



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LOJA**



*Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables*

---

## **CARRERA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS**

# **Desarrollo e Implementación de un Prototipo para la Obtención y Gestión de la Información de Parámetros Fisicoquímicos del Agua Aplicado a Acuicultura para la Parroquia Yangana.**

<p><b>Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas</b></p>
---

**Autor:**

- Hugo Javier Erazo Granda

**Director:**

- Ing. Gastón René Chamba Romero, Mg. Sc.

**LOJA-ECUADOR  
2018**

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Ing. Gastón René Chamba Romero, Mg. Sc.

**DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, DIRECTOR DE TESIS**

### **CERTIFICA:**

Que el egresado **Hugo Javier Erazo Granda**, realizó el trabajo de titulación denominado **“Desarrollo e Implementación de un Prototipo para la Obtención y Gestión de la Información de Parámetros Fisicoquímicos del Agua Aplicado a Acuicultura para la Parroquia Yangana.”** bajo mi dirección y asesoramiento, mismo que fue revisado, enmendado y corregido minuciosamente. En virtud que el Trabajo de Titulación reúne, a satisfacción las cualidades de fondo y forma exigidas para un trabajo de este nivel, autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal respectivo.

Loja, 25 de octubre del 2018



.....  
Ing. Gastón René Chamba Romero, Mg. Sc.

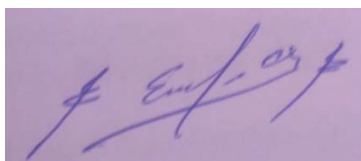
**DIRECTOR DE TESIS**

## **AUTORÍA**

Yo, **HUGO JAVIER ERAZO GRANDA** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de la tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Cédula:** 1103499545

**Fecha:** 5 de diciembre del 2018

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, **Hugo Javier Erazo Granda**, declaro ser autor de la tesis titulada: “**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA LA OBTENCIÓN Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA APLICADO A ACUICULTURA PARA LA PARROQUIA YANGANA.**”, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN SISTEMAS**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de diciembre del dos mil dieciocho.

**Firma:**



**Autor:** Hugo Javier Erazo Granda

**Cédula:** 1103499545

**Dirección:** Loja (Quito y Avenida Universitaria)

**Correo Electrónico:** hugojavier83@gmail.com

**Teléfono:**

**Celular:** 0997020778

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Gastón René Chamba Romero Mg. Sc.

**Tribunal de Grado:** Ing. Edison Leonardo Coronel Romero Mg. Sc.

Ing. Valeria del Rosario Herrera Salazar Mg. Sc.

Ing. Wilman Patricio Chamba Zaragocín Mg. Sc.

## **AGRADECIMIENTO**

Al concluir este trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mi madre Narcisa quien ha sido un ejemplo de trabajo y honradez, a mi esposa Ximena por sus ánimos y paciencia en este proyecto de estudio, a mi hermana Lucy por sus palabras de aliento.

Además, quiero expresar mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos naturales no Renovables y a la Carrera de Ingeniería en Sistemas, por haberme abierto las puertas para mi formación académica y agradezco a todos los docentes que me brindaron su conocimiento, sus consejos y apoyo durante los diez ciclos de periodo universitario.

Finalmente quiero expresar de manera especial al Ing. Gastón René Chamba Romero, director de trabajo de titulación, por el conocimiento profesional y la ayuda brindada que fue pilar fundamental para cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo.

**El Autor.**

# DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

La memoria de mi madre Narcisa Granda, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y siempre apoyarme. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Mi esposa Ximena Córdova por su apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida, que gracias a su amor y respaldo me ayuda a alcanzar mis objetivos.

Mis hijos, Sara y Cristopher, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, los quiero mucho.

Mi Hermana Lucy, quien con su apoyo y palabras de aliento no me dejaba decaer para que sea perseverante y cumpla mis metas.

