



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

**TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**APLICACIÓN WEB CON IOT PARA EL MONITOREO DE  
SALUBRIDAD DE AGUA EN EL RESERVORIO HÍDRICO DEL  
PUERTO DE ANCONCITO QUE APOYE LA TOMA DE DECISIONES**

**AUTORA**

**Holguín Roldán, Gabriela Madeline**

**EXAMEN COMPLEXIVO**

**Previo a la obtención del grado académico en  
INGENIERA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**TUTOR**

**Ing. Carlos Sánchez León, Mgt.**

**Santa Elena, Ecuador**

**Año 2024**



**UPSE**

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

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. José Sánchez Aquino, Mgt.  
**DIRECTOR DE LA CARRERA**

Ing. Carlos Sánchez León, Mgt.  
**TUTOR**

Ing. Jaime Orozco Iguasnia, Mgt.  
**DOCENTE ESPECIALISTA**

Ing. Marjorie Coronel Suárez, Mgt.  
**DOCENTE GUÍA UIC**



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

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **Holguín Roldán Gabriela Madeline**, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

La Libertad, a los 18 días del mes de Junio del año 2024

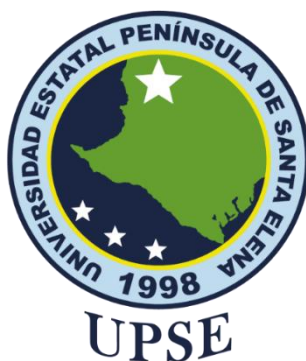
**TUTOR**



firmado electrónicamente por:  
CARLOS EFRAIN  
SANCHEZ LEON

---

**Ing. Carlos Sánchez León, Mgt.**



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

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Holguín Roldán Gabriela Madeline**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, Aplicación web con IoT para el monitoreo de salubridad de agua en el Reservorio Hídrico del Puerto de Anconcito que apoye la toma de decisiones, previo a la obtención del título en Ingeniera en Tecnologías de la Información, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 18 días del mes de Junio del año 2024

**EL AUTOR**

A handwritten signature in blue ink that reads "Gabriela Madeline Holguín" with a small heart symbol at the end.

---

**Holguín Roldán Gabriela Madeline**



## UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

### FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

### CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Aplicación web con IoT para el monitoreo de salubridad de agua en el Reservorio Hídrico del Puerto de Anconcito que apoye la toma de decisiones, presentado por la estudiante, Holguín Roldán Gabriela Madeline fue enviado al Sistema Antiplagio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 6%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

**GABRIELA MADELINE HOLGUIN  
ROLDAN**

**6%**  
Textos  
sospechosos

5% Similitudes  
1% similitudes entre  
comillas  
< 1% entre las fuentes  
mencionadas  
2% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: GABRIELA MADELINE HOLGUIN ROLDAN.docx ID del documento: c0cba79787771778b8ca9d2af8089d3b75ded6dd Tamaño del documento original: 7,27 MB	Depositante: CARLOS EFRAIN SANCHEZ LEON Fecha de depósito: 17/6/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 17/6/2024	Número de palabras: 18.999 Número de caracteres: 124.954
--	--	---

Ubicación de las similitudes en el documento:

**TUTOR**



firmado electrónicamente por:  
CARLOS EFRAIN  
SANCHEZ LEON

**Ing. Carlos Sánchez León, Mgt.**



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

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Holguín Roldán Gabriela Madeline**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del trabajo de titulación con fines de difusión pública, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 18 días del mes de Junio del año 2024

**EL AUTOR**

---

**Holguín Roldán Gabriela Madeline**

## **AGRADECIMIENTO**

En este momento tan trascendental de mi vida, siento una profunda gratitud hacia aquellos seres que han sido mi pilar, mi fortaleza y mi motivación constante en este arduo pero gratificante camino.

Primeramente, elevo mi corazón y mi profunda gratitud a Dios, por bendecirme con sabiduría, perseverancia y determinación, necesarias para culminar esta etapa académica.

A mi familia, en especial a mis padres y hermana, gracias por creer en mí, por sus oraciones y sus palabras de aliento que me dieron fuerzas para no rendirme y seguir adelante. Gracias por ser mi red de apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

A mi amado novio, mi compañero de vida, gracias por tu paciencia, por secar mis lágrimas en los momentos de angustia, por tus abrazos cálidos que me brindaron consuelo y seguridad, por tu amor incondicional, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por celebrar conmigo cada pequeño logro en este camino.

A mi tutor, el Ing. Carlos Sánchez, por compartir conmigo sus vastos conocimientos. Le agradezco profundamente su guía, su apoyo y por creer en mi potencial.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por brindarme las herramientas y los recursos necesarios para formarme académica y profesionalmente.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todos aquellos que de una u otra forma estuvieron presentes durante esta etapa crucial de mi vida.

*Gabriela Madeline, Holguín Roldán*

## DEDICATORIA

Con profunda emoción y gratitud, dedico este trabajo, principalmente a Dios, por ser la guía y la fortaleza en mi vida, por darme la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar este logro.

A mi mamita Esther, mi ángel, por tener la fe en que puedo hacer grandes cosas, este logro es fruto de tus oraciones que me acompañan día a día. Un beso al cielo, algún día nos volveremos a encontrar.

A mis padres, Deysi Roldán y Eddy Holguín, por su amor y su apoyo incondicional, por sus consejos que me impulsaron a seguir adelante y por permitir que este trabajo se lleve a cabo. Ustedes son mi fuente inagotable de inspiración y motivación, sepan que este logro también es suyo.

A mi hermana, Arellys Holguín, por su compañerismo, por siempre darme motivos para sonreír. Ella es quien llena mi vida de alegría y siempre me ha dado una mano cuando lo he necesitado.

A mi compañero de vida, Axel Delgado, por caminar a mi lado en todo este proceso, por su paciencia, comprensión y por ser mi refugio en los momentos difíciles. Tu compañía ha sido fundamental en este camino porque desde el inicio hasta el final de esta carrera, jamás me faltó tu apoyo y motivación.

Los amo con todo mi ser.

*Gabriela Madeline, Holguín Roldán*

## ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Descripción del Proyecto	7
1.3. Objetivos del Proyecto	12
1.4. Justificación del Proyecto	12
1.5. Alcance del Proyecto	14
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO	17
2.1. Marco Teórico	17
2.1.1. La importancia del monitoreo del pH del agua	17
2.1.2. Sistema de monitoreo de la calidad del agua basado en IoT	18
2.1.3. Impacto del Internet de las cosas en el control y monitoreo de los parámetros del agua	19
2.2. Marco Conceptual	20

2.2.1. Aplicación web	20
2.2.2. Internet de las cosas	21
2.2.3. Sensores	25
2.2.3. Microcontrolador	28
2.2.4. Lenguajes de programación	30
2.2.5. Base de datos	31
2.3. Metodología del Proyecto	33
2.3.1 Metodología de Investigación	33
2.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
2.3.3. Análisis de recopilación de la información	34
2.3.4. Metodología de desarrollo	41
CAPÍTULO 3. PROPUESTA	43
3.1. Requerimientos	43
3.1.1. Requerimientos Funcionales	43
3.1.2. Requerimientos no Funcionales	46
3.2. Componentes de la Propuesta	47
3.2.1. Arquitectura del Sistema	47
3.2.2. Componentes de hardware	47
3.2.3. Diagramas de casos de uso	57
3.2.4. Diagramas de procesos	65
3.2.5. Modelado de Datos	71
3.3. Diseño de Interfaces	71
3.4. Pruebas	81
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS	88
ANEXOS	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes electrónicos	9
Tabla 2: Clasificación del Internet de las cosas	23
Tabla 3: Clasificación de sensores	26
Tabla 4: Clasificación de los microcontroladores	29
Tabla 5: Requerimientos funcionales	45
Tabla 6: Requerimientos no funcionales	46
Tabla 7: Placa microcontroladora Arduino	49
Tabla 8: Módulo shield ethernet	50
Tabla 9: Módulo Sensor analógico de conductividad TDS	51
Tabla 10: Sensor de temperatura sumergible	52
Tabla 11: Sensor de turbidez de agua	53
Tabla 12: Módulo sensor de vibraciones	54
Tabla 13: Electroválvula	55
Tabla 14: GPS Antena	55
Tabla 15: Módulo SIM	56
Tabla 16: Caso de uso de inicio de sesión	59
Tabla 17: Caso de uso de gestión de usuarios	60
Tabla 18: Caso de uso de sensor TDS	61
Tabla 19: Caso de uso de sensor de turbidez	62
Tabla 20: Caso de uso de sensor de sedimentos	63
Tabla 21: Caso de uso de sensor de vibraciones	64
Tabla 22: Caso de uso de Dashboard	65
Tabla 23: Caso de prueba de inicio de sesión	81
Tabla 24: Caso de prueba de gestión de usuarios	82
Tabla 25: Caso de prueba de sensor calidad de agua - TDS	83
Tabla 26: Caso de prueba de sensor calidad de agua - Turbidez	83

Tabla 27: Caso de prueba de sensor calidad de agua - Sedimentos	84
Tabla 28: Caso de prueba de sensor de vibraciones	85
Tabla 29: Caso de prueba de Dashboard	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Arquitectura del sistema IIoT	24
Figura 2: Sensor TDS	26
Figura 3: Sensor de temperatura digital	27
Figura 4: Sensor de turbidez	27
Figura 5: Sensor de vibraciones	28
Figura 6: Calificación de la salubridad del agua	35
Figura 7: Uso del agua del reservorio	35
Figura 8: Frecuencia de problemas por agua insalubre	36
Figura 9: Personas encargadas de llenar el reservorio	36
Figura 10: Tiempo de llenado para verificar agua insalubre	37
Figura 11: Uso del agua insalubre	37
Figura 12: Suministro adicional de agua potable	38
Figura 13: Implementación de un sistema IoT	38
Figura 14: Implementación IoT conectada a una app web	39
Figura 15: Aspectos que contribuyen la implementación	39
Figura 16: Metodología de desarrollo de software - Modelo Cascada	42
Figura 17: Arquitectura del sistema	47
Figura 18: Caso de uso general de la aplicación web	57
Figura 19: Caso de uso general de inicio de sesión	58
Figura 20: Caso de uso general de gestión de usuarios	59
Figura 21: Caso de uso general de sensor TDS	60
Figura 22: Caso de uso general de sensor de turbidez	61
Figura 23: Caso de uso de sensor de sedimentos	62
Figura 24: Caso de uso de sensor de vibraciones	63
Figura 25: Caso de uso de Dashboard	64
Figura 26: Diagrama de proceso del sistema domótico	65

Figura 27: Diagrama de proceso del sensor TDS	66
Figura 28: Diagrama de proceso del sensor de turbidez	67
Figura 29: Diagrama de proceso del sensor de sedimentos	68
Figura 30: Diagrama de proceso del sensor de vibraciones	69
Figura 31: Diagrama de proceso de módulo SIM 808 GSM, GPRS, GPS	70
Figura 32: Modelado de Datos	71
Figura 33: Inicio de sesión	71
Figura 34: Página principal	72
Figura 35: Usuarios	72
Figura 36: Almacenar usuarios	73
Figura 37: Modificar usuarios	73
Figura 38: Desactivar usuarios	73
Figura 39: Activar usuarios	74
Figura 40: Reporte de usuarios	74
Figura 41: Calidad del agua - TDS	74
Figura 42: Visualizar datos del sensor TDS	75
Figura 43: Reporte de sensor TDS	75
Figura 44: Calidad del agua – Sensor de turbidez	76
Figura 45: Visualizar datos del sensor de turbidez	76
Figura 46: Reporte de sensor de turbidez	76
Figura 47: Calidad del agua – Sensor de sedimentos	77
Figura 48: Visualizar datos del sensor de sedimentos	77
Figura 49: Reporte del sensor de sedimentos	78
Figura 50: Sensor de vibraciones	78
Figura 51: Visualizar datos del sensor de vibraciones	79
Figura 52: Reporte del sensor de vibraciones	79
Figura 53: Datos de sensores - calidad del agua	80

Figura 54: Reporte general de sensores	80
Figura 55: Gráficas estadísticas de sensores – calidad del agua	81

## RESUMEN

El trabajo de titulación “Aplicación web con IoT para el monitoreo de salubridad de agua en el Reservorio Hídrico del Puerto de Anconcito que apoye la toma de decisiones”, tuvo como objetivo desarrollar una aplicación web integral aplicando Internet de las Cosas, para el monitoreo en tiempo real de la salubridad del agua en el reservorio hídrico del Puerto de Anconcito, que apoye la toma de decisiones en la descontaminación y medios económicos efectivos. Se empleó la metodología de investigación diagnóstica, exploratoria, modelo de desarrollo incremental y técnicas de recolección, como entrevistas, encuestas y observación directa. Los resultados manifiestan que, la falta de control de calidad del agua en el reservorio contribuye a riesgos de salud y pérdidas económicas. Se concluye que, se desarrolló el prototipo a escala con dispositivos IoT y se diseñó la aplicación web para analizar y visualizar los datos de los sensores sobre calidad de agua.

*Palabras claves:* aplicación web, calidad de agua, Internet de las Cosas.

## ABSTRACT

The title work “Web application with IoT for monitoring water health in the Water Reservoir of the Port of Anconcito to support decision making”, had the objective of developing a comprehensive web application applying the Internet of Things, for monitoring in real time of the healthiness of the water in the water reservoir of the Port of Anconcito, which supports decision making in decontamination and effective economic means. The diagnostic, exploratory research methodology, incremental development model and collection techniques, such as interviews, surveys and direct observation, were used. The results show that the lack of water quality control in the reservoir contributes to health risks and economic losses. It is concluded that the scale prototype was developed with IoT devices and the web application was designed to analyze and visualize the data from the sensors on water quality.

**Keywords:** *web application, water quality, Internet of Things.*

## INTRODUCCIÓN

El Puerto Pesquero Artesanal Anconcito es una obra emblemática que se realizó en el Gobierno de la Revolución Ciudadana, que actualmente se administra por el Servicio de Gestión Inmobiliaria del Sector Público Inmobiliario, es un complejo que cuenta con los servicios requeridos para las operaciones de la actividad pesquera, desde captura de especies hasta comercialización de productos del mar. En el Puerto, se encuentra un reservorio de agua, el cual cuenta con dos válvulas, donde ingresa el líquido que suministra AGUAPEN y donde se despacha el agua al Puerto Pesquero; posee una sola manguera de distribución, distribuyéndose en el área de bodegas, planta de proceso, área comercial, área de oficinas, avanzando hasta el muelle, donde se abastece de agua a los barcos.

En dicho reservorio hídrico, se hallan diversos inconvenientes, que incluyen la falta de un control adecuado de calidad del agua del reservorio, lo que resulta en la contaminación del líquido empleado para la limpieza, consumo y venta; este problema se agrava por la frecuencia insuficiente y calidad del mantenimiento en el sitio, así como la carencia de personal especializado para monitorear la salubridad del agua. Así mismo, se dice que la contaminación no solo afecta a la integridad de los productos marinos, sino a la salud de los trabajadores. Además, el agua que no es apta para el consumo, se utiliza en limpieza de baños o se vierte al mar.

A partir de los problemas identificados, el presente proyecto plantea el desarrollo de un aplicativo web integral aplicando Internet de las Cosas, enfocado en el monitoreo en tiempo real de la salubridad del agua en el reservorio hídrico, utilizando componentes electrónicos, como: sensores de temperatura, TDS, turbidez y vibraciones; para determinar la eficiencia del líquido. Por otro lado, la aplicación web tendrá diversos módulos, donde se controla la salubridad del agua, visualizando los datos arrojados por los dispositivos interconectados al sistema IoT, ingresando información en tiempo real según la detecten los sensores; Además, se generarán reportes acerca de los valores extraídos.

Para elaborar el presente trabajo, se utilizarán las metodologías de investigación de tipo diagnóstica y exploratorio, recopilando toda la información necesaria para la

obtención de los requerimientos funcionales y no funcionales del aplicativo web. Así mismo, se empleará la metodología en cascada para el desarrollo del sistema, siguiendo las fases del ciclo de vida del software.

Se usarán diversas herramientas de código abierto para el desarrollo del sistema, las cuales son: Visual Studio Code, Bootstrap, Xampp y el navegador web Google Chrome. Los lenguajes de programación que se emplearán son: HTML, CSS, JavaScript y PHP. El gestor de base de datos que se utilizará es MySQL.

La estructura del sistema estará modelada en base a la Arquitectura Cliente – Servidor, en donde el usuario interactuará con el sistema por medio de los módulos gráficos que brinda el aplicativo web, por consiguiente, las acciones que se realizarán dentro del sistema, en el cual se emitirán las consultas internas SQL hacia la base de datos, para obtener respuesta.

Las pruebas de funcionalidad se realizarán para demostrar que, con el desarrollo del aplicativo web integral enlazado al prototipo a escala del reservorio hídrico del Puerto de Anconcito, por medio del módulo de reportería, posibilitará a los encargados identificar en menor tiempo la presencia de contaminantes en el reservorio, permitiendo detener el proceso de llenado de manera oportuna.

El presente trabajo, se estructura como se presenta a continuación:

El capítulo I se centra en los antecedentes de la propuesta, descripción del proyecto, objetivos, justificación y alcance del trabajo. El capítulo II está conformado por el marco teórico y metodología del proyecto, realizando la metodología de investigación, aplicando técnicas e instrumentos de recolección de datos y elaborando la metodología de desarrollo.

El capítulo III se basa en todo lo relacionado a la propuesta, elaborando los requerimientos funcionales y no funcionales, componentes de la propuesta, arquitectura del sistema, diagramas de casos de uso, diagramas de proceso, modelado de datos, diseño de interfaces y pruebas. Finalizando con la realización de las conclusiones y recomendaciones del trabajo, las cuales van de la mano con los objetivos propuestos.

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

La salubridad de agua en un puerto pesquero es una preocupación crucial, teniendo un impacto directo en la salud de los ecosistemas marinos, la sostenibilidad de la actividad pesquera y la seguridad alimentaria de las áreas locales [1]. La presencia de agua insalubre en dichos lugares no solo pone en riesgo a la salud, sino a la calidad de los productos pesqueros, amenazando la viabilidad económica de la pesca, siendo una fuente de ingresos para la comunidad; esta problemática se agrava aún más debido a la demanda creciente de productos marinos en los mercados nacionales e internacionales, lo que obliga a los puertos pesqueros a mantener estándares altos de calidad en todas sus operaciones; dicha insalubridad puede traer consigo, restricciones y sanciones comerciales que afectan de forma negativa en la economía local [1].

La parroquia Anconcito, se encuentra ubicada al sur oeste de la provincia de Santa Elena, la cual tiene una extensión de 9.74 km, con una población de 11.822 habitantes, siendo la parroquia más pequeña de la provincia, representando el 0.26% del territorio y el 13.24% del cantón; se limita al norte con la Parroquia José Luis Tamayo y Ancón, al sur con el Océano Pacífico, al este con la parroquia de Ancón y al Oeste con la Parroquia José Luis Tamayo [2].

El Puerto Pesquero Artesanal Anconcito es una obra emblemática que se realizó en el Gobierno de la Revolución Ciudadana, que actualmente se administra por el Servicio de Gestión Inmobiliaria del Sector Público Inmobiliario, es un complejo que cuenta con los servicios requeridos para las operaciones de la actividad pesquera, desde captura de especies hasta comercialización de productos del mar [3]. Los servicios prestados por el puerto pesquero son: planta de preproceso con mesas para eviscerado, acoderamiento para fibras, balanzas calibradas y área de enfriamiento; este puerto tiene el fin de contribuir a la competitividad, mejoramiento, desarrollo y sostenibilidad de las comunidades del sector económico del Ecuador [3].

El reservorio de agua cuenta con dos válvulas, donde ingresa el líquido que suministra AGUAPEN y donde se despacha el agua al Puerto Pesquero; posee una sola manguera de distribución, distribuyéndose en el área de bodegas, planta de

proceso, área comercial, área de oficinas, avanzando hasta el muelle, donde se abastece de agua a los barcos.

Mediante la encuesta dirigida al personal laboral del Puerto Pesquero de la parroquia Anconcito ([Ver Anexo 1](#)), la entrevista realizada a los administrativos del Puerto Pesquero ([Ver Anexo 2](#)) y el método de observación en el lugar ([Ver Anexo 3](#)), se determinó que una vez que se llena el reservorio, el agua se utiliza para limpieza, venta y consumo; lo cual no tiene un control de calidad adecuado, debido que el mantenimiento se realiza una vez al mes, utilizando pocos implementos para la limpieza, como cepillos y detergente; ocasionando los siguientes problemas:

Las personas que se encargan del control de reservorio son 9 en total, laborando en turnos rotativos; dichos trabajadores, se dan cuenta a medio llenado que el agua es insalubre, y rara vez al culminar el abastecimiento; teniendo como consecuencia, la contaminación del líquido, afectando la integridad de los productos marinos, además de dar lugar a la proliferación de patógenos y bacterias perjudiciales para la salud, teniendo un impacto negativo en el Puerto Pesquero y la confianza de los clientes.

Del mismo modo, se indica que, la utilización de agua no apta para el consumo en limpieza de baños, es una práctica recurrente cuando el líquido se contamina en el reservorio; sin embargo, en algunos casos se opta porque otro vehículo la retire y verterla en el mar; teniendo en cuenta que no poseen un suministro adicional de agua en situaciones como esta, dando lugar al desperdicio de este recurso vital, trayendo como consecuencia, pérdidas económicas para el Puerto Pesquero.

Así mismo, cuando el agua del reservorio se encuentra contaminada, puede tener un impacto significativo, contribuyendo con la propagación de enfermedades, tanto en los operarios y trabajadores, como en la población en general, la cual consume los productos marinos que proceden de esta área. Según el estudio “Patógenos e indicadores microbiológicos de salubridad del agua para consumo”, algunas de las enfermedades que pueden proliferarse, son: gastroenteritis, hepatitis, amebiasis, infecciones en la piel, dengue, entre otras; siendo virus, bacterias y patógenos perjudiciales que ponen en peligro la salud de las personas [4].

La falta de personal delegado específicamente para controlar y medir la salubridad del agua en el reservorio del Puerto Pesquero es una carencia crítica que trae consigo, un monitoreo ineficaz de la calidad del líquido; Además, la responsabilidad compartida por todos los operarios para dar mantenimiento en el reservorio puede llevar a una supervisión poco sistemática e insuficiente.

A nivel internacional, en la Universidad de Málaga, se realizó la tesis titulada “Sistema portátil para la monitorización de la calidad del agua”, la cual se centra en el Internet de las Cosas; el objetivo del trabajo es proveer de un sistema de representación y medición de la calidad del agua para las personas preocupadas por la salubridad o calidad del líquido [5]. Con este sistema se solventa el problema de contar con múltiples aparatos de costo elevado, unificando todos los sensores en un solo sistema desarrollado en Arduino e implementado como un software libre y de bajo costo; en resumen, el sistema se compone por distintos módulos para medir los parámetros de PH, turbidez y temperatura del agua, conectada a una aplicación móvil para almacenar información en la nube y que los usuarios visualicen las mediciones de manera comunitaria [5].

En Bogotá – Colombia, se elaboró el trabajo de grado “Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad rural del municipio de Tibaná - Boyacá”, realizando una investigación acerca de los parámetros que determinan la salubridad del agua, con el objetivo de diseñar un prototipo que permita ejecutar la medición de la turbidez, PH y temperatura en manantiales y pozos de la zona rural antes mencionada, los cuales se utilizan para el consumo y riego de los cultivos; no obstante, no poseen ningún método de control, supervisión o alerta, ocasionando inconvenientes en la salud o pérdidas grandes de alimentos; concluyendo así, que con la implementación del sistema se generan alertas en tiempo real mediante el aplicativo web que permita saber el estado del agua u otras instalaciones de captación [6].

A nivel nacional, en Guayaquil – Ecuador, se realizó el trabajo de titulación “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real de sensores de temperatura, turbidez, TDS y PH para la calidad del agua utilizando la tecnología Lorawan”, que tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema para

monitorear la calidad de agua, con comunicación Lorawan, con la finalidad de proporcionar agua de mejor calidad; el prototipo será capaz de realizar mediciones con relación a las características presentes en el agua, siendo importantes para el consumo [7].

En la Universidad Autónoma de Bucaramanga, se desarrolló el trabajo “Sistema de monitoreo de la calidad del agua basado en IoT utilizando técnicas de analítica de datos para la detección de anomalías, en los acueductos ejecutados por el plan departamental de aguas (PDA) de Córdoba”, basándose en la falta de monitoreo que afecta a las personas, ya que, se requiere un sistema para detectar los parámetros de calidad de agua fuera de los rangos determinados, impidiendo una toma de decisiones adecuada que garantice una distribución del líquido apto para el consumo humano en las diversas zonas de cobertura, como rurales y que tengan difícil acceso; como resultado, se desarrolló un sistema basado en IoT que adquiere datos en tiempo real contribuyendo con la detección de anomalías en los parámetros fisicoquímicos de agua para consumo humano [8].

En la Universidad Estatal Península de Santa Elena, se elaboró el trabajo de integración curricular con el tema “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”, donde se desarrolla un prototipo empleando la tecnología IoT que medirá los parámetros de PH, temperatura y turbidez del agua de tanques que son utilizados como criaderos artificiales de larvas de camarón, ligado a una aplicación web para visualizar los datos recolectados por los sensores; Concluyendo así, que, a través del envío de mensajes SMS se notifica al personal encargado cuando los parámetros no estén en el rango indicado [9].

La búsqueda de trabajos similares con relación al desarrollo de sistemas IoT para medir la salubridad de agua con monitoreo a través de aplicaciones web, es sumamente importante, de forma que, la investigación proporciona una base sólida en el proyecto actual, identificando lagunas en el conocimiento, proporcionando una referencia de apoyo y examinando principios de Internet de las cosas, sensores y recursos digitales que retroalimentan la mejora de la calidad del trabajo.

Los trabajadores del lugar manifiestan que, están totalmente de acuerdo con que se implemente un sistema IoT para controlar la salubridad del agua en el reservorio; consideran también que es muy importante para el puerto pesquero, tener la implementación IoT conectada a un aplicativo web; contribuyendo en el lugar, por los aspectos de salud y ahorro de agua. Así mismo, no tienen conocimientos acerca del uso de aplicativos webs para medir la salubridad del agua, no obstante, consideran muy beneficioso tener herramientas digitales que automaticen estos procesos.

Razón por la cual, se plantea la presente propuesta para analizar la portabilidad y niveles de contaminación del agua que se almacena en el reservorio del Puerto Pesquero; y que por medio de una infraestructura basada en internet de las cosas, se propone un sistema de análisis y monitoreo en tiempo real de las variables que se originan para determinar la salubridad del agua mediante el uso de sensores de PH, conductividad, turbidez, sólidos disueltos, temperatura y potencial de reducción de la oxidación para comprobar posible contaminación microbiológica, utilizando como entradas, los valores de turbidez, ORP, temperatura y TDS.

## **1.2. Descripción del Proyecto**

El presente proyecto está orientado al desarrollo web aplicando tecnología IOT, para la implementación de un sistema de control de salubridad del agua, utilizando diferentes dispositivos, tales como: sensores de conductividad, de temperatura y de turbidez, determinando el PH del agua que proviene de las instalaciones potabilizadoras de la zona. Se desarrollará un prototipo a escala del reservorio del Puerto Pesquero de Anconcito, con la finalidad de determinar la salubridad del agua, evaluando su eficiencia y mejorando la gestión de las operaciones. El trabajo se divide en dos secciones:

- **Primera sección:** Aplicación web integral aplicando IoT para el monitoreo en el reservorio hídrico del Puerto de Anconcito – Módulo gestión y comercialización de agua.
- **Segunda sección:** Aplicación web con IoT para el monitoreo de salubridad de agua en el reservorio hídrico del Puerto de Anconcito que apoye la toma de decisiones.

Esta propuesta, abarca la segunda sección, la cual se detalla a continuación:

La infraestructura de control de salubridad del agua con tecnología IOT, se divide en dos apartados que van de la mano para interactuar en el funcionamiento, los cuales son: La primera parte es la implementación de los dispositivos electrónicos domóticos, utilizando el modelado de arquitectura IoT [10]; mientras que, la segunda parte es la programación de los módulos en el aplicativo web, empleando la metodología en cascada [11].

El apartado de implementación de dispositivos tendrá:

- **Dispositivos:** Son todos los objetos utilizados en el proyecto que se pueden conectar a Internet, como los sensores y componentes electrónicos; comunicándose entre sí para armar el prototipo IoT.
- **Comunicaciones:** Esta capa desempeña un papel fundamental en el envío y recepción de datos entre los dispositivos IoT, estableciendo protocolos y mecanismos necesarios para la comunicación segura y eficiente de la información.
- **Computación y almacenamiento:** Es necesario para las mejoras futuras y un mejor desempeño del sistema domótico; se puede dar de forma local o utilizar a través de los servicios en la nube; Así mismo, se almacenan los datos necesarios para la implementación.
- **Servicios:** Esta capa, se centra en la comunicación con las aplicaciones y servicios externos con los que debe interactuar el sistema IoT para acceder a sus datos; facilitando la integración de los dispositivos y el monitoreo de los diversos complementos electrónicos.

