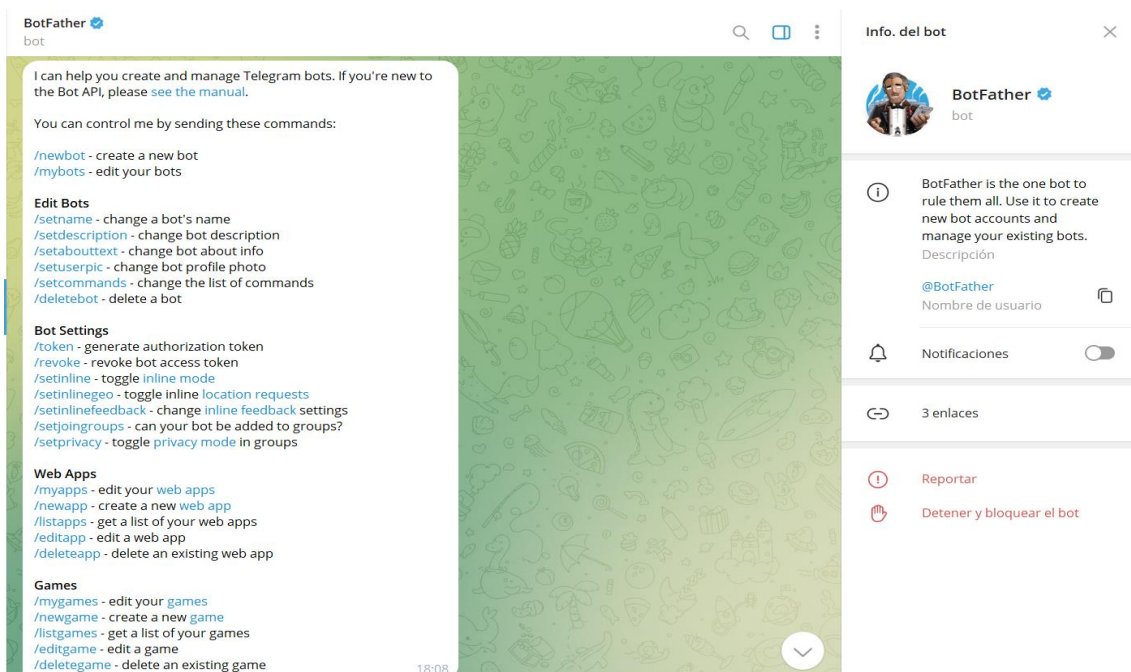


3.5. Sistema de Alertas

TELEGRAM

Para la configuración de alertas, Telegram cuenta con un bot llamado “BotFather” como se puede observar en la figura 38 el cual permite crear diferentes bots según la preferencia o el uso que se le requiera dar.

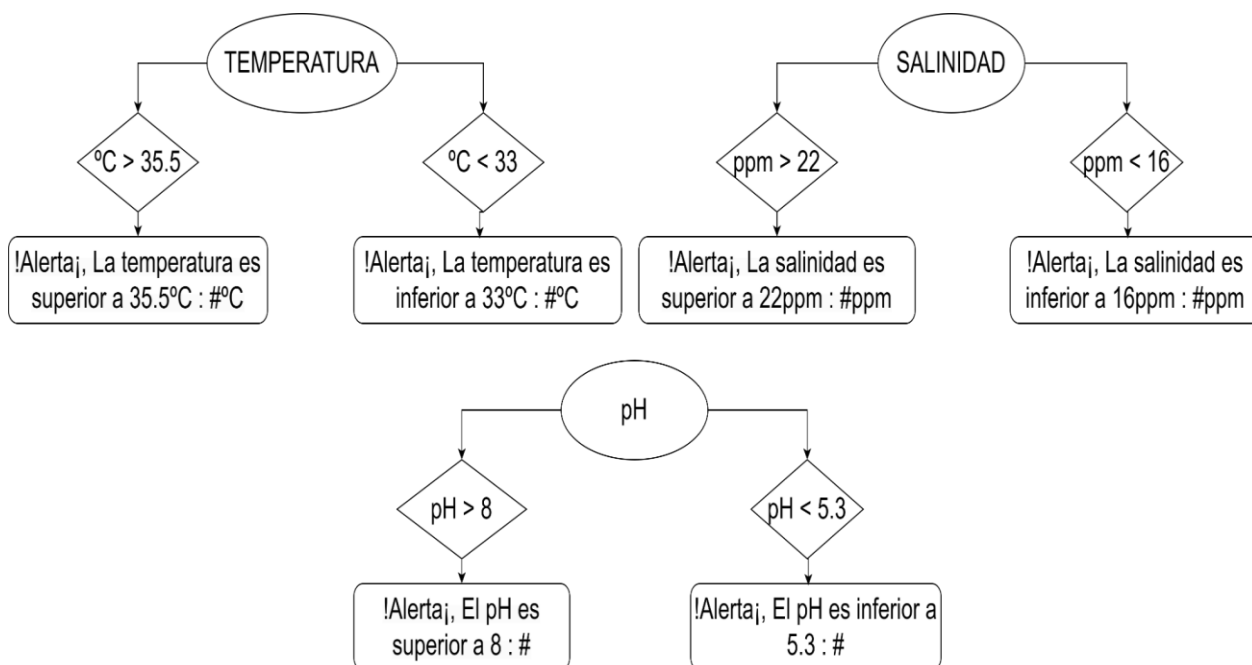
Figura 38 Bot Telegram “BotFather”



Para la propuesta se crean dos bot con los nombres “LabNep_Modulo1” y “LabNep_Modulo2” los cuales son configurados principalmente para enviar mensajes de alertas cuando alguno de los parámetros es superior o inferior a los rangos permitidos en el laboratorio “Neptuno Lab”, estos datos son los que se muestran en la tabla 12.

Los mensajes de alertas que se asignan para cada sensor son los que se observan en la figura 39, es importante tener en cuenta que dentro de la configuración se necesita una ID personal de Telegram la cual se puede obtener del bot llamado “IDBot” y para que los mensajes sean receptados por varios usuarios se necesita recolectar todas las ID necesarias para que sean agregadas a la configuración.

Figura 39 Mensajes de alertas para Telegram (Elaboración propia)



TAGOIO

La plataforma TagoIO tiene un apartado denominado “Actions”, permitiendo crear una instancia donde se determina la forma en la llegara el mensaje de alerta que en este caso será por SMS como se observa en la figura 40, es importante que para crear la acción se debe agregar el número de celular al que se enviara el mensaje.

Figura 40 Configuración de Alertas en TagoIO

Add Action

Name
ALERTAS

Type of trigger

- Variable**
Triggered when the selected variables meet certain conditions.
- Resource**
Triggered when the selected resources change (devices, buckets, users, ...).
- Schedule**
Triggered based on the selected time interval.
- MQTT Topic**
Triggered based on MQTT topics.

Type of action
Send SMS

Phone number(s)
enter phone number with the country code (+1, +55, ...)

Cancel Create my Action

Los parámetros de temperatura, ph y salinidad son designados con rangos como se observa en la figura 41 y con mensaje de “¡Alerta! Revisar los parámetros del tanque 1/2, una o varias variables no se encuentra dentro del rango establecido”.

Figura 41 Configuración de Alertas en TagoIO

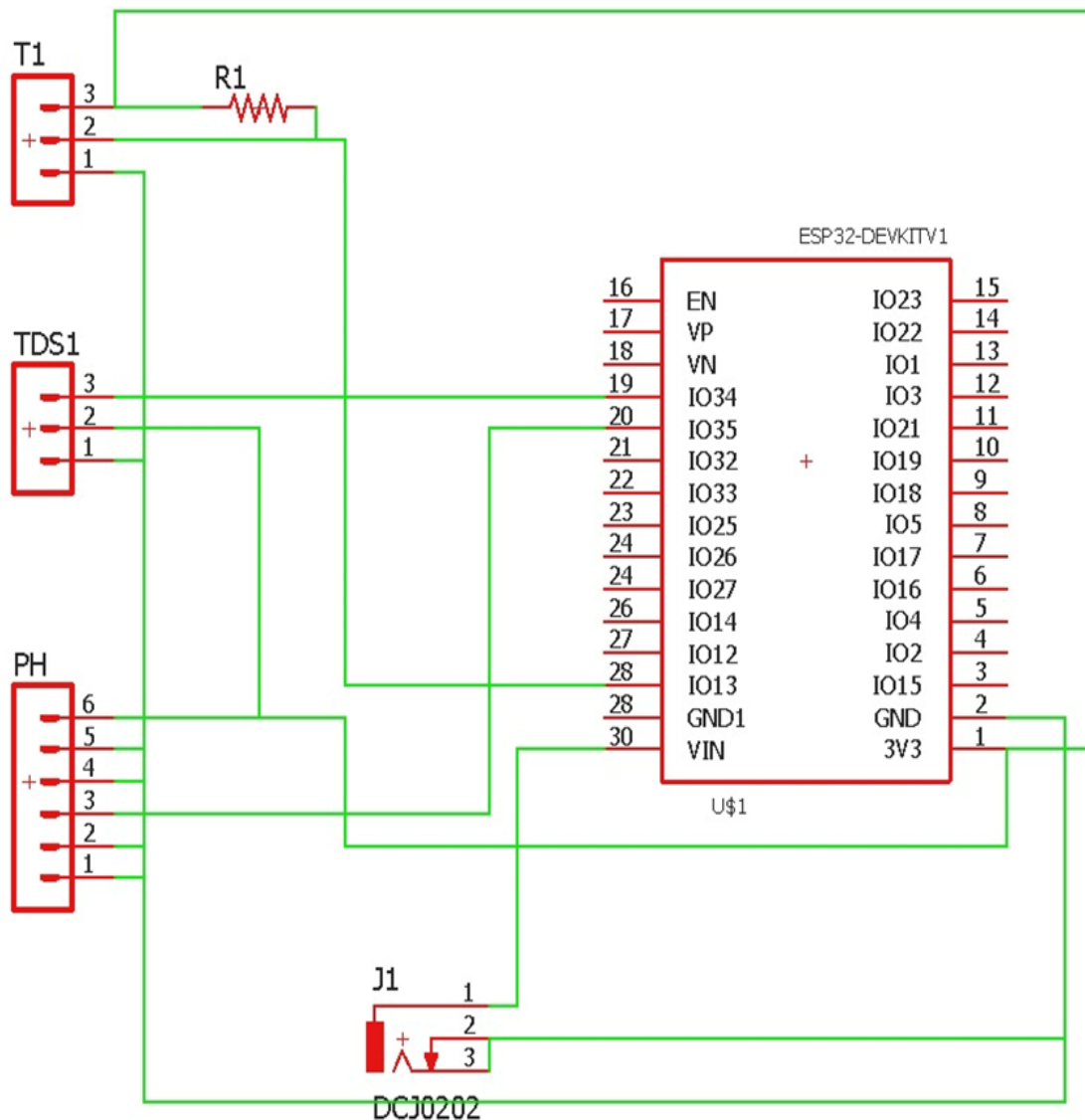
Trigger
If one of the conditions match, the action will be triggered.

temperatura	✓	✗	is	Greater than	35.5	num
or						
temperatura	✓	✗	is	Less than	33	num
or						
ph	✓	✗	is	Greater than	8	num
or						
ph	✓	✗	is	Less than	5.3	num
or						
tds	✓	✗	is	Greater than	22	num
or						
tds	✓	✗	is	Less than	16	num

3.6 Diseño del sistema en EasyEDA

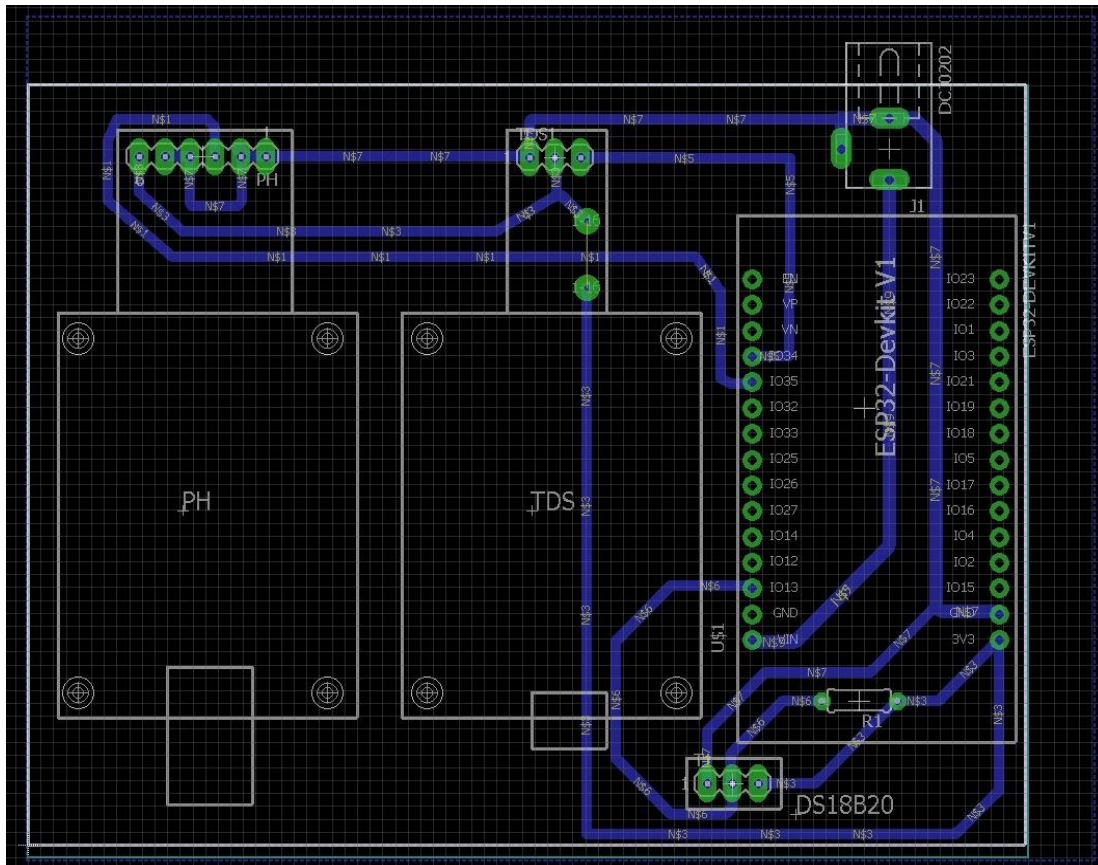
El diseño esquemático del sistema de monitoreo integra los sensores de temperatura DS18B20, pH-4502C y TDS, todos conectados al microcontrolador ESP32, además el diseño incluye una fuente de alimentación para proporcionar energía al sistema, como se muestra en la figura 42. Los sensores están conectados al ESP32 a través de sus respectivos pines de señal, alimentación y tierra, para la lectura de las señales analógicas, los sensores se conectan a los pines analógicos del ESP32 que actúa como el cerebro del sistema, procesando las lecturas de los sensores y enviando los datos a un servidor remoto a través de su conexión WiFi integrada.

Figura 42 Diseño esquemático del sistema (Elaboración propia)



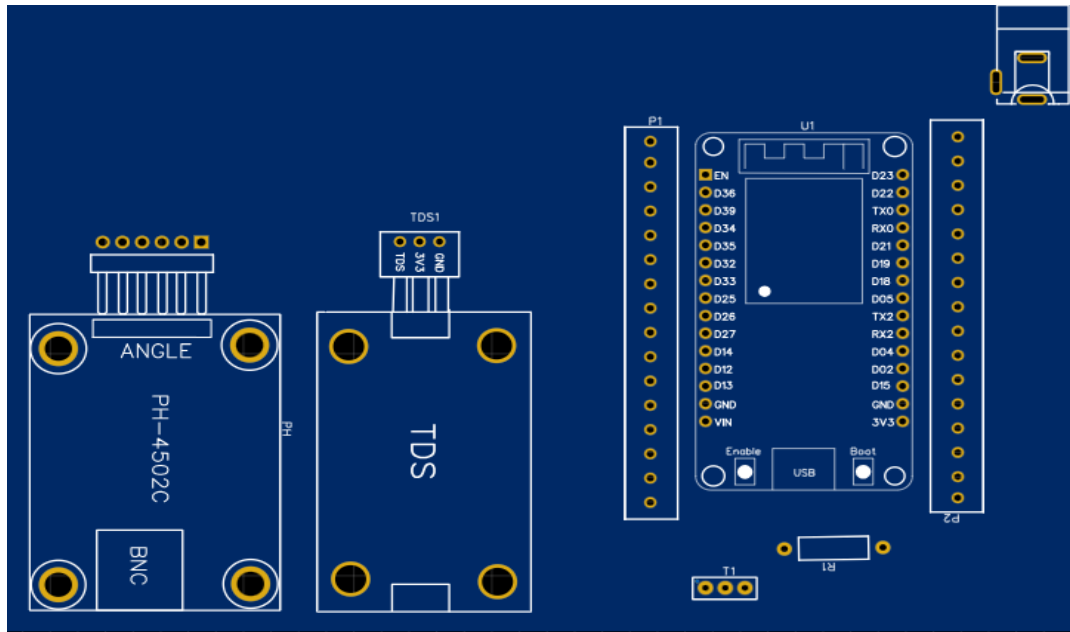
Una vez que se ha completado el diseño esquemático, el siguiente paso es convertir el archivo en un diseño de PCB, este proceso implica la transición del esquema lógico de los componentes y sus conexiones a un diseño físico que se puede fabricar, como se detalla en la figura 43.