Todos mis amigos Andrea, Jaritza, José, Stalin, por compartir los buenos y malos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

**El Autor.**

# Índice de Contenidos

## Índice General

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO. ....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
Índice de Contenidos .....	VII
Índice General .....	VII
Índice de Figuras .....	X
Índice de Tablas.....	XII
Índice de Fórmulas .....	XIV
A. TÍTULO .....	1
B. RESUMEN .....	2
SUMMARY .....	3
C. INTRODUCCIÓN .....	4
D. REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
1. Gestión de la Información .....	6
1.1. Sistema de Gestión de la Información.....	7
2. Acuicultura .....	7
2.1. Clasificación de la Acuicultura.....	8
2.2. Calidad del Agua en la Acuicultura.....	10
3. Open Source .....	11
3.1. Hardware Libre .....	11
3.2. Software Libre.....	12
4. Elementos Hardware del Sistema.....	12
4.1. Microcontrolador .....	12
4.2. Microprocesador .....	12
4.3. Diferencias Microprocesador Microcontrolador .....	12

4.4. Arduino.....	13
4.5. Raspberry Pi.....	15
4.6. Shield GPRS/GSM (SIM900).....	16
4.7. Módulo RTC (DS3231).....	19
4.8. Sensores.. ..	20
5. Elementos Software del Sistema .....	22
5.1. Sistema Operativo Raspbian Stretch .....	22
5.2. Entorno de Desarrollo Arduino (IDE).....	23
5.3. Processing .....	24
5.4. Aplicación Web .....	26
5.5. Servidor Web .....	28
5.6. Base de Datos .....	29
5.7. Herramientas de Desarrollo .....	29
E. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
1. Materiales .....	31
1.1. Talento Humano.....	31
1.2. Servicios... ..	31
1.3. Recursos de Hardware y Software.....	32
2. Métodos.....	34
2.1. Método Deductivo .....	34
2.2. Método Inductivo .....	35
2.3. Método Documental.....	35
2.4. Método Analítico .....	35
2.5. Método Empírico.....	35
3. Técnicas.. ..	35
3.1. Observación Directa .....	35
3.2. Entrevista.....	35
3.3. Tutoría.....	36
4. Metodología de Desarrollo de Software .....	36
F. RESULTADOS .....	38
1. Perspectiva del Prototipo .....	38
2. Fase 1: Recolección de Información Relacionada con el Análisis del Potencial de Hidrógeno pH y Temperatura de la Calidad de Agua en el Cultivo de Peces. ....	40



3. Fase 2: Diseño e Implementación del Sistema Autónomo para la Obtención Remota de los Datos de Temperatura y pH del Agua. ....	42
3.1. Comparativa de Placas Electrónicas.....	42
3.2. Pruebas de Sensores, Alimentación Eléctrica y Envío de Información .....	42
3.3. Diseño e Implementación del Sistema Autónomo .....	54
4. Fase 3: Diseño e Implementación de la Aplicación Web que Permite Gestionar la Información Recibida desde el Sistema Autónomo. ....	56
4.1. Fase de Planeación .....	56
4.2. Fase de Diseño.....	64
4.3. Fase de Codificación .....	73
4.4. Fase de Pruebas .....	76
5. Fase 4: Realización de Pruebas para Evaluar el Prototipo .....	81
G. DISCUSIÓN .....	85
1. Desarrollo de la Propuesta Alternativa .....	85
2. Valoración Técnica Económica Ambiental.....	86
2.1. Valoración Técnica.....	86
2.2. Valoración Económica .....	86
2.3. Valoración Ambiental .....	91
H. CONCLUSIONES .....	92
I. RECOMENDACIONES.....	93
J. BIBLIOGRAFÍA.....	94
K. ANEXOS .....	100
Anexo 1: Entrevista realizada al cliente .....	100
Anexo 2: Documento de especificación de requerimientos de software (ERS) .....	103
Anexo 3: Ecuación General de la Recta Dados Dos Puntos .....	119
Anexo 4: Pruebas JMeter .....	120
Anexo 5: Pruebas de Aceptación .....	122
Anexo 6: Certificado de Funcionamiento del Sistema. ....	124
Anexo 7: Glosario de Términos.....	126
Anexo 8: Licencia Creative Commons .....	127