El circuito entrelaza todos los componentes de forma paralela entre sí, los cuales se comunican directamente a una placa Arduino que será el centro de la unión para todos los dispositivos; para posteriormente, recibir la información y proyectarla en el aplicativo web, donde el administrador o usuario autorizado tome las debidas decisiones de los procesos automatizados.

Entre los sensores que se emplearán, se encuentra el de conductividad, el cual permite determinar el valor TDS del agua que sirve como base para medir la

limpieza del líquido, mediante sondas que analizan el sólido disuelto total en el agua; tales como, sales, minerales y metales que provengan de allí; sin embargo, este sensor no mide los contaminantes que poseen.

El sensor de temperatura determinará el valor que se genera mediante un termómetro digital de alta precisión, enviando al sistema valores entre 9 a 12 Celsius, permitiendo con esto medir en grados la saturación del agua entrante.

El sensor de turbidez analógico proveerá la medida del agua cuando pierda su transparencia, debido a los materiales insolubles, determinando la opacidad, midiendo la transmisión de la luz y la tasa de dispersión, combinada con la cantidad de sólidos suspendidos totales (TSS). De la misma forma que el sensor TDS, el sensor de turbidez dependiendo de las métricas del estado del agua, efectuará las determinadas acciones como poder continuar el llenado del reservorio o en caso contrario, no.

El sensor de nivel de sedimentos se empleará para medir la cantidad de sedimentos acumulados en el fondo del reservorio hídrico, de forma que los mismos, pueden incluir partículas orgánicas e inorgánicas que afectan la salubridad del agua.

El sensor de vibraciones se utilizará para detectar posibles fugas o daños en la estructura del reservorio, debido que, las vibraciones anómalas indican la presencia de fugas u otros problemas que podrían comprometer la integridad en el reservorio y la salubridad del agua que se almacena.

## Hardware

Componentes electrónicos	
Arduino uno	Módulo ethernet
Sensor analógico de conductividad TDS	Fuente de entrada de alimentación de 5V
Sensor de temperatura sumergible	Sensor de Turbidez
Baquelita	Protoboard
Sensor de vibraciones NC SW-420	Electroválvula 12V

**Tabla 1: Componentes electrónicos**

El presupuesto de esta propuesta ([Ver Anexo 4](#)), está alrededor de los \$125.25, con la adquisición de diversos componentes electrónicos, tales como: Arduino uno, módulo shield ethernet, cable jumper, Protoboard, adaptador de alimentación, sensor de temperatura, resistencias, sensor de turbidez y módulo de sensor analógico de conductividad TDS.

### **Software**

- IDE de Arduino
- Fusión 360

Por otro lado, la aplicación web, se dividirá en los siguientes módulos:

- **Control de la salubridad del agua:** Se visualizarán los datos arrojados por los dispositivos que están conectados al sistema IoT, los cuales están almacenados en una base de datos, ingresando información en tiempo real según vaya detectando el sensor.
- **Reportería:** En este módulo se podrá extraer la información de los valores arrojados mediante informes, los cálculos de todos estos dispositivos mostrarán un valor total, el cual determinará la limpieza del agua.
- **Dashboard:** Se podrán visualizar los resultados e índices de pureza del agua mediante gráficas estadísticas y datos relevantes que le permitirán al administrador, la correcta toma de decisiones, como: nivel de sedimentos, porcentaje de capacidad en el reservorio ocupada por sedimentos, historial de eventos de vibraciones y notificaciones tempranas cuando se detecten umbrales críticos de insalubridad por parte de los sensores.

Para realizar el aplicativo web, se emplearán las herramientas Open Source y lenguajes de programación que se nombran a continuación:

**HTML:** Se trata de un lenguaje de marcado para la creación de documentos de hipertexto tan fácil de aprender que permite a cualquier persona, aunque nunca haya programado, afrontar la tarea de crear un sitio web; HTML es simple y aprende el idioma rápidamente [12].

**PHP:** Es un lenguaje de programación diseñado para desarrollar aplicaciones web y páginas web, facilitando las conexiones entre servidores e interfaces de usuario, una de las razones por las que PHP es tan popular es que es de código abierto lo cual significa que cualquiera puede cambiar su estructura [13].

**MySQL:** Es un sistema de gestión de bases de datos relacional (DBMS); por tanto, MySQL no es más que un programa que permite gestionar archivos llamados bases de datos; existen muchos tipos de bases de datos, desde simples archivos hasta sistemas relacionales orientados a objetos; como base de datos relacional [14].

**CSS:** Es esencial en el diseño web y la programación front-end para crear experiencias web dinámicas y atractivas; Por ejemplo, CSS proporciona herramientas para aplicar transiciones y animaciones a elementos [15].

**XAMPP:** Es un servidor web local multiplataforma que le permite crear y probar páginas web u otros elementos de programación; Sin embargo, Xampp incluye varias herramientas que mejoran y facilitan la experiencia del desarrollador [16].

**Visual Studio Code:** Es un editor de código fuente creado por Microsoft para Windows, Linux y macOS; Es un editor de código fuente extremadamente rápido y liviano que puede usarse para ver, editar, ejecutar y depurar el código fuente de su aplicación [17].

**Google Chrome:** Es el navegador web de Google, está diseñado para permitirle navegar por la web de forma fácil y rápida; También puede personalizar su navegador para adaptarlo a sus necesidades [18].

El tema de tesis se centra en la infraestructura y tecnologías de la información mediante la IOT, utilizando diferentes sensores eléctricos, magnéticos y medidores de Celsius cronometrados para sistemas informáticos de gestión del control de salubridad, que permite tomar decisiones a través de sistemas centralizados. Por otro lado, se centra en el desarrollo de software y gestión de bases de datos, las acciones debidamente especializadas en servidores web.

Este tema está basado en la línea de investigación de tecnologías y sistemas de información (TSI), utilizando la sub - línea de investigación de TSI adaptables e inteligentes para propuesta tecnológica [19].

### **1.3. Objetivos del Proyecto**

#### **Objetivo general**

Desarrollar una aplicación web integral aplicando Internet de las Cosas, para el monitoreo en tiempo real de la salubridad del agua en el reservorio hídrico del Puerto de Anconcito, que apoye la toma de decisiones en la descontaminación y medios económicos efectivos.

#### **Objetivos específicos**

- Obtener datos a través de métodos de recolección de información, con el fin de desarrollar los requerimientos de la propuesta.
- Construir un prototipo a escala del reservorio hídrico de Anconcito, incluyendo la implementación de dispositivos IoT, permitiendo la medición constante de la salubridad del agua.
- Diseñar una aplicación web, mediante herramientas Open Source, para analizar y visualizar los datos generados por los sensores de IoT.
- Generar informes sobre la medición de salubridad de agua, mediante el aplicativo web, para simplificar el proceso de toma de decisiones acertadas.

### **1.4. Justificación del Proyecto**

El Internet de las Cosas es un concepto que se aplica hoy en día cada vez más en múltiples ámbitos, como en control de recursos hídricos, ligado a dispositivos electrónicos, brindando una serie de herramientas para integración de distintos sistemas; de esta forma, se unifica un sistema de control, supervisión y adquisición de datos, proporcionando información relevante que permita la gestión eficiente del líquido vital, logrando minimizar la cantidad de agua desperdiciada y optimizando el tiempo para monitoreo [20].

Un aplicativo web con domótica diseñado para medir la salubridad del agua ofrece una serie de beneficios en términos de mejora y monitoreo de la calidad del líquido, incluyendo una inspección en tiempo real, proporcionando información sobre el

agua en una ubicación específica; automatización para la recopilando datos, a su vez, reduciendo la necesidad de intervención constante de humanos; además de generar alertas tempranas en caso de detección de cambios anormales en el área, con el fin de tomar medidas preventivas antes de que los problemas empeoren [21].

Debido a la necesidad de incorporar nuevas tecnologías en el Puerto Pesquero de Anconcito, el presente proyecto se orienta al desarrollo de un aplicativo web integral aplicando Internet de las Cosas, enfocado en el monitoreo en tiempo real de la salubridad del agua en el reservorio hídrico ubicado en el Puerto Pesquero de Anconcito, utilizando diversos componentes electrónicos, como: sensores de temperatura, de conductividad y de turbidez; determinando la eficiencia del líquido y mejorando la gestión en las operaciones que se realizan en el lugar.

El sensor de conductividad determinará el valor TDS del agua que mide la limpieza; Así mismo, se utiliza el sensor de temperatura que calcula el valor que se genera por medio de un termómetro digital y el sensor de turbidez analógico que provee la medida del agua cuando pierde la transparencia; todo esto se empleará para realizar acciones determinadas para continuar con el llenado del reservorio o no.

Por otra parte, la aplicación web contiene diversos módulos, donde se controla la salubridad del agua, visualizando los datos arrojados por los dispositivos interconectados al sistema IoT, ingresando información en tiempo real según la detecten los sensores; Además, se generan reportes acerca de los valores extraídos y visualizar los índices de pureza del líquido mediante gráficas estadísticas.

La implementación del sistema beneficiará a los encargados de controlar el reservorio hídrico, ya que, les ayudará a garantizar que el agua cumpla con los estándares de salubridad requeridos, cumpliendo con las regulaciones ambientales, reduciendo la contaminación y mejorando la calidad del líquido.

Así mismo, el proyecto contribuye con la comunidad local, ya que, la calidad del agua en el Puerto Pesquero tiene un impacto positivo en la salud del lugar, minimizando el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y mejorando la calidad de vida de los residentes.

La propuesta está alineada al Plan de Creación de Oportunidades, en los siguientes ejes [22]:

**Eje social:**

- **Política 5.5:** Mejorar la conectividad digital y el acceso a nuevas tecnologías de la población.
- **Lineamiento A4:** Fortalecer el acceso y la conectividad de las TIC, como vía para mejorar el acceso a otros servicios.

**Eje de seguridad integral, objetivo 9:** Garantizar la seguridad ciudadana, el orden público y la gestión de riesgos.

**Eje transición ecológica**

- **Objetivo 11:** Conservar, proteger, restaurar y hacer uso sostenible de recursos naturales.
- **Objetivo 12:** Fomentar modelos sostenibles de desarrollo aplicando medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.
- **Objetivo 13:** Promover la gestión integral de recursos hídricos.

**Eje institucional, objetivo 16:** Promover integración regional, la inserción estratégica del país en todo el mundo, garantizando los derechos de las personas en situación de movilidad humana.

**1.5. Alcance del Proyecto**

Considerando la problemática presente en el Puerto Pesquero de Anconcito, con respecto a la salubridad del agua en el reservorio, es fundamental el desarrollo web aplicando tecnología IoT para la implementación de un sistema de control para medir la salubridad del líquido, empleando diversos dispositivos, como: sensores de conductividad, de temperatura, de turbidez, sedimentos y vibraciones, determinando el PH del agua que proviene de las instalaciones potabilizadoras del área; desarrollando un prototipo a escala del reservorio del Puerto Pesquero de Anconcito, evaluando la eficiencia del mismo. El presente trabajo se divide en dos secciones, cada una enfocada de forma diferente, pero que se complementan mutuamente.

Este proyecto, abarca la segunda sección. La infraestructura de control de salubridad del agua con tecnología IoT, contiene dos apartados: la implementación de los dispositivos electrónicos domóticos, utilizando el modelo de arquitectura IoT [10]; y la programación de los módulos en el aplicativo web, aplicando la metodología en cascada [11].

El apartado para la implementación de los dispositivos en el sistema domótico, se divide en las siguientes etapas:

La etapa de dispositivos son todos los objetos empleados en el proyecto, que se conectan al servicio de Internet, como los sensores y demás componentes electrónicos; comunicándose entre sí para crear el prototipo IoT.

La segunda etapa de comunicaciones, desempeña un papel fundamental en el envío y recepción de información entre los dispositivos IoT, estableciendo protocolos y mecanismos importantes para la comunicación eficiente y segura de los datos.

La etapa de computación y almacenamiento, es necesaria para realizar mejoras futuras y brindar un mejor desempeño del sistema domótico; se puede dar de manera local o utilizar mediante servicios en la nube; de la misma forma, se almacenan los datos necesarios para la debida implementación.

Finalmente, la capa de servicios se centra en la comunicación con las aplicaciones y servicios externos, con los que debe tener interacción el sistema IoT para acceder a la información; integrando los dispositivos y el monitoreo de los componentes electrónicos.

El circuito enlaza todos los componentes de manera paralela, comunicándose directamente con la placa Arduino, siendo la unión entre todos los dispositivos; para posteriormente, recibir los datos y proyectarlos en la aplicación web, donde el administrador o usuario autorizado toma las decisiones adecuadas para automatizar los procesos del reservorio.

Entre los sensores que se utilizarán, se encuentra el de conductividad, determinando el valor TDS del agua que sirve como base para medir la limpieza del líquido; el sensor de temperatura, que establecerá el valor generado mediante un termómetro digital de alta precisión; el sensor de turbidez analógico que provee la medida de

agua cuando pierda su transparencia, debido a materiales insolubles, determinando la opacidad, midiendo la transmisión de luz y tasa de dispersión; el sensor de sedimentos, medirá la cantidad de luz dispersa o absorbida por partículas en suspensión y el sensor de vibraciones detectará movimientos que pueden ser causados por distintos factores; efectuando las acciones respectivas para continuar con el llenado del reservorio o no.

Por otra parte, la aplicación web integral, se divide en los siguientes módulos:

En el módulo de control de la salubridad de agua, se visualizarán los datos arrojados por los dispositivos conectados al sistema IoT, los cuales se almacenan en la base de datos, registrando información en tiempo real según vaya detectando el sensor.

El módulo de reportería, contará con la información de los valores arrojados por los sensores a través de informes, así como los cálculos de todos los dispositivos, mostrando un valor total que determina la limpieza del agua.

En el módulo de Dashboard, se podrán visualizar los resultados e índices de pureza del líquido mediante gráficas estadísticas e información relevante que permita al administrador, la correcta toma de decisiones, como: nivel de sedimentos, porcentaje ocupada de sedimentos en el reservorio, historial de eventos de vibraciones y notificaciones cuando se detecten umbrales críticos de insalubridad.

La presente propuesta se enfoca en la creación de un prototipo a escala del reservorio de agua en el Puerto Pesquero de Anconcito, el cual servirá como una referencia para los encargados de la gestión, en caso de una posible implementación a futuro; de forma que, los componentes electrónicos empleados y el aplicativo web, serán desarrollados con el propósito de automatizar las operaciones en el lugar.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **2.1. Marco Teórico**

#### **2.1.1. La importancia del monitoreo del pH del agua**

El monitoreo del PH en el agua es una tarea importante en la gestión de dicho recurso hídrico; el PH es una medida de acidez o alcalinidad del agua que se mide en una escala de 0 a 14, donde el PH de 7 se considera neutral, un PH inferior a 7 indica acidez y un PH superior a 7 declara que es alcalino [23]. El PH del agua puede afectarse por una serie de factores, que incluye la actividad humana, procesos naturales y cambios en las condiciones del ambiente [23]. El monitoreo del PH del agua es sumamente relevante porque puede tener un impacto en la calidad del líquido y en la salud humana; los organismos acuáticos poseen una limitada tolerancia a los cambios en el PH; los niveles extremos de alcalinidad o acidez pueden afectar la supervivencia de la flora y fauna acuáticas, trayendo consecuencias a largo plazo en el ecosistema [23].

Además, el PH del agua puede afectar la calidad para el consumo humano, es decir, el líquido que tenga un PH extremadamente bajo o alto puede ser corrosivo y dañar sistemas de tuberías o los equipos de tratamiento de este recurso hídrico; también puede verse perturbado el sabor, olor o aspecto del agua, lo que puede reducir la aceptabilidad para consumirla [24]. Por ende, el monitoreo del PH es esencial para garantizar la calidad de la misma y proteger así la salud de los seres vivos [24].

Normalmente, la medición del PH se realiza por medio de la utilización de un medidor de PH, los cuales pueden ser manuales o digitales y emplean electrodos para medir el PH en el agua [25]. Los electrodos se diseñan para ser sensibles al PH y producen una señal eléctrica proporcional al PH del recurso; dichos medidores se utilizan en una variedad de situaciones, desde la medición en los sistemas de tratamiento de agua hasta el monitoreo de la calidad en cuerpos de agua naturales [25]. Estos garantizan que el PH se encuentre dentro de los rangos aceptables para el consumo humano, además de monitorear la calidad y detectar posibles cambios en el PH que puedan afectar a los seres vivos; Así mismo, se utiliza para la gestión de la contaminación, de modo que, la actividad humana, como la industria o la agricultura, producen sustancias químicas en el agua que pueden afectar el PH [25].

### **2.1.2. Sistema de monitoreo de la calidad del agua basado en IoT**

El agua potable es un derecho humano que se constituye como la base de la salud y vida de los seres vivos; Sin embargo, debido a la variedad de factores como la exploración de petróleo, minería, contaminación fecal, entre otros; así como una falta de monitoreo y el desconocimiento de la calidad del líquido vital, puede conducir a enfermedades infecciosas que afectan a los seres humanos, entre ellos, los más vulnerables son los niños y ancianos; Así mismo, la carencia de sistemas que permitan detectar en tiempo real los parámetros de calidad en el agua fuera de los rangos determinados, impide una asertiva toma de decisiones que garantice una distribución de agua apta para el consumo humano a las distintas zonas de cobertura, entre ellas las rurales y de difícil acceso [26].

La calidad del agua se clasifica según el uso final que esté previsto, señalando que, una vez que el agua cumpla su función, volverá al sistema hidrológico, por lo cual, el tratamiento de depuración es sumamente importante para reducir el riesgo potencial de la contaminación [27]. El análisis de la calidad del agua se basa en la medición de parámetros de la fuente de la misma en base a organismos de control ambiental y la información proporcionada por distintos departamentos que se utiliza para recabar datos del sistema, expresados mediante indicadores [27].

Un sistema de monitoreo de la calidad del agua que se basa en IoT para adquirir datos mediante medidores especializados que permitan capturar variables en tiempo real y por medio de modelos de analíticas descriptiva, contribuye con la detección de anomalías en parámetros fisicoquímicos del agua para el consumo humano, considerando características específicas como las condiciones ambientales, tales como precisión, temperatura, humedad, rango, calibración, capacidad de toma de decisiones, costo, entre otros [26]. El software consta de una comunicación síncrona por medio del desarrollo de algoritmo que permite la conexión con Pubnub y la generación de los elementos visuales empleando el conjunto de datos con Power Bi Service, mostrando un análisis descriptivo de la información obtenida; así mismo, desarrollando una comunicación asíncrona a través del algoritmo que permite enviar y alojar datos en una base en la nube [26].

### **2.1.3. Impacto del Internet de las cosas en el control y monitoreo de los parámetros del agua**

El Internet de las Cosas ha emergido como una tecnología revolucionaria que conecta objetos cotidianos por medio de Internet, permitiendo la comunicación y transferencia de datos entre los dispositivos [28]. En el ámbito de control y monitoreo de los parámetros de agua, el IoT ha demostrado un gran potencial para mejorar la precisión, eficiencia y accesibilidad en la gestión del recurso hídrico [28]. El IoT ofrece una serie de beneficios que han transformado la manera en que se monitorea y controla el agua; en primer lugar, la capacidad de conectar sensores y dispositivos mediante Internet, permitiendo la recopilación en tiempo real de datos acerca de la calidad del agua, caudales, niveles de contaminantes, entre otros parámetros relevantes [28].

Las aplicaciones del IoT en el control y monitoreo del agua son distintos y abarcan diversos sectores, desde la industria hasta la agricultura, optimizando toda clase de recursos y maximizando los rendimientos [29]. Además, se utiliza para controlar y monitorear los procesos de tratamiento de aguas, garantizando el cumplimiento de los estándares ambientales [29]. Por otro lado, también ofrece beneficios en términos de mantenimiento predictivo, mediante la implementación de sensores y dispositivos interconectados entre sí, siendo posible monitorear infraestructuras, como tuberías, bombas y sistemas de tratamiento en tiempo real [29].

El IoT puede contribuir a la conservación de los recursos hídricos al facilitar la gestión eficaz de la demanda y el uso del agua, por medio de la implementación de sistemas de riego inteligentes, ajustando automáticamente patrones de riego en función de diferentes aspectos, como el tipo de suelo, condiciones climáticas y necesidades de los cultivos [30]. Esto reduce el consumo del agua y mejora la salud de las plantas, optimizando la producción agrícola en general [30].

A pesar de los numerosos beneficios en el control y monitoreo del agua, también se encuentran desafíos y consideraciones relevantes que se deben tener en cuenta, como la seguridad de los datos, interoperabilidad de dispositivos, privacidad de la información y sostenibilidad de plataformas tecnológicas, así como la inversión significativa en capacitación, infraestructura y mantenimiento [30].

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Aplicación web

#### Definición

Una aplicación web es una plataforma que se ejecuta en un navegador web, que permite a los usuarios interactuar con datos, servicios y contenido por medio de Internet; estos sistemas pueden variar desde sitios simples informativos, hasta aplicaciones web complejas que ofrecen funcionalidades específicas, como tiendas en línea, redes sociales y sistemas de gestión de contenidos [31].

Pueden tener múltiples ventajas, como la accesibilidad, permitiendo utilizarlos desde cualquier lugar con conexión a Internet, además no requieren tener programas costosos, evitan la necesidad de aprender a manejar softwares nuevos y aunque se asemejan a los sitios web, poseen funcionalidades más potentes y avanzadas; es decir, los sistemas web son herramientas versátiles que facilitan la interacción con datos y servicios mediante el Internet [32].

#### Características de una aplicación web

Algunas características principales de una aplicación web, son las siguientes [33]:

- **Accesibilidad multiplataforma:** Se puede acceder desde cualquier dispositivo que contenga un navegador web y conexión al servicio de Internet, independientemente del sistema operativo que posea, ya sea Windows, Linux, MacOS, iOS, Android, entre otros.
- **Actualización centralizada:** Las actualizaciones son realizadas en el servidor, por lo cual, los usuarios siempre poseen acceso a la última versión sin requerir descargar actualizaciones.
- **Interfaz responsiva y amigable:** La interfaz de usuario se diseña para adaptarse y ser intuitiva en distintos tamaños de pantalla, brindando una experiencia buena en los dispositivos móviles y ordenadores de escritorio.
- **Conectividad constante:** Aunque algunas aplicaciones web funcionan sin conexión, la mayoría necesita conexión a Internet constante para el acceso a datos y servicios.

- **Escalabilidad:** Las aplicaciones web pueden escalar de forma fácil para manejar un gran número de datos y usuarios, empleando recursos del servidor adicionales, según se necesite.
- **Integración con otros servicios y tecnologías:** Pueden interactuar con otros servicios web, permitiendo integrarse con distintas plataformas y bases de datos.
- **Seguridad:** Implementan medidas de seguridad como HTTP, control de acceso, autenticación de usuarios, encriptación de datos, entre otros.
- **Almacenamiento de datos en la nube:** Los datos son almacenados en servidores remotos, permitiendo el acceso desde cualquier dispositivo y lugar, dependiendo de la conexión a Internet.

### 2.2.2. Internet de las cosas

#### Definición

IoT es la interconexión de objetos y dispositivos a través de una red, donde todos pueden ser visibles e interactuar entre sí; estos objetos pueden ser sensores, equipos mecánicos, electrodomésticos, entre otros; cualquier cosa puede estar conectada a Internet sin necesidad de que un ser humano intervenga, por ende, el objetivo de esta tecnología es la interacción de máquina a máquina, lo que se conoce como M2M [34].

El término IoT hace referencia a sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren información mediante redes inalámbricas con poca intervención de humanos, siendo posible gracias a la integración de los dispositivos tecnológicos en todo tipo de objetos; el funcionamiento de estos sistemas consiste en enviar, recibir y analizar datos de manera permanente en un ciclo de retroalimentación [35].

#### Clasificación del Internet de las cosas

El Internet de las Cosas (IoT) se puede clasificar de diversas formas según distintos criterios, como el ámbito de aplicación, tipo de dispositivo, nivel de inteligencia y conectividad. A continuación, se describen algunas clasificaciones [36]:

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
Según el ámbito de aplicación	IoT industrial	Se utiliza en sectores industriales como energía, manufactura, petróleo y gas.	Control de procesos industriales y mantenimiento predictivo.
	IoT doméstico	Aplicaciones en el hogar para la mejora de la seguridad, comodidad y eficiencia energética.	Domótica, sistemas de seguridad y asistentes virtuales.
	IoT de salud	Se enfoca en el monitoreo y la mejora de la salud.	Dispositivos de monitoreo de salud, equipos médicos y wearables.
	IoT en transporte	Mejoras en la gestión de transportes y logística.	Vehículos conectados, flotas de transporte y sistemas de gestión de tráfico.
	IoT en agricultura	Optimizar las actividades agrícolas.	Sistemas inteligentes de riego, gestión de ganado y monitoreo de cultivos.
Según el tipo de dispositivo	Dispositivos inteligentes	Equipos que procesan datos y toman decisiones autónomas.	Termostatos inteligentes y altavoces.
	Monitoreo y sensores	Equipos que recogen datos en el entorno.	Sensores de humedad y temperatura.
	Actuadores	Realizan acciones físicas en respuesta a los comandos.	Cerraduras, luces y válvulas automáticas.

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
Según el nivel de inteligencia	Dispositivos autónomos	Capaces de tomar decisiones que se basan en algoritmos sin intervención humana.	Robots de limpieza y drones autónomos.
	Semi autónomos	Necesitan cierta intervención humana.	Termostatos.
	Controlados remotamente	Necesitan el control directo humano.	Cámaras de seguridad.
Según la conectividad	IoT conectado a la nube	Dependen de servidores en la nube para procesar datos.	Asistentes de voz y servicios de cámaras de seguridad.
	IoT conectado localmente	Procesan datos localmente en la red.	Sistemas de monitoreo industrial.
	IoT híbrido	Combina procesamiento en la nube y local.	Vehículos autónomos que usan la nube y procesos locales.

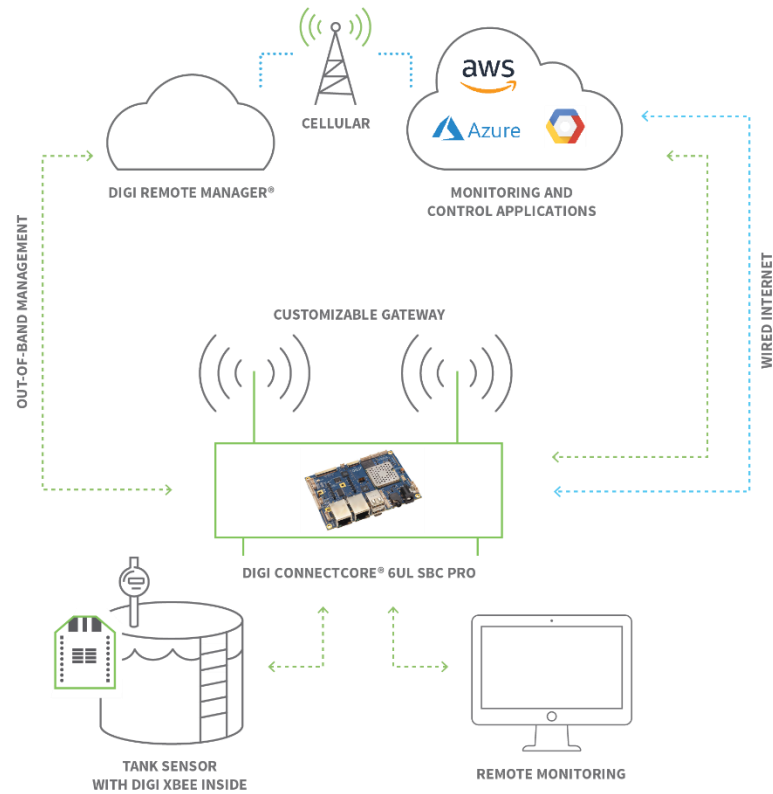
**Tabla 2: Clasificación del Internet de las cosas**

### **Internet de las Cosas Industrial**

El Internet de las Cosas Industrial (IIoT) se refiere a la aplicación de tecnologías IoT en entornos industriales para la mejora de la eficiencia, seguridad y productividad de los procesos, por medio del uso de sensores, sistemas de control y dispositivos conectados; el IIoT permite recopilar y analizar en tiempo real los datos provenientes de una infraestructura y operaciones industriales [37].