Figura 43 Diseño PCB del sistema (Elaboración propia)



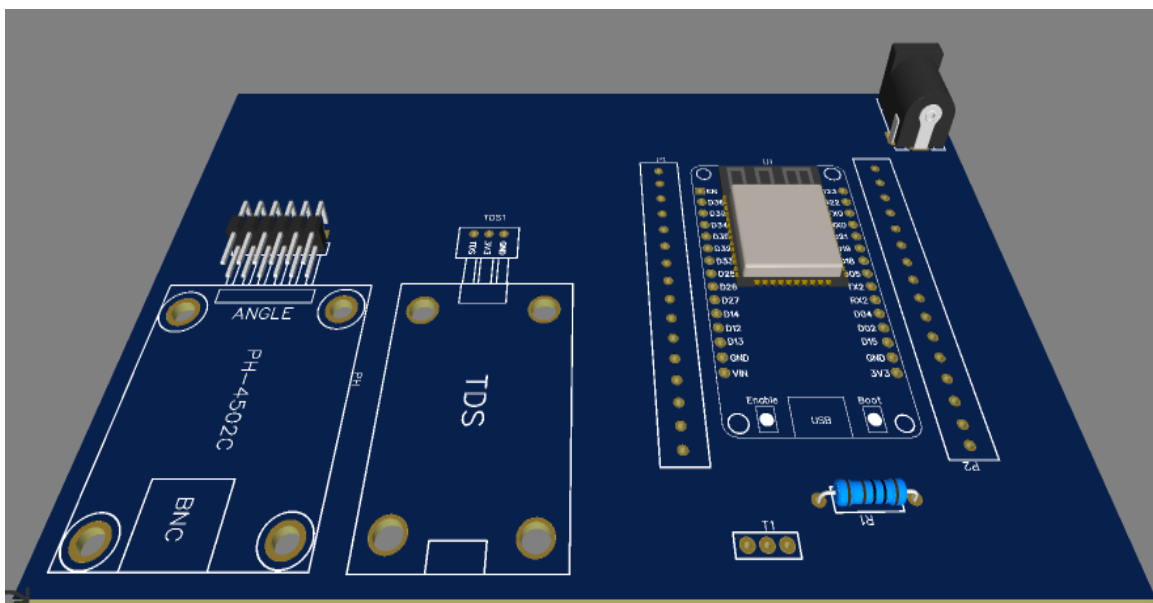
En la figura 44 se presenta el diseño del sistema en 2D generado a partir del diseño PCB, este diseño ofrece una representación detallada y precisa de la disposición física de los componentes en la placa, permitiendo una visualización clara de la ubicación y conexiones de cada componente.

Figura 44 Diseño 2D del sistema (Elaboración propia)



La figura 45 muestra el diseño del sistema en 3D, el cual proporciona una representación tridimensional detallada del ensamblaje final de la PCB, este diseño permite visualizar la disposición espacial de los componentes, facilitando la identificación de posibles interferencias y asegurando que todos los elementos se integren correctamente.

Figura 45 Diseño 3D del sistema (Elaboración propia)



3.7 Prototipo e implementación del sistema

3.7.1 Diseño del prototipo en Fusión 360

En el software Fusión 360, se diseñó el prototipo que contendrá los módulos, considerando características clave que aseguran tanto la funcionalidad como la seguridad del dispositivo. El diseño incluye aberturas en la parte inferior para la salida de las sondas de los sensores, facilitando su conexión y operación, y una entrada en la parte superior para la fuente de alimentación, garantizando un acceso conveniente y ordenado a la energía necesaria, la caja también cuenta con una tapa que se ajusta con tornillos, proporcionando protección adicional y resguardo para los componentes internos, contra accesos no autorizados o daños accidentales.

Las figuras 46, 47 y 48 ilustran en detalle cómo cada elemento ha sido cuidadosamente diseñado para optimizar la funcionalidad y seguridad del dispositivo.

Figura 46 *Diseño del prototipo en Fusion 360 (Elaboración propia)*

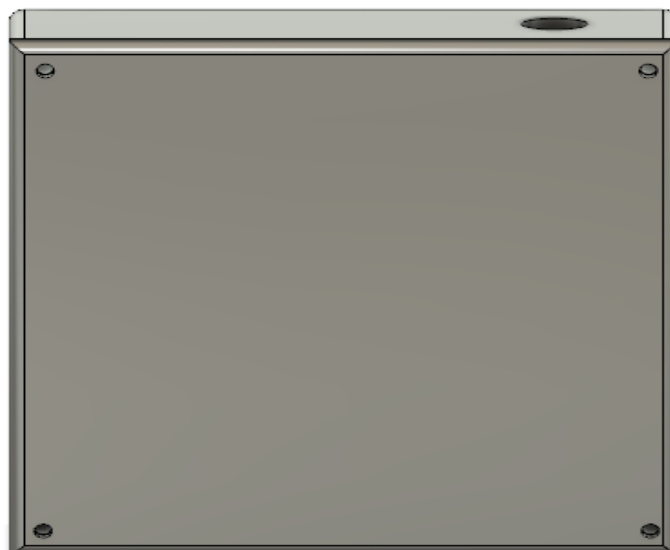


Figura 47 Parte frontal del prototipo en Fusion 360 (Elaboración propia)

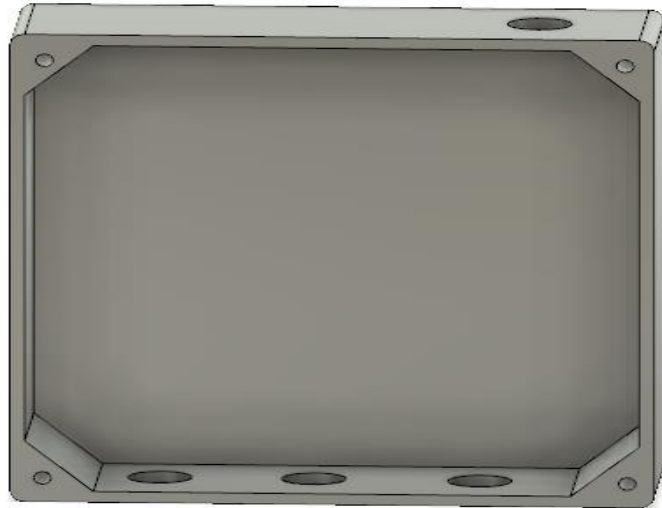
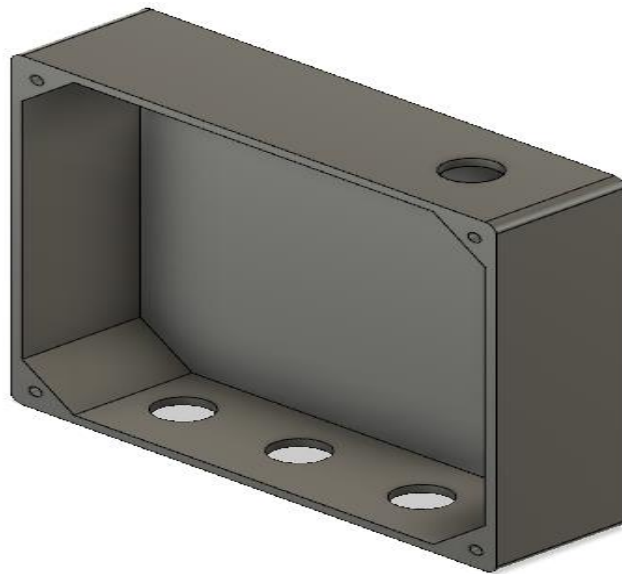


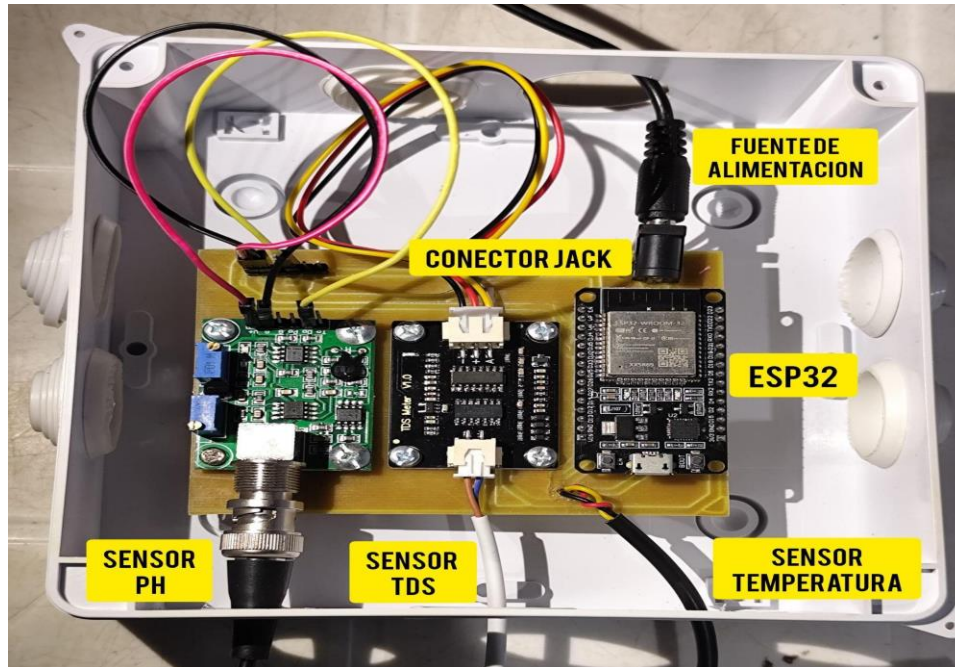
Figura 48 Aberturas del Prototipo en Fusion 360 (Elaboración propia)



3.7.2 Implementación del sistema en el laboratorio “NEPTUNO LAB”

El montaje se realiza en una caja plástica para la protección del circuito, en la figura 49 se observa cómo está compuesta la parte interna del módulo, así como las respectivas salidas de cada uno de los sensores, adicional también cuenta con un orificio para la salida del conector DC Jack hembra que se encargará de alimentar todo el circuito.

Figura 49 Armado de la parte interna del circuito



Para la parte frontal la caja cuenta con una etiqueta con el nombre del laboratorio y el número de módulo que le corresponde tal como se muestra en la figura 50.

Figura 50 Parte frontal de la caja.



El prototipo final es instalado en dos piscinas establecidas como se observa en la figura 51 y 52, es importante que el módulo quede a una buena altura para que la lectura de los lectores sea estable.

Figura 51 *Implementación del sistema (modulo1)*



Figura 52 *Implementación del sistema (modulo2)*



3.8 Presupuesto

En esta sección se detalla el costo de cada uno de los materiales y mano de obra que son necesarios para llevar a cabo la propuesta.

Componentes

COMPONENTE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
Sensor de pH	2	\$47.00	\$94.00
Sensor de temperatura (DS18B20)	2	\$10.00	\$20.00
Sensor de salinidad (TDS)	2	\$25.00	\$50.00
Placa de desarrollo ESP32 NODEMCU	2	\$12.50	\$25.00
Fuente de voltaje 5V 1A	2	\$4.55	\$9.10
Conector DC Jack	2	\$0.50	\$1.00
Espadines macho/macho	3	0.48	\$1.91
Resistencias 4.7K	2	\$0.10	\$0.20
Cable Jumper hembra/hembra	10	\$0.20	\$2.00
Total	—	—	\$203.21

Mano de obra

COMPONENTE	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
Impresión de placa PCB + Baquelita	2	\$10.00	\$20.00
Soldadura de PCB	2	\$5.00	\$10.00

Caja para el circuito	2	\$3.75	\$7.50
Total	—	—	\$37.50

Costo Total

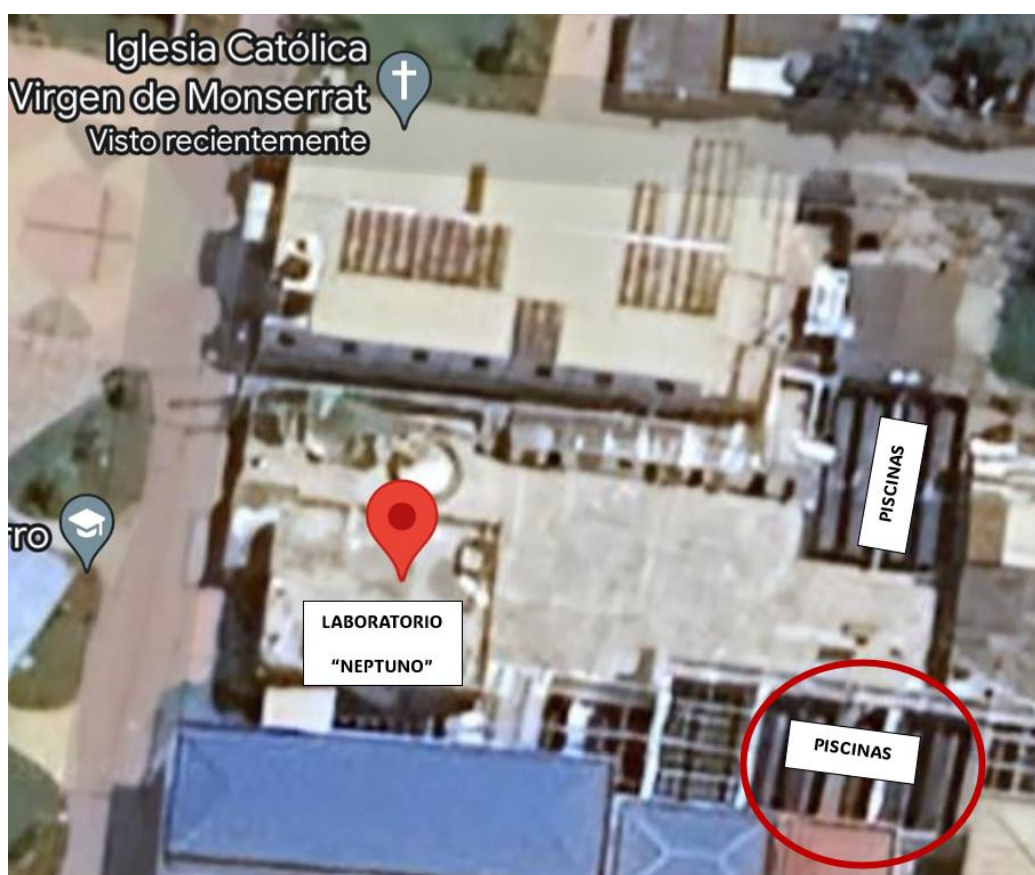
COMPONENTE	—	SUBTOTAL
Equipos	—	\$203.21
Mano de obra	—	\$37.50
Total	—	\$240.71

CAPÍTULO IV

4. Pruebas y resultados

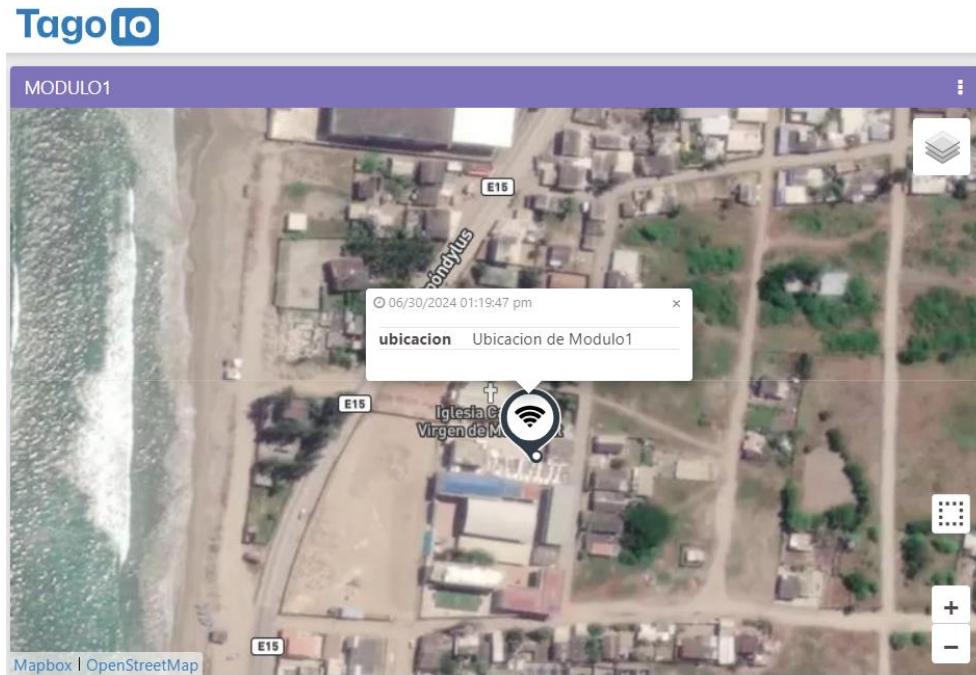
Las pruebas se realizan en el laboratorio “NEPTUNO LAB” el cual se encuentra ubicado en Monteverde, Provincia de Santa Elena a un costado de la Iglesia Católica Virgen de Monserrat. En la figura 53 se puede observar más detalladamente su ubicación y el espacio dentro del laboratorio donde se llevará a cabo la medición de condiciones del agua.