## Índice de Figuras

Figura 1. Gestión de información [4].	6
Figura 2. Ejemplo de Acuicultura [9].	7
Figura 3: Ejemplo de acuicultura intensiva [12].	8
Figura 4. Ejemplo de acuicultura semi-intensiva [12].	9
Figura 5. Ejemplo de Acuicultura Extensiva [12].	9
Figura 6. Arduino UNO [23].	14
Figura 7. Raspberry Pi 3 [25].	15
Figura 8. Módulo SIM900 [27].	17
Figura 9. Módulo RTC DS3231 [30].	19
Figura 10. Sensor DS18B20 [33].	20
Figura 11. Sensor de pH [34].	21
Figura 12. Partes del IDE de Arduino [35].	23
Figura 13. IDE Processing [38].	25
Figura 14. IDE de Arduino y Processing	25
Figura 15. Esquema de Arquitectura de tipo cliente-servidor [41].	27
Figura 16. Modelo de tres capas [43].	28
Figura 17. Ejemplo de servidor de aplicaciones PHP [44].	29
Figura 18. Fases de Metodología XP [51].	36
Figura 19. Perspectiva del Prototipo	39
Figura 20. Conexión del sensor de pH con Arduino	43
Figura 21. Calibración del sensor con la sustancia de pH 7.01	44
Figura 22. Resultado del voltaje del pH 7.01 obtenido con Arduino.	44
Figura 23. Calibración del sensor con la sustancia de pH 4.01	45
Figura 24. Resultado del voltaje del pH 4.01 obtenido con Arduino.	45
Figura 25. Conexión del sensor DS18B20 con Arduino.	46
Figura 26. Mediciones de temperatura obtenidas del sensor DS18B20	47
Figura 27. Conexión entre Arduino UNO y SIM900	48
Figura 28. Código de la función mensaje.	49
Figura 29. Conexión DS3231, Arduino y Raspberry Pi.	50
Figura 30. Esquema de bloques de elementos conectados a adaptador de corriente.	52
Figura 31. Diagrama de bloques para información al usuario	53
Figura 32. Diagrama de bloques para el registro de información	54
Figura 33. Implementación del sistema autónomo	55

Figura 34. Implementación del sistema autónomo .....	55
Figura 35. Arquitectura del sistema.....	64
Figura 36. Diagrama de clases .....	65
Figura 37. Modelo entidad relación.....	65
Figura 38. Página inicial de la Aplicación Web .....	67
Figura 39. Pantalla de registro de usuario.....	67
Figura 40. Pantalla de ingreso .....	68
Figura 41. Pantalla parámetros para el propietario .....	69
Figura 42. Pantalla Historial para el propietario .....	69
Figura 43. Pantalla presentación de Historial.....	70
Figura 44. Pantalla Parámetros para el administrador .....	71
Figura 45. Pantalla usuarios para el administrador .....	71
Figura 46. Pantalla Historial para el administrador.....	72
Figura 47. Pantalla presentación de historial .....	72
Figura 48. Sección de código para consultar los parámetros registrados en la base de datos.....	74
Figura 49. Sección de código para registrar usuario en la base de datos. ....	74
Figura 50. Sección de código para actualizar cuenta.....	75
Figura 51. Sección de código para eliminar usuario en la base de datos.....	75
Figura 52. Sección de código para historial. ....	75
Figura 53. Puesta a punto del prototipo para la fase de pruebas. ....	81
Figura 54. Prototipo listo para funcionar .....	82
Figura 55. Sensores realizando mediciones de los parámetros .....	82
Figura 56. Registro de los parámetros cada 10 minutos. ....	83
Figura 57. Recepción de mensaje de texto, al encontrar valores atípicos en la medición .....	83
Figura 58. Estadísticas de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH.....	84