Esta integración de la automatización y conectividad permiten un mantenimiento predictivo, monitorización precisa y la toma de decisiones informada, minimizando los tiempos de inactividad y optimizando el uso de los recursos; en sectores, como la energía, manufactura, transporte y logística, el IIoT impulsa la transformación

digital, que facilita la creación de fábricas inteligentes, mejorando de forma significativa la capacidad de respuesta y accesibilidad ante demandas y condiciones operativas [37].



**Figura 1: Arquitectura del sistema IIoT**

La figura muestra una arquitectura típica del sistema de Internet de las Cosas Industrial para un monitoreo remoto de tanques utilizando diversas tecnologías, donde el flujo de agua se enlaza a un sensor para medir diferentes parámetros, equipado con tecnología para transmitir los datos. Así mismo, hay un dispositivo, siendo el núcleo del sistema, encargándose de recibir, procesar y retransmitir la información del sensor.

### **Monitoreo de la salubridad de agua en el reservorio**

El monitoreo de salubridad de agua en reservorios es un proceso vital para garantizar y evaluar la calidad del agua en áreas específicas, implicando la medición de diferentes parámetros que indican la salubridad y pureza del líquido para su uso

humano o ambiental; incluyendo el nivel de PH, turbidez, concentración de sustancias químicas y demás contaminantes [38].

El objetivo principal de monitorear la salubridad en el agua es verificar que el recurso sea seguro y cumpla con los estándares establecidos de calidad para su uso, ya sea el consumo humano, fines industriales, riego agrícola, entre otros; este proceso de monitoreo contribuye con la identificación de posibles riesgos para la salud pública y el medio ambiente, permitiendo implementar medidas preventivas o correctivas [39].

### **2.2.3. Sensores**

#### **Definición**

Es un dispositivo que detecta cambios o eventos en el entorno, brindando una salida correspondiente, usualmente una señal eléctrica, que puede interpretarse por un observador o sistema de control [40]. Los sensores son componentes esenciales en los sistemas automatizados y de control, permitiendo la captura de datos en tiempo real y convertirlos en información útil para tomar decisiones; funcionan por medio de la detección de diversas magnitudes químicas o físicas, como presión, luz, temperatura, humedad, entre otras [40].

#### **Características**

Las características generales de los sensores, se describen a continuación [41]:

- **Sensibilidad:** Capacidad del sensor para detectar cambios o variaciones en la magnitud que se mide.
- **Precisión:** Grado de exactitud con el cual el sensor mide una variable correspondiente.
- **Rango:** Límites inferior y superior, entre los cuales el sensor mide la variable con precisión.
- **Resolución:** Menor variación de la magnitud medida que detecta el sensor.
- **Rapidez de respuesta:** Tiempo que demora el sensor en responder a un cambio en la magnitud que se mide.
- **Linealidad:** Medida en que la salida del sensor es proporcional en cuanto a la entrada durante el rango de operación.

- **Estabilidad:** Capacidad del sensor para mantener las características funcionales a lo largo del tiempo.
- **Histéresis:** Diferente en la respuesta del sensor al momento de medir una misma magnitud durante incrementos o decrementos de la magnitud.

### Clasificación

La clasificación de los sensores, es la siguiente [42]:

Clasificación	Tipos
Según la señal de salida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analógicos</li> <li>- Digitales</li> </ul>
Según el principio de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecánicos</li> <li>- Eléctricos</li> <li>- Ópticos</li> <li>- Magnéticos</li> <li>- Químicos</li> </ul>
Según la variable medida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura</li> <li>- Humedad</li> <li>- Presión</li> <li>- Movimiento</li> <li>- Proximidad</li> </ul>
Según la aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Industriales</li> <li>- Biomédicos</li> <li>- Ambientales</li> </ul>

**Tabla 3: Clasificación de sensores**

### Sensor TDS



**Figura 2: Sensor TDS**

Un sensor TDS mide la concentración de sólidos disueltos totales en el líquido, usualmente en el agua; los sólidos disueltos incluyen minerales, metales y compuestos orgánicos que se encuentran presentes en el agua de manera disuelta; el sensor funciona midiendo la conductividad eléctrica del agua, de forma que la cantidad de iones disueltos afecta la capacidad del agua para conducción de la electricidad; la medición de TDS es fundamental en aplicaciones como monitoreo de la calidad de agua potable, tratamiento de aguas residuales, acuicultura y sistemas de purificación de agua [43].

### **Sensor de temperatura digital**



**Figura 3: Sensor de temperatura digital**

Es un dispositivo utilizado ampliamente para la medición de temperatura en distintos entornos, convirtiendo en señal eléctrica o digital que se interpreta por un sistema electrónico; se utiliza en varias aplicaciones, desde control de temperatura en sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado, hasta monitorizar procesos industriales, medicina, meteorología y electrónica [44].

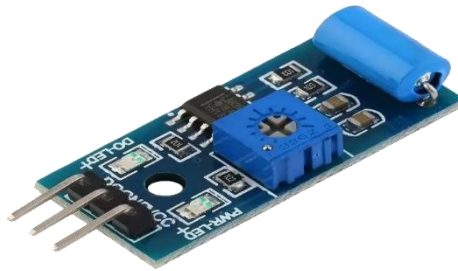
### **Sensor de turbidez**



**Figura 4: Sensor de turbidez**

Mide la claridad del líquido, determinando la cantidad de partículas que se encuentran suspendidas en el agua, las cuales se pueden dispersar o absorber la luz; este sensor funciona emitiendo haz de luz mediante el agua y mide la cantidad de luz que se dispersa debido a las partículas en suspensión; cuantas más partículas existan, la turbidez será mayor [45].

### **Sensor de vibraciones**



**Figura 5: Sensor de vibraciones**

Un sensor de vibraciones es un dispositivo que detecta y mide vibraciones o movimientos oscilatorios de un entorno u objeto; estos sensores pueden emplear diversos principios de operación, como magnetostricción, piezoelectricidad o acelerometría; se emplean para la monitorización del estado de máquinas y equipos, detectando desgastes, desequilibrios o desalineaciones y fallos [46].

### **2.2.3. Microcontrolador**

#### **Definición**

Es un pequeño circuito integrado que contiene una memoria, procesador y periféricos de entrada – salida en un solo chip; está diseñado para ejecutar tareas específicas de control en los sistemas embebidos, donde se utiliza para automatización de procesos y realizar operaciones de control en los dispositivos electrónicos; los microcontroladores son fundamentales en la implementación de sistemas que necesitan control y eficiencia de energía [47].

#### **Características**

Las características de los microcontroladores, son las siguientes [48]:

- **Unidad de procesamiento (CPU):** El núcleo del microcontrolador que ejecuta instrucciones y controla operaciones en el dispositivo.
- **Memoria flash:** Almacena el programa que el microcontrolador requiere ejecutar.
- **RAM:** Se utiliza para almacenar datos temporales, mientras el programa se encuentra ejecutándose.
- **Periféricos de entrada – salida:** Interfaces para interactuar con demás dispositivos y sensores externos.
- **Interfaces de comunicación:** Protocolos como SPI, UART, I2C para comunicarse con microcontroladores y dispositivos.
- **Temporizadores:** Se utilizan para tareas de temporización, funciones de control de tiempo y generación de señales.

### Clasificación

La clasificación de los microcontroladores, se detalla a continuación [49]:

Clasificación	Descripción
Por arquitectura	Se basan en arquitectura Harvard, definiéndose cómo se estructuran y acceder en la memoria.
Por tamaño de bus de datos	8 bit, 16 bit o 32 bits, que indican la cantidad de datos que el microcontrolador procesa.
Por aplicación	Se especializa en el control de motores y manejo de comunicaciones.
Por consumo de energía	Se adecúan para distintas necesidades de consumo de energía.

**Tabla 4: Clasificación de los microcontroladores**

### Tipos

Se dividen en diversos tipos, los cuales se describen [50]:

- **Microcontroladores de 8 bit:** Son simples de bajo costo, ideales para aplicaciones simples y tareas básicas; se emplean en productos como electrodomésticos, juguetes y sistemas de control.
- **Microcontroladores de 16 bit:** Capacidad mayor de procesamiento, adecuados para aplicaciones más complejas de control como sistemas industriales y automotrices.
- **Microcontroladores de 32 bit:** Alta capacidad de procesamiento, empleados en aplicaciones avanzadas como sistema de tiempo real, controladores industriales y dispositivos IoT.
- **Microcontroladores especializados:** Diseñados específicamente para las aplicaciones que necesitan funcionalidades especiales, como conectividad inalámbrica y manejo de motores.

### **Plataformas de desarrollo**

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en microcontroladores como Atmega328 en Arduino Uno; además, es utilizado ampliamente en educación, prototipos y proyectos de educación como simplicidad y comunidad de apoyo [51].

#### **Arduino IDE**

La IDE de Arduino o entorno de desarrollo integrado de Arduino, es la plataforma de software libre y de código abierto para desarrollar y programar proyectos usando placas de Arduino; el cual dispone de una interfaz fácil de utilizar para crear, compilar y cargar código en los microcontroladores de Arduino; el IDE de Arduino se ha convertido en la opción de aficionados, profesionales y estudiantes [52].

### **2.2.4. Lenguajes de programación**

#### **HTML**

El lenguaje de marcado de hipertexto es el código que se emplea para estructurar y desplegar la página web y sus contenidos; no es un lenguaje de programación, es un lenguaje de marcado que define la estructura, el cual consiste en una serie de elementos que se utilizan para encerrar distintas partes del contenido para que se vean y comporten de una forma determinada [53].

## **CSS**

CSS son las siglas de hojas de estilo en cascada, siendo un lenguaje que maneja el diseño y la presentación de los sitios web, es decir, cómo se presentan cuando un usuario los visita, funcionando junto con el lenguaje HTML y encargándose del contenido básico de las páginas; se denominan hojas de estilo en cascada, porque puede tener diversas propiedades heredadas [54].

## **PHP**

Es un lenguaje de programación que se centra en el desarrollo de aplicaciones web para favorecer la conexión entre la interfaz de usuario y los servidores; entre los factores que hicieron que PHP se volviera tan popular, se destaca que es de código abierto, lo cual significa que cualquiera puede modificar la estructura, representando dos cosas importantes [55]:

- Es de código abierto, es decir, no hay restricciones de uso que se vinculan a los derechos. El usuario puede utilizar PHP para programar en proyectos y comercializarlos sin inconvenientes.
- Se encuentra en perfeccionamiento constante, gracias a una comunidad de programadores comprometidos y proactivos.

## **JAVASCRIPT**

Es un lenguaje de programación que los programadores usan para realizar páginas web interactivas, desde la actualización de fuentes de redes sociales a mostrar mapas interactivos o animaciones; las funciones de JavaScript pueden mejorar la experiencia de usuario de una página web, tratándose de una de las tecnologías principales de la WWW [56].

### **2.2.5. Base de datos**

Es un conjunto organizado de datos gestionados y almacenados de forma electrónica; estas bases de datos se diseñan para facilitar la creación, actualización, recuperación y gestión de datos eficientemente; los sistemas de gestión de bases de datos son programas de software que permiten la interacción de los usuarios con las bases de datos para realización de tareas [57].

## **Tipos de Bases de Datos**

### **Bases de Datos relacionales**

Las bases de datos relacionales organizan los datos en tablas interrelacionadas; cada tabla se centra en filas y columnas; los datos en distintas tablas pueden vincularse por medio de claves primarias y foráneas [58].

### **Características de las bases de datos relacionales**

Las características, son las siguientes [58]:

- **Estructura tabular:** Los datos están organizados en tablas.
- **SQL:** Emplean SQL para consulta y gestión de los datos.
- **Integridad referencial:** Garantizan la validez y la consistencia de los datos por medio de restricciones de integridad.
- **Normalización:** Facilitan la reducción de dependencia y redundancia de los datos.

### **Bases de Datos no relacionales**

Las bases de datos no relacionales gestionan y almacenan los datos de una forma que no necesita la estructura tabular de las bases de datos relacionales; estas bases de datos se diseñan para manejar volúmenes grandes de datos no estructurados o semiestructurados y permiten flexibilidad para diseñar el esquema de datos [59].

### **Características de las bases de datos no relacionales**

Las características se describen a continuación [59]:

- **Flexibilidad de esquema:** No necesita un esquema fijo y permiten la modificación de estructuras de datos de forma fácil.
- **Escalabilidad horizontal:** Pueden distribuir datos y operaciones por medio de múltiples servidores.
- **Diversidad de modelos de datos:** Soportan diversos modelos de datos, como grafos, documentos, pares y columnas.

## **MySQL**

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional extendido actualmente al basarse en código abierto, desarrollado originalmente por MySQL AB, adquirida por la empresa MicroSystems en el año 2008 y comprada por Oracle Corporation en 2010; MySQL es un sistema de gestión de bases de datos que posee una doble licencia, contando con una versión comercial [60].

### **2.3. Metodología del Proyecto**

#### **2.3.1 Metodología de Investigación**

Para ejecutar la presente propuesta, se utilizará la metodología de investigación de tipo exploratoria [61], con el objetivo de adquirir conocimientos relevantes del contexto relacionado con la salubridad del agua en el reservorio en el Puerto Pesquero de Anconcito; razón por la cual, se lleva a cabo una indagación de trabajos previos enfocados en sistemas domóticos para medir la calidad del agua en un área en específico, así como aplicaciones web diseñadas para gestionar IoT. Esto se realizará con el fin de identificar similitudes y diferencias con respecto al trabajo para desarrollar una solución factible.

Además, se aplicará la metodología de investigación de tipo diagnóstica [61], adentrándose en la problemática actual, con el objetivo de obtener el conocimiento detallado de los inconvenientes que enfrenta el Puerto Pesquero de Anconcito con respecto al control de la salubridad del agua en el reservorio hídrico. Para lograr esto, se llevará a cabo una encuesta al personal que labora en el área, además de realizar entrevistas a los administrativos y emplear el método de observación en el lugar; con el fin de recabar información para elaborar los requisitos del sistema.

El desarrollo de una aplicación web integral con IoT, para monitorear en tiempo real la salubridad del agua en el reservorio hídrico del Puerto de Anconcito, tendrá un impacto positivo en los 9 operarios encargados de controlar este proceso en el reservorio, debido que, les ayudará a garantizar que el agua cumpla con los estándares requeridos de salubridad, cumpliendo con regulaciones ambientales, minimizando la contaminación y mejorando la calidad del líquido.

Así mismo, proporciona beneficios a los 3 administradores del lugar, otorgándoles acceso inmediato a los datos en tiempo real del sistema, permitiéndoles tomar decisiones acordes sobre la gestión de este recurso, por ende, se incrementa la seguridad y eficiencia en las operaciones.

De igual forma, el proyecto aporta beneficios significativos a la comunidad local, de manera que, la mejora de la calidad del agua en el reservorio hídrico, tiene un efecto favorable en la salud del área, reduciendo la probabilidad de enfermedades transmitidas por este recurso vital.

Con el desarrollo del aplicativo web integral enlazado al prototipo a escala del reservorio hídrico del Puerto de Anconcito, mediante el módulo de reportería, posibilitará a los encargados identificar en menor tiempo la presencia de contaminantes en el reservorio, permitiendo detener el proceso de llenado de forma oportuna.

### **2.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

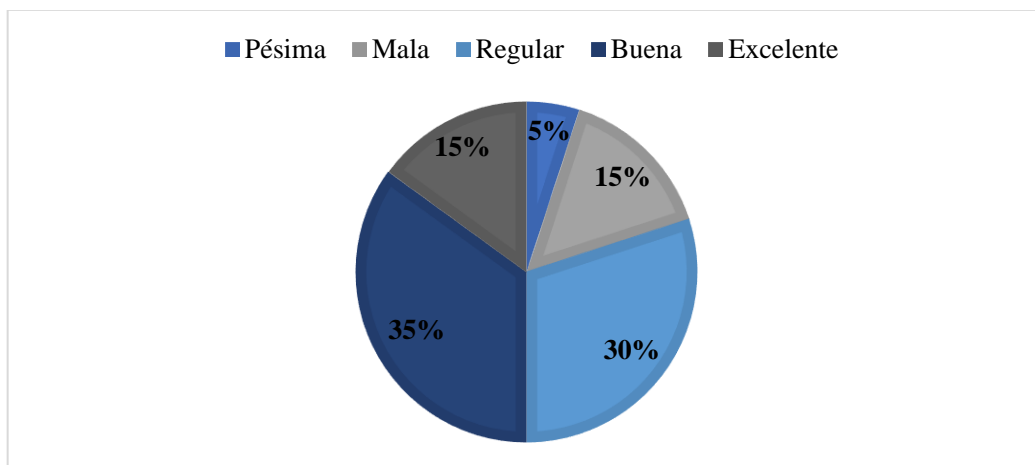
En el presente trabajo se utilizan diversas técnicas de recolección de datos, con el fin de comprender el proceso de control de la salubridad del agua en el reservorio hídrico ubicado en el Puerto Pesquero de Anconcito; motivo por el cual, se aplicó una encuesta dirigida al personal laboral ([Ver Anexo 1](#)), para determinar la problemática que se genera con respecto al uso y a la salubridad del reservorio.

Así mismo, se realizó una entrevista a los administradores del Puerto Pesquero ([Ver Anexo 2](#)), para analizar la necesidad de mejorar la salubridad en el reservorio; Además, se efectuó el método de observación en el lugar ([Ver Anexo 3](#)), con el propósito de identificar los inconvenientes que surgen en el proceso de control de la calidad del recurso vital, estableciendo los requerimientos funcionales y no funcionales, necesarios para implementación del aplicativo web integral.

### **2.3.3. Análisis de recopilación de la información**

#### **Análisis de la encuesta dirigida al personal laboral del Puerto Pesquero**

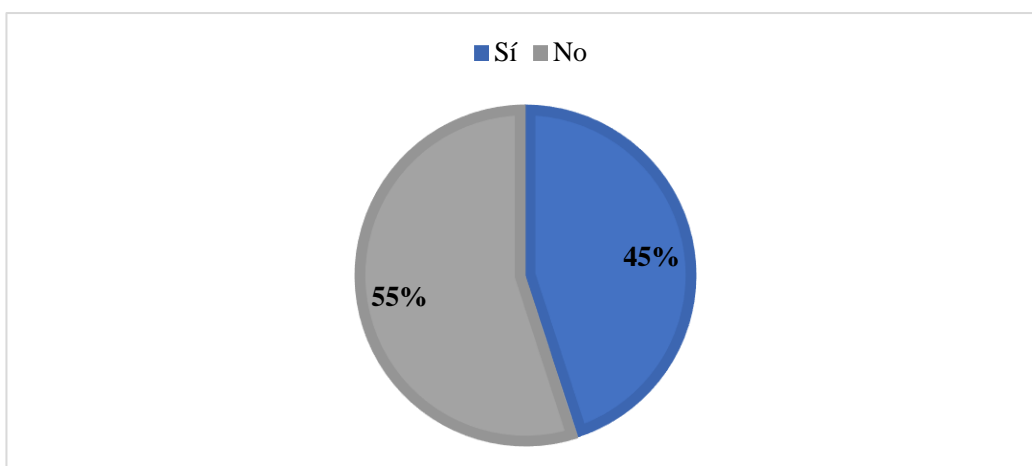
- 1. ¿Cómo calificaría usted la salubridad del agua en el puerto pesquero diariamente?**



**Figura 6: Calificación de la salubridad del agua**

Se pudo determinar que, el 35% de la población encuestada, califica la salubridad del agua en el puerto pesquero diariamente como buena; mientras que, el 30% indica que es regular, el 15% manifiesta que es excelente, 15% declara que es mala y solo el 5% revela que es pésima.

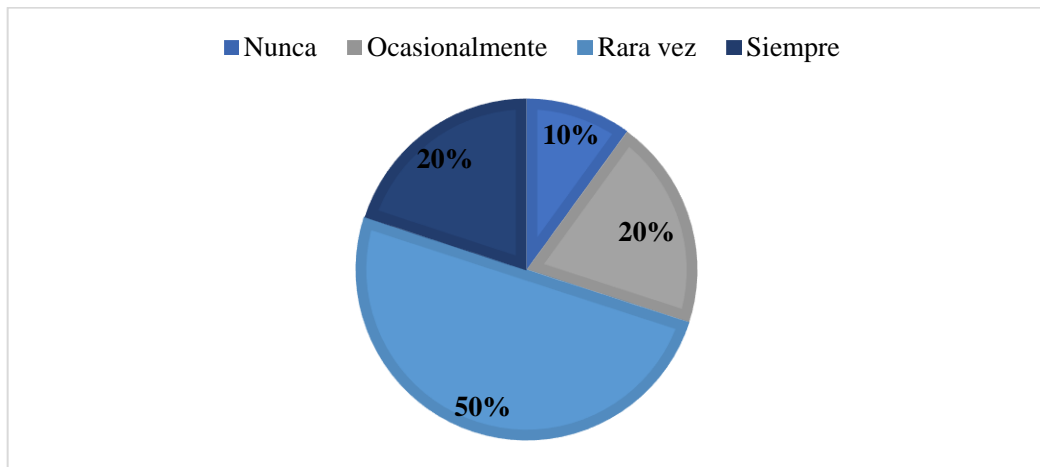
**2. ¿El agua del reservorio se utiliza para el consumo humano?**



**Figura 7: Uso del agua del reservorio**

El 55% de los encuestados indican que, el agua del reservorio se utiliza para el consumo humano; mientras que, el 45% manifiesta que no se usa para esto.

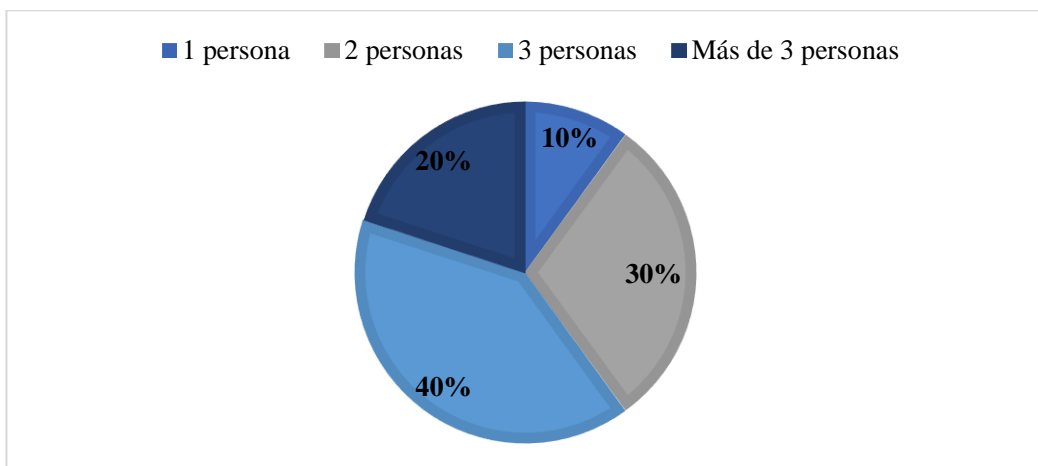
**3. ¿Con qué frecuencia existen problemas por no darse cuenta de que el agua del reservorio está insalubre?**



**Figura 8: Frecuencia de problemas por agua insalubre**

Se pudo determinar que, el 50% de la población encuestada, manifiesta que rara vez existen problemas por no darse cuenta de que el agua del reservorio está insalubre; mientras que, el 20% indica que siempre los hay, el 20% declara que ocasionalmente y el 10% releva que nunca hay inconvenientes.

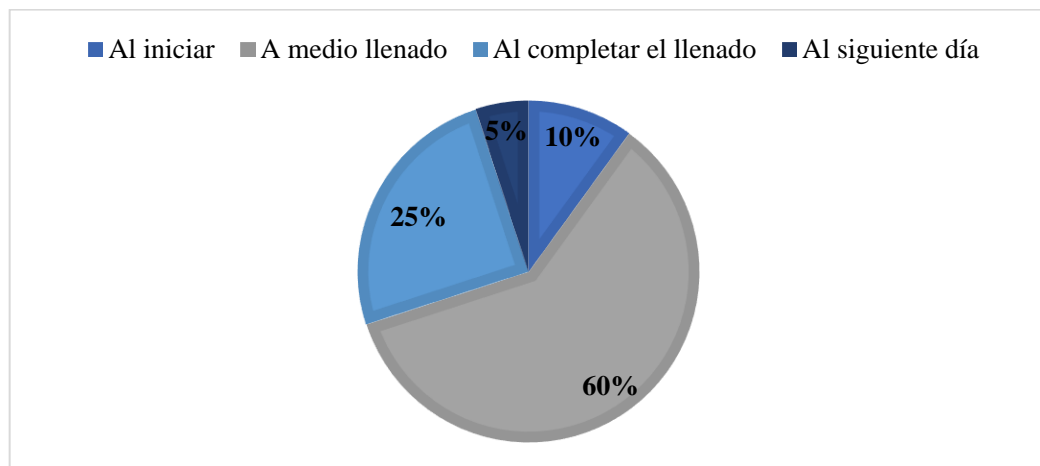
**4. ¿Cuántas personas están encargadas de llenar el reservorio?**



**Figura 9: Personas encargadas de llenar el reservorio**

El 40% de los encuestados indican que, hay 3 personas encargadas de llenar el reservorio; mientras que, el 30% manifiesta que hay 2 personas, el 20% revela que son más de 3 personas y el 10% declara que es una sola persona.

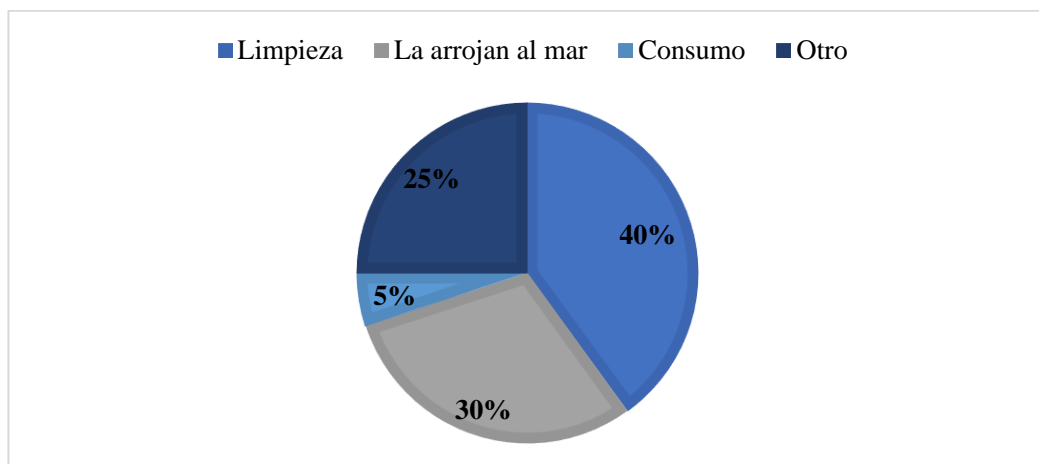
**5. ¿En qué tiempo de llenado se dan cuenta que el agua en el reservorio es insalubre?**



**Figura 10: Tiempo de llenado para verificar agua insalubre**

Se pudo determinar que, el 60% de la población encuestada, manifiesta que a medio llenado se dan cuenta que el agua en el reservorio es insalubre; mientras que, el 25% indica que se dan cuenta al completar el llenado, el 10% declara que al iniciar y el 10% revela que al siguiente día.

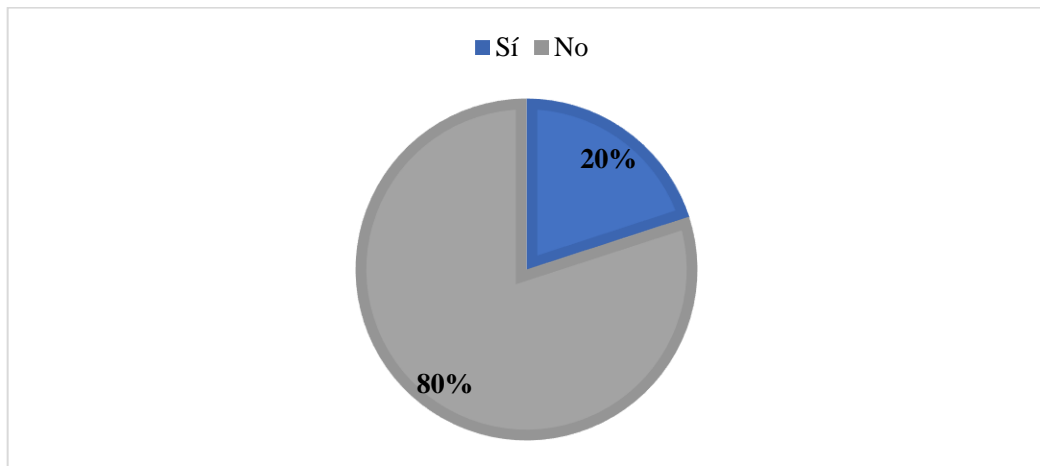
**6. ¿Qué hacen con el agua insalubre?**



**Figura 11: Uso del agua insalubre**

El 40% de los encuestados indican que, con el agua insalubre se realiza limpieza; mientras que, el 30% manifiesta que la arrojan al mar, el 25% revela que tiene otros usos y el 5% declara que se utiliza para el consumo.