Figura 53 Ubicación geográfica de “Neptuno Lab”



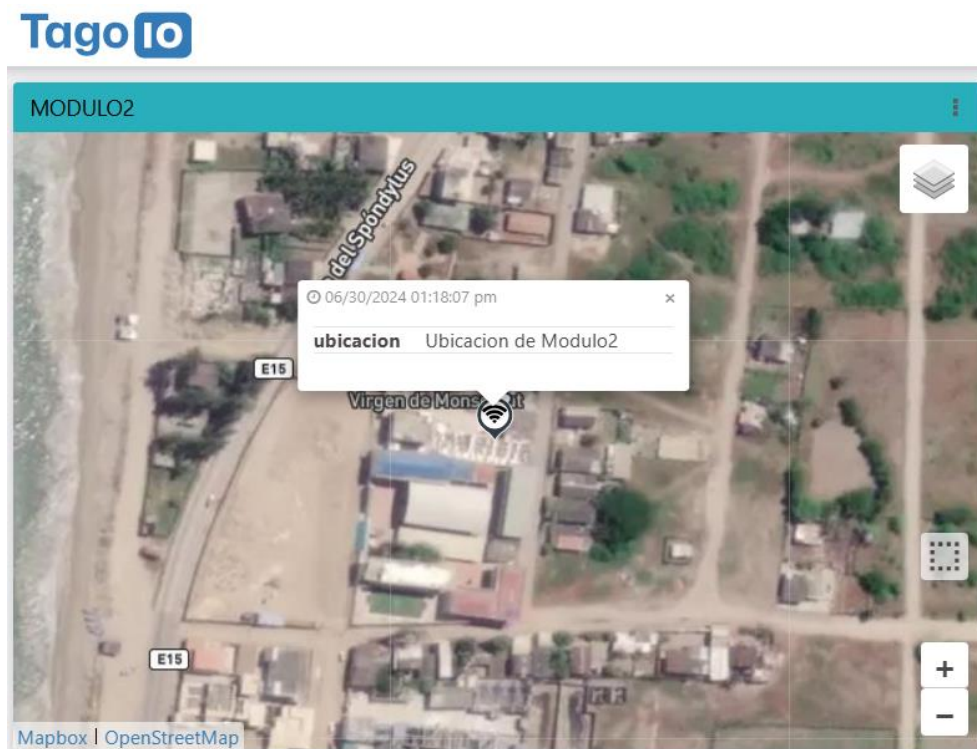
El laboratorio cuenta con un total de 10 piscinas y dos áreas diferentes donde se encuentran, para el primer escenario el módulo se encuentra ubicado en las coordenadas -2.057063, -80.734056 y se puede visualizar por medio de una interfaz en la plataforma IoT de TagoIo tal como se muestra en la figura 54.

Figura 54 Ubicación geográfica del módulo 1



En la figura 55 se puede visualizar en la plataforma TagoIo la ubicación del módulo para el segundo escenario con coordenadas -2.0569507598067664 , -80.73400772808024 .

Figura 55 Ubicación geográfica del módulo 2



4.1 Resultados de monitoreo con la plataforma IoT

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del monitoreo realizado con la plataforma TagoIO, se analizan los datos de temperatura, pH y salinidad registrados durante el período de monitoreo. Para el periodo de estudio y la recolección de datos se toma en cuenta un tiempo estimado de 8 horas.

La persona encargada del Laboratorio es quien cuenta con las credenciales para el acceso a la plataforma IoT para visualizar los datos registrados por cada módulo.

4.1.1. Resultados de monitoreo con la plataforma IoT - Módulo 1

Los datos de los tres sensores se reflejan en gráficos tridimensionales en las figuras 56, 57 y 58, estas representaciones brindan una manera clara y efectiva de visualizar y comprender los datos, ofreciendo una visión detallada de las variaciones en el monitoreo de los parámetros físicos.

Figura 56 Resultados de temperatura Módulo 1 (3D)

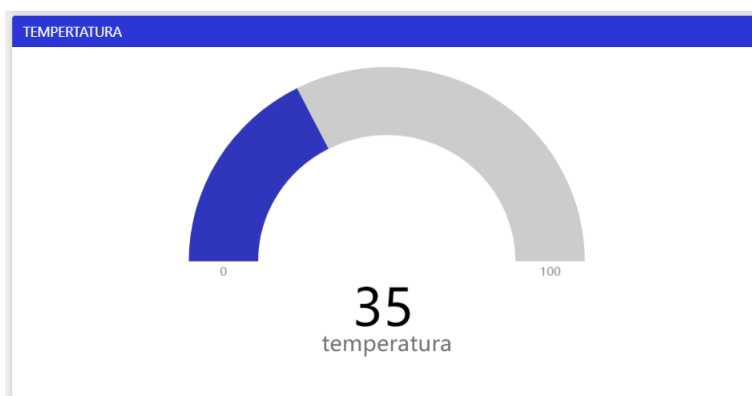


Figura 57 Resultados de pH Módulo 1 (3D)

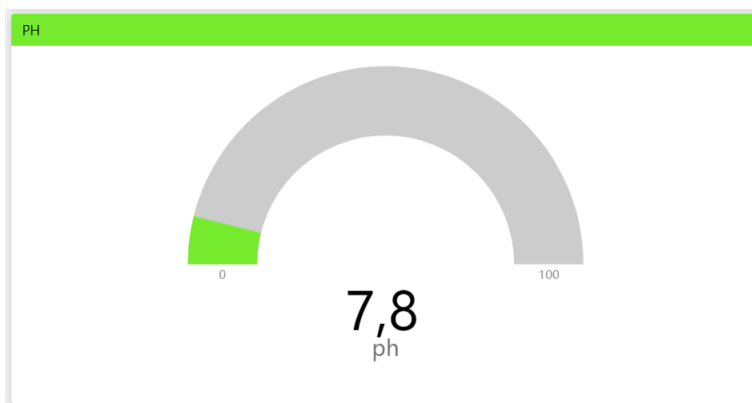
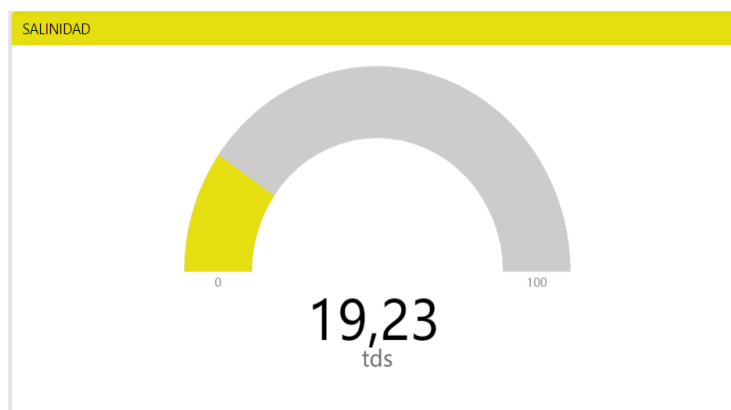
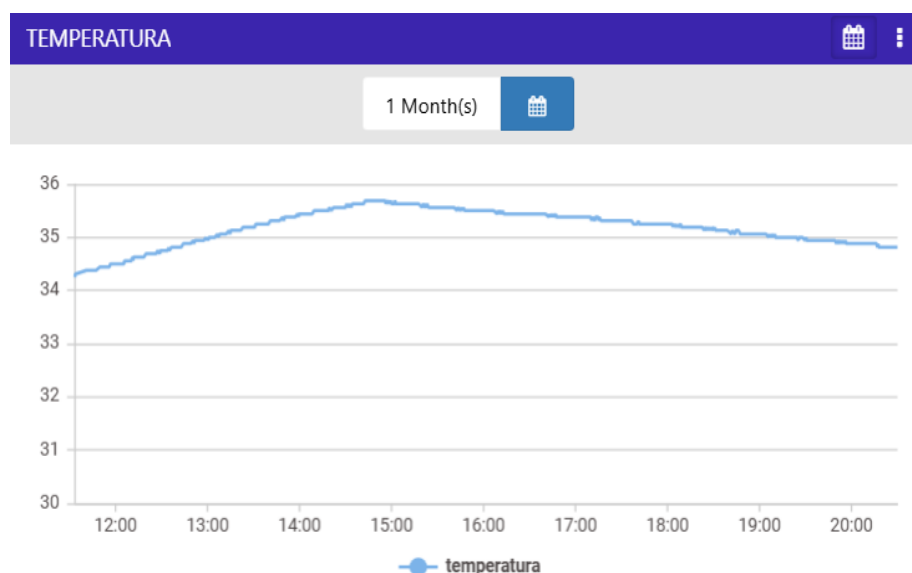


Figura 58 Resultados de salinidad Módulo 1 (3D)

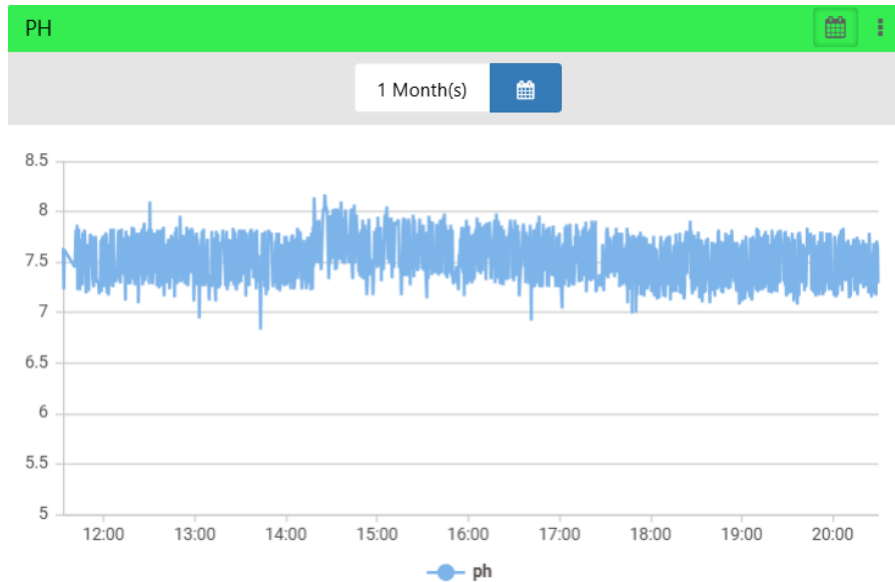


En la figura 59 se observan los resultados del monitoreo continuo de temperatura realizado por el Módulo 1 a lo largo del período de estudio, los datos revelan una variación con valores que oscilan generalmente entre 34.5°C en el inicio, picos de hasta 35.69°C después de 3 horas y 34.88°C al final del periodo de estudio, esta imagen detallada muestra la estabilidad térmica mantenida durante el monitoreo.

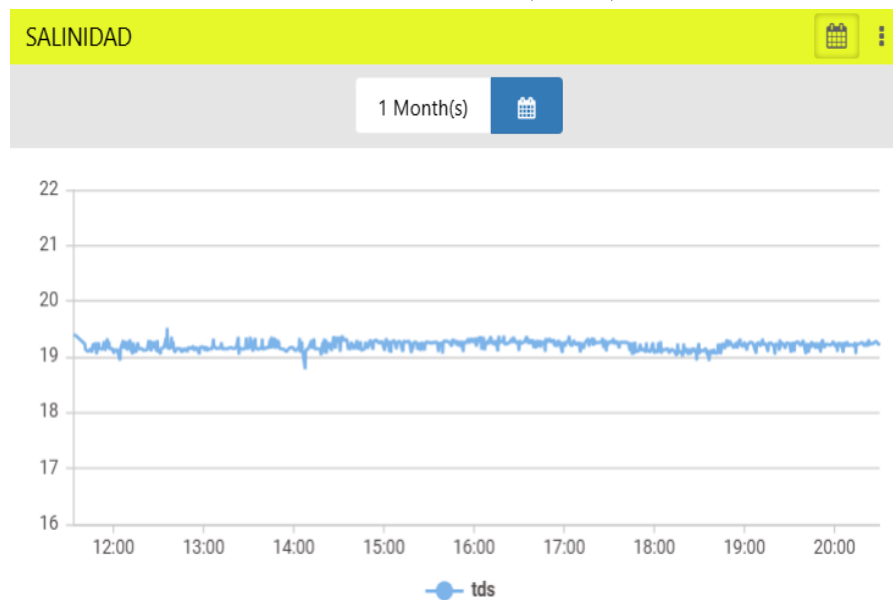
Figura 59 Resultados de temperatura Módulo 1 (lineal)



La figura 60 muestra los resultados del monitoreo del pH del Módulo 1 durante el período de estudio, que muestran que los valores de pH fluctúan inicialmente entre 7.25 y 7.28 al finalizar la prueba, esta representación gráfica demuestra las variaciones del pH del agua.

Figura 60 Resultados de pH Módulo 1 (lineal)

En La figura 61 se visualiza los datos de las concentraciones de sal durante el período de estudio, que muestran que los niveles de sal se mantuvieron dentro de un rango de 19,13 a 19,24, estas gráficas detallan las variaciones observadas en la salinidad, demostrando que los valores registrados se han mantenido constantes a lo largo del monitoreo.

Figura 61 Resultados de salinidad Módulo 1 (lineal)

4.1.2. Resultados de monitoreo con la plataforma IoT - Módulo 2

El Módulo 2 recopila datos de los sensores instalados en el tanque y los presenta en visualizaciones tridimensionales en las figuras 62, 63 y 64, estas representaciones gráficas brindan una visión detallada de los hallazgos obtenidos durante el monitoreo.

Figura 62 Resultados de temperatura Módulo 2 (3D)

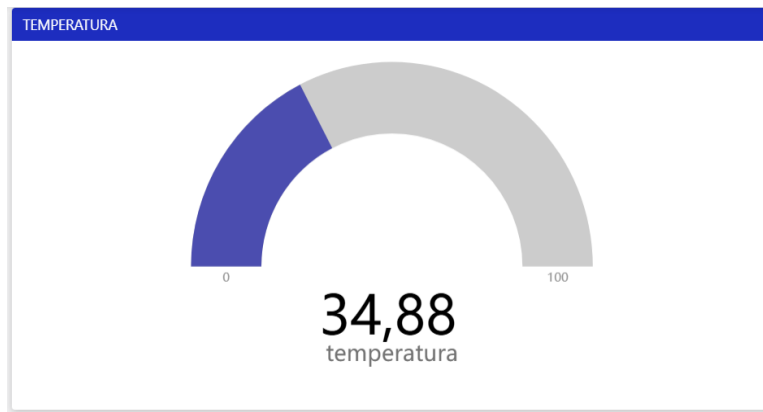


Figura 63 Resultados de pH Módulo 2 (3D)

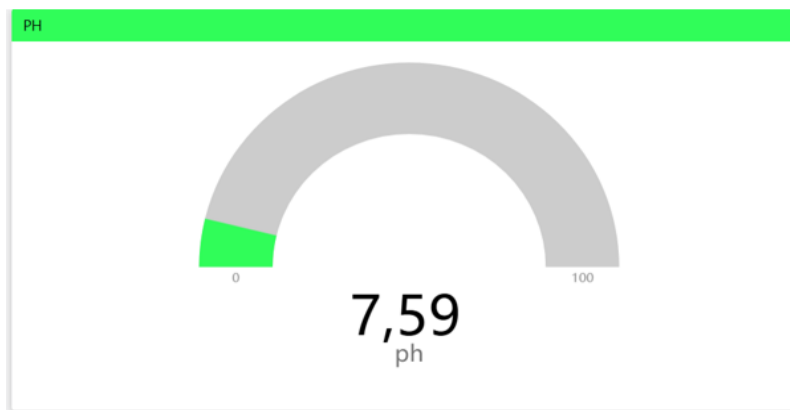
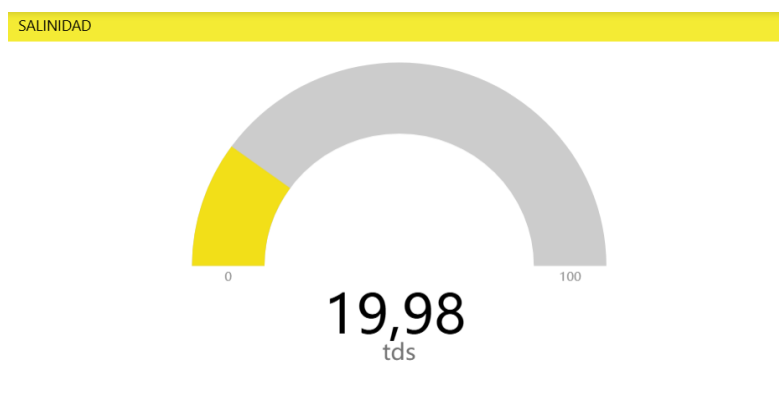
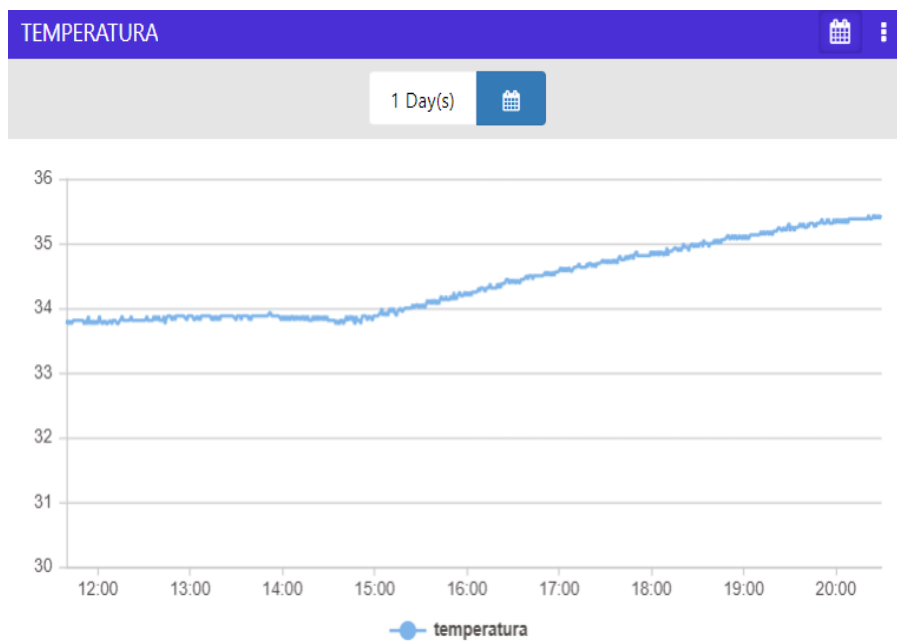


Figura 64 Resultados de salinidad Módulo 2 (3D)



La figura 65 muestra una pequeña variabilidad en las lecturas de temperatura, que van de 33.75°C a 35.31°C, este análisis detallado muestra las condiciones térmicas mantenidas durante el período de monitoreo.