## Índice de Tablas

TABLA I . DIFERENCIAS ENTRE MICROPROCESADOR Y MICROCONTROLADOR .....	13
TABLA II: ESPECIFICACIONES GENERALES DEL ARDUINO UNO .....	14
TABLA III: ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA RASPBERRY PI 3.....	16
TABLA IV: ESPECIFICACIONES GENERALES DEL MÓDULO SIM900.....	17
TABLA V: EJEMPLOS DE COMANDOS AT .....	18
TABLA VI: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MÓDULO DS3231.....	19
TABLA VII: ESPECIFICACIONES GENERALES SENSOR DS18B20 .....	21
TABLA VIII: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SENSOR DE PH. ....	22
TABLA IX. TALENTO HUMANO.....	31
TABLA X. SERVICIOS .....	32
TABLA XI. RECURSOS HARDWARE SOFTWARE .....	32
TABLA XII. ANÁLISIS DE VALORES ÓPTIMOS DE pH Y TEMPERATURA .....	40
TABLA XIII. PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA ..	41
TABLA XIV. COMPARATIVA DE PLACAS ELECTRÓNICAS .....	42
TABLA XV. CONEXIÓN DE PINES ENTRE SENSOR DE pH Y ARDUINO UNO.....	43
TABLA XVI. VALORES REFERENCIALES DE pH.....	45
TABLA XVII. CONEXION DE PINES ENTRE DS18B20 Y ARDUINO UNO.....	47
TABLA XVIII. CONEXIÓN DE PINES ENTRE SIM900 Y ARDUINO .....	49
TABLA XIX.PINES A CONECTAR ENTRE ARDUINO UNO, RASPBERRY PI 3 AL MÓDULO DS3231 .....	51
TABLA XX. CONSUMO DEL SISTEMA AUTÓNOMO.....	51
TABLA XXI. DESCRIPCIÓN DE ROLES.....	56
TABLA XXII. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	56
TABLA XXIII. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES.....	57
TABLA XXIV. TIPOS DE USUARIOS DE LA APLICACIÓN WEB .....	57
TABLA XXV. MÓDULOS DE LA APLICACIÓN WEB .....	58
TABLA XXVI. HISTORIA DE USUARIO CONSULTAR PARÁMETROS.....	58
TABLA XXVII. HISTORIA DE USUARIO CREAR CUENTA.....	59
TABLA XXVIII. HISTORIA DE USUARIO CONSULTAR CUENTA.....	60
TABLA XXIX. HISTORIA DE USUARIO ELIMINAR CUENTA .....	60
TABLA XXX. HISTORIA DE USUARIO ACTUALIZAR CUENTA .....	61
TABLA XXXI. HISTORIA DE USUARIO HISTORIAL.....	62

TABLA XXXII. ESTIMACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO .....	63
TABLA XXXIII. TARJETA CRC USUARIO .....	66
TABLA XXXIV. TARJETA CRC SISTEMA AUTÓNOMO .....	66
TABLA XXXV. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN CONSULTAR PARÁMETROS.....	76
TABLA XXXVI. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN CREAR CUENTA .....	77
TABLA XXXVII. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN CONSULTAR CUENTA.....	77
TABLA XXXVIII. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN ELIMINAR USUARIO .....	78
TABLA XXXIX. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN ACTUALIZAR USUARIO .....	79
TABLA XL. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN HISTORIAL .....	79
TABLA XLI. TALENTO HUMANO.....	87
TABLA XLII. SERVICIOS .....	87
TABLA XLIII. RECURSOS HARDWARE SOFTWARE .....	88
TABLA XLIV. MATERIALES DE OFICINA .....	90
TABLA XLV. PRESUPUESTO FINAL .....	90

## Índice de Fórmulas

Fórmula 1. Ecuación para obtener promedio .....	41
Fórmula 2. Ecuación para obtener el pH a través del sensor .....	46

## **A. TÍTULO**

Desarrollo e Implementación de un Prototipo para la Obtención y Gestión de la Información de Parámetros Fisicoquímicos del Agua Aplicado a Acuicultura para la Parroquia Yangana.

## **B. RESUMEN**

El presente Trabajo de Titulación tiene como objetivo diseñar e implementar un prototipo, que gestione la información del potencial de hidrógeno (pH) y temperatura obtenida de los sensores, a la cual se puede acceder a través de una aplicación web, y permitiendo a los usuarios ser notificados de una posible anomalía a través de un mensaje de texto. El prototipo beneficia al acuicultor ya que le ayuda a tomar las mejores decisiones para el cultivo de peces.

Para la construcción del prototipo se utiliza hardware libre y software libre. En el apartado de hardware se realizó la unión de las plataformas Arduino y Raspberry Pi, esto con la finalidad, que la parte de control de sensores la realice Arduino y la parte de gestión de la información la realice Raspberry Pi. En el apartado de software, para la comunicación Arduino Raspberry Pi se utilizó el lenguaje de programación Processing, mientras que para la aplicación web se emplea el patrón de arquitectura de software Modelo Vista Controlador (MVC).