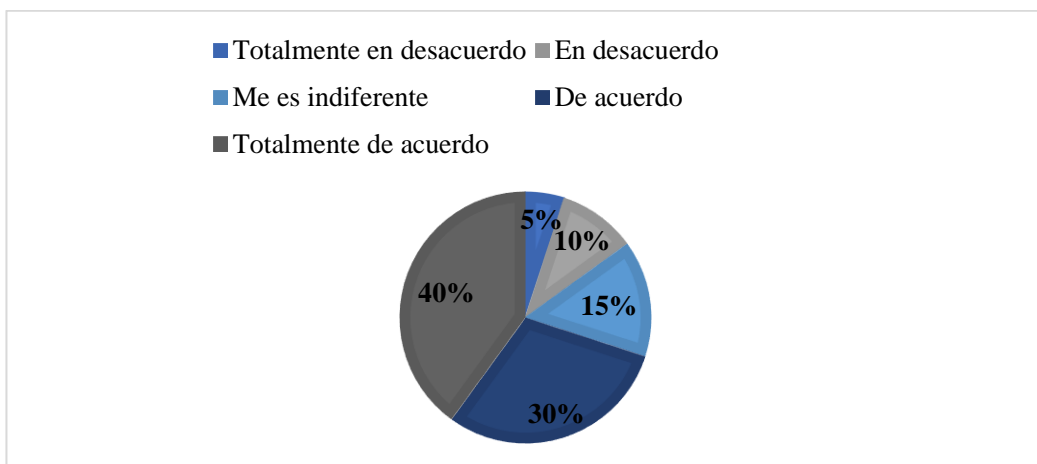
**7. ¿Posee suministro de agua potable, en caso de que el reservorio se llene con agua insalubre?**



**Figura 12: Suministro adicional de agua potable**

Se pudo determinar que, el 80% de la población encuestada, manifiesta que no poseen suministro de agua potable en caso de que el reservorio se llene con agua insalubre; mientras que, el 20% indica que no lo poseen.

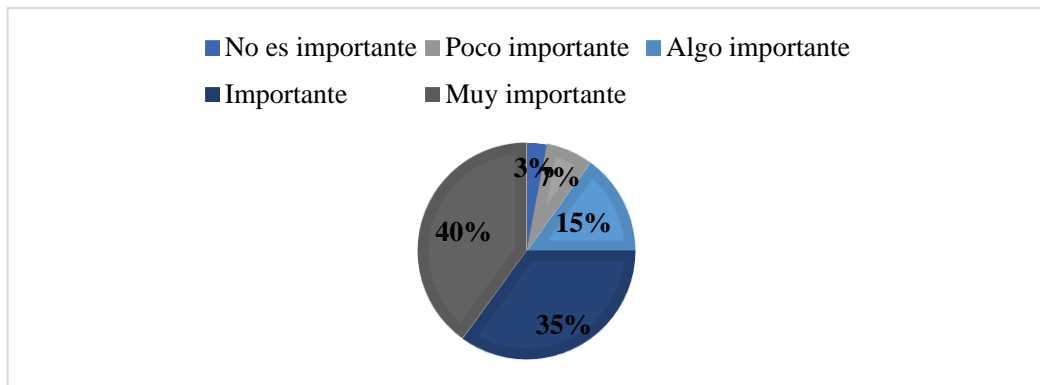
**8. ¿Está de acuerdo con que se implemente un sistema IoT para controlar la salubridad del agua en el reservorio?**



**Figura 13: Implementación de un sistema IoT**

El 40% de los encuestados indican que, están totalmente de acuerdo con que se implemente un sistema IoT para controlar la salubridad del agua en el reservorio; mientras que, el 30% manifiesta que están de acuerdo, el 15% revela que le es indiferente, el 10 % indica que está en desacuerdo y el 5% declara que está en total desacuerdo.

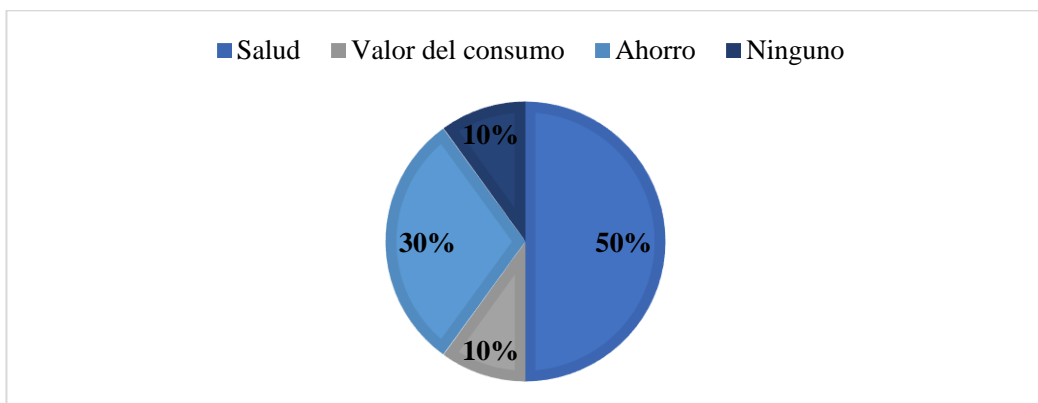
**9. ¿Qué tan importante cree que sería para el puerto pesquero tener la implementación IoT conectada a un aplicativo web?**



**Figura 14: Implementación IoT conectada a una app web**

Se pudo determinar que, el 40% de la población encuestada, manifiesta que es muy importante para el puerto pesquero tener la implementación IoT conectada a un aplicativo web; mientras que, el 35% indica que es importante, el 15% revela que es algo importante, el 7% declara que es poco importante y el 3% considera que no es importante.

**10. ¿En qué aspecto contribuiría esta implementación al puerto pesquero?**



**Figura 15: Aspectos que contribuyen la implementación**

El 50% de los encuestados indican que, el aspecto que contribuiría la implementación al puerto pesquero es la salud; mientras que, el 30% manifiesta que sería el ahorro, el 10% revela que sería el valor del consumo y el 10% declara que no sería ninguno.

**11. En su opinión, ¿Cuáles son los principales inconvenientes que se generan con respecto a la mala salubridad del agua en el reservorio?**

Los inconvenientes principales que se derivan de la mala salubridad del agua en el reservorio del puerto pesquero de Anconcito, integran la contaminación de productos marinos, propagación de enfermedades entre consumidores y trabajadores, el impacto negativo en la reputación del puerto, falta de control acorde puede resultar en el desperdicio de agua y pérdidas monetarias. Estos inconvenientes afectan a la salud pública como a la viabilidad operativa en el puerto, resaltando la urgencia de implementar medidas, garantizando la calidad de agua y seguridad de las actividades portuarias.

**Análisis de la encuesta**

La encuesta revela varias preocupaciones con respecto a la salubridad del agua en el puerto pesquero. La mayoría de los participantes encuestados perciben problemas en cuanto a la calidad del agua, ya que, un porcentaje considerable la utiliza para consumo humano, a pesar de que los inconvenientes de insalubridad no son detectados con frecuencia. Así mismo, muchos solo se percatan de la insalubridad del recurso a medio llenado del reservorio y carecen de un suministro adicional de agua potable, subrayando la necesidad del puerto pesquero. La implementación de un sistema IoT para el monitoreo de la calidad del agua, cuenta con un apoyo de la mayoría, por lo que se requiere dar una solución tecnológica para la mejora de la salud y seguridad en el puerto.

Con base en este análisis, se pudo determinar los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto, en donde los funcionales incluyen la necesidad del sistema IoT para monitorear en tiempo real la calidad del agua, con sensores que midan los parámetros indicados. Por otro lado, los requerimientos no funcionales abordan aspectos como la facilidad del uso del sistema. Esta solución tecnológica

mejorará significativamente la gestión de la salubridad del agua en el reservorio del puerto pesquero.

### **Análisis de la entrevista dirigida al personal administrativo del Puerto Pesquero**

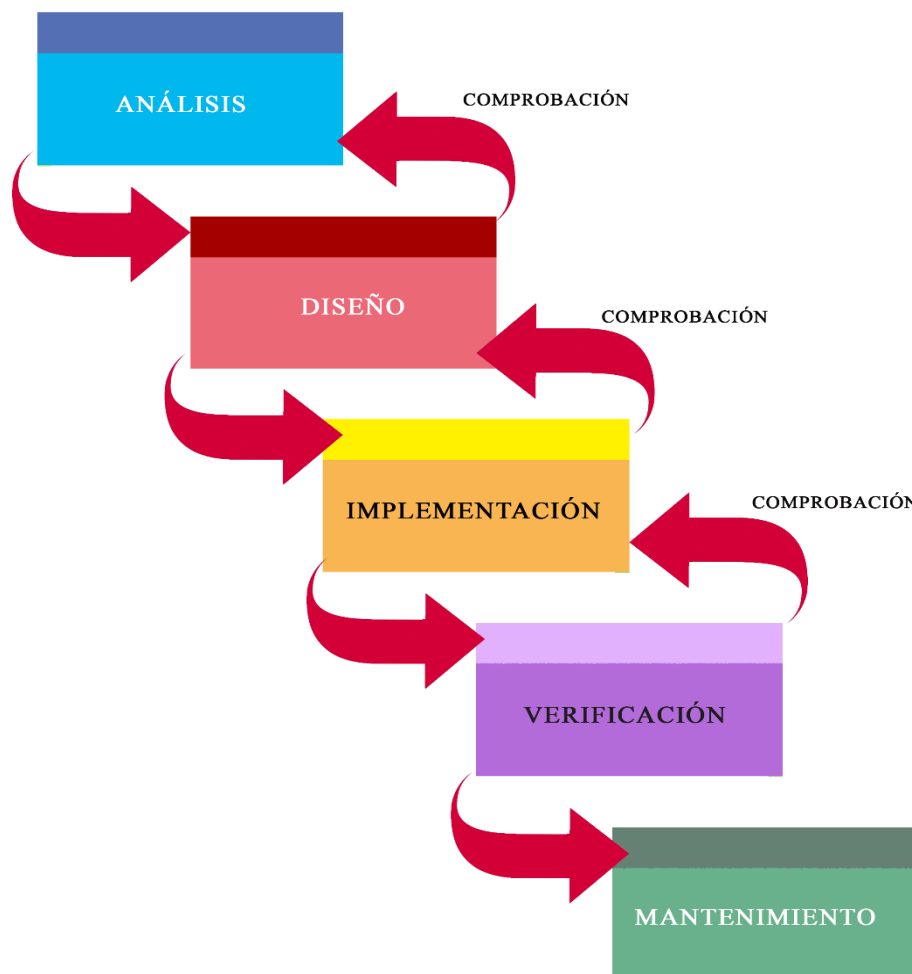
En ([Ver Anexo 3](#)), se destacan los resultados de la entrevista realizada, revelando deficiencias significativas en el monitoreo de la salubridad de agua en el reservorio del puerto pesquero. El proceso de limpieza no es suficiente y se realiza en un periodo de tiempo no determinado para que garantice la calidad del agua. La falta de dispositivos para medir los parámetros esenciales, como temperatura o PH agrava la situación, debido que, no hay un control efectivo en la salubridad. Así mismo, el agua insalubre se usa de forma insegura o se desecha, generando problemas ambientales. Además, hay carencia de personal especializado en la supervisión de la calidad del agua, resultando en una gestión deficiente y riesgos en la salud pública. Finalmente, la tecnología IoT se presenta como una solución viable, ofreciendo el monitoreo en tiempo real, mejorando la seguridad y el control de la salubridad del agua.

#### **2.3.4. Metodología de desarrollo**

La aplicación web integral se desarrollará empleando la metodología en cascada, siendo un procedimiento lineal caracterizado por dividir los procesos de desarrollo en etapas sucesivas iterativas, las cuales se ejecutan solo una vez; los resultados de cada una de las fases, sirven como hipótesis de partida para la siguiente. Dichas etapas, se nombran a continuación [62]:

- **Análisis:** Se establece la finalidad del aplicativo web, identificando los objetivos y detallando de forma minuciosa los requerimientos del software, obteniéndolos a través de diversas técnicas de recolección de información, como encuestas, entrevistas y observación.
- **Diseño:** Se utiliza la información recabada en la etapa anterior, para crear la estructura centralizada del sistema, identificando los componentes clave del aplicativo web, a la vez, incorporando el diseño de cada uno de los módulos del sistema.

- **Implementación:** Se enfoca en la transformación del diseño en código fuente, es decir, se programa el aplicativo web utilizando herramientas específicas y lenguajes de programación adecuados, de acuerdo al diseño y especificaciones definidas previamente.
- **Verificación:** Implican que los usuarios finales evalúen el sistema en su totalidad, asegurándose que cumple con todos los requerimientos establecidos en la primera etapa.
- **Mantenimiento:** Es la última etapa del modelo en cascada, donde se garantiza que el aplicativo web funcione de manera correcta a lo largo del tiempo, implicando mantener el aplicativo actualizado y realizar ajustes necesarios para las cambiantes necesidades de los clientes.



**Figura 16: Metodología de desarrollo de software - Modelo Cascada**

## CAPÍTULO 3. PROPUESTA

### 3.1. Requerimientos

#### 3.1.1. Requerimientos Funcionales

<b>Código</b>	<b>Especificación</b>
RF-01	El aplicativo web permite a los usuarios acceder al sistema, por medio del módulo de inicio de sesión.
RF-02	El aplicativo web cuenta con dos tipos de usuarios: Administrador (encargado de gestionar el sistema) y Empleado (funciones limitadas para visualizar información de sensores).
RF-03	El módulo de inicio de sesión, se estructura con: imagen de fondo, formulario para ingresar usuario y clave, botón para acceso al sistema.
RF-04	El módulo principal, se estructura con: imagen de fondo, menú de opciones en la parte superior, y en el lado derecho, se halla el botón que permite cerrar sesión.
RF-05	El menú de opciones se mostrará con diferentes elementos dependiendo del rol asignado.
RF-06	El administrador puede visualizar en el menú de opciones: gestión de usuarios, sensores de calidad de agua (TDS, turbidez, sedimentos y vibraciones) y Dashboard de la calidad del agua.
RF-07	El empleado puede visualizar en el menú de opciones: sensores de calidad de agua (TDS, turbidez, sedimentos y vibraciones).
RF-08	El aplicativo web permite a los usuarios dar clic en las opciones que contiene el menú, dependiendo de la acción que deseen realizar.
RF-09	El botón “guardar”, permite almacenar o modificar información en la base de datos.

<b>Código</b>	<b>Especificación</b>
RF-10	El botón “cancelar”, permite cancelar la acción, cerrando el modal y volviendo al módulo anterior.
RF-11	El botón “salir”, se utiliza para que el usuario cierre sesión en el aplicativo web.
RF-12	El botón amarillo en el apartado opciones de la tabla, permite modificar información.
RF-13	El botón rojo en el apartado opciones de la tabla, permite desactivar información.
RF-14	El botón azul en el apartado opciones de la tabla, permite activar información.
RF-15	El botón “reporte”, permite cargar en una nueva pestaña o enlace del navegador, el informe PDF de la información seleccionada.
RF-16	El aplicativo web carga mensajes de alerta, dependiendo de la acción realizada.
RF-17	En el módulo de gestión de usuarios, el administrador puede buscar, visualizar, almacenar, editar, activar y desactivar los usuarios.
RF-18	En el módulo de sensor de calidad del agua (TDS), el usuario visualiza la información del sensor, busca y carga el reporte PDF por rango de fechas.
RF-19	En el módulo de sensor de calidad del agua (turbidez), el usuario visualiza la información del sensor, busca y carga el reporte PDF por rango de fechas.
RF-20	En el módulo de sensor de calidad del agua (sedimentos), el usuario visualiza la información del sensor, busca y carga el reporte PDF por rango de fechas.
	En el módulo de sensor de calidad del agua (vibraciones), el usuario visualiza la información del

<b>Código</b>	<b>Especificación</b>
RF-21	sensor, busca y carga el reporte PDF por rango de fechas.
RF-22	En el módulo de Dashboard, el usuario podrá visualizar información importante acerca de los sensores de calidad del agua. De la misma forma, se cargan las gráficas estadísticas para la identificación de tendencias.
RF-23	El sistema domótico se creará bajo el prototipo del reservorio hídrico del Puerto de Anconcito.
RF-24	El sistema domótico debe contar con un suministro de energía eléctrica para su funcionamiento correcto.
RF-25	El sistema domótico debe tener servicio de Internet de por medio.
RF-26	El sistema domótico contiene un web service que está almacenado en el servidor, teniendo archivos para realizar las consultas a la base de datos.
RF-27	El sistema domótico valida la conexión con el servidor, antes de realizar consultas.
RF-28	El sistema domótico estará conectado a componentes electrónicos, como la placa Arduino uno y sensores de calidad del agua.
RF-29	Los sensores detectarán anomalías en la calidad del agua y emitirán alertas vía mensaje de texto al administrador.
RF-30	Los sensores detectarán anomalías en la calidad del agua y se cerrará la electroválvula de forma automática.

**Tabla 5: Requerimientos funcionales**

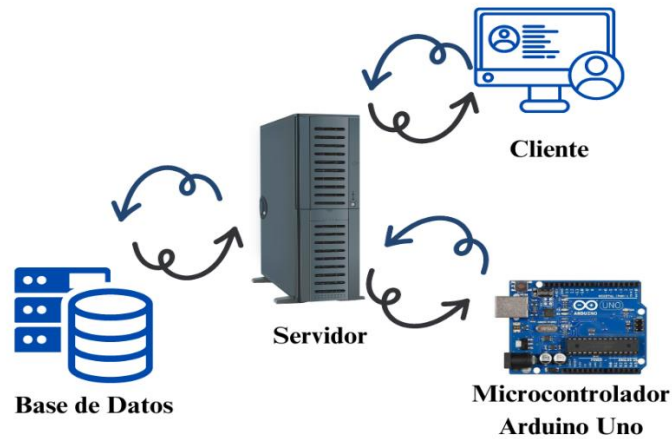
### 3.1.2. Requerimientos no Funcionales

<b>Código</b>	<b>Detalle</b>
RNF-01	La aplicación web se encontrará disponible siempre y cuando los usuarios inicien sesión correctamente en el sistema.
RNF-02	La aplicación web validará que el usuario y contraseña, estén almacenados en la base de datos.
RNF-03	La base de datos se actualiza luego de que el usuario realice acciones determinadas, en tiempo real.
RNF-04	El módulo de los sensores se actualiza en tiempo real, con los datos proporcionados por el sistema domótico.
RNF-05	La validación del rol asignado, se realiza para verificar que usuario está accediendo al sistema.
RNF-06	Los campos requeridos deben ser ingresados de manera correcta, para poder almacenarlos exitosamente en la base de datos.
RNF-07	El aplicativo web se diseña aplicando la arquitectura de cliente – servidor.
RNF-08	El aplicativo web es escalable, es decir, se puede integrar sensores nuevos en el reservorio y llamar la información en el sistema.
RNF-09	El sistema domótico está controlado por la placa Arduino uno.
RNF-10	El sistema domótico está conectado como cliente y se enlaza al servidor para realizar las consultas a la base de datos.

**Tabla 6: Requerimientos no funcionales**

## 3.2. Componentes de la Propuesta

### 3.2.1. Arquitectura del Sistema



**Figura 17: Arquitectura del sistema**

La estructura del sistema se modela en base a la Arquitectura Cliente – Servidor, en donde el usuario interactúa con el sistema por medio de los módulos gráficos que brinda el aplicativo web, por consiguiente, las acciones que se realizan dentro del sistema, en el cual se emitirán las consultas internas SQL hacia la base de datos, para obtener respuesta. Así mismo, las interfaces se desarrollaron en el IDE de Visual Studio Code, utilizando los lenguajes HTML, CSS, PHP y JavaScript. Mientras que, el sistema domótico se realizó en el software Arduino IDE.




El sistema de gestión de bases de datos utilizado es MySQL donde a través de vistas y consultas, se extrae la información almacenada de la base de datos. Empleando las herramientas antes mencionadas se elaboró la estructura del sistema para luego realizar la codificación y mantenimiento de cada módulo.

### 3.2.2. Componentes de hardware

En este apartado, se realizarán tablas comparativas de los diferentes componentes de hardware que se utilizarán en el prototipo de domótica, evidenciando la elección de cada uno.

## Placa microcontroladora Arduino

Es una plataforma de hardware libre que se centra en una placa de microcontrolador y un entorno de desarrollo integrado, diseñada para la creación de proyectos interactivos de electrónica, permitiendo conectar sensores y actuadores.

Características	Arduino uno	Arduino Mega	Arduino Leonardo
<i>Imagen</i>			
<i>Microcontrolador</i>	Atmega238P	Atmega250	Atmega32u4
<i>Voltaje de operación</i>	5V	5V	5V
<i>Voltaje de entrada</i>	7 – 12 V	7 – 12 V	7 – 12 V
<i>Pines digitales</i>	14	54	20
<i>Pines analógicos</i>	6	16	12
<i>Pines PWM</i>	6	15	7
<i>Corriente DC</i>	20 mA	20 mA	40 mA
<i>Memoria flash</i>	32 KB	256 KB	32 KB
<i>SRAM</i>	2 KB	8 KB	2.5 KB
<i>EEPROM</i>	1 KB	4 KB	1 KB
<i>Comunicación serial</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Velocidad de reloj</i>	16 MHz	16 MHz	16 MHz
<i>Comunicación SPI</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Compatible con shields</i>	Sí	Sí	Sí
<i>USB</i>	Tipo B	Tipo B	Tipo micro




<b>Características</b>	<b>Arduino uno</b>	<b>Arduino Mega</b>	<b>Arduino Leonardo</b>
<b><i>Precio</i></b>	\$15	\$35	\$25

**Tabla 7: Placa microcontroladora Arduino**

Se pudo determinar que la placa Arduino uno es ideal para el proyecto de domótica, debido a sus especificaciones técnicas y su accesibilidad en cuanto al precio. Además, ofrece un rendimiento estable y fiable.

### **Módulo shield ethernet**

Es un accesorio que se conecta a la placa Arduino brindando conectividad a redes Ethernet. Este módulo permite que el Arduino se comunice por medio de la Internet y redes locales.

<b>Características</b>	<b>Módulo 1</b>	<b>Módulo 2</b>	<b>Módulo 3</b>
<b><i>Chipset Ethernet</i></b>	<b>W5100</b>	<b>ENC28J60</b>	<b>W5500</b>
<b><i>Imagen</i></b>			
<b><i>Velocidad máxima</i></b>	10/100 Mbps	10 Mbps	10/100 Mbps
<b><i>Conexión</i></b>	SPI	SPI	SPI
<b><i>Memoria RAM</i></b>	16 KB	8 KB	32 KB
<b><i>Consumo de energía</i></b>	70 mA	180 mA	50 mA
<b><i>Compatibilidad</i></b>	Arduino uno, mega y otros	Varios modelos de Arduino	Varios modelos de Arduino
<b><i>Pines adicionales</i></b>	Sí	Sí	Sí
<b><i>Tamaño</i></b>	Estándar para Shields	Pequeño	Estándar para Shields
<b><i>Soporte de librerías</i></b>	Amplio	Limitado	Amplio




Características	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3
<i>Precio</i>	\$15	\$15	\$25

**Tabla 8: Módulo shield ethernet**

Se escogió el módulo Ethernet W5100 debido a sus características y su compatibilidad con Arduino uno. Este módulo ofrece una velocidad de 10/100 Mbps y se conecta mediante una interfaz SPI, asegurando una buena comunicación.

### **Módulo Sensor analógico de conductividad TDS**

Es un dispositivo que está diseñado para medir la cantidad de sólidos disueltos totales (TDS) presentes en la solución acuosa, detectando la conductividad eléctrica del agua, la cual se relaciona con la concentración de sales y minerales.

Características	Conductividad de agua análogo	Atlas Scientific EZO™ Conductivity Sensor	DFRobot Gravity: Analog TDS Sensor Meter V1.0
<i>Imagen</i>			
<i>Rango de medición</i>	0 – 1000 ppm	0 – 20000 ppm	0 – 1000 ppm
<i>Salida</i>	Analógica	I2C, UART y USB	Analógica
<i>Voltaje de operación</i>	3.3V – 5V	3.3V – 5V	5V
<i>Precisión</i>	+/-10%	+/-2%	+/-10%
<i>Consumo de energía</i>	<20 mA	<15 mA	<20 mA
<i>Temperatura</i>	0°C – 40°C	0°C – 50°C	0°C – 40°C



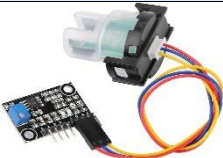


Características	DS18B20	LM35	DHT22
<i>Interfaz de comunicación</i>	1 Wire	Analógica	Digital
<i>Calibración</i>	Sí	No	No
<i>Tiempo de respuesta</i>	750 ms	Instantáneo	2 seg
<i>Tamaño</i>	Pequeño	Pequeño	Pequeño
<i>Precio</i>	\$3	\$3	\$7

**Tabla 10: Sensor de temperatura sumergible**

Luego de revisar las especificaciones técnicas, se escogió el sensor de temperatura sumergible DS18B20 debido a su versatilidad, precio, precisión y fiabilidad en los entornos acuosos, brindando lecturas digitales directas.

#### **Sensor de turbidez de agua**

Es un dispositivo que mide la cantidad de partículas suspendidas en el líquido, indicando turbidez en el agua, utilizando principios ópticos para la detección de la dispersión de la luz que causan las partículas en el agua.

Características	Turbidex 1000	Turbimax 4000	AquaTurb 500
<i>Imagen</i>			
<i>Rango de medición</i>	0 – 1000 NTU	0 – 4000 NTU	0 – 500 NTU
<i>Tipo de sensor</i>	Óptico	Óptico	Óptico
<i>Precisión</i>	Dispersión de luz	Dispersión de luz	Dispersión de luz
<i>Principio de medición</i>	+2%	+3%	+1%
<i>Tiempo de respuesta</i>	<5 segundos	<10 segundos	<3 segundos
<i>Temperatura</i>	0°C – 50°C	0°C – 40°C	-10°C – 60°C




Características	Turbidex 1000	Turbimax 4000	AquaTurb 500
<i>Tamaño</i>	Pequeño	Compacto	Estándar
<i>Calibración</i>	Manual	Automática	Manual
<i>Precio</i>	\$35	\$50	\$20

**Tabla 11: Sensor de turbidez de agua**

El sensor de turbidez Turbidex 1000 fue seleccionado por su precisión al momento de medir la turbidez de agua, con el rango de medición que posee, ofrece lecturas confiables en un tiempo rápido de menos de 5 segundos.

### **Módulo sensor de vibraciones**

Es un dispositivo que detecta y mide vibraciones en el entorno, convirtiéndolas en señales eléctricas que se pueden interpretar por microcontroladores y otros sistemas de procesamiento.

Características	NC SW-420	Grove	ADXL335
<i>Imagen</i>			
<i>Tipo de sensor</i>	Sensor de vibración	Sensor de vibración piezoeléctrico	Acelerómetro triaxial
<i>Rango de detección</i>	Vibraciones generales	Vibraciones generales	+/-3g
<i>Voltaje</i>	3.3V – 5V	3.3V – 5V	1.8V – 3.6V
<i>Salida</i>	Digital	Analógica	Analógica
<i>Consumo de energía</i>	Bajo	Bajo	Muy bajo
<i>Sensibilidad</i>	Alta	Media	Alta
<i>Temperatura</i>	-10°C a +70°C	-40°C a +85°C	-40°C a +85°C
<i>Interfaz de comunicación</i>	Digital	Analógica	Analógica




Características	NC SW-420	Grove	ADXL335
<i>Calibración</i>	No	No	No
<i>Precio</i>	\$2	\$6	\$15

**Tabla 12: Módulo sensor de vibraciones**

Se escogió el sensor de vibraciones NC SW – 420 debido a sus características técnicas que se adaptan de forma perfecta a los requisitos del prototipo de domótica, detectando las vibraciones generales en el reservorio.

### Electroválvula

Es un dispositivo utilizado para controlar el flujo de líquidos, mediante un solenoide que es una bobina de alambre que se energiza y crea un campo magnético que mueve un pistón o émbolo, abriendo y cerrando la válvula.