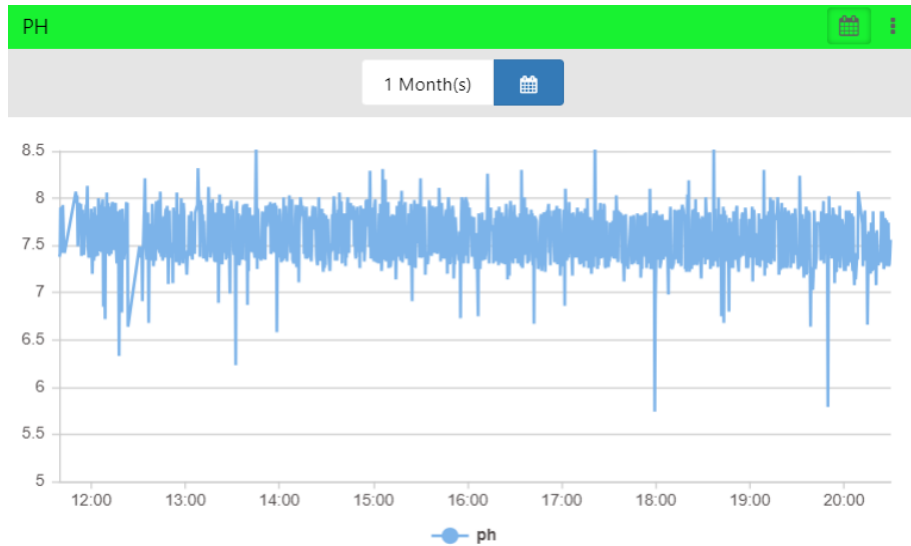
Figura 65 Resultados de temperatura Módulo 2 (lineal)



Los resultados del monitoreo de pH del Módulo 2 durante el período analizado se muestran en las figuras 66 y se puede observar que los valores de pH varían dentro de un rango de 7.89 al iniciar el periodo de pruebas y 7.23 al finalizar.

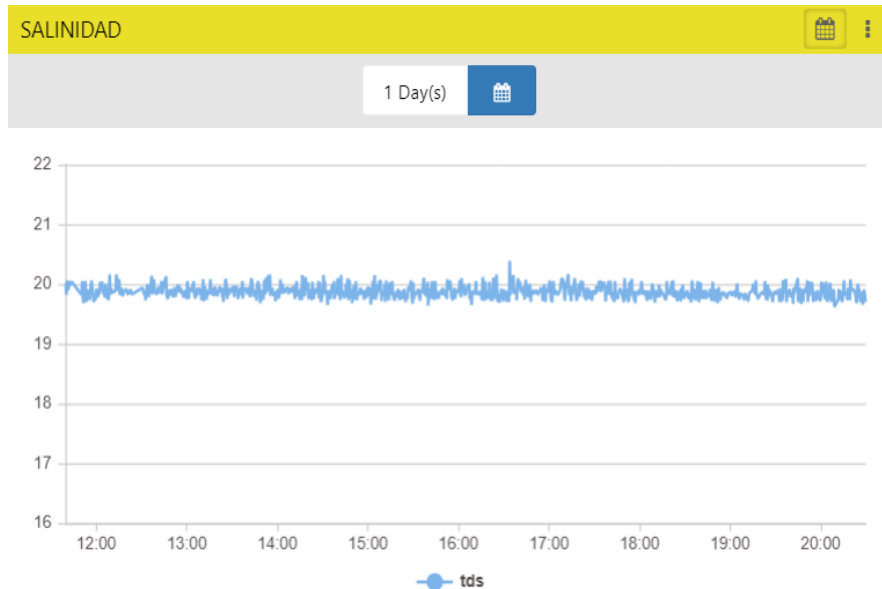
Es importante resaltar que durante el periodo de estudio para el tanque donde se encuentra instalado el Módulo 2 existen picos bastantes altos que superan los 8 de alcalinidad, esto se debe a que en un repentino tiempo durante el desarrollo y crecimiento las larvas se enfermaron, por lo tanto, el ph del agua suele ser superior a lo esperado.

Figura 66 Resultados de pH Módulo 2 (lineal)



La concentración de sal realizada por el Módulo 2 se muestra en la figura 67 y se puede observar que los niveles de salinidad varían entre los rangos de 19.92 y 19.71 durante el periodo de estudio.

Figura 67 Resultados de salinidad Módulo 2 (lineal)



La tabla 16 muestra los resultados de la temperatura, el pH y la salinidad para los módulos 1 y 2, lo que permite una comparación directa de estos parámetros entre los dos módulos.

Tabla 16 Resultados de los parámetros en los módulos

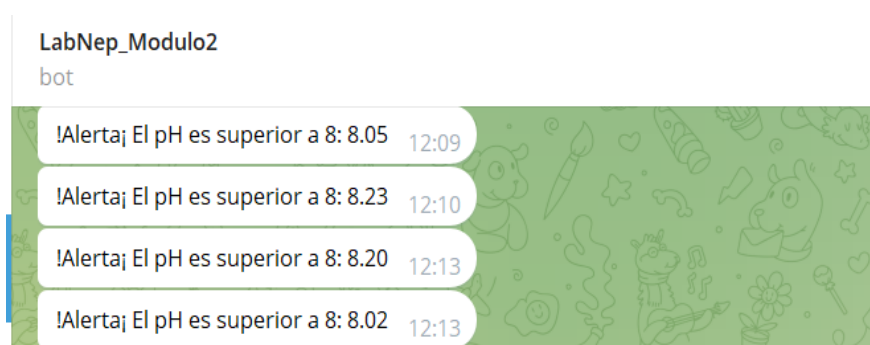
Parámetros	Módulo 1	Módulo 2
Temperatura	34.5°C a 35.69°C	33.75°C a 35.31°C
PH	7.25 a 7.28	7.89 a 7.23
Salinidad	19.13 ppm a 19.24 ppm	19.92 ppm a 19.71 ppm

Estos datos indican la variabilidad de los dos módulos dentro del periodo de estudio de 8 horas, es importante resaltar que los datos tomados son a las 12:00 p.m. al inicio y a las 20:00 p.m. al finalizar.

4.2 Resultados de envío de alertas

Para que las alertas sean visualizadas en la aplicación de Telegram los datos recopilados deben ser superiores o inferiores a los rangos permitidos en el laboratorio, el encargado cuenta con el acceso a estos bots para recibir los mensajes y tomar medidas en caso de que los parámetros en alguno de los módulos no se encuentren entre los rangos.

En el módulo 1 se recopiló datos que se encuentran dentro de los rangos establecidos, por lo tanto no se visualizará ningún mensaje de alerta, sin embargo, para el caso del módulo 2 se conoce que existen variaciones significativas en el ph del agua por lo que en la figura 68 se puede observar el mensaje de alerta que será enviado, en el caso de la temperatura y salinidad del módulo 2 al encontrarse dentro de los rangos no se enviará ningún mensaje de alerta indicando que la temperatura o salinidad es superior o inferior.

Figura 68 Alertas en Telegram Módulo 2

4.3 Análisis de calidad de agua

En esta parte del estudio, se examina la calidad del agua en los tanques de producción, la temperatura, el pH y la salinidad, se busca mantener estos parámetros dentro de los límites adecuados, tanto en sus niveles mínimos como máximos y en su promedio, para asegurar un ambiente óptimo que favorezca el crecimiento sano de las larvas de camarón.

4.3.1. Análisis de calidad de agua - Tanque 1

Monitorear y mantener los niveles ideales de los parámetros de calidad del agua es ideal para asegurar un entorno adecuado para la producción de larvas de camarón. Las bases de datos se importaron en formatos XLSX y CSV, utilizando los datos recolectados en la plataforma Tago.IO se calcularon los valores de temperatura mínimo, máximo y promedio, la tabla 17 muestra los resultados del análisis, que se llevó en cada intervalo.

Tabla 17 Análisis 1 Temperatura

Hora	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura promedio
12:00 – 14:00 PM.	34.50 °C	35.44 °C	34.97 °C
14:00 – 16:00 PM.	35.44 °C	35.69 °C	35.97 °C
16:00 – 18:00 PM.	35.25 °C	35.50 °C	35.37 °C

18:00 – 20:00 PM.	34.88 °C	35.25 °C	35.05 °C
-------------------	----------	----------	----------

Durante el período de 12:00 PM a 14:00 PM, la temperatura del agua muestra una leve fluctuación entre los valores mínimos y máximos, manteniéndose dentro del rango permitido, los registros indican que la temperatura oscila entre 34.50 °C y 35.44 °C, con un promedio de 34.97 °C, reflejando una variación de 0.94 °C durante este intervalo de tiempo.

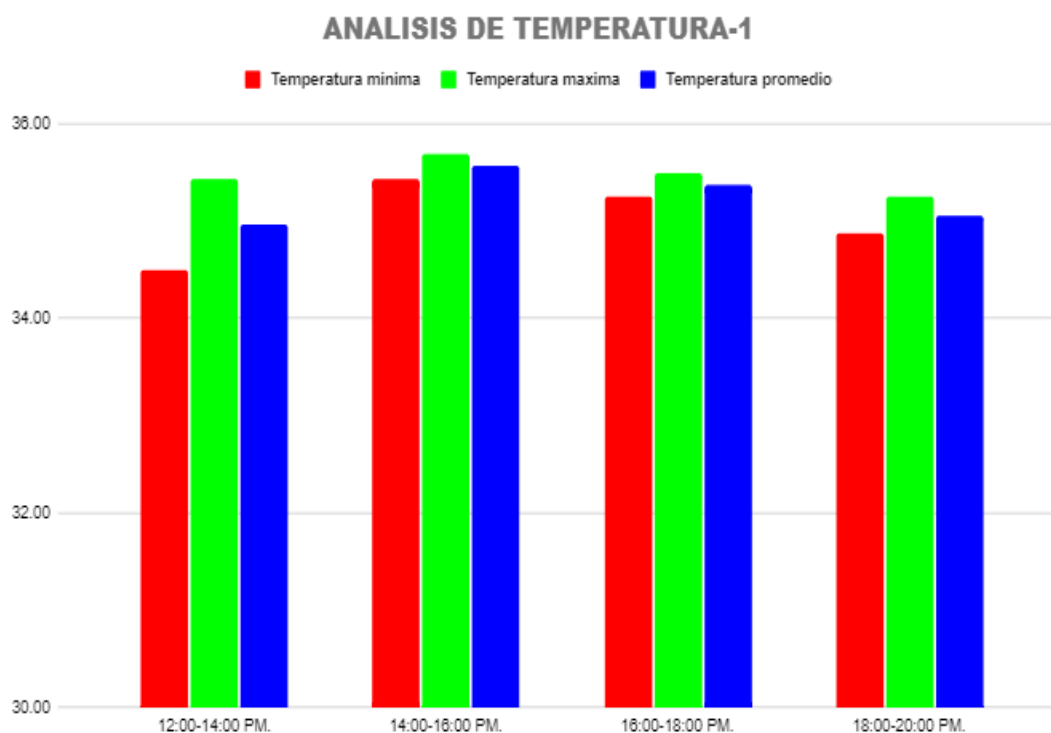
Entre las 14:00 PM y 16:00 PM, las temperaturas oscilaron entre 35.44 °C y 35.69 °C, con un promedio de 35.97 °C, esto muestra un aumento en las temperaturas tanto mínimas como máximas en comparación con el periodo anterior.

En el periodo de 16:00 PM y las 18:00 PM, las temperaturas mínimas y máximas fluctuaron entre 35.25 °C y 35.50 °C, el promedio fue de 35.37 °C, las variaciones en este intervalo fueron relativamente estables, indicando una moderada consistencia térmica.

En el último intervalo, las temperaturas oscilaron entre 34.88 °C y 35.25 °C, el promedio fue de 35.05 °C, se observa una ligera disminución en las temperaturas máximas con respecto al intervalo anterior, aunque el rango de temperatura se amplió ligeramente a 0.37 °C.

Las mayores variaciones en las temperaturas mínimas y máximas ocurrieron entre las 14:00 PM y las 16:00 PM, con un incremento significativo en comparación con otros intervalos, indica una tendencia a temperaturas más altas en la tarde y ligera disminución hacia la noche.

La temperatura mínima, máxima y promedio registradas se muestran en la figura 69, la gráfica indica las variaciones de la temperatura del agua, lo que ofrece una visualización clara y detallada de este parámetro.

Figura 69 *Análisis de temperatura - Tanque 1*

Los valores de pH mínimo, máximo y promedio se calcularon utilizando la base de datos para asegurar precisión en los cálculos, la tabla 18 presenta de manera detallada los resultados de este análisis, que se realizó a intervalos de dos horas durante un periodo determinado.

Tabla 18 *Análisis 1 ph*

Hora	PH mínimo	PH máximo	PH promedio
12:00 – 14:00 PM.	6.83	8.10	7.52
14:00 – 16:00 PM.	7.14	8.17	7.62
16:00 – 18:00 PM.	6.92	7.98	7.55
18:00 – 20:00 PM.	7.08	7.91	7.47

Durante el mediodía se observa que el pH fluctuó significativamente, con un mínimo de 6.83 y un máximo de 8.10, el pH promedio es de 7.52, indicando una ligera alcalinidad promedio.

En el intervalo de 14:00 a 16:00, el pH continuó variando, aunque los valores se incrementaron en comparación con el intervalo anterior, el pH mínimo fue de 7.14, mientras que el máximo alcanzó 8.17, el pH promedio durante estas horas fue de 7.62.

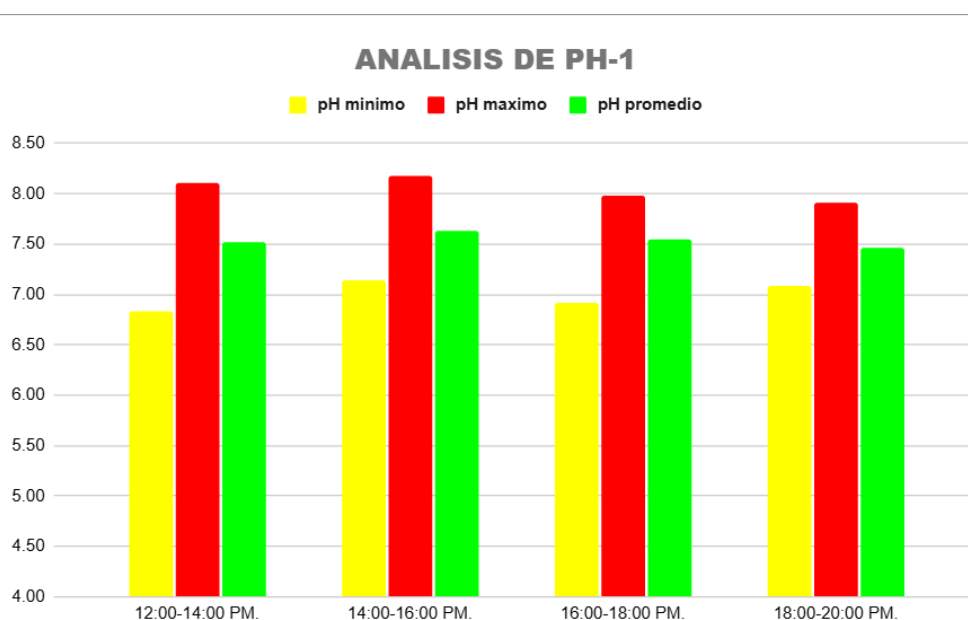
De 16:00 PM a 18:00 PM, hubo una ligera reducción en el rango de pH en comparación con el intervalo anterior, el pH mínimo fue de 6.92 y el máximo de 7.98., el pH promedio se mantuvo relativamente estable en 7.55.

En el último periodo analizado, los valores de pH mostraron una leve disminución, el pH mínimo fue de 7.08 y el máximo de 7.91, el pH promedio durante este último intervalo fue de 7.47.

Los datos muestran variaciones en el pH a lo largo del día, con los valores más altos generalmente registrados durante las horas del mediodía y la tarde, existe una ligera disminución en la noche.

Los valores de pH mínimo, máximo y promedio registrados cada dos horas se muestran en la figura 70, la gráfica proporciona una representación detallada de las variaciones observadas en el pH debido a que muestra una consistencia en el pH del agua.

Figura 70 *Análisis de ph - Tanque 1*



La Tabla 19 ofrece una descripción detallada de los hallazgos de este análisis, que se llevó a cabo a intervalos de 2 horas. Los valores de salinidad mínima, máxima y promedio se calcularon con precisión utilizando la base de datos.

Tabla 19 *Análisis 1 salinidad*

Hora	Salinidad mínima	Salinidad máxima	Salinidad promedio
12:00 – 14:00 PM.	18.94 ppm	19.52 ppm	19.16 ppm
14:00 – 16:00 PM.	18.78 ppm	19.38 ppm	19.23 ppm
16:00 – 18:00 PM.	19.04 ppm	19.38 ppm	19.24 ppm
18:00 – 20:00 PM.	18.93 ppm	19.33 ppm	19.18 ppm

Durante el intervalo de 12:00 a 14:00 PM, la salinidad varió significativamente, con una diferencia de 0.58 ppm entre la mínima y la máxima, este resultado indica una fluctuación notable en la concentración de sal en el agua durante estas horas.