Para la elaboración del prototipo se utiliza, en el de desarrollo de hardware, los métodos analítico y empírico, los cuales permitieron el análisis para el diseño e implementación del sistema autónomo; mientras que para el desarrollo de la aplicación web se utilizó la metodología ágil Programación Extrema (XP).

Los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, permitieron al propietario conocer acerca de los valores de temperatura y potencial de hidrógeno (pH), presentes en el estanque. Los valores promedios obtenidos a través de los sensores, de temperatura (15.58 °C) y potencial de hidrógeno (pH 10.7), no se encuentran dentro de la media de los valores óptimos de temperatura (25.80 °C) y potencial de hidrógeno (pH 7.6) para el cultivo de tilapia. Por lo consiguiente, la realización del Trabajo de Titulación permitió dar solución, al problema de investigación planteado en el Anteproyecto, para lo cual se recomendó al propietario el cambio de cultivo de tilapia por otro tipo de cultivo que se adapte mejor a las condiciones fisicoquímicas del agua presentes en su estanque.



## **SUMMARY**

The purpose of this Thesis Work is to design and implement a prototype, which manages the information about potential of hydrogen (pH) and temperature obtained from sensors, which can be accessed through a web application, and allow users to be notified about a possible anomaly through a text message. The prototype benefits the pisciculture as it helps good decision making for pisciculture.

Free hardware and free software are used to build up the prototype. In the hardware section, Arduino and Raspberry Pi platforms were united, with the purpose that the sensor control part is carried out by Arduino and the information management part is carried out by Raspberry Pi. In the software section, for the Arduino Raspberry Pi communication, the programming language Processing was used, while for the web application, the model software architecture Model Vista Controller (MVC) was applied.

For the elaboration of the prototype it is used, in the hardware development, the analytical and empirical methods, which allowed the analysis for the design and implementation of the autonomous system; while for the web application development, it was used the agile methodology Extreme Programming (XP).

Findings obtained in this Thesis Work, allowed the owner to know about the values of temperature and potential of hydrogen (pH) present in the pond. The average values obtained through the temperature sensors (15.58 °C) and potential of hydrogen (pH 10.7), are not within the average of the optimal values of temperature (25.80 °C) and potential of hydrogen (pH 7.6) for tilapia pisciculture. Therefore, the completion of the Action Research allowed to solve the research problem proposed in the Preliminary Draft, this is why it was recommended to the owner to change tilapia pisciculture for another type of crop that is better suited to the physicochemical conditions of the water present in his pond.

## **C. INTRODUCCIÓN**

El objetivo principal de la Universidad Nacional de Loja es la formación de profesionales que ofrezcan soluciones a los inconvenientes que enfrentan nuestra sociedad, para lo cual se hace uso de tecnologías que permitan la automatización de proceso y mejoramiento a la calidad de vida de las personas [1].

En la actualidad, la medición de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua para el cultivo de peces se realiza de manera manual, causando inconvenientes al acuicultor como, por ejemplo, el traslado cada cierto tiempo para realizar dichas mediciones, y en el caso que los valores de los parámetros no sean los adecuados para el cultivo de peces la pérdida de la producción.

La elaboración del presente Trabajo de Titulación tiene como objetivo principal, el desarrollo e implementación de un prototipo que obtenga y gestione la información obtenida de los parámetros fisicoquímicos como son el potencial de hidrógeno (pH) y la temperatura, la cual pueda ser consultada en cualquier momento a través de una aplicación web, y en el caso que existiera alguna anomalía en las mediciones notificar mediante un mensaje de texto al usuario.

Para dar cumplimiento al objetivo general del Trabajo de Titulación se definió cuatro objetivos específicos, los cuales son: a) recolectar información relacionada con el análisis del potencial de hidrógeno pH y temperatura de la calidad de agua en el cultivo de peces; b) diseñar e implementar el sistema autónomo para la obtención remota de los datos de temperatura y pH del agua; c) Diseñar e implementar una aplicación web que permite gestionar la información recibida desde el sistema autónomo; d) realizar pruebas para evaluar el correcto funcionamiento del prototipo, a los cuales se dio cumplimiento utilizando, los métodos y técnicas de investigación, hardware y software libre y la metodología de desarrollo Programación Extrema (XP).