Características	12 V	24 V	6 V
<i>Imagen</i>			
<i>Tensión de operación</i>	12V	24V	6V
<i>Material</i>	Acero inoxidable	Latón	Acero inoxidable
<i>Tipo de conexión</i>	Roscado	Enchufable	Roscado
<i>Presión máxima</i>	1 MPa	0.8 MPa	0.5 MPa
<i>Temperatura máxima</i>	80 °C	70 °C	60 °C
<i>Uso</i>	Sistemas de riego o de fluidos	Sistemas de riego o de fluidos	Sistemas de riego o aplicaciones de presión baja
<i>Tamaño</i>	½ pulgadas	¾ pulgadas	¼ pulgadas




Características	12 V	24 V	6 V
<i>Precio</i>	\$10	\$20	\$15

**Tabla 13: Electroválvula**

Se pudo determinar que la mejor opción es la electroválvula de 12V, ya que, se adecuía a las necesidades del proyecto, operando a una tensión de 12 V, siendo compatible con los demás componentes de hardware utilizados.

### GPS Antena

Es un dispositivo que recibe señales de los satélites del sistema de posicionamiento global, las cuales son utilizadas para establecer la ubicación geográfica precisa del dispositivo.




Características	GPS SGS 3V	GPS 5V	GPS 3.3V
<i>Imagen</i>			
<i>Tensión de operación</i>	3V	5V	3.3V
<i>Chip GPS</i>	SGS	MediaTek MT3333	SiRF Star IV
<i>Antena</i>	Cerámica	Patch	Cerámica
<i>Interfaz de comunicación</i>	UART	UART	I2C, UART, SPI
<i>Frecuencia</i>	Hasta 5 Hz	Hasta 10 Hz	Hasta 5 Hz
<i>Precisión</i>	+/-5m	+/-3m	+/-5m
<i>Dimensiones</i>	Pequeña	Pequeña	Pequeña
<i>Precio</i>	\$10	\$20	\$15

**Tabla 14: GPS Antena**

Se eligió el módulo GPS SGS 3V debido a las características y su adecuación a los requerimientos del proyecto de domótica, de forma que opera a una tensión de 3V, haciéndolo compatible con los demás componentes.

## Módulo SIM

Es un dispositivo de comunicación que permite al microcontrolador conectarse a redes móviles, utilizando una tarjeta SIM para autenticar y registrar un dispositivo en la red celular, permitiendo transmisión y recepción de datos.

Características	SIM808	SIM800L	SIM900
<i>Imagen</i>			
<i>Bandas de frecuencia</i>	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
<i>Conectividad</i>	GPRS, GSM y GPS	GSM y GPRS	GSM y GPRS
<i>Voltaje de operación</i>	3.4 V – 4.4 V	3.4 V – 4.4 V	3.4 V – 4.4 V
<i>Interfaz de comunicación</i>	UART	UART	UART
<i>Consumo de energía</i>	Variable	Variable	Variable
<i>Antena</i>	Integrada	Integrada	Externa
<i>Dimensiones</i>	Pequeñas	Pequeñas	Pequeñas
<i>Funciones adicionales</i>	GPS y Bluetooth	-	-
<i>Precio</i>	\$30	\$15	\$25

**Tabla 15: Módulo SIM**

Se pudo escoger el módulo SIM8080 por sus capacidades multifuncionales y por el precio accesible, ofreciendo una excelente relación de calidad – precio, siendo ideal para el proyecto IoT.

Tras llevar a cabo una comparativa de los componentes a utilizar, se realizó la elaboración del esquema del prototipo ([Ver Anexo 8](#)) y el desarrollo del mismo

(Ver Anexo 9). En donde se detallan las etapas del proceso, considerando los aspectos de su funcionalidad. Esto respalda las decisiones tomadas durante el desarrollo del prototipo.

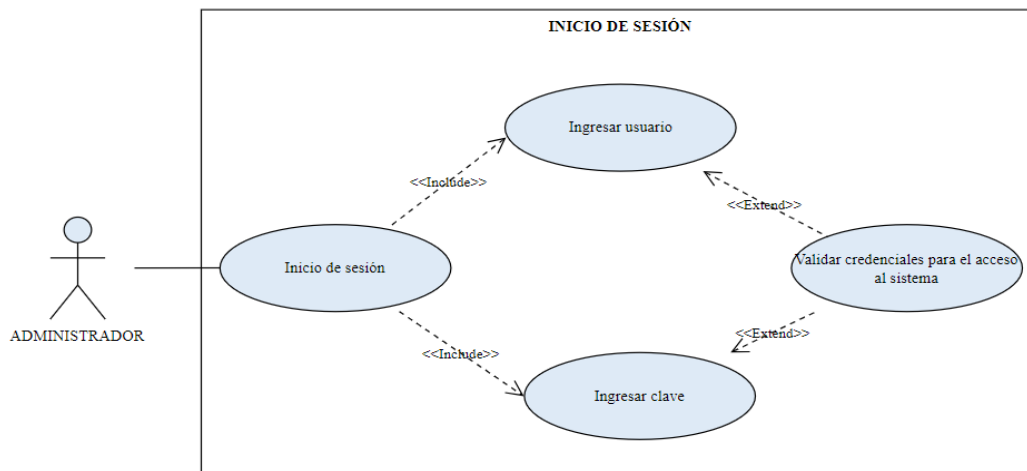
### 3.2.3. Diagramas de casos de uso

#### Caso de uso general de la aplicación web



**Figura 18: Caso de uso general de la aplicación web**

## Caso de uso de inicio de sesión



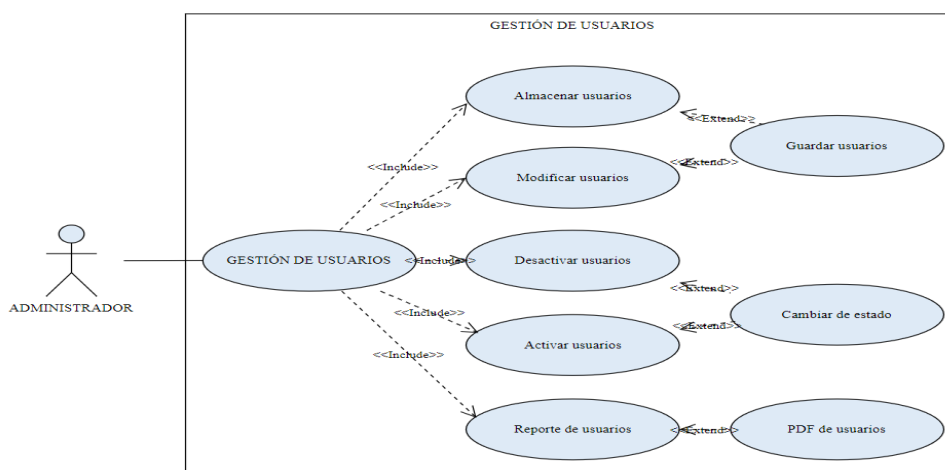
**Figura 19: Caso de uso general de inicio de sesión**

Caso de uso	Inicio de sesión
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Tipo</b>	Flujo básico.
<b>Objetivo</b>	Usuarios ingresen al aplicativo web.
<b>Resumen</b>	Permite al usuario acceder al sistema, mediante un nombre de usuario y clave. Para posteriormente, visualizar el menú asignado.
<b>Precondiciones</b>	El administrador debe registrar los usuarios cuando no estén almacenados en la base de datos.
<b>Flujo principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El aplicativo web mostrará el módulo principal.</li> <li>2. El administrador accederá al sistema con el usuario y clave.</li> <li>3. El sistema mostrará un mensaje de alerta en el caso de los datos sean incorrectos.</li> <li>4. Se redirige al menú de opciones.</li> </ol>
<b>Subflujos</b>	El aplicativo web validará las credenciales, siendo el nombre de usuario y clave para iniciar sesión en el sistema.

<b>Caso de uso</b>	<b>Inicio de sesión</b>
<b>Excepciones</b>	Si los usuarios no tienen permisos asignados, no se cargará el menú de opciones.

**Tabla 16: Caso de uso de inicio de sesión**

### Caso de uso de gestión de usuarios



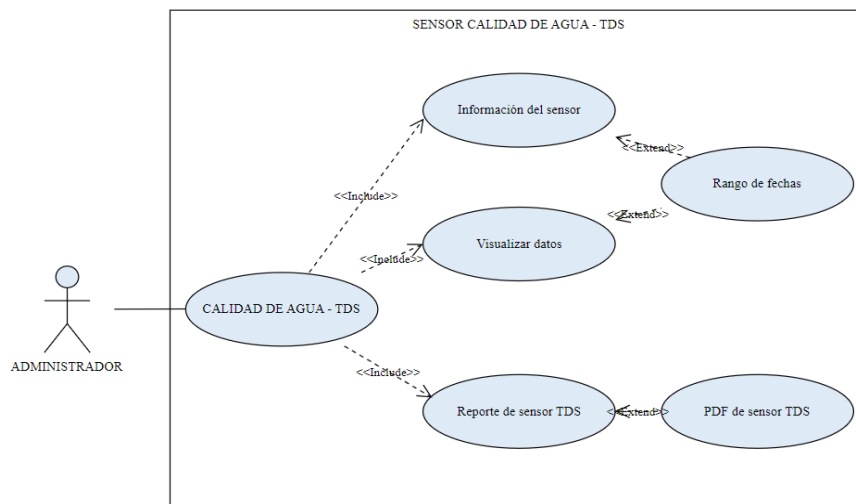
**Figura 20: Caso de uso general de gestión de usuarios**

<b>Caso de uso</b>	<b>Gestión de usuarios</b>
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Tipo</b>	Flujo básico.
<b>Objetivo</b>	Almacenar usuarios en el sistema.
<b>Resumen</b>	Permite al administrador almacenar, modificar, desactivar, activar y generar el reporte de usuarios.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe iniciar sesión en el sistema.
<b>Flujo principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario inicia sesión en el aplicativo web y escoge la opción de Gestión de usuarios en el menú.</li> <li>2. Da clic en el botón Agregar y rellena los datos requeridos, luego presiona el botón Guardar.</li> <li>3. Para modificar, da clic en el botón amarillo de la tabla, edita los datos y presiona el botón Guardar.</li> </ol>

Caso de uso	Gestión de usuarios
	4. Para desactivar da clic en el botón rojo de la tabla y acepta la confirmación. 5. Para activar da clic en el botón azul de la tabla y acepta la confirmación. 6. Para generar el reporte de usuarios da clic en el botón Reporte.
Subflujos	El sistema validará los datos que son requeridos en el formulario antes de guardar los datos.
Excepciones	El administrador puede modificar y actualizar los datos, en caso de que haya algún error.

**Tabla 17: Caso de uso de gestión de usuarios**

### Caso de uso de sensor calidad de agua – TDS



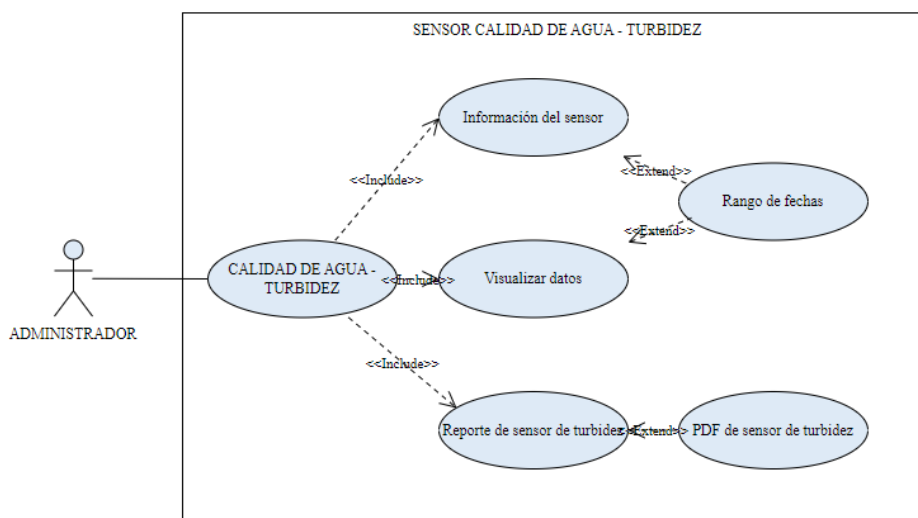
**Figura 21: Caso de uso general de sensor TDS**

Caso de uso	Sensor calidad de agua - TDS
Actores	Administrador.
Tipo	Flujo básico.
Objetivo	Visualizar información del sensor TDS.
Resumen	Permite al administrador visualizar información del sensor por medio de un rango de fechas.

Caso de uso	Sensor calidad de agua - TDS
<b>Precondiciones</b>	El administrador debe iniciar sesión en el sistema.
<b>Flujo principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Calidad de agua – TDS en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> <li>4. Para generar el reporte del sensor TDS da clic en el botón Reporte.</li> </ol>
<b>Subflujos</b>	El sistema validará los datos almacenados del sensor TDS antes de mostrarlos en la tabla.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.

**Tabla 18: Caso de uso de sensor TDS**

### Caso de uso de sensor calidad de agua – Turbidez



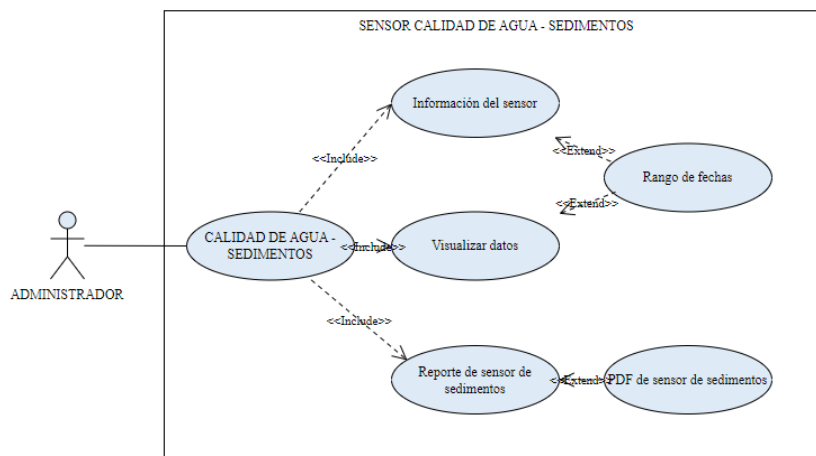
**Figura 22: Caso de uso general de sensor de turbidez**

Caso de uso	Sensor calidad de agua - Turbidez
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Tipo</b>	Flujo básico.
<b>Objetivo</b>	Visualizar información del sensor de turbidez.

<b>Caso de uso</b>	<b>Sensor calidad de agua - Turbidez</b>
<b>Resumen</b>	Permite al administrador visualizar información del sensor por medio de un rango de fechas.
<b>Precondiciones</b>	El administrador debe iniciar sesión en el sistema.
<b>Flujo principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Calidad de agua – Turbidez en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> <li>4. Para generar el reporte del sensor de turbidez da clic en el botón Reporte.</li> </ol>
<b>Subflujos</b>	El sistema validará los datos almacenados del sensor de turbidez antes de mostrarlos en la tabla.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.

**Tabla 19: Caso de uso de sensor de turbidez**

### Caso de uso de sensor calidad de agua – Sedimentos



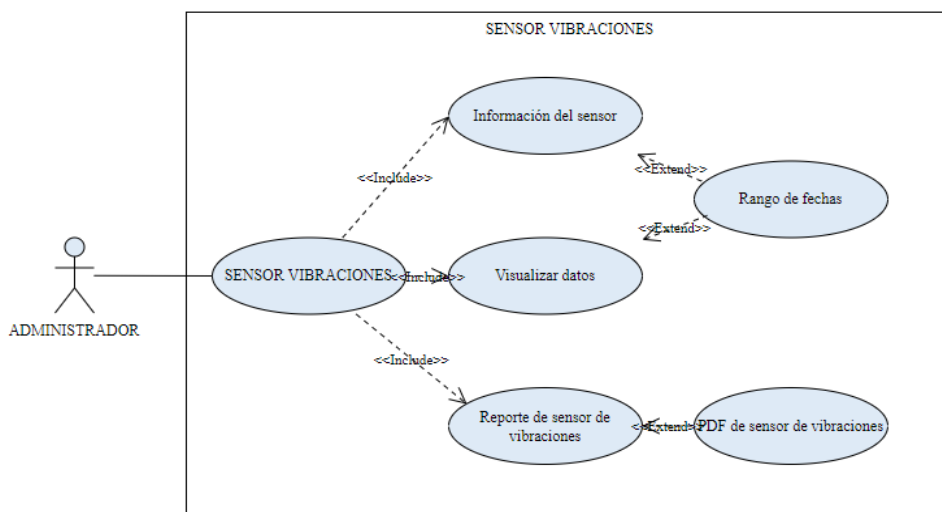
**Figura 23: Caso de uso de sensor de sedimentos**

<b>Caso de uso</b>	<b>Sensor calidad de agua - Sedimentos</b>
<b>Actores</b>	Administrador.

<b>Caso de uso</b>	<b>Sensor calidad de agua - Sedimentos</b>
<b>Tipo</b>	Flujo básico.
<b>Objetivo</b>	Visualizar información del sensor de sedimentos.
<b>Resumen</b>	Permite al administrador visualizar información del sensor por medio de un rango de fechas.
<b>Precondiciones</b>	El administrador debe iniciar sesión en el sistema.
<b>Flujo principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Calidad de agua – Sedimentos en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> <li>4. Para generar el reporte del sensor de sedimentos da clic en el botón Reporte.</li> </ol>
<b>Subflujos</b>	El sistema validará los datos almacenados del sensor de sedimentos antes de mostrarlos en la tabla.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.

**Tabla 20: Caso de uso de sensor de sedimentos**

### Caso de uso de sensor de vibraciones

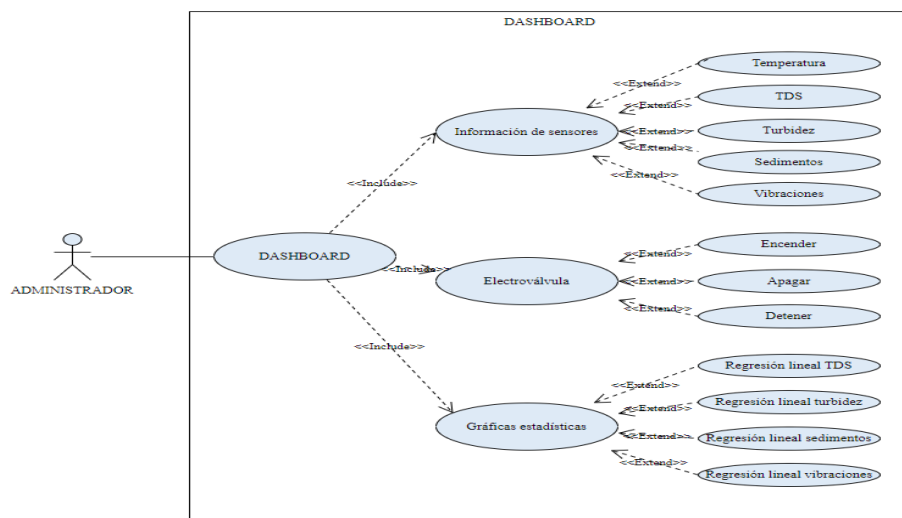


**Figura 24: Caso de uso de sensor de vibraciones**

<b>Caso de uso</b>	<b>Sensor de vibraciones</b>
<b>Actores</b>	Administrador.
<b>Tipo</b>	Flujo básico.
<b>Objetivo</b>	Visualizar información del sensor de vibraciones.
<b>Resumen</b>	Permite al administrador visualizar información del sensor por medio de un rango de fechas.
<b>Precondiciones</b>	El administrador debe iniciar sesión en el sistema.
<b>Flujo principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Sensor de vibraciones en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> <li>4. Para generar el reporte del sensor de vibraciones da clic en el botón Reporte.</li> </ol>
<b>Subflujos</b>	El sistema validará los datos almacenados del sensor de vibraciones antes de mostrarlos en la tabla.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.

**Tabla 21: Caso de uso de sensor de vibraciones**

### Caso de uso de Dashboard



**Figura 25: Caso de uso de Dashboard**

Caso de uso	Dashboard
Actores	Administrador.
Tipo	Flujo básico.
Objetivo	Visualizar información de los sensores de calidad de agua y gráficas estadísticas.
Resumen	Permite al usuario visualizar información de sensores de calidad de agua, accionar la electroválvula y ver gráficas estadísticas.
Precondiciones	El administrador debe iniciar sesión en el sistema.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario inicia sesión y da clic en la opción de Dashboard en el menú.</li> <li>2. Visualiza la información de los sensores de calidad de agua.</li> <li>3. Acciona la electroválvula</li> <li>4. Visualiza las gráficas estadísticas.</li> </ol>
Subflujos	El sistema genera datos en tiempo real de los sensores.
Excepciones	Ninguna.