Entre las 14:00 PM a 16:00 PM, se presenta una variación de salinidad disminuye ligeramente en comparación con el intervalo anterior, con una diferencia de 0.60 ppm entre la mínima y la máxima, el promedio de salinidad se mantuvo en el rango indicando estabilidad en las condiciones del agua.

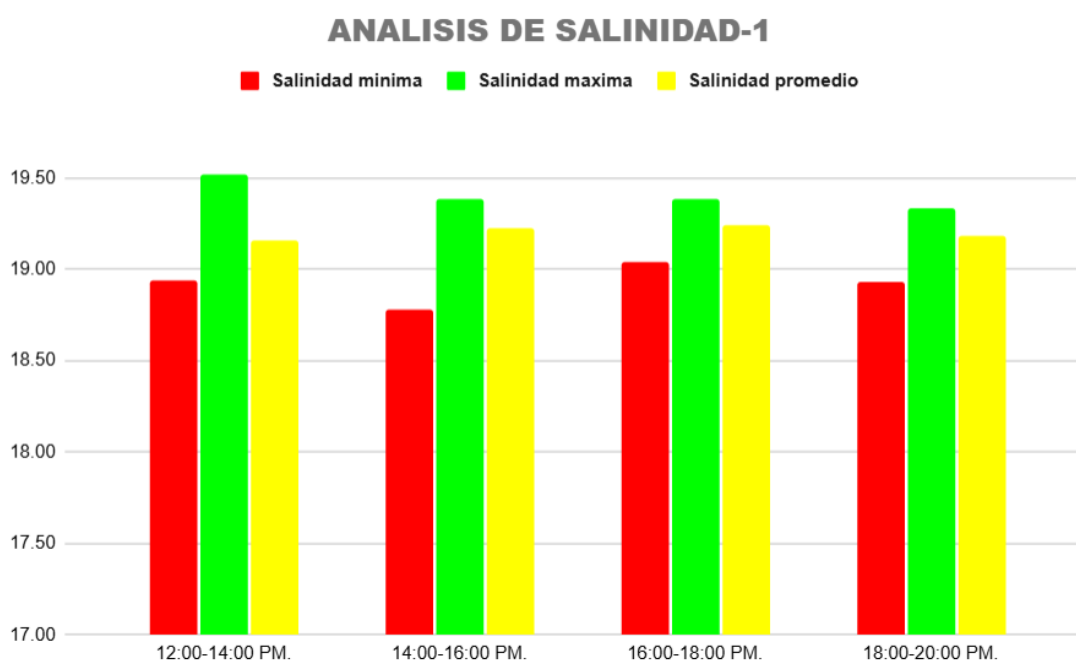
La salinidad mostró una ligera variación de 16:00 PM a 18:00 PM, con una diferencia de 0.34 ppm entre la mínima y la máxima, el promedio se mantuvo consistente con el intervalo anterior.

En el último análisis la salinidad experimenta una fluctuación leve, con una diferencia de 0.40 ppm entre la mínima y la máxima, el promedio se mantuvo cercano al promedio general observado durante el día, indicando condiciones estables hacia el final de la tarde.

A lo largo de los intervalos de tiempo registrados, se observa que la salinidad generalmente se mantuvo dentro de un rango estrecho, con variaciones mínimas a moderadas.

La figura 71 muestra los valores de salinidad mínima, máxima y promedio registrados cada 2 horas, esta representación gráfica destaca la estabilidad del agua con fluctuaciones mínimas a lo largo del tiempo y detalla las variaciones en la salinidad.

Figura 71 *Análisis de salinidad - Tanque 1*



4.3.2. Análisis de calidad de agua - Tanque 2

Para monitorear y mantener niveles de calidad del agua ideales en el tanque 2, al igual que en el tanque 1, se realiza un análisis cada dos horas de los valores de temperatura mínima, máxima y promedio, estos datos son importados de la plataforma Tago.IO, y el análisis detallado de los resultados se observa en la tabla 20.

Tabla 20 *Análisis 2 temperatura*

Hora	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura promedio
12:00 – 14:00 PM.	33.75 °C	33.94 °C	33.84 °C
14:00 – 16:00 PM.	33.75 °C	34.25 °C	33.84 °C
16:00 – 18:00 PM.	34.19 °C	34.88 °C	34.56 °C
18:00 – 20:00 PM.	34.81 °C	35.38 °C	35.10 °C

Entre las 12:00 PM a 14:00 PM, la temperatura del agua se mantuvo bastante estable, con una pequeña variación entre los valores de temperatura mínima y máxima, los valores registrados se encuentran dentro del rango permitido, asegurando condiciones óptimas para la calidad del agua en el tanque durante este periodo.

De 14:00 a 16:00 PM, la temperatura mínima se mantuvo constante en 33.75°C, pero se observó un ligero aumento en la temperatura máxima hasta 34.25°C, sin embargo, la temperatura promedio permaneció sin cambios en comparación con el intervalo anterior, los valores de temperatura todavía se encuentran en un rango aceptable, aunque es recomendable monitorear cualquier tendencia de aumento para prevenir desviaciones significativas de la temperatura óptima.

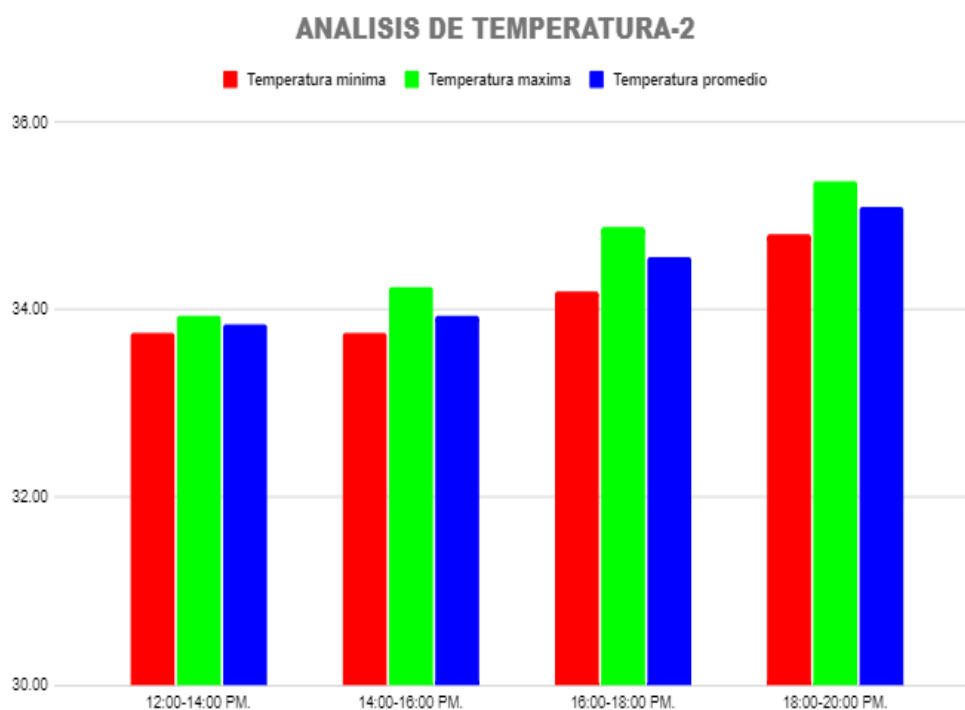
Durante las 16:00 PM y las 18:00 PM tanto la temperatura mínima como la máxima aumentaron significativamente, alcanzando valores de 34.19°C y 34.88°C, la temperatura promedio aumentó a 34.56°C, lo que indica que las condiciones del tanque cambiaron, aumentando la temperatura del agua, estos valores se acercan al límite superior de la temperatura ideal, aunque los valores se encuentran en un rango manejable, es necesario tomar medidas preventivas para evitar que la temperatura continúe subiendo.

En el último intervalo del día, la temperatura del agua continuó aumentando, alcanzando una temperatura mínima de 34.81°C y una máxima de 35.38°C, la temperatura promedio aumentó a 35.10°C, este aumento se produjo como resultado de un incremento en la temperatura ambiente.

A medida que transcurrían las horas, se observó un aumento progresivo en la temperatura del agua del tanque 2, mientras que la temperatura se mantuvo relativamente estable durante las primeras horas de monitoreo, hubo un aumento notable en las horas posteriores, alcanzando su punto máximo en el intervalo de 18:00 a 20:00 PM.

En la figura 72 se presentan los registros de temperatura mínima, máxima y promedio en los intervalos mencionados, esta grafica ilustra de manera clara cómo la temperatura del agua varía a lo largo del día en el tanque 2.

Figura 72 Análisis de temperatura - Tanque



Para garantizar la precisión de los cálculos, se utilizaron las bases de datos para calcular minuciosamente los valores de pH mínimo, máximo y promedio, los resultados de este análisis, realizado cada dos horas, están detallados en la tabla 21.

Tabla 21 *Análisis 2 ph*

Hora	PH mínimo	PH máximo	PH promedio
12:00 – 14:00 PM.	6.23	8.59	7.59
14:00 – 16:00 PM.	6.73	8.31	7.63
16:00 – 18:00 PM.	5.74	8.68	7.56
18:00 – 20:00 PM.	5.79	8.64	7.55

De 12:00 a 14:00 PM, el pH mínimo registrado es de 6.23, mientras que el pH máximo alcanza 8.59, el pH promedio es de 7.59, la diferencia entre el pH mínimo y máximo es de 2.36 unidades de pH, lo que indica una variabilidad moderada.

En el período de 14:00 a 16:00 PM, se observa un incremento en el pH mínimo a 6.73, mientras que el pH máximo disminuye ligeramente a 8.31, el pH promedio sube a 7.63, la diferencia entre el pH mínimo y máximo se reduce a 1.58 unidades de pH, esta reducción en la variabilidad indica que los valores de pH se están estabilizando aún más durante este intervalo de tiempo, con menos fluctuaciones extremas.

Entre las 16:00 PM a 18:00 PM hay una notable disminución en el pH mínimo a 5.74, mientras que el pH máximo aumenta ligeramente a 8.68, el pH promedio desciende a 7.56, la diferencia entre el pH mínimo y máximo es de 2.94 unidades de pH, lo que muestra una mayor variabilidad en comparación con los períodos anteriores, este aumento en la fluctuación del pH podría deberse a cambios en factores externos o internos que afectan el ambiente monitoreado como el incremento de productos químicos en el tanque.

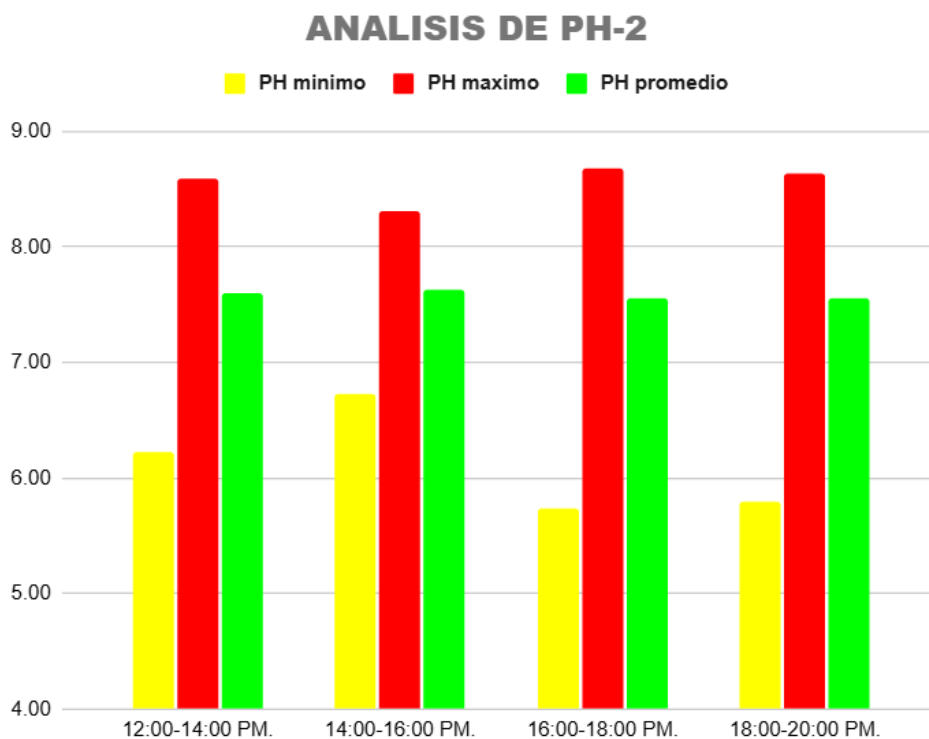
En las últimas horas registradas, el pH mínimo sube ligeramente a 5.79 y el pH máximo disminuye ligeramente a 8.64, el pH promedio se mantiene casi igual a 7.55, la diferencia entre el

pH mínimo y máximo es de 2.85 unidades de pH, similar a la variabilidad observada en el intervalo anterior, esto indica que las fluctuaciones del pH se mantienen altas durante esta franja horaria.

A lo largo del tiempo, los valores de pH muestran fluctuaciones significativas, el pH mínimo tiene su valor más bajo entre las 16:00 y 18:00 horas, indicando un descenso notable en el pH, el pH máximo varía menos, pero muestra una ligera tendencia a disminuir en las horas posteriores, el promedio de pH se mantiene relativamente constante, con ligeras variaciones alrededor de 7.56 a 7.63. la variabilidad es más alta en los intervalos de 16:00 a 18:00 y de 18:00 a 20:00, indicando mayores fluctuaciones en el pH durante estas horas.

Cada dos horas, se muestran los valores de pH mínimo, máximo y promedio en la figura 73, reflejando las variaciones en el pH del agua a lo largo del tiempo monitoreado.

Figura 73 Análisis de ph - Tanque 2



La tabla 22 muestra un análisis detallado de los resultados del análisis, que se llevó a cabo en intervalos de dos horas, donde se calcularon los valores de salinidad mínima, máxima y promedio.

Tabla 22 *Análisis 2 salinidad*

Hora	Salinidad mínima	Salinidad máxima	Salinidad promedio
12:00 – 14:00 PM.	19.58 ppm	20.16 ppm	19.89 ppm
14:00 – 16:00 PM.	19.64 ppm	20.15 ppm	19.87 ppm
16:00 – 18:00 PM.	19.65 ppm	20.39 ppm	19.88 ppm
18:00 – 20:00 PM.	19.67 ppm	20.10 ppm	19.85 ppm

Durante las 12:00 PM a 14:00 PM, se observa una variación moderada en los niveles de salinidad en los tanques de producción de larvas de camarón, la salinidad fluctuó entre un mínimo de 19.58 ppm y un máximo de 20.16 ppm, esta variación de 0.58 ppm refleja ajustes naturales en la composición del agua, el promedio de salinidad registrado durante este intervalo fue de 19.89 ppm, indicando una estabilidad relativa en las condiciones ambientales.

En el siguiente período de 14:00 PM a 16:00 PM, existe una ligera tendencia a la baja en los niveles de salinidad, los valores mínimos se registraron en 19.64 ppm, mientras que los máximos alcanzaron los 20.15 ppm, esta fluctuación de 0.51 ppm muestra una ligera disminución respecto al intervalo anterior, el promedio de salinidad se mantuvo en 19.87 ppm.

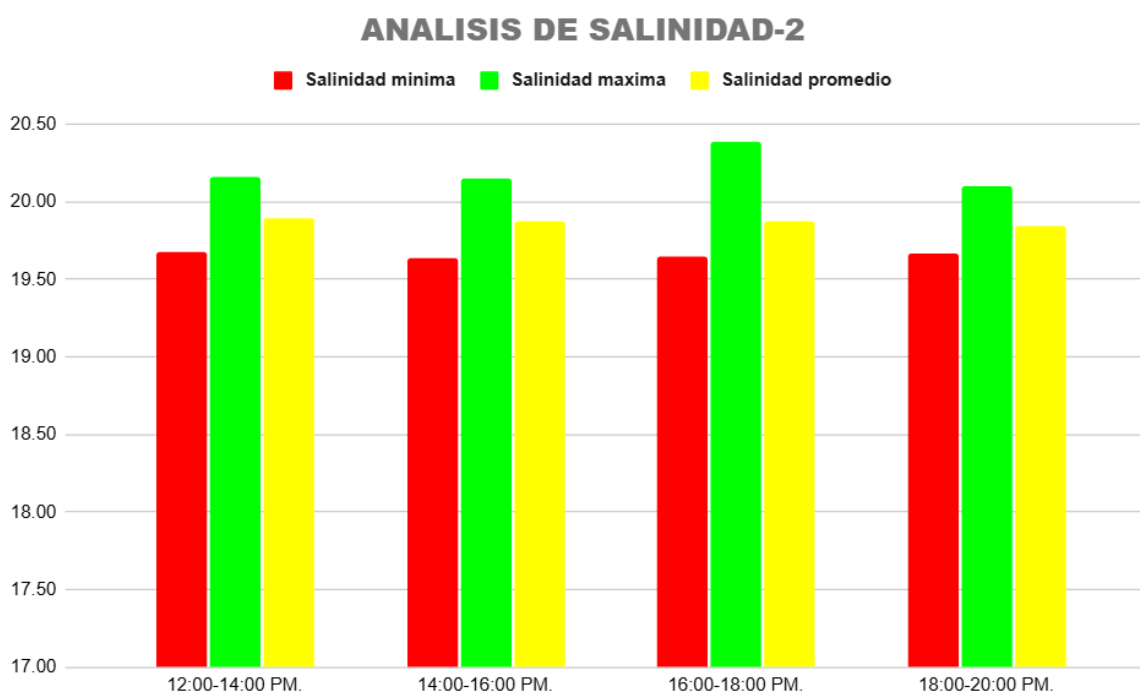
Durante las 16:00 PM y 18:00 PM, se nota una ampliación en el rango de salinidad, con mínimos de 19.65 ppm y máximos de 20.39 ppm, esta variación de 0.74 ppm indica una mayor dinámica en los factores que afectan la composición del agua en los tanques, a pesar de la ampliación del rango, el promedio de salinidad se mantuvo relativamente constante en 19.88 ppm.