La estructura del documento de Trabajo de Titulación es la siguiente:

- Revisión de Literatura, se describe de manera breve conceptos relacionados con la gestión de la información, acuicultura y las herramientas utilizadas para la elaboración del prototipo.
- Materiales y métodos, se detalla las técnicas, métodos y metodología utilizada para el diseño e implementación del prototipo.

- Resultados, se encuentran todos los documentos obtenidos en la elaboración del Trabajo de titulación.
- Discusión, se realiza un análisis de los resultados obtenidos.
- Conclusiones y Recomendaciones, se las realiza después de haber desarrollado y culminado el Trabajo de Titulación

## D. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. Gestión de la Información

El propósito radica en, obtener la información correcta, de manera apropiada, en el momento y lugar conveniente, al mejor costo posible, para la persona que requiera, pueda tomar la decisión adecuada [2]. A través de una serie de procesos donde se examina el ciclo de vida de la información, desde su adquisición, hasta su disposición final. Siendo parte de los procesos, la extracción, combinación, depuración y asignación de la información a los interesados [3]. El ciclo de gestión de información se da a conocer en la Figura1 [4] .



Figura 1. Gestión de información [4].

Los objetivos de la gestión de la información son [5]:

- Certificar la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información.
- Ampliar el valor y los beneficios derivados del uso de la información.
- Disminuir el costo de adquisición, procesamiento y uso de la información.
- Determinar responsabilidades para el uso efectivo, eficiente y económico de información.
- Garantizar un suministro continuo de la información.

### 1.1. Sistema de Gestión de la Información

Es el encargado de seleccionar, procesar y distribuir la información obtenida desde los ámbitos externos e internos. Cuya finalidad es generar servicios y productos que respondan a las necesidades y sobrepasen las expectativas de los usuarios, posibilitando que el sistema trabaje eficientemente y económicamente a la vez. Para aprovechar al máximo sus recursos de información debería abarcar las siguientes funciones [6]:

- Definir los requerimientos de información en relación a sus funciones y actividades.
- Mejora de los medios de comunicación y acceso a la información.
- Mejora de los procesos informativos.
- Utilización eficiente de los recursos.

## 2. Acuicultura

Trata acerca de todos los tipos de explotación de animales acuáticos y plantas en aguas de tipo dulce, salobre y salada [7]. También se describe como el cultivo en condiciones controladas de especies acuáticas que son de utilidad para el hombre [8]. El objetivo de la acuicultura es similar al de la agricultura: obtener una producción controlada de bienes alimenticios para mejorar el abastecimiento del consumo. En lo que se refiere a la acuicultura, los productos son animales acuáticos y plantas que crecen en el agua [7]. En la Figura 2 se observa un ejemplo de acuicultura, en este caso usando jaulas en el mar [9].



Figura 2. Ejemplo de Acuicultura [9].

## 2.1. Clasificación de la Acuicultura

Dependiendo del tipo de producción, conocimiento y tecnología utilizada, se clasifica en: intensiva, semi-intensiva y extensiva [10].

### 2.1.1. Acuicultura Intensiva

Se emplea tecnología avanzada y un mayor nivel de manejo y control que posibilita la obtención de una producción óptima por la infraestructura utilizada (jaulas flotantes o estanques) como se muestra en la Figura 3, destinando como principal alimento dietas balanceadas. El éxito de la acuicultura intensiva, depende exclusivamente, de la calidad y cantidad de agua, y del cuidado y atención que se le dedique al cultivo [10] [11] [12].