Tabla 22: Caso de uso de Dashboard

### 3.2.4. Diagramas de procesos

#### Diagrama de proceso del sistema domótico

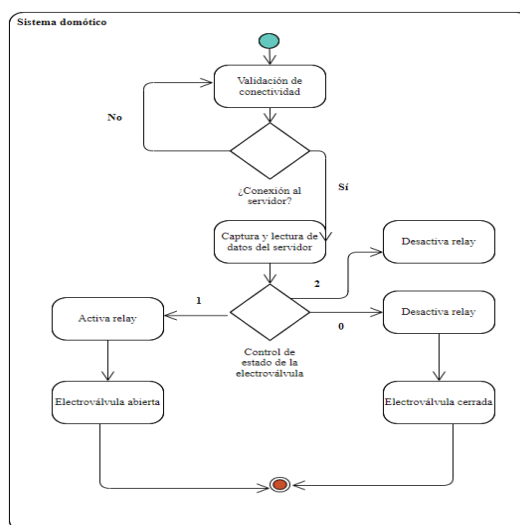


Figura 26: Diagrama de proceso del sistema domótico

## Diagrama de proceso del sensor TDS

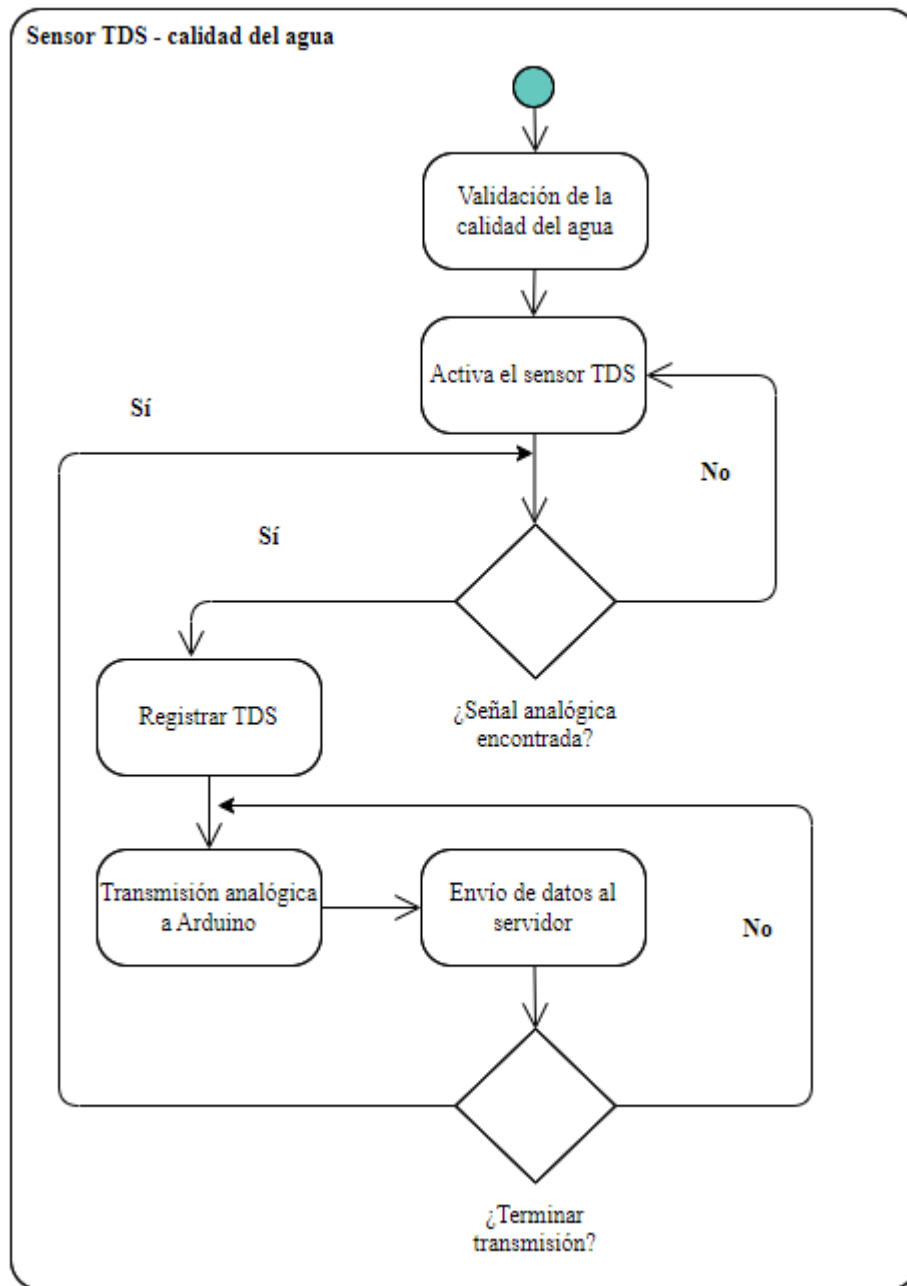


Figura 27: Diagrama de proceso del sensor TDS

## Diagrama de proceso del sensor de turbidez

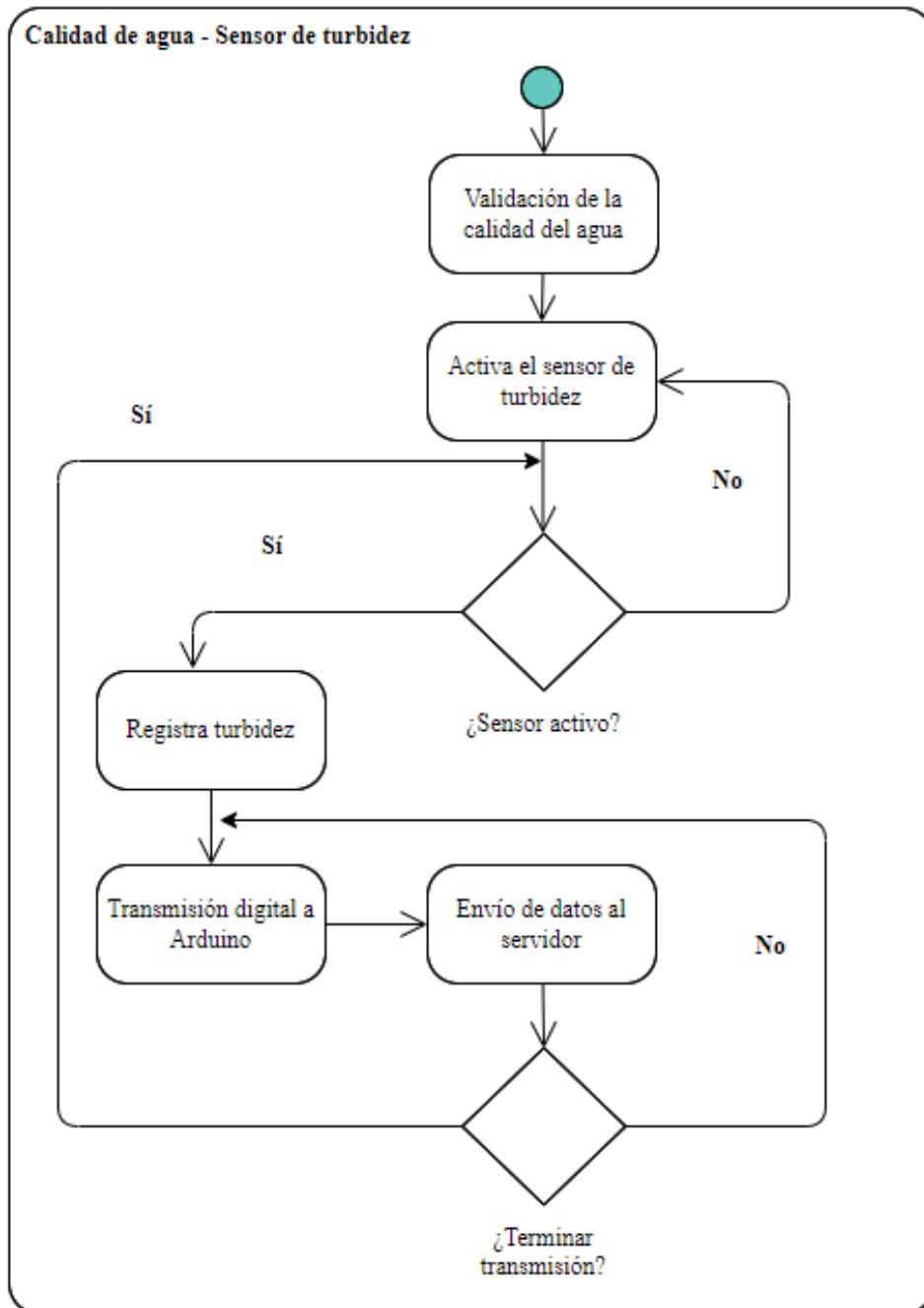


Figura 28: Diagrama de proceso del sensor de turbidez

## Diagrama de proceso del sensor de sedimentos

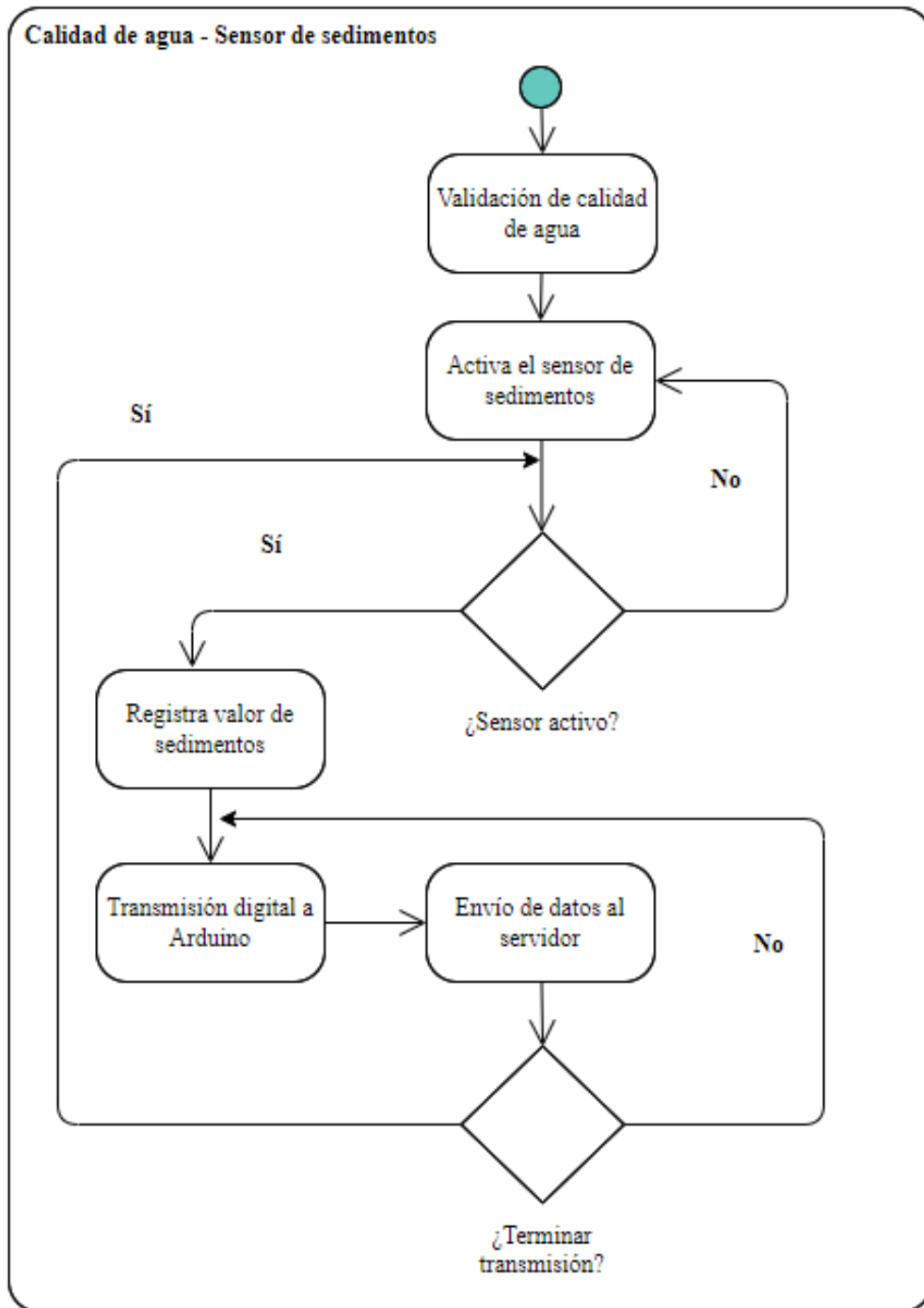


Figura 29: Diagrama de proceso del sensor de sedimentos

### Diagrama de proceso de sensor de vibraciones

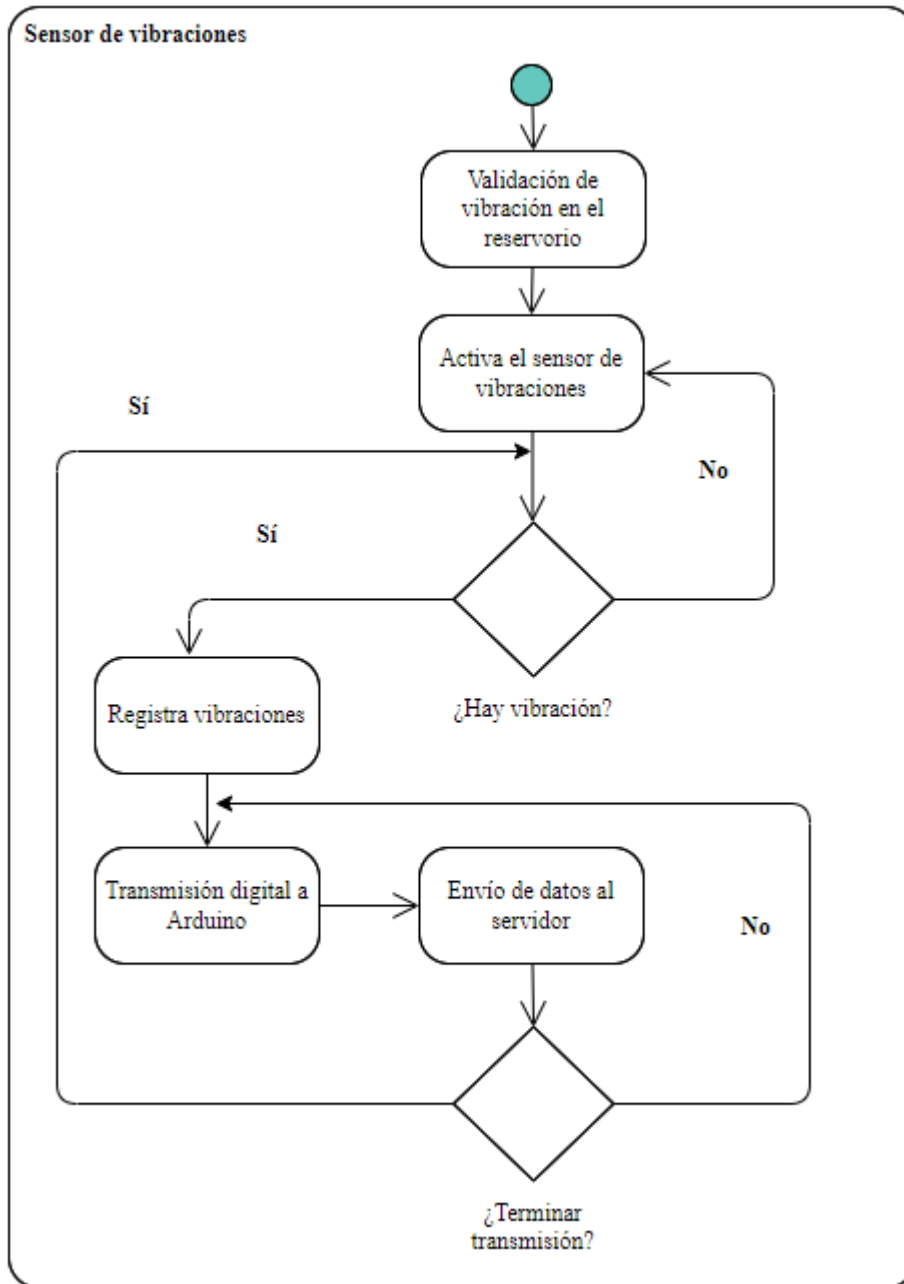


Figura 30: Diagrama de proceso del sensor de vibraciones

### Diagrama de proceso de módulo SIM 808 GSM, GPRS, GPS

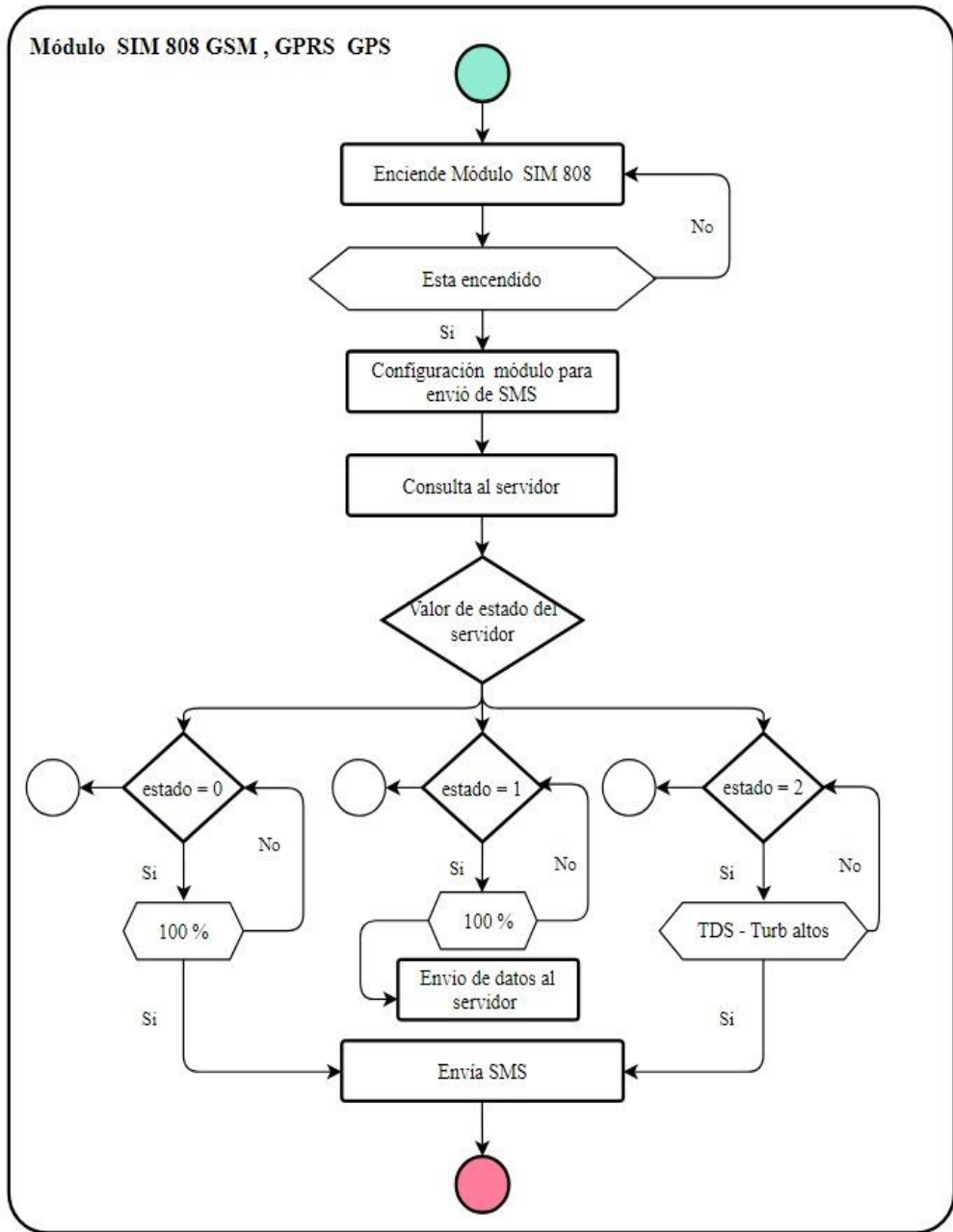


Figura 31: Diagrama de proceso de módulo SIM 808 GSM, GPRS, GPS

### 3.2.5. Modelado de Datos

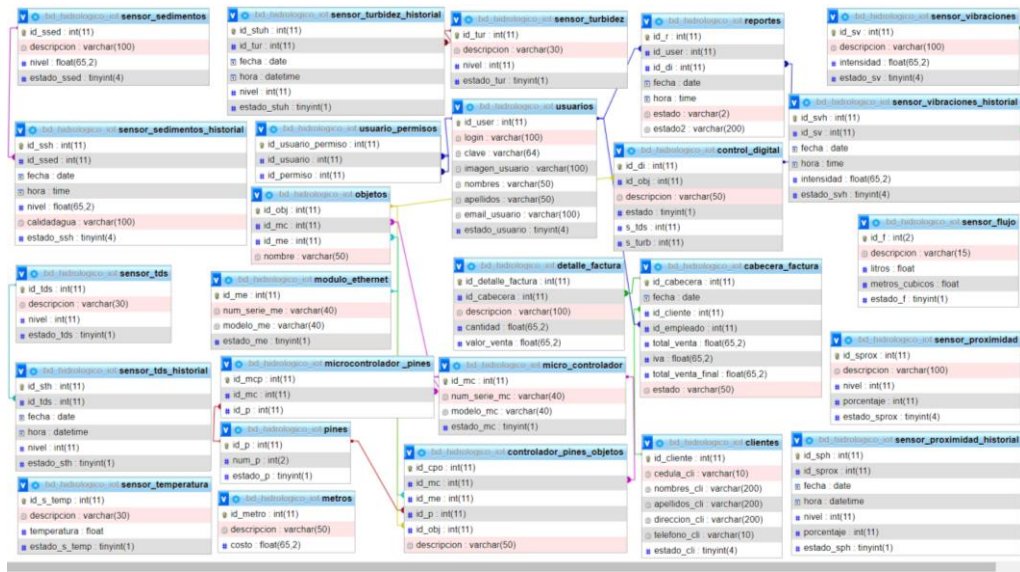


Figura 32: Modelado de Datos

Se utilizó el modelo entidad – relación (ER) en el modelo de base de datos, brindando una representación visual y lógica de estructura de los datos y sus relaciones. Este modelo facilita la comprensión de cómo se organiza y conecta la información, permitiendo identificar claramente las entidades esenciales, sus relaciones y atributos que existen entre ellas. Se garantiza que la base de datos esté bien estructurada y que se minimicen los inconvenientes con respecto a la inconsistencia y redundancia de los datos.

### 3.3. Diseño de Interfaces

#### Inicio de sesión

En este módulo, el usuario podrá visualizar el formulario de acceso al sistema, donde ingresará las credenciales respectivas para iniciar sesión, en este caso, el usuario y contraseña, que serán validadas para otorgar el permiso al aplicativo web.



Figura 33: Inicio de sesión

## Página principal

Una vez que el usuario ingresa al sistema, podrá visualizar una imagen de fondo en la pantalla principal representando el Puerto Pesquero de Anconcito. Así mismo, en la parte superior central se encuentra el menú de opciones, y a la derecha, el botón para que el usuario pueda cerrar sesión en el sistema.



Figura 34: Página principal

## Usuarios

En el módulo de gestión de usuarios, el administrador será el encargado de almacenar, modificar, desactivar, activar y generar el reporte de los usuarios del sistema. De la misma forma, puede buscar un dato específico por medio de la barra de búsqueda.

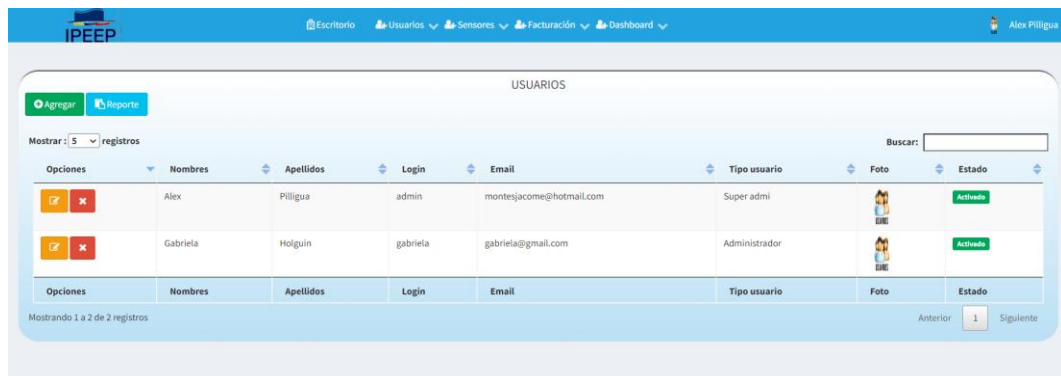


Figura 35: Usuarios

Para almacenar un nuevo usuario, debe dar clic en el botón “Agregar”, donde se abrirá un formulario que pide datos requeridos. Luego de rellenarlos, se debe presionar el botón “Guardar”. Caso contrario, para volver a la página anterior, debe presionar el botón “Cancelar”.

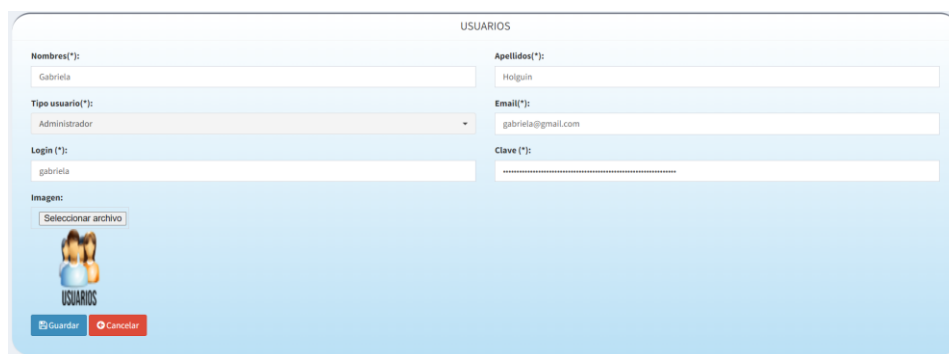


The screenshot shows a web form titled "USUARIOS" for adding a new user. It contains the following fields and controls:

- Nombres(\*):** Text input field with "Nombres" as a placeholder.
- Apellidos(\*):** Text input field with "Apellidos" as a placeholder.
- Tipo usuario(\*):** A dropdown menu with "Administrador" selected.
- Email(\*):** Text input field with "admin" as a placeholder.
- Login (\*):** Text input field with "Login" as a placeholder.
- Clave (\*):** Password input field with "\*\*\*\*\*" as a placeholder.
- Imagen:** A "Seleccionar archivo" button.
- At the bottom, there are two buttons: "Guardar" (blue) and "Cancelar" (red).

**Figura 36: Almacenar usuarios**

Para modificar un usuario, debe dar clic en el botón de color amarillo del apartado “Opciones” en la tabla, donde se abrirá un formulario que pide datos requeridos. Luego de modificarlos, debe presionar el botón “Guardar”. Caso contrario, para volver a la página anterior, debe presionar el botón “Cancelar”.

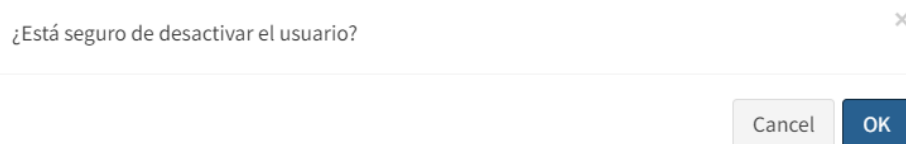


The screenshot shows the "USUARIOS" form for modifying an existing user. The fields are pre-filled with the following data:

- Nombres(\*):** Gabriela
- Apellidos(\*):** Holguin
- Tipo usuario(\*):** Administrador
- Email(\*):** gabriela@gmail.com
- Login (\*):** gabriela
- Clave (\*):** \*\*\*\*\*
- Imagen:** A "Seleccionar archivo" button.
- Below the image selection button, there is a small profile picture of a person and the text "USUARIOS".
- At the bottom, there are two buttons: "Guardar" (blue) and "Cancelar" (red).

**Figura 37: Modificar usuarios**

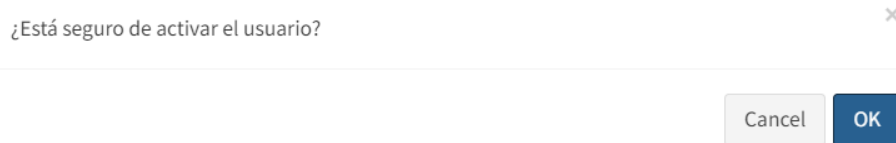
Para desactivar un usuario, debe dar clic en el botón de color rojo del apartado “Opciones” en la tabla, donde se abrirá un mensaje de confirmación, que debe presionar “OK”. Luego, el dato se verá reflejado como desactivado en la tabla.



The screenshot shows a confirmation dialog box with the text "¿Está seguro de desactivar el usuario?" and a close button (X) in the top right corner. At the bottom, there are two buttons: "Cancel" (grey) and "OK" (blue).

**Figura 38: Desactivar usuarios**

Para activar un usuario, debe dar clic en el botón de color azul del apartado “Opciones” en la tabla, donde se abrirá un mensaje de confirmación, que debe presionar “OK”. Luego, el dato se verá reflejado como activado en la tabla.



**Figura 39: Activar usuarios**

Para cargar el reporte de los usuarios, debe dar clic en el botón “Reporte”, donde se abrirá un nuevo enlace en el navegador, mostrando el listado de los usuarios en formato PDF.

**LISTA DE USUARIOS**

Nombres	Apellidos	Usuario	Email	Tipo usuario	Estado
Alex	Pilligua	admin	montesjacome@hotmail.com	Super admi	Inactivo
Gabriela	Holguin	gabriela	gabriela@gmail.com	Administrador	Activo

**Figura 40: Reporte de usuarios**

### Calidad del agua – TDS

En el módulo de calidad del agua – Sensor TDS, el administrador será el encargado de visualizar por rango de fechas y generar el reporte del sensor TDS. De la misma forma, puede buscar un dato específico por medio de la barra de búsqueda.

CALIDAD DEL AGUA (TDS) - RESERVORIO 1

Reporte

Fecha inicio: 31/05/2023 Fecha fin: 31/05/2024

Mostrar: 5 registros

Buscar:

Opciones	Descripción	Fecha	Hora	Nivel	Estado
+	Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:04:03	10	Activo
+	Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:07:18	4	Activo
+	Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:08:01	120	Activo
+	Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:08:26	165	Activo
+	Modulo Sensor TDS	2023-12-09	03:08:54	150	Activo

Mostrando 1 a 5 de 2,065 registros

Anterior 1 2 3 4 5 ... 413 Siguiente

**Figura 41: Calidad del agua - TDS**

Para visualizar un dato del sensor TDS, debe dar clic en el botón de color amarillo del apartado “Opciones” en la tabla, donde se abrirá un formulario con los datos. Para volver a la página anterior, debe presionar el botón “Cancelar”.

**Figura 42: Visualizar datos del sensor TDS**

Para cargar el reporte del sensor TDS, debe dar clic en el botón “Reporte”, donde se abrirá un nuevo enlace en el navegador, mostrando el listado de los datos del reporte TDS en formato PDF.

Sensor	Fecha	Hora	Nivel	Descripción	Estado
Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:04:03	10	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:07:18	4	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:08:01	120	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-04-11	03:08:26	165	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2023-12-09	03:08:54	150	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-07	03:09:06	180	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-07	03:09:17	160	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:29:50	0	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:33:33	400	Bueno	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:33:35	0	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:35:55	135	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:35:56	134	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:32	136	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:34	134	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:35	136	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:37	135	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:39	136	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:41	135	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:48	134	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:50	133	Excelente	1
Modulo Sensor TDS	2024-05-15	12:36:52	131	Excelente	1

**Figura 43: Reporte de sensor TDS**

### Calidad del agua – Turbidez

En el módulo de calidad del agua – Sensor de turbidez, el administrador será el encargado de visualizar por rango de fechas y generar el reporte del sensor de turbidez. De la misma forma, puede buscar un dato específico por medio de la barra de búsqueda.

CALIDAD DEL AGUA (Turbidez) - RESERVORIO 1

Reporte

Fecha inicio: 31/05/2023      Fecha fin: 31/05/2024

Mostrar: 5 registros      Buscar:

Opciones	Descripción	Fecha	Hora	Nivel	Estado
	Sensor de Turbidez	2024-04-11	02:54:59	2	Activo
	Sensor de Turbidez	2024-04-11	02:55:37	5	Activo
	Sensor de Turbidez	2024-04-11	03:01:11	4	Activo
	Sensor de Turbidez	2024-04-11	03:04:03	3	Activo
	Sensor de Turbidez	2024-04-11	12:00:00	2	Activo

Mostrando 1 a 5 de 1,704 registros      Anterior 1 2 3 4 5 ... 341 Siguiente

**Figura 44: Calidad del agua – Sensor de turbidez**

Para visualizar un dato del sensor de turbidez, debe dar clic en el botón de color amarillo del apartado “Opciones” en la tabla, donde se abrirá un formulario con los datos. Para volver a la página anterior, debe presionar el botón “Cancelar”.

CALIDAD DEL AGUA (Turbidez) - RESERVORIO 1

Fecha(\*): 11/04/2024      Hora(\*): 02:54:59

Nivel(\*): 2

**Figura 45: Visualizar datos del sensor de turbidez**

Para cargar el reporte del sensor de turbidez, debe dar clic en el botón “Reporte”, donde se abrirá un nuevo enlace en el navegador, mostrando el listado de los datos del reporte de turbidez en formato PDF.

IPEEP Infraestructuras Pesqueras del Ecuador, Empresa Pública

CALIDAD DEL AGUA (Turbidez) - RESERVORIO 1  
Fecha desde: 2023-05-31      Fecha hasta: 2024-05-31

Sensor	Fecha	Hora	Nivel	Descripción	Estado
Sensor de Turbidez	2024-04-11	02:54:59	2	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-04-11	02:55:37	5	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-04-11	03:01:11	4	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-04-11	03:04:03	3	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-04-11	12:00:00	2	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-04-11	03:07:18	1	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2023-12-09	03:08:01	10	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2023-12-09	03:08:26	20	Agua semiclara	1
Sensor de Turbidez	2023-12-09	03:08:54	23	Agua semiclara	1
Sensor de Turbidez	2023-12-09	03:09:06	25	Agua semiclara	1
Sensor de Turbidez	2023-12-09	03:09:17	25	Agua semiclara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:29:50	100	Agua sucia	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:33:55	18	Agua semiclara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:38:56	-8	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:40:22	-9	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:40:28	-12	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:40:29	16	Agua semiclara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:40:31	-9	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:40:47	20	Agua semiclara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:40:49	-9	Agua clara	1
Sensor de Turbidez	2024-05-15	12:41:50	-22	Agua clara	1

**Figura 46: Reporte de sensor de turbidez**

## Calidad del agua – Sedimentos

En el módulo de calidad del agua – Sensor de sedimentos, el administrador será el encargado de visualizar por rango de fechas y generar el reporte del sensor de sedimentos. De la misma forma, puede buscar un dato específico por medio de la barra de búsqueda.



Opciones	Descripción	Fecha	Hora	Nivel	Calidad del agua	Estado
	sensor de sedimentos	2024-05-21	08:38:30	70.00	Regular	Activado
	sensor de sedimentos	2024-05-21	08:41:48	56.00	Regular	Activado
	sensor de sedimentos	2024-05-21	09:17:21	79.00	Regular	Activado
	sensor de sedimentos	2024-05-21	09:19:26	100.00	Regular	Activado

**Figura 47: Calidad del agua – Sensor de sedimentos**

Para visualizar un dato del sensor de sedimentos, debe dar clic en el botón de color amarillo del apartado “Opciones” en la tabla, donde se abrirá un formulario con los datos. Para volver a la página anterior, debe presionar el botón “Cancelar”.



Fecha (\*): 21/05/2024

Hora (\*): 08:38:30

Nivel (\*): 70,00

Calidad del agua (\*): Calidad del agua

**Figura 48: Visualizar datos del sensor de sedimentos**

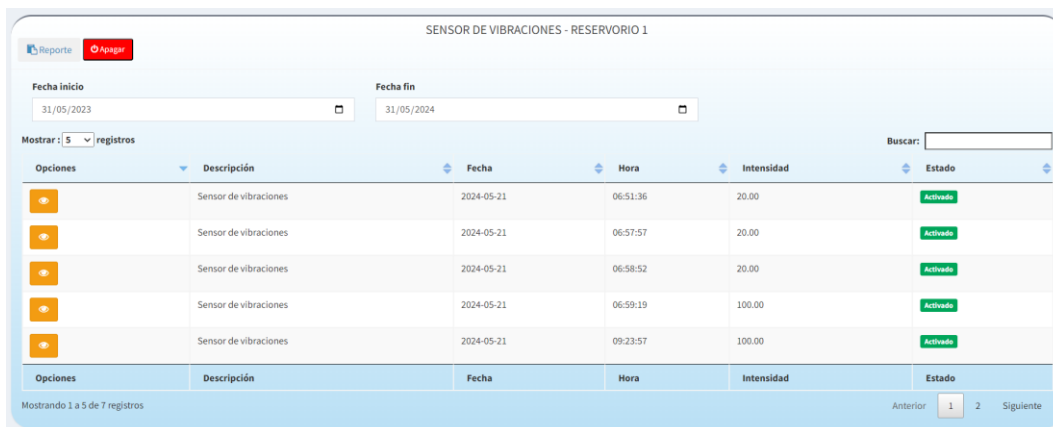
Para cargar el reporte del sensor de sedimentos, debe dar clic en el botón “Reporte”, donde se abrirá un nuevo enlace en el navegador, mostrando el listado de los datos del reporte de sedimentos en formato PDF.