En el último intervalo, la salinidad muestra una tendencia a la estabilización, con mínimos de 19.67 ppm y máximos de 20.10 ppm, esta reducción en el rango de variación de 0.43 ppm, el promedio de salinidad para este intervalo fue de 19.85 ppm, consolidando una tendencia hacia valores más equilibrados conforme avanza el día.

Se determina que la salinidad en el tanque de producción experimentó variaciones menores a lo largo de las horas observadas, con fluctuaciones dentro de rangos estrechos, este análisis detallado proporciona una visión clara de cómo los niveles de salinidad evolucionaron durante el día, de esta manera se puede entender y gestionar las condiciones ambientales óptimas para la producción de larvas de camarón.

En la figura 74 se observan los valores de salinidad mínima, máxima y promedio registrados cada 2 horas, esta gráfica resalta la estabilidad del agua con fluctuaciones mínimas a lo largo del tiempo, proporcionando una visión detallada de las variaciones de la salinidad en el tanque.

Figura 74 *Análisis de salinidad - Tanque 2*



El mismo análisis se ejecuta en la plataforma TagoIO a través de su entorno de programación, los resultados del análisis se muestran en la figura 75 por medio de la consola de la plataforma, donde se pueden ver los datos obtenidos y procesados.

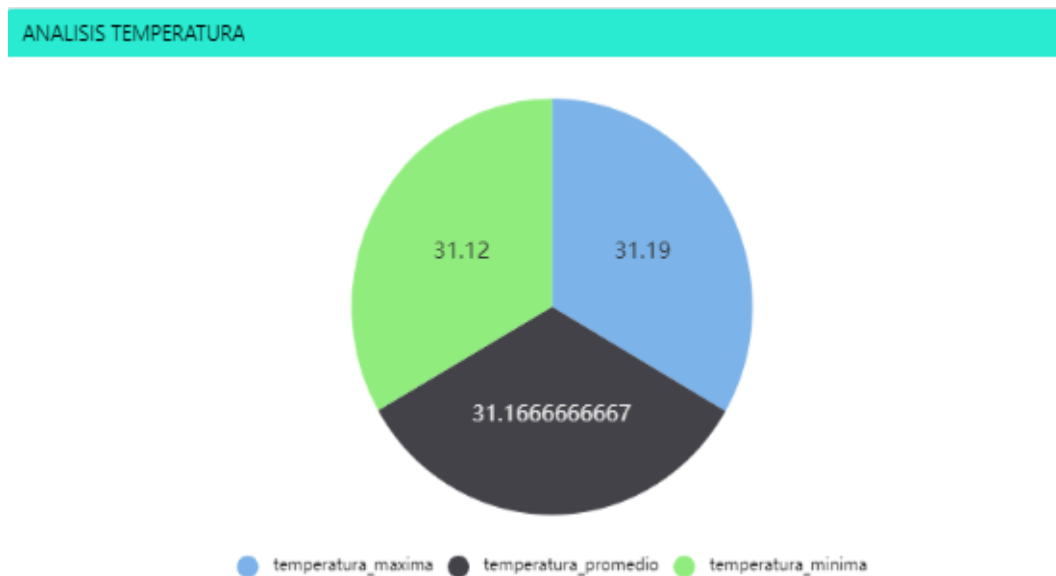
Figura 75 Datos de Temperatura-TagoIO

```

Console
[2024-07-10 19:52:36] Duration: 1.3s Billed Duration: 2s.
[2024-07-10 19:52:36] Analysis finished.
[2024-07-10 19:52:36] Temperatura Promedio Actualizada: 31.151818181818182 °C
[2024-07-10 19:52:36] Temperatura Máxima Actualizada: 31.19 °C
[2024-07-10 19:52:36] Temperatura Mínima Actualizada: 31.12 °C
[2024-07-10 19:52:35] Starting Analysis...

```

En la figura 76 se muestran de forma clara y organizada los valores mínimos, máximos y promedio de la variable de temperatura desde la plataforma TagoIO, esta visualización proporciona una representación gráfica detallada de la evolución de estos parámetros a lo largo del tiempo.

Figura 76 Análisis Temperatura-TagoIO

4.3.3 Tasa de mortalidad

De acuerdo con la encuesta realizada al encargado del laboratorio Neptuno que me muestra en el anexo 3, se conoce que la producción inicial es de 1.400.000 y el índice de mortalidad puede variar, pero se encuentra en un 30% durante las 3 semanas de producción. Cada tanque cuenta con un total de 1.400 larvas en cada una por lo que el módulo 1 y 2 estarán monitoreando un total de 280.000 larvas.

Ecuación 1 Porcentaje de mortalidad

$$\%_{mortalidad} = \frac{280.000 * 30\%}{1.400.000}$$

$$\%_{mortalidad} = 6\%$$

Por lo tanto, se estima que existe un 6% de mortalidad durante 3 semanas de producción en un total de 280.000 larvas.

Con el uso del sistema de monitoreo durante el periodo de producción la supervisión de la calidad del agua en los tanques será constante y en tiempo real, para tomar las debidas precauciones y evitar que la tasa de mortalidad sea alta ocasionando la pérdida de la mayor parte de la cosecha o en su totalidad, así como las pérdidas económicas que conlleva.

4.3.4 Correlación de variables

La correlación de variables mide la relación entre dos conjuntos de datos, con valores que oscilan entre -1 y 1, en la figura 77, se observan las correlaciones entre las variables temperatura vs. pH, temperatura vs. salinidad y pH vs. salinidad del módulo 1. Los resultados obtenidos se describen a continuación.

- Correlación entre temperatura y pH: -0.0071

Este valor cercano a 0 indica una correlación débil o casi nula entre la temperatura y el pH, en otras palabras, no hay una relación significativa entre las variaciones de temperatura y las variaciones de pH en el agua, la temperatura y el pH varían de manera independiente.

- Correlación entre temperatura y salinidad: 0.0138

Este valor también cercano a 0 sugiere una correlación muy débil o nula entre la temperatura y la salinidad, esto significa que las variaciones en la temperatura del agua no están asociadas con cambios en la salinidad, ambos parámetros parecen variar de forma independiente.

- Correlación entre pH y salinidad: -0.0098

Este valor cercano a 0, pero ligeramente negativo, indica una correlación débil y negativa entre el pH y la salinidad, aunque la relación es prácticamente insignificante, podría sugerir una tendencia mínima a que cuando una de las variables aumenta, la otra disminuye ligeramente, sin embargo, esta correlación es tan débil que se puede considerar prácticamente nula.

Figura 77 *Correlación modulo 1*



La correlación de variables evalúa la relación entre dos conjuntos de datos con valores que van desde -1 hasta 1. Las correlaciones entre las variables del módulo 2, temperatura vs. pH, temperatura vs. salinidad y pH vs. salinidad se muestran en la figura 78. Los resultados se describen a continuación.

- Correlación entre temperatura y pH: 0.0297

Este valor cercano a 0 indica una correlación débil o casi nula entre la temperatura y el pH, esto significa que no hay una relación significativa entre las variaciones de temperatura y las variaciones de pH en el agua.

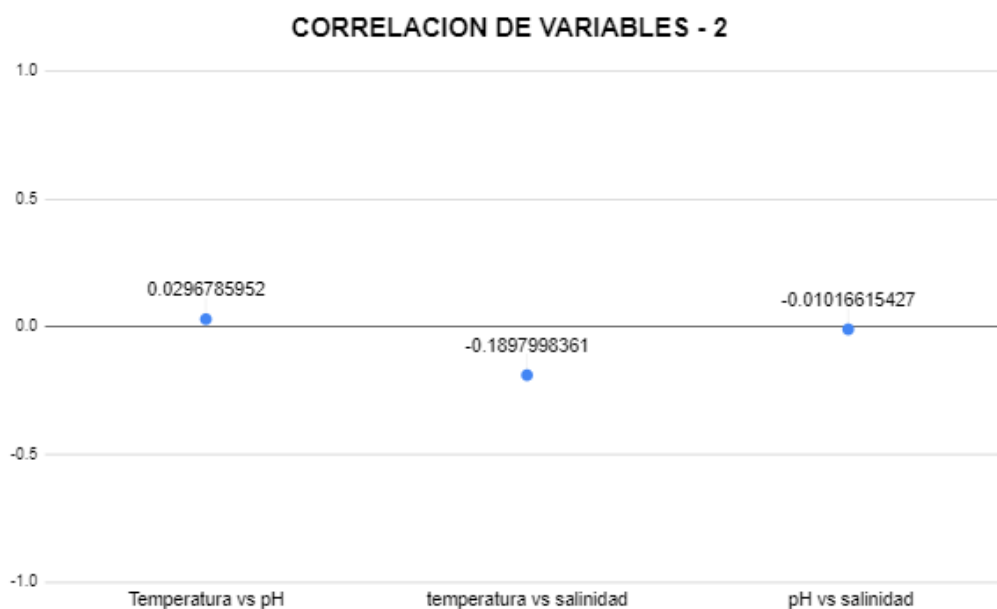
- Correlación entre temperatura y salinidad: -0.1898

Este valor negativo y algo alejado de 0 sugiere una correlación negativa débil entre la temperatura y la salinidad, aunque la relación es débil, podría indicar que a medida que la temperatura aumenta, la salinidad tiende a disminuir ligeramente, y viceversa, sin embargo, la correlación no es lo suficientemente fuerte como para ser considerada significativa.

- Correlación entre pH y salinidad: -0.0102

Este valor cercano a 0, pero ligeramente negativo, muestra una correlación débil y prácticamente nula entre el pH y la salinidad, esto indica que las variaciones en el pH no están significativamente relacionadas con las variaciones en la salinidad, ambos parámetros varían de forma independiente.

Figura 78 *Correlación modulo 2*



CONCLUSIONES

Se ha demostrado que el uso del sistema IoT para monitorear los parámetros físicos (temperatura, pH, salinidad) en los tanques de producción de larvas de camarones es muy eficaz, la frecuencia y precisión de la recopilación de datos ha permitido un control más exhaustivo y oportuno de las condiciones del agua, lo que ha optimizado el ambiente para el crecimiento de las larvas.

Los parámetros físicos monitoreados en la plataforma Tago.IO revelan que en un tanque donde las larvas de camarón se mantienen saludables, los valores se encuentran dentro de los rangos permitidos, mientras que en un tanque donde las larvas presentan enfermedades, estos parámetros muestran variaciones que exceden los límites establecidos tanto en sus valores mínimos como máximos.

El envío de alertas en Telegram sirve como herramienta fundamental ya que permite conocer cuando los parámetros del agua son superiores o inferiores a lo que se espera, permitiendo precautelar enfermedades u algún otro fenómeno que se puede presentar y pueda afectar el crecimiento de las larvas.

Según el análisis de los valores mínimos, máximos y promedio de cada parámetro, el tanque 1 mantiene condiciones estables y favorables para la producción de larvas de camarón. Por otro lado, el tanque 2 presenta cambios significativos en el pH debido a enfermedades que afectaron a las larvas de camarón.

El sistema permitirá disminuir la tasa de mortalidad ya que se tendrá un monitoreo en tiempo real de los parámetros críticos, análisis de datos para la temprana toma de decisiones y evitar que se llegue a perder la producción en su totalidad o en su mayor parte.

Los dispositivos IoT empleados han demostrado ser confiables y altamente integrables con plataformas de monitoreo y análisis de datos. El sistema se caracteriza por su simplicidad de uso y

comprensión, lo cual facilita su adopción y utilización diaria por parte del encargado del laboratorio.

Esta investigación contribuye significativamente al conocimiento y práctica del monitoreo y gestión de parámetros físicos en acuicultura utilizando tecnologías IoT, los resultados obtenidos pueden servir como base para futuras investigaciones y mejoras en la industria.

RECOMENDACIONES

Para obtener una visión más completa de las condiciones en los tanques de producción de larvas de camarones, se recomienda agregar un sensor de oxígeno al sistema de monitoreo IoT, la inclusión de este sensor permitirá un seguimiento más preciso de los niveles de oxígeno disuelto en el agua, que es otro de los parámetros tomados en cuenta para la producción de larvas.

Se propone expandir el sistema IoT para incluir otras áreas del laboratorio, como la gestión de alimentos y la monitorización de la calidad del agua de entrada, esto mejoraría la calidad y la seguridad de los alimentos para las larvas de camarón y garantiza que el agua utilizada en los tanques cumpla con los estándares de calidad necesarios para el crecimiento adecuado de las larvas.

Dentro del análisis en la plataforma IoT que se utiliza permite la integración de 5 dispositivos por lo que si se desea implementar sensores adicionales u otra acción se recomienda adquirir un paquete que se adapte a las necesidades.

Es importante que la calibración de los sensores se lleve a cabo de manera adecuada, utilizando procedimientos y medidas correctas, para garantizar una lectura precisa de los datos, de esta manera se garantizara que los datos recolectados por los sensores sean precisos y confiables al evitar cualquier desviación o error en los valores obtenidos.

Se recomienda instalar el sistema en todos los tanques de larvas de camarón para maximizar el monitoreo de toda la producción que ingresa al laboratorio, esto permitirá una supervisión más detallada, garantizando que las condiciones ambientales se mantengan dentro de los parámetros óptimos para el desarrollo y la supervivencia de las larvas.

ANEXOS

Anexo 1 Permiso para la implementación

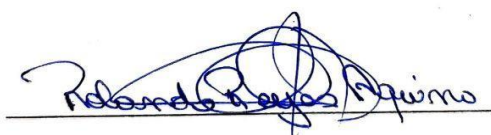
LABORATORIO DE LARVAS DE CAMARON “NEPTUNO LAB”

La Libertad, 20 de marzo de 2024

Por el presente, en calidad del encargado del laboratorio NEPTUNO LAB, me comprometo a apadrinar a REYES REYES GENESIS NAYELI y PANCHANA DE LA O SOFÍA GEOCONDA para que realicen el proyecto “MONITOREO Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LOS TANQUES DE PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARONES APLICANDO SISTEMAS IoT EN EL LABORATORIO “NEPTUNO LAB” UBICADO EN MONTEVERDE” a ser desarrollado para nuestra empresa en condiciones:

- El laboratorio se compromete a brindar la información necesaria para que la propuesta finalice con éxito.
- Reconocemos que los derechos de autor pertenecen a Reyes Reyes Genesis Nayeli Y Panchana De La O Sofía Geoconda estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), no obstante, el trabajo podrá ser utilizado por la empresa bajo los cuidados necesarios.

Atentamente:



Reyes Aquino Rolando Alberto

ENCARGADO

Anexo 2 Formato de encuesta



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

TELECOMUNICACIONES

ENCUESTA DIRIGIDA AL ENCARGADO DEL LABORATORIO “NEPTUNO LAB”

Proyecto: “MONITOREO Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LOS TANQUES DE PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARONES APLICANDO SISTEMAS IoT EN EL LABORATORIO “NEPTUNO LAB” UBICADO EN MONTEVERDE”.

Esta encuesta está dirigida al encargado de Neptuno Lab, con el propósito de recopilar información detallada sobre los requisitos del usuario para el desarrollo de un sistema de monitoreo

Objetivo del proyecto: Diseñar un sistema de monitoreo en los tanques de producción de larvas de camarón aplicando sistemas IoT para la visualización y gestión.

Objetivo de la encuesta: Recopilar información acerca de la producción de larvas de camarones para determinar parámetros y requerimientos necesarios del sistema a diseñar.

Nombre del encuestado: _____ **Fecha:** _____

Nombre del encuestador: _____

PREGUNTAS

1. ¿Considera necesaria la implementación de una solución tecnológica para el monitoreo de larvas de camarones?
 - a) Sí
 - b) No
2. ¿Cuál es el número de larvas de camarones producidas y cuál es la tasa de mortalidad registrada en cada tanque?
3. ¿Dispone de conocimiento para el cuidado del agua, así como la alimentación y cuidado de las larvas?
4. ¿Cada cuánto intervalo de tiempo se realiza control para medir los parámetros del agua?
5. ¿Actualmente dispone de todas las herramientas necesarias para llevar a cabo la medición de los parámetros del agua?
6. ¿Cree que la temperatura del agua es un parámetro importante en la producción de larvas de camarones?
 - a) Sí
 - b) No

Si su respuesta es "Sí", ¿cuáles son los rangos de temperatura que se mantienen en los tanques?

7. ¿Considera que el pH del agua es un parámetro importante en la producción de larvas de camarones?

a) Sí

b) No

Si su respuesta es "Sí", ¿cuáles son los niveles ideales de pH?

8. ¿Cree que la salinidad del agua es un parámetro necesario para la producción de larvas de camarones?

a) Sí

b) No

Si su respuesta es "Sí", ¿cuáles son los valores óptimos de salinidad en los tanques?

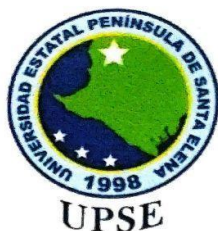
9. ¿Considera que los datos obtenidos por el sistema de monitoreo deberían presentarse en una plataforma IoT para su seguimiento en tiempo real?

a) Sí

b) No

10. ¿Le gustaría recibir mensajes de alertas cuando alguno de los parámetros (temperatura, pH o salinidad) sea inferior o superior a los rangos permitidos en el laboratorio?

Anexo 3 Resultados de encuesta



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
TELECOMUNICACIONES

ENCUESTA DIRIGIDA AL ENCARGADO DEL LABORATORIO "NEPTUNO LAB"

Proyecto: "MONITOREO Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LOS TANQUES DE PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARONES APLICANDO SISTEMAS IoT EN EL LABORATORIO "NEPTUNO LAB" UBICADO EN MONTEVERDE".

Esta encuesta está dirigida al encargado de Neptuno Lab, con el propósito de recopilar información detallada sobre los requisitos del usuario para el desarrollo de un sistema de monitoreo

Objetivo del proyecto: Diseñar un sistema de monitoreo en los tanques de producción de larvas de camarón aplicando sistemas IoT para la visualización y gestión.

Objetivo de la encuesta: Recopilar información acerca de la producción de larvas de camarones para determinar parámetros y requerimientos necesarios del sistema a diseñar.

Nombre del encuestado: Rolando Reyes **Fecha:** 22/03/2024

Nombre del encuestador: Sofía Pandhara, Génesis Reyes

PREGUNTAS

1. ¿Considera necesaria la implementación de una solución tecnológica para el monitoreo de larvas de camarones?

- a) Sí
 b) No

2. ¿Cuál es el número de larvas de camarones producidas y cuál es la tasa de mortalidad registrada en cada tanque?

N°- larvas 1'400.000

5% inicio .

30% mortalidad

3. ¿Dispone de conocimiento para el respectivo cuidado del agua, así como la alimentación y cuidado de las larvas?

Sí.

4. ¿Cada cuanto intervalo de tiempo se realiza control para medir los parámetros del agua?

Cada 2 horas, ^{o 3} temperatura salinidad estable

5. ¿Actualmente dispone de todas las herramientas necesarias para llevar a cabo la medición de los parámetros del agua?

ph y oxígeno faltante.

6. ¿Cree que la temperatura del agua es un parámetro importante en la producción de larvas de camarones?

- a) Sí
b) No

Si su respuesta es "Sí", ¿cuáles son los rangos de temperatura que se mantienen en los estanques?

- a) 0°C a 12°C
b) 12°C a 25°C
d) 31°C a 35°C

33 a 34

7. ¿Considera que el pH del agua es un parámetro importante en la producción de larvas de camarones?

- a) Sí
b) No

Si su respuesta es "Sí", ¿cuáles son los niveles ideales de pH?

- a) 1.0 a 4.5
b) 5.3 a 7.8
c) 7.0 a 10.0

7.5 7.8

8. ¿Cree que la salinidad del agua es un parámetro necesario para la producción de larvas de camarones?

- a) Sí
b) No

Si su respuesta es "Sí", ¿cuáles son los valores óptimos de salinidad en los estanques?

- a) 25 a 33 ppm
b) 35 a 40 ppm
c) 45 a 50 ppm

16 - 19 ppm.

9. ¿Considera que los datos obtenidos por el sistema de monitoreo deberían presentarse en una plataforma IoT para su seguimiento en tiempo real?

- a) Sí
- b) No

10. ¿Le gustaría recibir mensajes de alertas cuando alguno de los parámetros (temperatura, pH o salinidad) sea inferior o superior a los rangos permitidos en el laboratorio?

Sí

Anexo 4 *Librerías para la programación de los sensores*

```
#include <WiFi.h>
```

```
#include <HTTPClient.h>
```

```
#include <WiFiClientSecure.h>
```

```
#include <UniversalTelegramBot.h>
```

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

```
#include <ArduinoJson.h>
```

Anexo 5 *Datos para Internet, Tago y Telegram*

```
////////////////////////////////INTERNET////////////////////////////////
```

```
const char* ssid = " ";
```

```
const char* password = " ";
```

```
////////////////////////////////TAGOIO////////////////////////////////
```

```
const char* deviceToken = " "; //modulo1-2
```

```
const char* variableIdTemp = "temperatura";
```

```
const char* variableIdTDS = "tds";
```

```
const char* variableName = "ph";
```

```
////////////////////////////////TELEGRAM////////////////////////////////
```

```
const char* tokenBot = " "; //modulo1-2
```

```
const char* ID_Chat1 = " ";
```

```
const char* ID_Chat2 = " ";
```

Anexo 6 *Conexión de pines*

```
const int SENSOR_PIN = 13;
```

```
const int TDS_SENSOR_PIN = 34;
```

```
#define pHSensorPin 35
```

Anexo 7 *Conexión a Internet con el ESP32*

```
WiFiClientSecure secured_client;
```

```
UniversalTelegramBot bot (tokenBot, secured_client);
```

```
void setup () {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  tempSensor.begin();
```

```
  //////////////////////////////////////////////////Conectar a la red WiFi y Telegram////////////////////////////////////
```

```
  WiFi.begin(ssid, password);
```

```
  secured_client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
```

```
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
```

```
    delay(1000);
```

```
    Serial.println("Conectando a WiFi...");
```

```
  }
```

```
  Serial.println("Conectado a WiFi");
```

```
  bot.sendMessage(ID_Chat1, "Módulo preparado", "");
```

```

bot.sendMessage(ID_Chat2, "Módulo preparado", "");

}

```

Anexo 8 *Programación del sensor de temperatura*

```

void loop() {

// Leer temperatura

tempSensor.requestTemperatures();

tempCelsius = tempSensor.getTempCByIndex(0);

tempFahrenheit = tempCelsius * 9 / 5 + 32;

```

Anexo 9 *Programación del sensor de pH*

```

int pHValue = analogRead(pHSensorPin);

float voltage = pHValue * (3.3 / 4095.0);

//float pH = -5.70 * voltage + 21.34; // Convertir el voltaje a pH

//float pH = -5.70 * log10(voltage) + 21.34; // Convertir el voltaje a pH

float pH = voltage * 3.9;

//float pH = 3.5 * voltage + 1.5;

Serial.print("pH: ");

Serial.println(pH);

```

Anexo 10 *Programación del sensor de salinidad*

```

int sensorValue = analogRead(TDS_SENSOR_PIN);

// Calibración del sensor (ajustar este valor según tus mediciones)

```

```

float factorCalibracion = 0.010; // Factor de ajuste para convertir el valor analógico a ppm

// Calcular el valor de TDS en ppm

float tdsValue = sensorValue * factorCalibracion;

Serial.print("Valor de TDS (ppm): ");

Serial.println(tdsValue);

```

Anexo 11 Programación Plataforma TagoIO

```

////////////////////Enviar temperatura////////////////////

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {

  HTTPClient http;

  String dataTemp = "{\"variable\":\"" + String(variableIdTemp) + "\",\"value\":\"" +
  String(tempCelsius) + "\"}";

  http.begin("http://api.tago.io/data?token=" + String(deviceToken));

  http.addHeader("Content-Type", "application/json");

  int httpResponseCodeTemp = http.POST(dataTemp);

  if (httpResponseCodeTemp > 0) {

    String responseTemp = http.getString();

    Serial.println(responseTemp);

  } else {

    Serial.println("Error al enviar datos de temperatura a Tago.io");

  }
}

```

```
http.end();

} else {

Serial.println("WiFi no conectado. No se pueden enviar datos de temperatura.");

}

////////////////////////////////SALINIDAD////////////////////////////////

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {

HTTPClient http;

http.begin("http://api.tago.io/data");

http.addHeader("Content-Type", "application/json");

http.addHeader("Device-Token", deviceToken);

String dataTDS = "{\"variable\":\"" + String(variableIdTDS) + "\",\"value\":\"" +
String(tdsValue) + "\"}";

int httpResponseCodeTDS = http.POST(dataTDS);

if (httpResponseCodeTDS > 0) {

String responseTDS = http.getString();

Serial.println("Respuesta de TagoIO para TDS: " + responseTDS);

} else {

Serial.print("Error al enviar datos de TDS a TagoIO. Código de respuesta HTTP: ");

Serial.println(httpResponseCodeTDS);
```

```

}

http.end();

} else {

Serial.println("Error: No se pudo conectar a la red WiFi para enviar datos de TDS.");

}

////////////////////////////////PH////////////////////////////////

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {

HTTPClient http;

http.begin("http://api.tago.io/data");

http.addHeader("Content-Type", "application/json");

http.addHeader("Device-Token", deviceToken);

String dataPH = "{\"variable\":\"" + String(variableName) + "\",\"value\":\"" + String(pH) +

\"}\"";

int httpResponseCodePH = http.POST(dataPH);

if (httpResponseCodePH > 0) {

String responsePH = http.getString();

Serial.println("Respuesta de TagoIO para pH: " + responsePH);

} else {

Serial.print("Error al enviar datos de pH a TagoIO. Código de respuesta HTTP: ");

```

```

Serial.println(httpResponseCodePH);

}

http.end();

} else {

Serial.println("Error: No se pudo conectar a la red WiFi para enviar datos de pH.");

}

```

Anexo 12 Programación envío de alertas

```

//////////////////////////////////TEMPERATURA//////////////////////////////////

```

```

if (tempCelsius > 35.5) {

Serial.println("!Alerta; La temperatura es superior 35.5°C: " + String(tempCelsius) + "°C");

String message = "!Alerta; La temperatura es superior 35.5°C: " + String(tempCelsius) +
"°C";

bot.sendMessage(ID_Chat1, message, "");

bot.sendMessage(ID_Chat2, message, "");

} else if (tempCelsius < 33) {

Serial.println("! Alerta; La temperatura es inferior a 33°C: " + String(tempCelsius) + "°C");

String message = "!Alerta; La temperatura es inferior a 33°C: " + String(tempCelsius) +
"°C";

bot.sendMessage(ID_Chat1, message, "");

bot.sendMessage(ID_Chat2, message, "");

```

```
}
```

```
////////////////////////////////SALINIDAD////////////////////////////////
```

```
if (tdsValue > 22) {
```

```
Serial.println("!Alerta; La salinidad es superior a 22ppm: " + String(tdsValue) + "ppm");
```

```
String message = "!Alerta; La salinidad es superior a 22ppm: " + String(tdsValue) + "ppm";
```

```
bot.sendMessage(ID_Chat1, message, "");
```

```
bot.sendMessage(ID_Chat2, message, "");
```

```
} else if (tdsValue < 16) {
```

```
Serial.println("!Alerta; La salinidad es inferior a 16ppm: " + String(tdsValue) + "ppm");
```

```
String message = "!Alerta; La salinidad es inferior a 16ppm: " + String(tdsValue) + "ppm";
```

```
bot.sendMessage(ID_Chat1, message, "");
```

```
bot.sendMessage(ID_Chat2, message, "");
```

```
}
```

```
////////////////////////////////PH////////////////////////////////
```

```
if (pH > 8) {
```

```
Serial.println("!Alerta; El pH es superior a 8: " + String(pH));
```

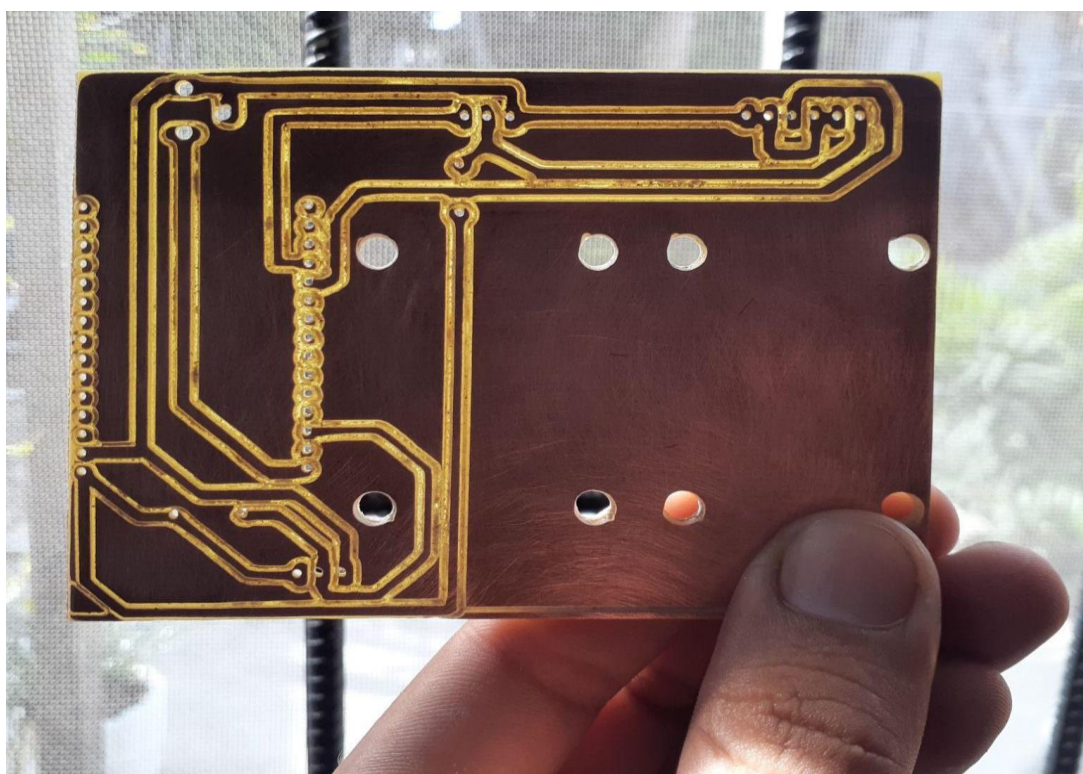
```
String message = "!Alerta; El pH es superior a 8: " + String(pH);
```

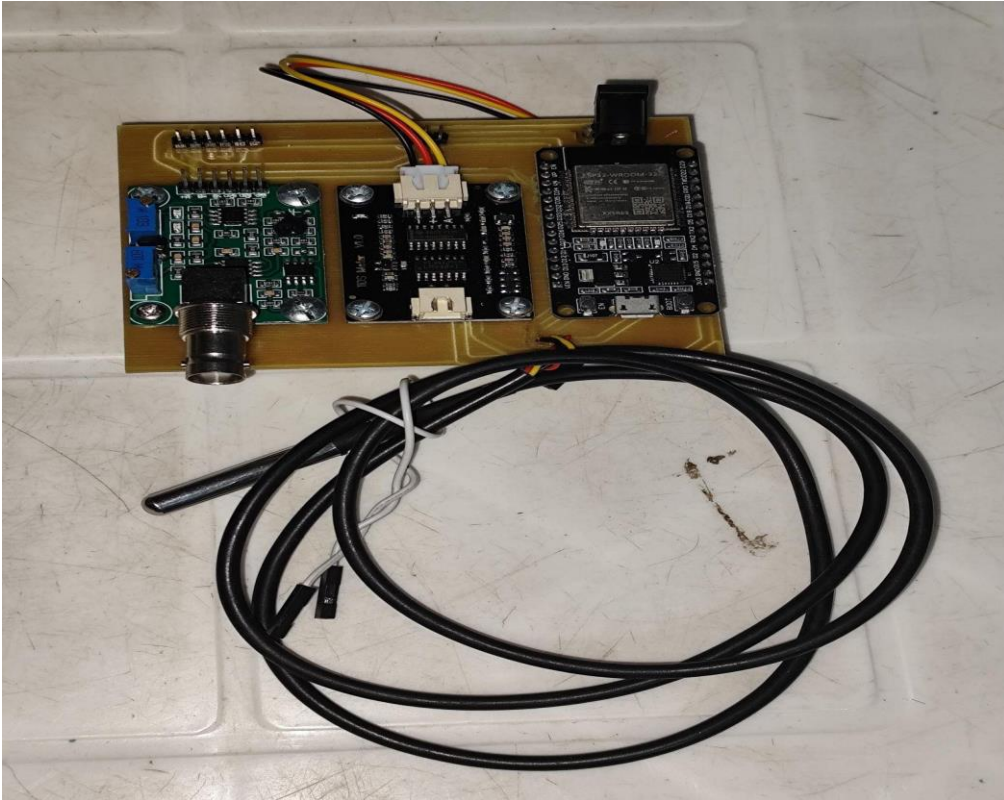
```
bot.sendMessage(ID_Chat1, message, "");
```

```
bot.sendMessage(ID_Chat2, message, "");
```

```
} else if (pH < 5.3) {  
  
Serial.println("!Alerta; El pH es inferior a 5.3: " + String(pH));  
  
String message = "!Alerta; El pH es inferior a 5.3: " + String(pH) ;  
  
bot.sendMessage(ID_Chat1, message, "");  
  
bot.sendMessage(ID_Chat2, message, "");  
  
}
```

Anexo 13 *Placa PCB*



Anexo 14 *Módulo terminado***Anexo 15** *Armado del módulo 1*

Anexo 16 *Armado del módulo 2***Anexo 17** *Instalación del módulo 1*

Anexo 18 *Instalación del módulo 2***Anexo 19** *Funcionamiento módulo 1*

Anexo 20 *Funcionamiento módulo 2*

MANUAL DE USUARIO

GUIA DE USO

INGRESO A LA PLATAFORMA

Para el respectivo ingreso en la plataforma se debe ingresar a la página de TagoIO y contar con un correo y contraseña únicos para el acceso.

INTERFAZ PRINCIPAL

Una vez ingresado el correo y contraseña, se abrirá la interfaz principal de la plataforma que cuenta con una vista principal donde se observan datos generales de la cuenta/perfil y las estadísticas de uso como la entrada, salida y registro de datos, análisis, etc., del lado izquierdo se observan las diferentes herramientas que se pueden usar y un apartado denominado “DASHBOARD” una herramienta de gestión de información que muestra de manera visual indicadores de medición para llevar un seguimiento de datos.