**Figura 49: Reporte del sensor de sedimentos**

### Sensor de vibraciones

En el módulo de sensor de vibraciones, el administrador será el encargado de visualizar por rango de fechas, generar el reporte del sensor de vibraciones y prender y apagar el sensor. De la misma forma, puede buscar un dato específico por medio de la barra de búsqueda.



**Figura 50: Sensor de vibraciones**

Para visualizar un dato del sensor de vibraciones, debe dar clic en el botón de color amarillo del apartado "Opciones" en la tabla, donde se abrirá un formulario con los datos. Para volver a la página anterior, debe presionar el botón "Cancelar".

SENSOR DE VIBRACIONES - RESERVORIO 1

Apagar

Fecha(\*):  Hora(\*):

Intensidad de vibraciones(\*):

Cancelar

**Figura 51: Visualizar datos del sensor de vibraciones**

Para cargar el reporte del sensor de vibraciones, debe dar clic en el botón “Reporte”, donde se abrirá un nuevo enlace en el navegador, mostrando el listado de los datos del reporte de vibraciones en formato PDF.


  
**SENSOR DE VIBRACIONES - RESERVORIO 1**  
 Fecha desde: 2023-05-31 Fecha hasta: 2024-05-31

Sensor	Fecha	Hora	Intensidad	Estructura	Descripción	Estado
Sensor de vibraciones	2024-05-21	06:51:36	20.00	Emergencia	Vibraciones extremadamente altas, indicativas de una situación de emergencia y daños graves en la estructura	1
Sensor de vibraciones	2024-05-21	06:57:57	20.00	Emergencia	Vibraciones extremadamente altas, indicativas de una situación de emergencia y daños graves en la estructura	1
Sensor de vibraciones	2024-05-21	06:58:52	20.00	Emergencia	Vibraciones extremadamente altas, indicativas de una situación de emergencia y daños graves en la estructura	1
Sensor de vibraciones	2024-05-21	06:59:19	100.00	Emergencia	Vibraciones extremadamente altas, indicativas de una situación de emergencia y daños graves en la estructura	1
Sensor de vibraciones	2024-05-21	09:23:57	100.00	Emergencia	Vibraciones extremadamente altas, indicativas de una situación de emergencia y daños graves en la estructura	1

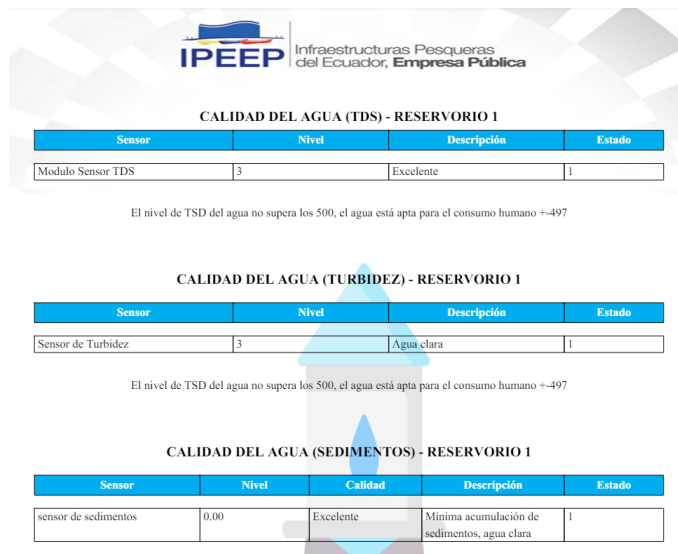
**Figura 52: Reporte del sensor de vibraciones**

## Dashboard

En el módulo de Dashboard, el administrador podrá visualizar información relevante con respecto a los sensores de calidad de agua, como: fecha actual, temperatura, TDS, turbidez, sedimentos y vibraciones. Así mismo, se carga un reporte general de todos los sensores y se controla la electroválvula por medio de tres botones: Encender, apagar y detener.



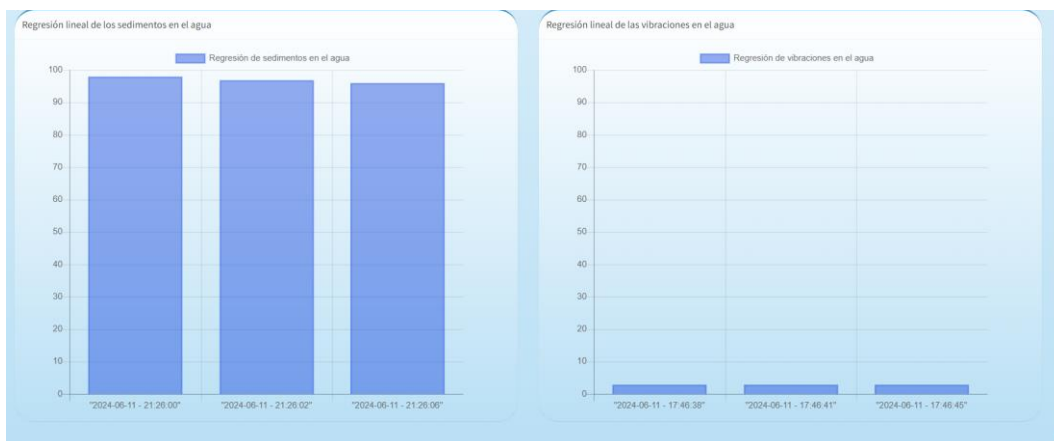
**Figura 53: Datos de sensores - calidad del agua**



**Figura 54: Reporte general de sensores**

Además, se cargarán cuatro gráficas estadísticas de la calidad de agua que permitirán la toma acertada de decisiones, las cuales son: regresión lineal del TDS del agua, regresión lineal de la turbidez del agua, regresión lineal de los sedimentos en el agua y regresión lineal de las vibraciones en el agua.





**Figura 55: Gráficas estadísticas de sensores – calidad del agua**

### 3.4. Pruebas

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	001
<b>CASO DE USO</b>	Inicio de sesión
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Permite al usuario acceder al sistema, mediante un nombre de usuario y clave. Para posteriormente, visualizar el menú asignado.	
<b>CONDICIONES:</b> El administrador debe registrar los usuarios cuando no estén almacenados en la base de datos.	
<b>PASOS DE LA PRUEBA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El aplicativo web mostrará el módulo principal.</li> <li>2. El administrador accederá al sistema con el usuario y clave.</li> <li>3. El sistema mostrará un mensaje de alerta en el caso de los datos sean incorrectos.</li> <li>4. Se redirige al menú de opciones.</li> </ol>	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>RESULTADO ESPERADO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA</b>
El aplicativo web validará las credenciales, siendo el nombre de usuario y clave para iniciar sesión en el sistema.	<input checked="" type="checkbox"/> Exitoso <input type="checkbox"/> Fallido

**Tabla 23: Caso de prueba de inicio de sesión**

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	002
<b>CASO DE USO</b>	Gestión de usuarios
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Permite al administrador almacenar, modificar, desactivar, activar y generar el reporte de usuarios.	
<b>CONDICIONES:</b> El usuario debe iniciar sesión en el sistema.	
<b>PASOS DE LA PRUEBA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario inicia sesión en el aplicativo web y escoge la opción de Gestión de usuarios en el menú.</li> <li>2. Da clic en el botón Agregar y rellena los datos requeridos, luego presiona el botón Guardar.</li> <li>3. Para modificar, da clic en el botón amarillo de la tabla, edita los datos y presiona el botón Guardar.</li> <li>4. Para desactivar da clic en el botón rojo de la tabla y acepta la confirmación.</li> <li>5. Para activar da clic en el botón azul de la tabla y acepta la confirmación.</li> <li>6. Para generar el reporte de usuarios da clic en el botón Reporte.</li> </ol>	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>RESULTADO ESPERADO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA</b>
Almacenar, modificar, desactivar, activar y generar el reporte de usuarios.	<input checked="" type="checkbox"/> Exitoso <input type="checkbox"/> Fallido

**Tabla 24: Caso de prueba de gestión de usuarios**

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	003
<b>CASO DE USO</b>	Sensor calidad de agua - TDS
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Permite al administrador visualizar información del sensor TDS por medio de un rango de fechas.	
<b>CONDICIONES:</b> El administrador debe iniciar sesión en el sistema.	
<b>PASOS DE LA PRUEBA:</b>	

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	003
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Calidad de agua – TDS en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> <li>4. Para generar el reporte del sensor TDS da clic en el botón Reporte.</li> </ol>	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>RESULTADO ESPERADO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA</b>
Visualizar información del sensor TDS.	<input checked="" type="checkbox"/> Exitoso <input type="checkbox"/> Fallido

**Tabla 25: Caso de prueba de sensor calidad de agua - TDS**

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	004
<b>CASO DE USO</b>	Sensor calidad de agua - Turbidez
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	
Permite al administrador visualizar información del sensor de turbidez por medio de un rango de fechas.	
<b>CONDICIONES:</b>	
El administrador debe iniciar sesión en el sistema.	
<b>PASOS DE LA PRUEBA:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Calidad de agua – Turbidez en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> <li>4. Para generar el reporte del sensor de turbidez da clic en el botón Reporte.</li> </ol>	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>RESULTADO ESPERADO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA</b>
Visualizar información del sensor de turbidez.	<input checked="" type="checkbox"/> Exitoso <input type="checkbox"/> Fallido

**Tabla 26: Caso de prueba de sensor calidad de agua - Turbidez**

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	005
<b>CASO DE USO</b>	Sensor calidad de agua - Sedimentos

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	005
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Permite al administrador visualizar información del sensor de sedimentos por medio de un rango de fechas.	
<b>CONDICIONES:</b> El administrador debe iniciar sesión en el sistema.	
<b>PASOS DE LA PRUEBA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Calidad de agua – Sedimentos en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> <li>4. Para generar el reporte del sensor de sedimentos da clic en el botón Reporte.</li> </ol>	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>RESULTADO ESPERADO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA</b>
Visualizar información del sensor de sedimentos.	<input checked="" type="checkbox"/> Exitoso <input type="checkbox"/> Fallido

**Tabla 27: Caso de prueba de sensor calidad de agua - Sedimentos**

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	006
<b>CASO DE USO</b>	Sensor de vibraciones
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Permite al administrador visualizar información del sensor de vibraciones por medio de un rango de fechas.	
<b>CONDICIONES:</b> El administrador debe iniciar sesión en el sistema.	
<b>PASOS DE LA PRUEBA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema y selecciona la opción de Sensor de vibraciones en el menú.</li> <li>2. Elige un rango de fechas y visualiza los datos en la tabla.</li> <li>3. Para visualizar un dato específico, da clic en el botón amarillo de la tabla.</li> </ol>	

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	006
4. Para generar el reporte del sensor de vibraciones da clic en el botón Reporte.	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>RESULTADO ESPERADO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA</b>
Visualizar información del sensor de vibraciones.	<input checked="" type="checkbox"/> Exitoso <input type="checkbox"/> Fallido

**Tabla 28: Caso de prueba de sensor de vibraciones**

<b>CASO DE PRUEBA N°</b>	007
<b>CASO DE USO</b>	Dashboard
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Permite al usuario visualizar información de sensores de calidad de agua, accionar la electroválvula y ver gráficas estadísticas.	
<b>CONDICIONES:</b> El administrador debe iniciar sesión en el sistema.	
<b>PASOS DE LA PRUEBA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario inicia sesión y da clic en la opción de Dashboard en el menú.</li> <li>2. Visualiza la información de los sensores de calidad de agua.</li> <li>3. Acciona la electroválvula</li> <li>4. Visualiza las gráficas estadísticas.</li> </ol>	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>RESULTADO ESPERADO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PRUEBA</b>
Visualizar información de los sensores de calidad de agua y gráficas estadísticas.	<input checked="" type="checkbox"/> Exitoso <input type="checkbox"/> Fallido

**Tabla 29: Caso de prueba de Dashboard**

## CONCLUSIONES

- La obtención de datos precisos por medio de métodos de recolección de información fue esencial para el desarrollo de la propuesta, de modo que, se recopilaron datos contextuales y técnicos sobre los parámetros ambientales, condiciones del agua y necesidades en el Puerto de Anconcito, elaborando los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto.
- Se construyó un prototipo a escala del reservorio hídrico de Anconcito, con dispositivos IoT, integrando sensores de temperatura, TDS, turbidez, sedimentos y vibraciones, permitiendo cuantificar la contaminación en el agua cada dos segundos en términos de color y partículas suspendidas por medio del sensor de turbidez, así como determinar la composición de metales, minerales y sales mediante los TDS, brindando datos específicos sobre la gestión y conservación del líquido.
- Diseñar la aplicación web con herramientas Open Source para analizar y visualizar datos de sensores IoT fue fundamental para el uso efectivo de la información. El aplicativo ofrece acceso en tiempo real a los datos sobre la calidad del agua, mediante los sensores de turbidez, TDS y vibraciones, lo que brinda un historial que permite medir la constancia de los parámetros de salubridad del agua a lo largo del tiempo.
- Se generaron informes detallados sobre la medición de salubridad de agua a través del aplicativo web, basados en datos de conductividad, temperatura, TDS, turbidez, sedimentos y vibraciones, extraídos en tiempo real de sensores IoT, lo que simplifica la toma de decisiones, incluyendo acciones para ajustar los procesos de tratamiento de agua en función de su calidad, implementar medidas de mantenimiento o limpieza en caso de detectar acumulación de sedimentos y tomar medidas correctivas ante posibles fugas o daños en la estructura del reservorio.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una fase piloto de recolección de datos antes de hacer una implementación a gran escala, incluyendo la selección del sitio adecuado para el sistema de IoT, identificando posibles limitaciones y desafíos en los métodos de recolección de datos, asegurando que los datos obtenidos reflejen las condiciones y necesidades reales del proyecto.
- Se sugiere realizar una investigación exhaustiva sobre las mejores tecnologías y prácticas en el mercado, garantizando que el prototipo esté a la vanguardia de innovación tecnológica. Así mismo, se debe someter al prototipo a pruebas en diferentes condiciones operativas y ambientales para validar su fiabilidad y efectividad, midiendo parámetros críticos de calidad del agua en distintos escenarios.
- Si se requieren añadir nuevos módulos en la aplicación web, es recomendable revisar el presente trabajo. En este documento se describen las herramientas y lenguajes de programación empleados, siendo esencial para evitar incompatibilidades y asegurar la integración fluida del sistema, garantizando el rendimiento óptimo de la aplicación.
- Es recomendable ampliar la red de sensores para medir diversos parámetros de salubridad de agua, con el propósito de recopilar una cantidad más amplia de información. Esto permitirá generar reportes detallados sobre la calidad del recurso hídrico, lo que a su vez facilitará la elaboración de gráficas estadísticas para el análisis de tendencias y la toma de decisiones informadas en tiempo real.

## REFERENCIAS

- [1] C. G. Egúsquiza Coa e B. H. Porras Simeón, “Diseño de un sistema de automatización para un reservorio de bombeo de agua potable de 500 m,” Lima, 2022.
- [2] Anconcito, “Anconcito,” 2023. [Online]. Available: <https://anconcito.gob.ec/produccion-importante/>.
- [3] Gobierno del Ecuador, “Puerto de Anconcito,” 2023. [Online]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/puerto-de-anconcito-se-rehabilitara-y-sera-centro-de-servicios-integrales-para-el-pescador/>.
- [4] S. Ríos, R. Agudelo e L. Gutiérrez, “Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua,” vol. 35, n° 2, p. 12.
- [5] D. Garrido Márquez e C. Martín Fernández, “Sistema portátil para la monitorización de la calidad del agua,” Málaga, 2021.
- [6] A. D. Arévalo Junco, “Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad rural del municipio de Tibaná - Boyacá,” Bogotá, 2018.
- [7] D. A. Silva Torres e J. I. Coello Hurtado, “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real de sensores de temperatura, turbidez y PH para la calidad del agua utilizando la tecnología Lorawan,” Guayaquil, 2020.
- [8] Y. P. Carriazo Regino, “Sistema de monitoreo de la calidad del agua basado en Iot, utilizando técnicas de analítica de datos para la detección de anomalías en los acueductos ejecutados por el plan departamental de aguas (PDA) de Córdoba,” Montería, 2021.

- [9] C. J. Vera Rivera, “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,” La Libertad, 2022.
- [10] C. Tonaco e S. Sinche, “Análisis comparativo entre arquitecturas de sistemas IoT,” *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, vol. 10, n° 21, p. 14, 2022.
- [11] L. Delgado e L. Díaz, “Modelos de desarrollo de software,” *Revista Cubana de ciencias informáticas*, vol. 15, n° 1, p. 16, 2021.
- [12] M. A. Alvarez, “Qué es HTML,” desarrolloweb, 01 01 2020. [Online]. Available: <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-html.html>. [Acceso em 25 09 2023].
- [13] I. de Souza, “Descubre qué es el lenguaje de programación PHP y en qué situaciones se hace útil,” rockcontent, 9 03 2020. [Online]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/php/>. [Acceso em 25 09 2023].
- [14] esepestudio, “QUÉ ES MYSQL?,” esepestudio, 20 08 2023. [Online]. Available: <https://www.esepestudio.com/noticias/que-es-mysql>. [Acceso em 25 09 2023].
- [15] V. R. SOUTO, “¿Qué es CSS3?,” hackaboss, 22 08 2023. [Online]. Available: <https://www.hackaboss.com/blog/que-es-css>. [Acceso em 25 09 2023].
- [16] J. “Conoce qué es Xampp y por qué deberías usarlo en tus proyectos,” Dongee, 25 04 2022. [Online]. Available: <https://www.dongee.com/tutoriales/que-es-xampp/>. [Acceso em 25 09 2023].
- [17] Visual Studio Code, “¿Qué es Visual Studio Code?,” Reclu IT, 12 04 2021. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/>. [Acceso em 25 08 2023].

- [18] Google Chrome, “Bienvenido a Chrome,” 2023. [Online]. Available: <https://edu.gcfglobal.org/es/como-usar-chrome/bienvenido-a-chrome/1/#>. [Acesso em 25 09 2023].
- [19] U. E. P. d. S. Elena, “Resolución RCF-FST-SO-09 No. 03-2021,” La Libertad, 2021.
- [20] Badger Meter, “Monitoreo de la calidad del agua,” 2022. [Online]. Available: <https://www.badgermeter.com/es-us/monitoreo-de-la-calidad-del-agua/>.
- [21] M. A. Ortiz Sandoval, “Sistema de monitoreo del suministro y almacenamiento de agua a través de una aplicación móvil en la vereda Córdoba Bajo, Finca Rincón Santon, Chiquinquirá,” Bogotá, 2018.
- [22] Ecuador, “Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025,” 2021. [Online]. Available: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>.
- [23] Agua libre, “La importancia del monitoreo del PH del agua,” 2023. [Online]. Available: <https://agualibre.cl/monitoreo-del-ph-del-agua/>.
- [24] I. Hernández, “MONITOREO AUTOMATIZADO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA pH, TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD,” 2019.
- [25] C. Torioni, “Manejo pesquero de embalses en el estado de Sao Paulo,” 2022.
- [26] Y. Carriazo, “Sistema de monitoreo de la calidad del agua basado en IOT,” 2021.
- [27] Á. Conejeros, C. Hueichaqueo, B. Martínez e A. Placeres, “Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural,” vol. 42, n° 3, p. 12, 2021.

- [28] P. Espinoza, Y. Lucas, B. Ramos e J. Alarcón, “Impacto del internet de las cosas en el control y monitoreo de los parámetros del agua,” *Pro Sciences*, vol. 6, n° 43, p. 10, 2022.
- [29] Panorama Acuicola, “Impacto del internet de las cosas, en el control y monitoreo de los parámetros del agua,” 22 02 2023. [Online]. Available: <https://panoramaacuicola.com/2023/02/22/impacto-del-internet-de-las-cosas-en-el-control-y-monitoreo-de-los-parametros-del-agua-para-la-produccion-del-camaron-en-ecuador/>.
- [30] R. Cervantes, J. Santos, J. Rodríguez e A. Marmolejo, “Estudio integral de la calidad del agua,” vol. 36, n° 4, p. 11, 2021.
- [31] AWS, “¿Qué es una aplicación web?,” 2023. [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/es/what-is/web-application/>.
- [32] P. Londoo, “Qué son las aplicaciones web,” 21 01 2023. [Online]. Available: <https://blog.hubspot.es/website/que-es-aplicacion-web>.
- [33] Zerviz, “Características del desarrollo de aplicaciones web,” 22 09 2021. [Online]. Available: <https://www.zervizgroup.com/caracteristicas-del-desarrollo-de-aplicaciones-web/>.
- [34] RedHat, “¿Qué es el Internet de las cosas?,” 20 01 2023. [Online]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>.
- [35] Oracle, “¿Qué es el IoT?,” 2023. [Online]. Available: <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/>.
- [36] V. Brendon, “Clasificación de los dispositivos en IoT: Una guía completa,” 19 12 2023. [Online]. Available: <https://www.mediummultimedia.com/apps/como-se-clasifican-los-dispositivos-en-iot/>.

- [37] SAP, “¿Qué es el Internet Industrial de las Cosas (IIoT)?,” 2022. [Online]. Available: <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/industry-4-0/what-is-iiot.html>.
- [38] DCA, “Manual de monitoreo de la calidad de agua,” 2021. [Online]. Available: [https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA-Manual\\_monitoreo-completo.pdf](https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA-Manual_monitoreo-completo.pdf).
- [39] Microsensor, “Monitoreo del nivel de líquido del reservorio,” 2023. [Online]. Available: [https://es.microsensorcorp.com/Industries-details\\_reservoir-level-monitoring.html](https://es.microsensorcorp.com/Industries-details_reservoir-level-monitoring.html).
- [40] Dewesoft, “¿Qué es un sensor?,” 2021. [Online]. Available: <https://dewesoft.com/es/blog/que-es-un-sensor>.
- [41] SDI, “¿Cómo funcionan los sensores?,” 2022. [Online]. Available: <https://sdindustrial.com.mx/blog/sensores/>.
- [42] Elecproy, “Los tipos de sensores más usados: definición y funcionalidad,” 03 01 2024. [Online]. Available: <https://elecproy.com/es/blog/tipos-de-sensores/>.
- [43] Dropson, “MEDIDOR TDS: ¿QUÉ ES Y QUÉ MIDE REALMENTE?,” 2019. [Online]. Available: <https://www.dropson.es/blog-lata-filtrante/medidor-tds-que-es-y-que-mide-realmente/>.
- [44] Naylamp, “SENSOR DIGITAL DE TEMPERATURA DS18B20,” 2022. [Online]. Available: [https://naylampmechatronics.com/blog/46\\_tutorial-sensor-digital-de-temperatura-ds18b20.html](https://naylampmechatronics.com/blog/46_tutorial-sensor-digital-de-temperatura-ds18b20.html).
- [45] AVElectronics, “Sensor de turbidez,” 2024. [Online]. Available: <https://avelectronics.cc/producto/sensor-de-turbidez/>.
- [46] UpKeep, “Sensor de vibración,” 2023. [Online]. Available: <https://upkeep.com/es/learning/vibration-sensor/#c%C3%B3mo-medir-la-vibraci%C3%B3n-para-minimizar-fallas>.

- [47] Hetpro, “Microcontrolador – qué es y para que sirve,” 2021. [Online]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>.
- [48] GSL, “Qué es un microcontrolador,” 14 07 2021. [Online]. Available: [https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/que\\_es\\_un\\_microcontrolador](https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/que_es_un_microcontrolador).
- [49] Tecnoelite, “El microcontrolador,” 2022. [Online]. Available: <https://tecnoelite.co/que-es-un-microcontrolador-tipos-usos-y-historia/>.
- [50] P. Salmony, “Principales microcontroladores para sistemas embebidos,” 31 01 2024. [Online]. Available: <https://resources.altium.com/es/p/top-microcontrollers-embedded-systems>.
- [51] Xataka, “Qué es Arduino, cómo funciona,” 23 12 2022. [Online]. Available: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>.
- [52] Arduino, “Arduino,” 2024. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>.
- [53] LenguajeHTML, “HTML,” 2024. [Online]. Available: <https://lenguajehtml.com/>.
- [54] LenguajeCSS, “CSS,” 2024. [Online]. Available: <https://lenguajecss.com/>.
- [55] PHP, “PHP,” 2024. [Online]. Available: <https://www.php.net/manual/es/index.php>.
- [56] LenguajeJS, “JavaScript,” 2024. [Online]. Available: <https://lenguajejs.com/>.
- [57] Oracle, “¿Qué es una base de datos?,” 2021. [Online]. Available: <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>.
- [58] IBM, “¿Qué es una base de datos relacional?,” 2023. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/relational-databases>.

- [59] Ayudaley, “Base de datos no relacional. ¿Qué es? Características y ejemplos,” 2022. [Online]. Available: <https://ayudaleyprotecciondatos.es/bases-de-datos/no-relacional/>.
- [60] MySQL, “MySQL,” 2024. [Online]. Available: <https://www.mysql.com/>.
- [61] R. H. Sampieri, Metodología de la investigación, Sexta edición ed., México: Interamericana editores S.A de C.V, 2014.
- [62] S. Laoyan, “Qué es la metodología waterfall y cuándo utilizarla,” 29 09 2022. [Online]. Available: <https://asana.com/es/resources/waterfall-project-management-methodology>.

# ANEXOS

**Anexo 1. Encuesta dirigida al personal laboral del Puerto Pesquero de la parroquia Anconcito**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena  
Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones  
Carrera de Tecnologías de la Información**

**Encuesta dirigida al personal que labora en el Puerto Pesquero de la parroquia Anconcito**

**Objetivo:** Determinar la problemática que se genera en la parroquia con respecto al uso del reservorio de agua y la salubridad para el consumo del puerto pesquero de Anconcito.