PANEL DE HERRAMIENTAS

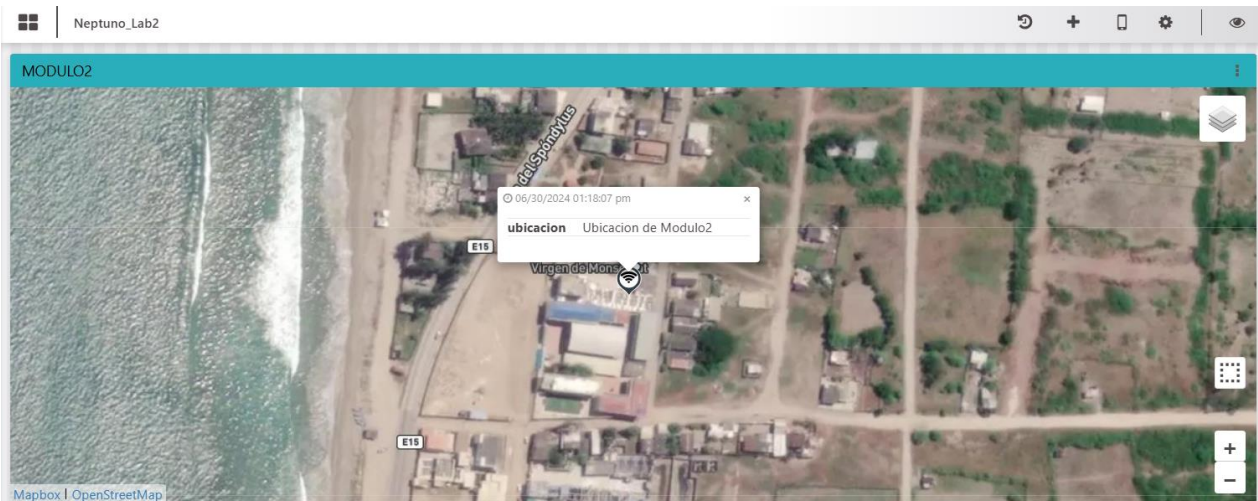
DATOS GENERALES DEL PERFIL

HERRAMIENTA DE GESTION Y VISUALIZACION

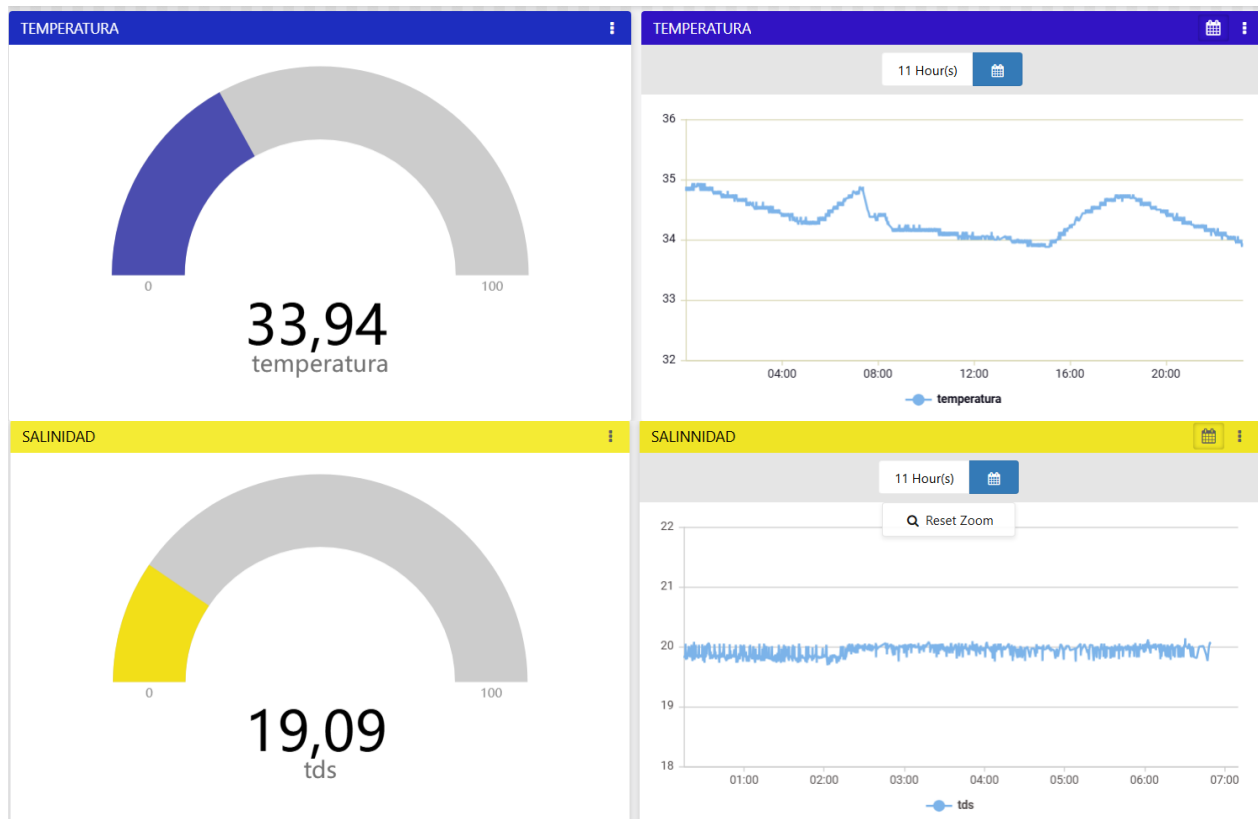
HERRAMIENTA DE GESTION Y VISUALIZACION

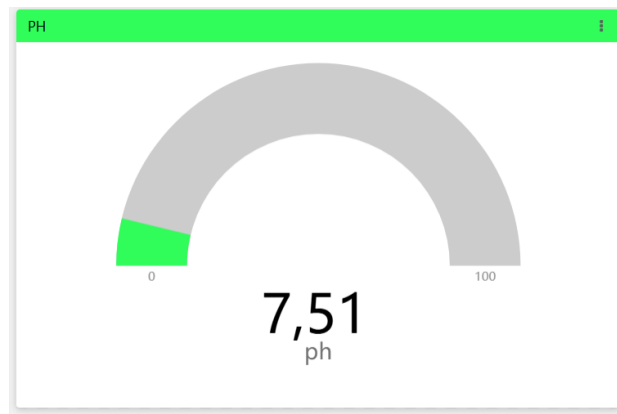
Para este proyecto se han registrados dos paneles de gestión “Neptuno_Lab2” para el respectivo monitoreo y un panel de “ANALISIS”. Dentro del panel de monitoreo se observará una interfaz donde se visualiza la ubicación del módulo y los datos registrados por los sensores en tiempo real.

Ubicación de modulo

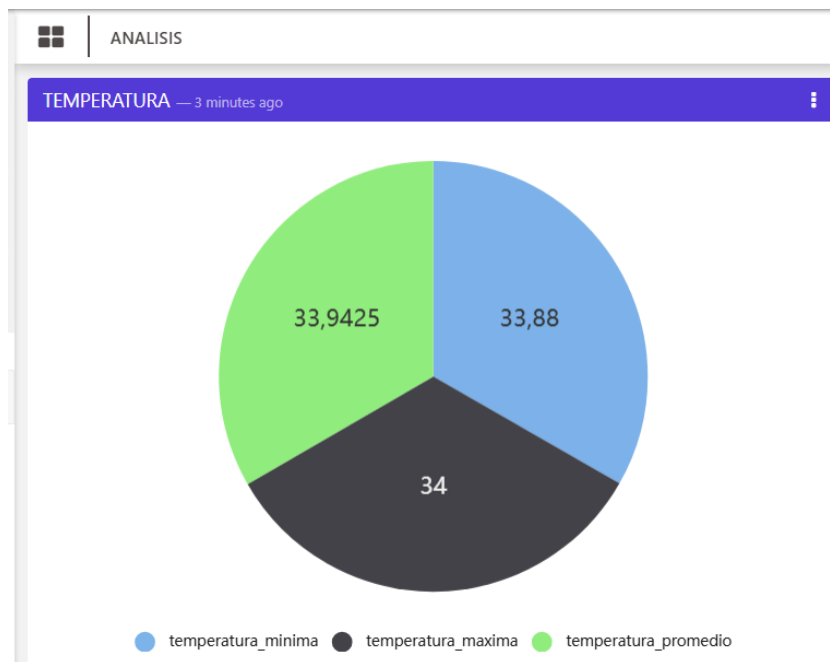


Datos registrados por los sensores





Para el panel de análisis se visualizará una interfaz donde se registran datos máximos, mínimos y promedio que han recolectado los sensores.



BIBLIOGRAFÍAS

- Aguirre, J. D., & Medina, N. S. (2023, junio 26). *Sistema para irradiar cultivos con ondas de las tecnologías LoRa y wifi, que también permita su monitoreo en tiempo real*. Wikipedia.
- Alfaiot webmaster. (2023, enero 31). *¿Qué es una plataforma IOT? Guía completa*. AlfaIOT.
- Andrade, P., & Aguilar, J. (2021, agosto 23). *Sistema de detección y predicción de la calidad del aire y del agua para el monitoreo y control ambiental en explotación minera usando componentes IoT*. Wikipedia.
- Avendaño, I. (2020). *Diseño y Control de temperatura del laboratorio de nanomicrofluídica*. Wikipedia.
- Benitez, D., & Anías, C. (2016). *Propuesta de arquitectura para Internet de las Cosas*. Wikipedia.
- Berger, C. (2020, febrero 7). La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*, 1(1).
- Bini, B. (2024, enero). *¿Qué es una plataforma IoT y su arquitectura?* Freeway.
- Borbor, R. (2023, agosto 04). *Implementación de un sistema de comunicación con acceso remoto a la nube para el monitoreo de la calidad de agua en piscinas camaroneras utilizando tecnología IOT y prototipo de alimentador automático*. Wikipedia.
- Brito, J. R. (2019). *EVOLUCION DE LAS REDES MÓVILES hasta hoy en día y el impacto de la red móvil de quinta generación*. Wikipedia.
- Calderon, J. B., & Pulgar, A. F. (2023). Efecto de la conductividad eléctrica a partir de la salinidad y sólidos disueltos en los procesos biológicos de nitrificación y desnitrificación para la remoción de compuestos nitrogenados en aguas residuales domésticas. *Corporación Universidad de la Costa*.
- Chachinoy, R. A., & Quenon, J. R. (2022). *Sistema de monitoreo de variables en las etapas de ovas y alevinos en la producción de trucha utilizando una red de sensores y tecnologías IoT*. Wikipedia.

- Clouve. (2020, noviembre 12). *Comparando los 3 mejores: Google Cloud, AWS y Microsoft Azure*. Clouve Inc.
- Del Valle, L. (2017). *DS18B20 sensor de temperatura para líquidos con Arduino*. Programarfacil. Electrónica. (2021, julio 07). ▷ *Especificaciones del módulo ESP32*. Electronics.
- Electronilab. (2022, diciembre 9). *Sensor Medidor TDS Solidos Disueltos Totales Calidad Agua PPM*. Electronilab.
- Estrada, P. M. (2019, junio 26). *diseño de un nodo sensor para aplicaciones IoT*. Wikipedia.
- Flores, S., & Aracena, D. (2018). *Sistema de monitoreo remoto de acuicultura en estanques para la crianza de camarones Remote monitoring system of aquaculture in*. SciELO Chile.
- Franco, R. C., & Mendez, J. X. (2018). *Diseño de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos en un laboratorio de larvas de camarón*. DSpace en ESPOL.
- González, L., & Osiris, S. (2020, noviembre 17). *Internet del Futuro – Estudio de tecnologías IoT*. Dialnet.
- Gonzalez, O. (2023, junio 24). *Comparativa y análisis completo de los módulos Wifi ESP8266 y ESP32*. BricoGeek.com.
- Hernández, S. (2020, enero 3). *Estudio en detalle de LoRaWAN. Comparación con otras tecnologías LPWAN considerando diferentes patrones de tráfico*.
- Instituto Europeo de Posgrado. (2022, julio 7). *Metodología Waterfall: la gestión de proyectos en cascada - IEP*. Instituto Europeo de Posgrado.
- Ipanaqué, E. E. (2017, diciembre 23). *Módulo GSM SIM800l especificaciones técnicas*.
- Kaa IoT. (2023). *IoT Demo. Quick tour of IoT dashboards*. Kaa IoT platform.
- Lopez, M. (2023, enero 23). *Manejo de calidad de agua en la industria de la acuicultura en el departamento del meta*. Wikipedia.
- Machado, M. L. (2019). *Estudio de NB-IoT y comparativa con otras tecnologías LPWAN*. Wikipedia.

- Martinez, & Torres. (2021, diciembre 1). *Análisis de la pertinencia de la Maestría en Acuicultura en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador | Universidad y Sociedad*. Universidad y Sociedad.
- Martínez, J. (2018). *Desarrollo de un sistema de monitorización de temperaturas en tiempo real para intercambiador de calor de doble tubo con sondas sumergibles de temperatura DS18B20 usando el microcontrolador Arduino*. Wikipedia.
- Mazzini, A. (2022, marzo 13). *Propuesta de diseño para el monitoreo de calidad de aire en la ciudad de Guayaquil*. Wikipedia, the free encyclopedia.
- "*Metodología de la investigación I*". (2012). CEA Universidad.
- Ministerio del medio ambiente. (2023). *Tipos de monitoreo – Normas*. Normas.
- Módulo SIM800L GSM / GPRS*. (n.d.). Ferretrónica.
- Montaño, M., Briceño, J., Jiménez, O., & González, E. (2021, agosto). *Sistema integral de hogar inteligente basado en home assistant y raspberry pi*. wikipedia.
- Missionário, M., Travesso, M., Calado, R., & Madeira, D. (2023). Respuesta celular al estrés y capacidad de aclimatación del camarón *Palaemon varians* a eventos climáticos extremos - ¿Qué tan plástica puede ser una especie plástica? *La ciencia del medio ambiente total*, 856(158732), 158732.
- Nasimba, B. (2023, marzo). *implementación de un sistema textil orientado al monitoreo del ritmo cardiaco del adulto mayor*. Repositorio Digital - EPN.
- Paredes, J. R., & Rodriguez, J. S. (2020, agosto 28). *Monitoreo de los parámetros de temperatura y pH para evaluar su efecto en la producción de camarón blanco (Litopenaeus vannamei Boone, 1931) en San Luis La Herradura, La Paz*. Monitoreo de los parámetros de temperatura y pH para evaluar su efecto en la producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) en San Luis La Herradura, La Paz.

- Pedamkar, P. (2023, marzo 23). *IoT Cloud Platforms | Top 6 IoT Cloud Platforms for IoT Development*. EDUCBA.
- Piamba, T., Zambrano, L., Montaña, L., & Rojas, F. (2021). *Implementación de un sistema de monitoreo IoT aplicado a una piscicultura de trucha*. Dialnet.
- PowUnity. (2021, agosto 31). *Iot GPS Tracker - the Internet of Things in your Bike*. PowUnity.
- Pozo, R. (2019, mayo 28). *REDES INALÁMBRICAS*. Tech Riders.
- Quimis, K. L., & Rodriguez, H. H. S. (2019). *Calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Penaeus vannamei* en condiciones de baja salinidad*. DSpace en ESPOL.
- Renesas Electronics. (2018, Julio 18). *Gerenciando datos na plataforma Tago.io com Renesas Synergy*. Embarcados.
- Rivera, H. N. (2018). *Análisis de oferta y demanda del camarón en la provincia de el oro y ecuador en los últimos ocho años*. repositorio digital de la utmach.
- Rodriguez, J., & Chachinoy, R. (2022, febrero 10). *Sistema de monitoreo de variables en las etapas de ovas y alevinos en la producción de trucha utilizando una red de sensores y tecnologías IoT*. Wikipedia.
- Salazar, J. (2016). *REDES INALÁMBRICAS*. UPCommons.
- Sarabia, D. F. (2020, junio). *Arquitectura de análisis de datos generados por el internet de las cosas IoT en tiempo real*. RiuNet.
- Socorrás, D., & Sánchez, A. (2019, marzo). Riesgo, vulnerabilidad e incertidumbre en la acuicultura. *Revista cubana de finanzas y precios*, 3(1), 102-113.
- Tomalá, D. G., & Villón, M. C. (2022, noviembre 8). *RepositorAnálisis de la calidad de agua en cultivo de larvas de camarón aplicando índice de calidad de agua ICA*. Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- Torres, L. (2019, enero 30). *TagoIO, la primera herramienta en la nube para soluciones IoT de Khomp*. Khomp.
- Trujillo, A. (2022, noviembre 25). *Impacto en la calidad del agua por técnicas alternativas de nutrición en la producción acuícola*. RI UAEMex.
- Valencia, W. G., & Delgado, C. E. (2021). *Diseño e implementación de prototipo IOT para el monitoreo remoto de la calidad del agua para la crianza de tilapias en estanq*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Vásquez, R. D., Muñoz, L. G., & Martínez, N. (2023). *Monitoreo y gestion de los centros de datos para las pequeñas y medianas empresas mediante el uso de las tecnologías 4.0 (IoT y Cloud)*. Wikipedia.
- Vera, C. (2022, julio 30). *Desarrollo de un sistema para medir y monitorear la calidad del agua de los tanques de producción de Larvas de camarón caso laboratorio de Larvas El Perla Negra del Mar*. Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Villasmil, E. (2021, mayo 28). *Sistemas de control en tiempo discreto*.