<b>1.</b>	<p><b>¿Cómo calificaría usted la salubridad del agua en el puerto pesquero diariamente?</b></p> <p>Pésima__</p> <p>Mala__</p> <p>Regular__</p> <p>Buena__</p> <p>Excelente__</p>
<b>2.</b>	<p><b>¿El agua del reservorio se utiliza para el consumo humano?</b></p> <p>Si__</p> <p>No__</p>
<b>3.</b>	<p><b>¿Con qué frecuencia existen problemas por no darse cuenta de que el agua del reservorio está insalubre?</b></p> <p>Nunca__</p> <p>Ocasionalmente__</p> <p>Rara vez__</p> <p>Siempre__</p>
<b>4.</b>	<p><b>¿Cuántas personas están encargadas de llenar el reservorio?</b></p> <p>1 persona__</p> <p>2 personas__</p> <p>3 personas__</p> <p>Más de 3 personas__</p>

5.	<p><b>¿En qué tiempo de llenado se dan cuenta que el agua en el reservorio es insalubre?</b></p> <p>Al iniciar__  A medio llenado __  Al completar el llenado__  Al siguiente día__</p>
6.	<p><b>¿Qué hacen con el agua insalubre?</b></p> <p>Limpieza__  La arrojan al mar__  Consumo__  Otro__</p>
7.	<p><b>¿Posee suministro de agua potable, en caso de que el reservorio se llene con agua insalubre?</b></p> <p>Si__  No__</p>
8.	<p><b>¿Está de acuerdo con que se implemente un sistema IoT para controlar la salubridad del agua en el reservorio?</b></p> <p>Totalmente en desacuerdo__  En desacuerdo__  Me es indiferente__  De acuerdo__  Totalmente de acuerdo__</p>
9.	<p><b>¿Qué tan importante cree que sería para el puerto pesquero, tener la implementación IoT conectada a un aplicativo web?</b></p> <p>No es importante__  Poco importante__  Algo importante__  Importante__  Muy importante__</p>
10.	<p><b>¿En qué aspecto contribuiría esta implementación al puerto pesquero?</b></p> <p>Salud__  Valor del consumo__  Ahorro__  Ninguno__</p>

<b>11.</b>	<b>En su opinión, ¿Cuáles son los principales inconvenientes que se generan con respecto a la mala salubridad del agua en el reservorio?</b>
<b>Responsable:</b>	Holguín Roldán Gabriela Madeline

**Anexo 3. Entrevista dirigida a los administrativos, del Puerto Pesquero de la  
Parroquia Anconcito**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena  
Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones  
Carrera de Tecnologías de la Información**

**Entrevista dirigida a los administrativos, del Puerto Pesquero de la Parroquia  
Anconcito.**

**Objetivos:** Analizar la necesidad de mejorar el sistema de salubridad en el reservorio del puerto pesquero.

<b>1.</b>	<p><b>¿Podría explicarme el proceso que realizan para limpiar y los tiempos de limpieza en el reservorio?</b></p> <p>El proceso de limpieza en el reservorio se realiza una vez al mes, usando cepillos y detergente. El tiempo de limpieza varía dependiendo del grado de suciedad acumulada. No obstante, debido a la falta de control, la limpieza no es tan efectiva como se necesita para garantizar una salubridad del agua.</p>
<b>2.</b>	<p><b>¿Han tenido experiencias negativas en cuanto a la salubridad del agua? Explique cuáles</b></p> <p>Sí, hemos presenciado experiencias negativas con relación a la salubridad del agua en diversas ocasiones. El personal se da cuenta de la insalubridad del agua una vez que se llena el reservorio o está medio lleno, lo que resulta en la contaminación de los productos marinos y la propagación de enfermedades.</p>
<b>3.</b>	<p><b>¿Tienen alguna forma de medir la salubridad del agua? Es decir, medidores de PH, temperatura, entre otros</b></p> <p>En la actualidad, no tenemos una forma establecida para medir la salubridad en el agua en el reservorio. No se dispone de medidores de PH, temperatura u otros dispositivos para el monitoreo de la calidad del agua regularmente.</p>
<b>4.</b>	<p><b>¿Cuál es el procedimiento que se sigue al momento de tener el reservorio lleno con agua insalubre?</b></p> <p>Cuando el reservorio se llena con agua insalubre, el procedimiento varía. En ciertas ocasiones, se usa el agua para limpieza, aunque esto no siempre es</p>

	seguro. En otros casos, se opta por verter el agua al mar, lo que es un desperdicio de recursos y un problema ambiental.
<b>5.</b>	<b>¿Qué hacen con el agua insalubre que se almacena en el reservorio?</b> El destino del agua insalubre almacenada en el reservorio depende de diferentes aspectos, utilizada en ocasiones para limpieza, pero también vertiéndola al mar, cuando no hay un suministro adicional de agua disponible.
<b>6.</b>	<b>¿Posee un personal que se encargue de medir la salubridad del agua y evite el llenado innecesario?</b> Actualmente, no se cuenta con un personal específico encargado de medir la salubridad del agua y evitar el llenado innecesario en el reservorio, donde la responsabilidad recae en los operarios, llevando a una supervisión insuficiente y poco sistemática.
<b>7.</b>	<b>¿Usted tiene conocimiento acerca del uso de aplicativos webs para medir la salubridad del agua?</b> No tengo conocimiento acerca del uso de aplicativos webs para medir la salubridad en el agua. No obstante, considero que sería beneficioso contar con herramientas que automaticen los procesos y brinden una monitorización precisa y eficiente.
<b>8.</b>	<b>¿Qué piensa de la tecnología IoT para verificar el nivel de salubridad del agua?</b> Creo que la tecnología IoT podría ser la solución más prometedora para verificar el nivel de salubridad de agua en el reservorio. La implementación de dispositivos y sensores podría permitir el monitoreo en tiempo real sobre la calidad del agua, ayudando a prevenir problemas de contaminación y garantizando la seguridad de actividades portuarias.
<b>Resumen:</b>	Recolección de información para determinar los problemas de salubridad en el reservorio.
<b>Responsable:</b>	Holguín Roldán Gabriela Madeline

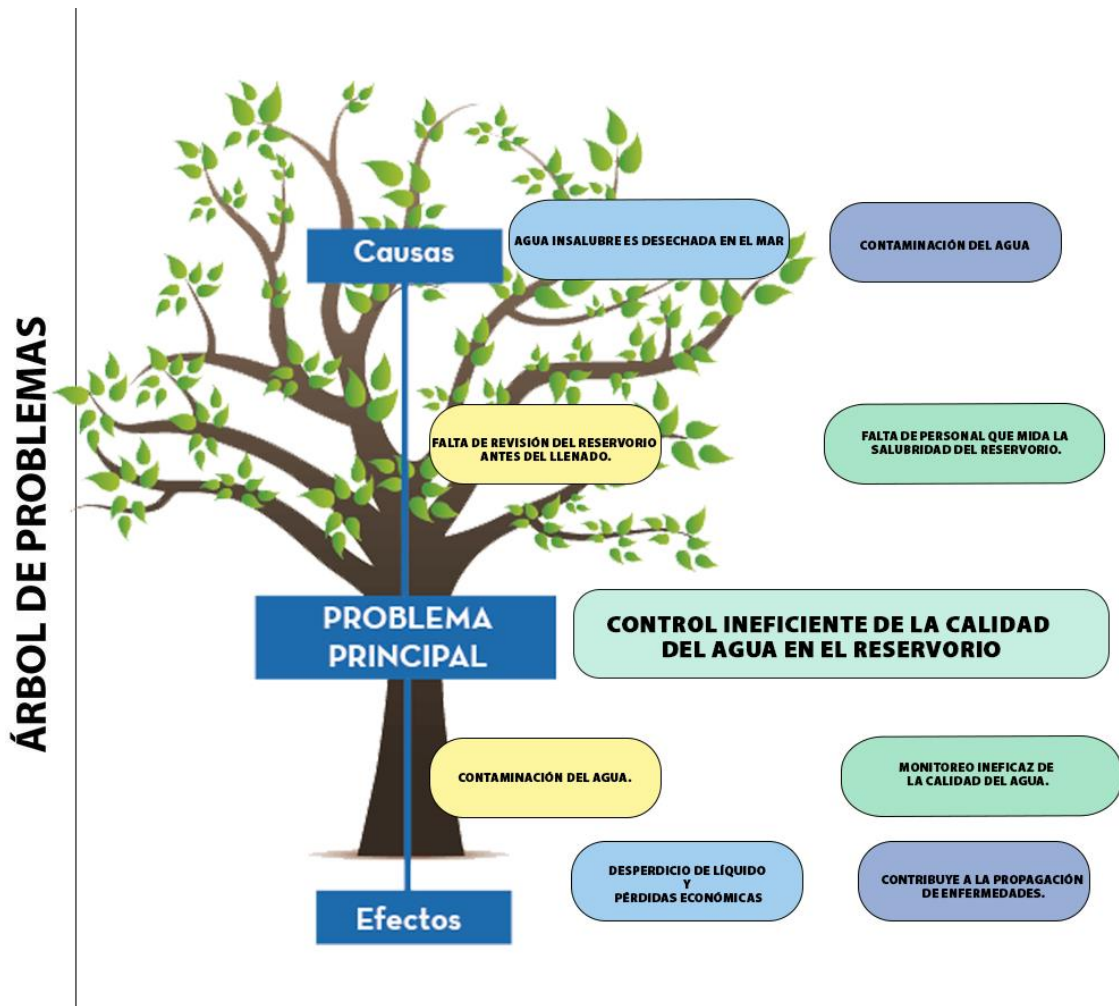
**Anexo 4. Método de observación en el Puerto Pesquero de la Parroquia  
Anconcito**

<b>Registro descriptivo de la información</b>	
<b>Fecha:</b> 19 de septiembre del 2023	
<b>Lugar:</b> Puerto Pesquero de la Parroquia Anconcito	
<b># Personas:</b> 2	
<b>Proceso:</b> Problemática referente al llenado del reservorio.	
<b>Duración:</b> 4 horas	
<b>Hechos observados</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mucho desperdicio de agua</li> <li>• No instalaron medidor de agua</li> <li>• Exceso de consumo, no hay control</li> <li>• Con el exceso consumo de agua, se debe pagar planillas de servicio alto. Hace 2 años se pagaba 6000 mil dólares mensuales, ahora se ha reducido a 2 mil dólares promedio mensual.</li> <li>• Si tan solo existiera una distribución correcta y que cada bodega o local donde están el comerciante tuviera un medidor funcionarle, la reducción de costo sería menor. Están los medidores, pero no están en funcionamiento. Por eso gasta el agua como ellos desean.</li> <li>• También otro dato (no sirven las cámaras o aparatos tecnológicos.)</li> <li>• Los guardias deben ir en la mañana a verificar si el reservorio está lleno y proceder a cerrar las llaves.</li> <li>• Ellos se dan cuenta que está lleno el reservorio cuando el agua comienza a rebosar y se escucha como baja el agua a la playa.</li> </ul>	
<b>Resumen:</b>	Se puede verificar que presentan una problemática referente al llenado del reservorio, sin monitorear la salubridad del agua.
<b>Responsable:</b>	Holguín Roldán Gabriela Madeline.

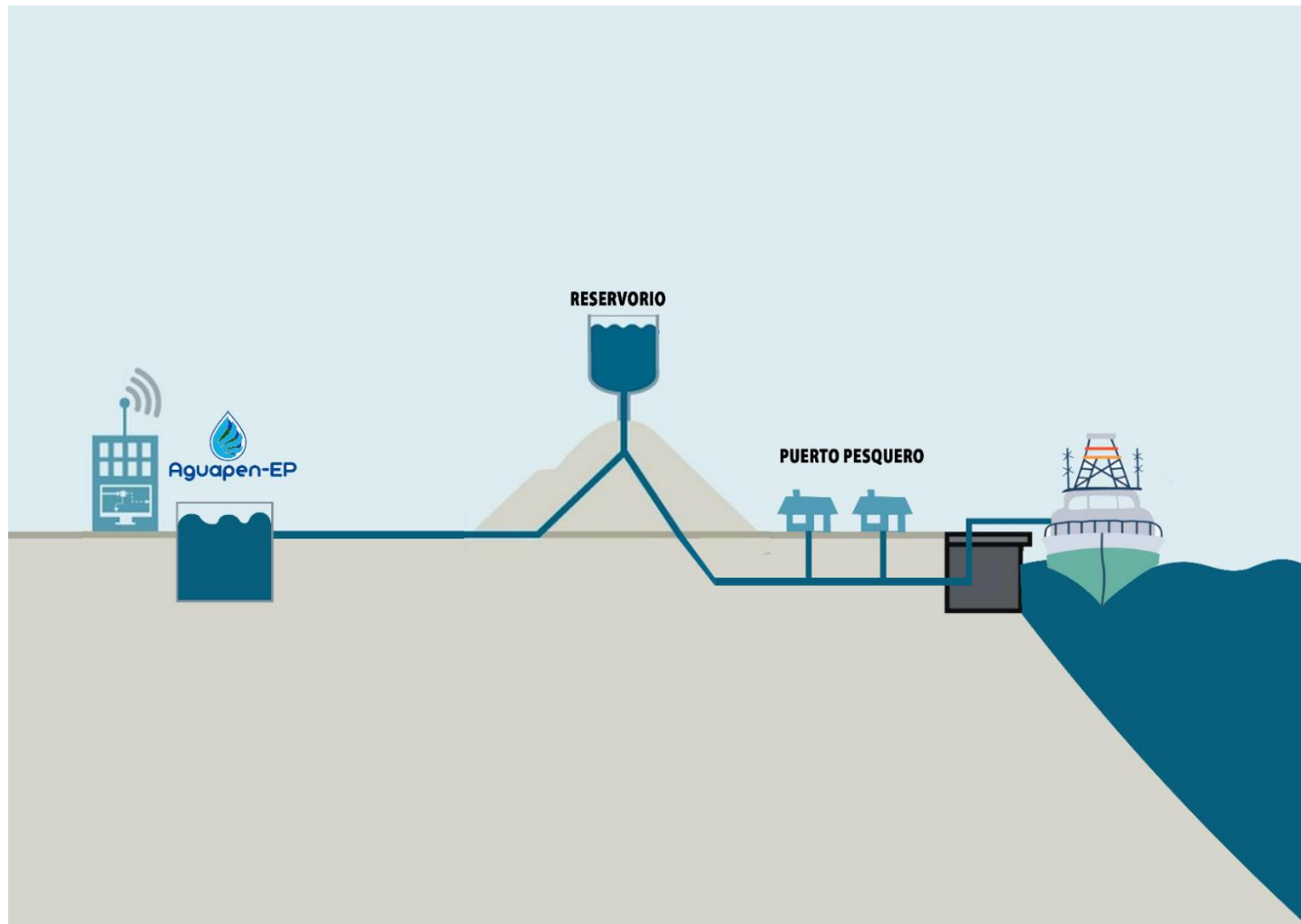
### Anexo 5. Presupuesto general del proyecto

<b>Componentes electrónicos</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Modelo</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Arduino uno	R3	15,00	1	15,00
Módulo Shield Ethernet	W5100	15,50	1	15,50
Cable Jumper 20 cm	hembra-macho, hembra-hembra	2,25	1	2,25
Protoboard	400 puntos	2,50	1	2,50
Cargador	5V 2 A	5,50	1	5,50
Cargador	5V 3 A	5,50	1	5,50
Sensor de temperatura sumergible	DS18B20	4,50	1	4,50
Sensor de turbidez	DFROBOT	19,95	1	19,95
Módulo de sensor análogo de conductividad TDS	-	24,95	1	24,95
Resistencias	4.7 K	0,03	5	0,03
Sensor de vibración	NC SW – 420	2,50	1	2,50
Cable de red	-	2,50	2	5,00
Cable tipo B	-	6,00	1	6,00
Kit de adaptadores	Jack/plug a borneras	1,50	2	3,00
Arduino	original	12,95	1	12,95
			<b>Total</b>	<b>\$125,25</b>

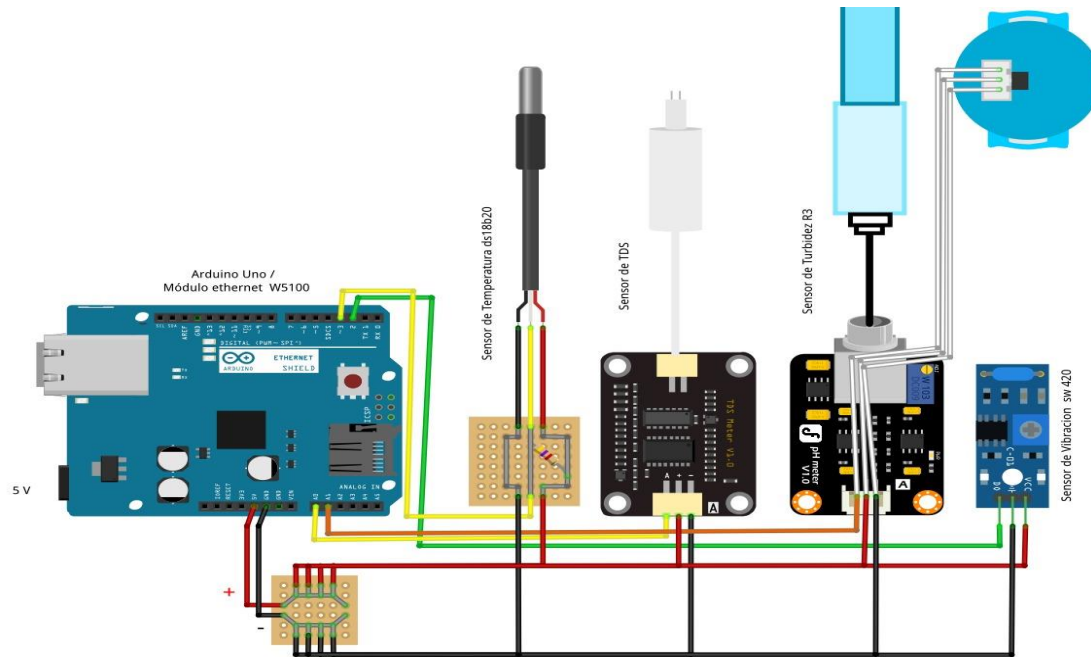
## Anexo 6. Árbol de problemas



## Anexo 7. Proceso de llenado del reservorio en el Puerto de Anconcito



## Anexo 8. Prototipo del reservorio en el Puerto de Anconcito



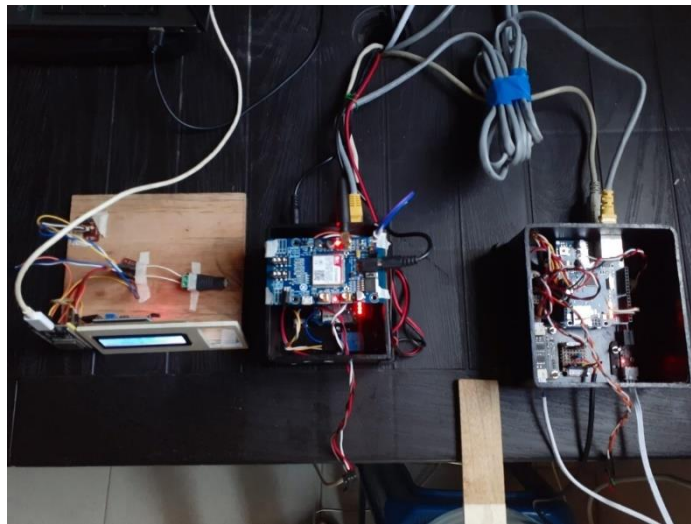
La imagen muestra la configuración donde el microcontrolador Arduino Uno junto con el módulo ethernet W5100 se conecta a varios sensores mediante un Protoboard para la distribución de energía. El sensor de temperatura DS18B20 se enlaza a 5V, GND y pin digital D2 del Arduino; el sensor TDS se conecta a GND, 5V y pin analógico A1; el sensor de turbidez R3 se enlaza a 5V, GND y al pin analógico A2; el sensor de PH es conectado a 5V, GND y pin analógico A0; así mismo, el sensor de vibraciones SW 420 se conecta a 5V, GND y pin digital D3. Esta configuración le permite a Arduino recoger datos de los sensores TDS, de temperatura, turbidez, PH y vibraciones, para luego transmitirlos por medio del módulo ethernet.

## **Anexo 9. Desarrollo del prototipo**

La arquitectura del prototipo IoT se enfoca en componentes electrónicos de la placa microcontroladora Arduino Uno, que transmite datos de los sensores a la aplicación web, permitiendo a los usuarios gestionar el sistema y tomar las medidas necesarias. La información se almacena en la base de datos que se conecta al servidor, donde se llevan a cabo las operaciones definidas según el llenado en el reservorio. La lectura de los estados y control del hardware se realizan por medio del Arduino y las consultas al servidor de base de datos. La salubridad del agua se controla a través de los diferentes sensores y la electroválvula. En caso de anomalías, el sistema actualiza la base de datos y apaga la electroválvula automáticamente.

### **Conexión completa del prototipo**

La conexión completa se centra en la integración de los componentes eléctricos y de la placa microcontroladora Arduino Uno. Esto permite que los datos de salubridad del agua obtenidos a través de los sensores, sean transmitidos a la aplicación web, donde los usuarios gestionan el sistema y realizan acciones determinadas que se basan en la lectura de la salubridad.



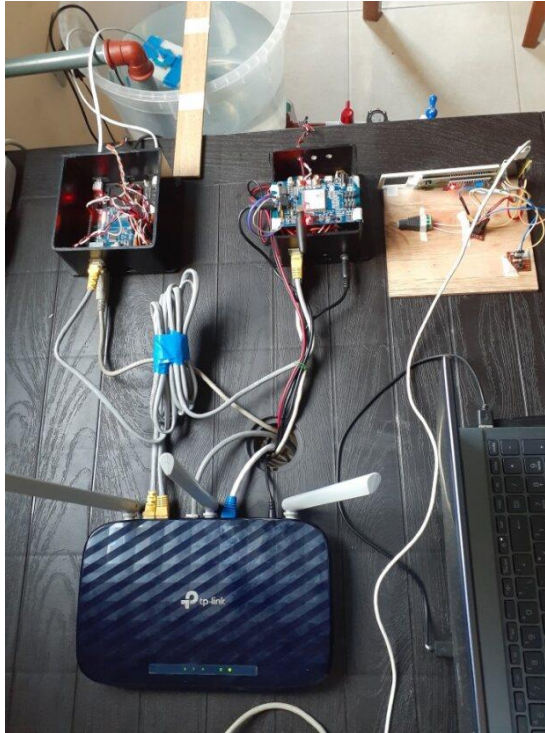
### **Conexión de entrada y salida del agua**

Esta conexión es esencial para garantizar la medición de la salubridad del agua. Los sensores instalados en el prototipo permiten monitorear la calidad del líquido que ingresa y sale del sistema. Estos sensores envían datos en tiempo real al Arduino.



### **Comunicación de los componentes a través de Internet**

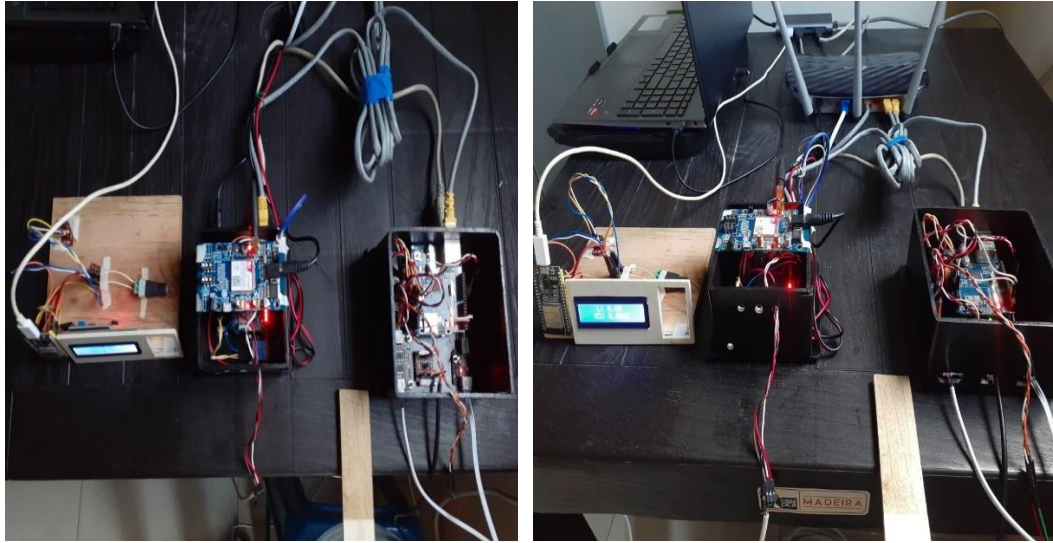
Permite la transmisión de datos de salubridad desde los sensores hasta el aplicativo web. Este proceso asegura que los usuarios puedan acceder a información actualizada desde cualquier sitio con conexión a Internet.



### **Sistema funcional en un ambiente simulado**

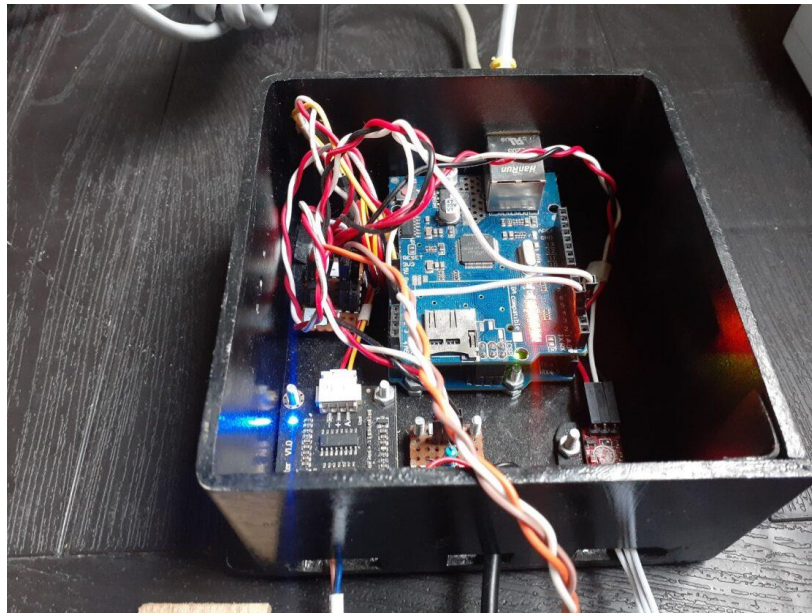
Se realizaron las pruebas y validación de la efectividad del prototipo en diversas condiciones controladas. Se monitorean todos los aspectos del sistema, desde la recolección de datos de salubridad de agua hasta la gestión de información en el servidor.

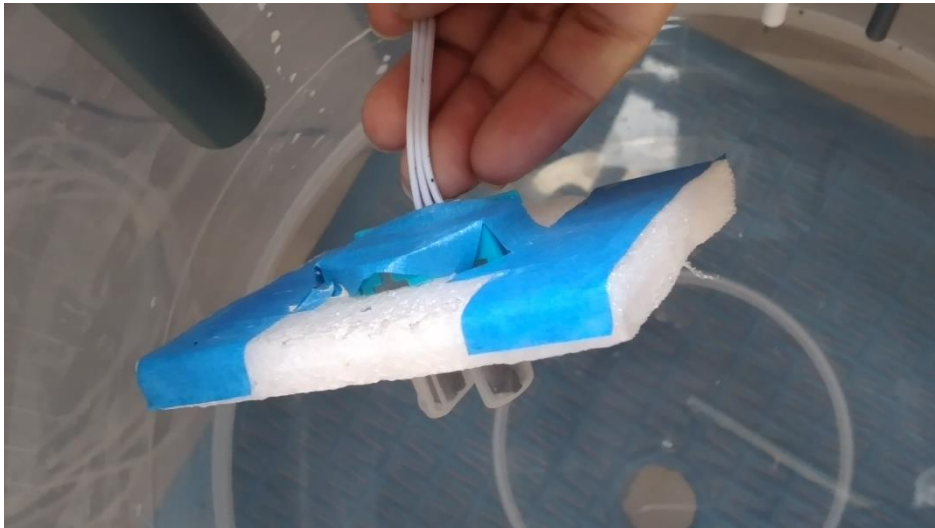
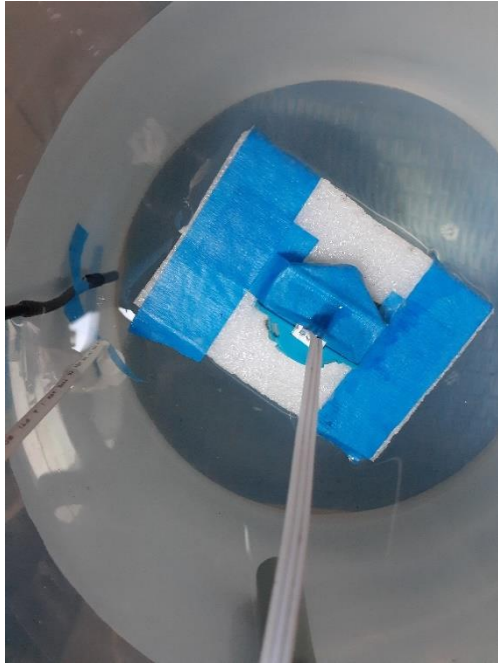


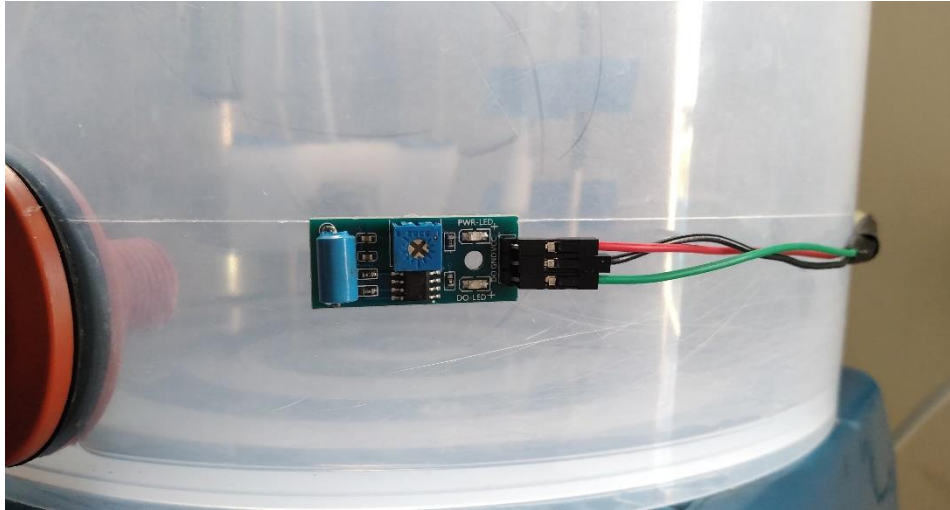


## Sensores

Los sensores son los componentes principales en el prototipo, los cuales se encargan de medir la salubridad de agua en tiempo real. Estos dispositivos fueron diseñados para detectar distintas características como niveles de PH, contaminantes, entre otros parámetros.







**Anexo 10. Visita técnica al Puerto Pesquero de Anconcito**