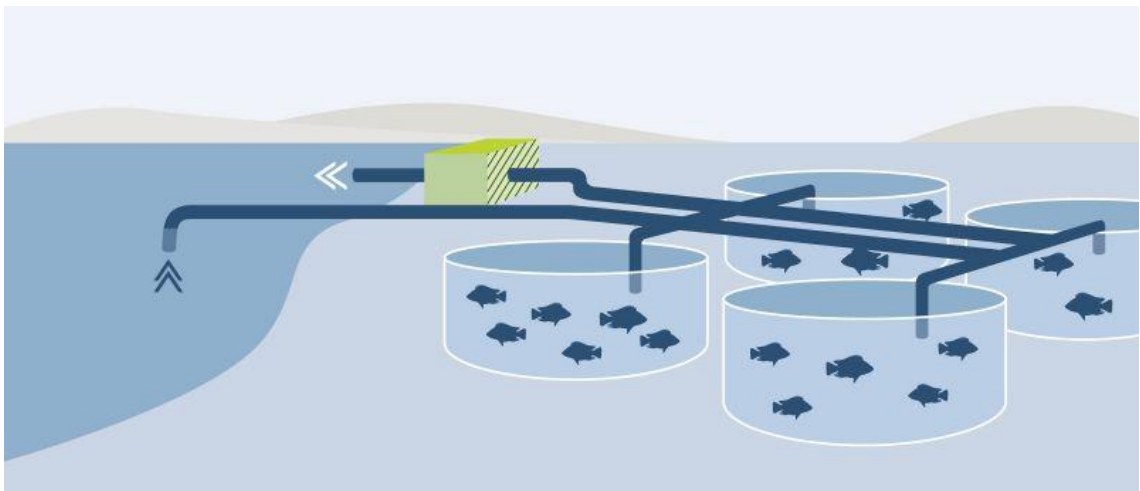


Figura 3: Ejemplo de acuicultura intensiva [12].

### 2.1.2. Acuicultura Semi-intensiva

Se realiza en ambientes naturales o artificiales, la alimentación del cultivo puede ser natural como suplementaria, existe un mayor nivel de adecuación al medio. La densidad de siembra es más amplia que en la acuicultura extensiva, pero menor que la acuicultura intensiva [11]. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de acuicultura semi-intensiva.

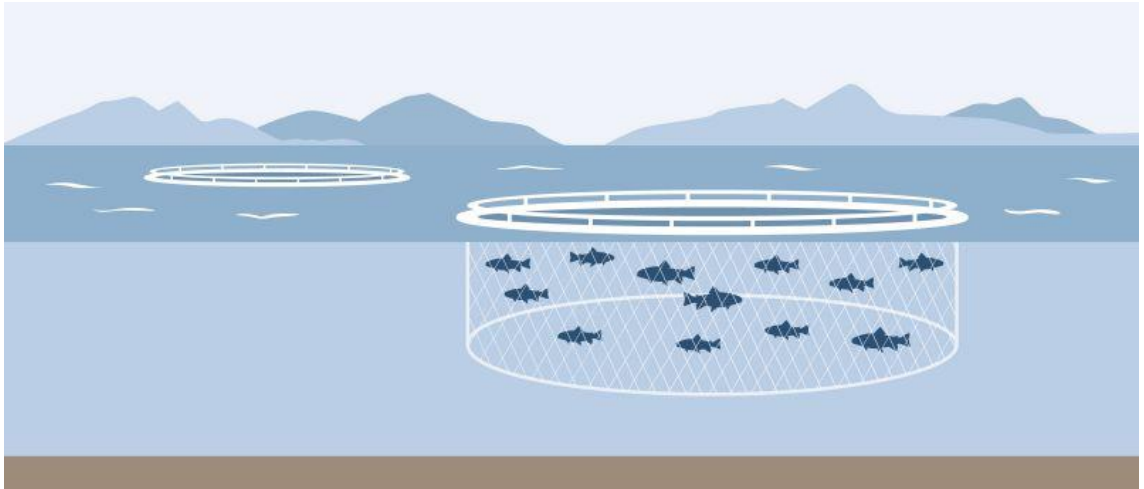


Figura 4. Ejemplo de acuicultura semi-intensiva [12].

### 2.1.3. Acuicultura Extensiva

Se realiza en ambientes naturales o artificiales como embalses, reservorios de agua, represas, como se muestra en la Figura 5. La alimentación del cultivo es sustentada de manera natural. La única labor que debe realizar el hombre es la siembra y cosecha del cultivo [10] [11] .

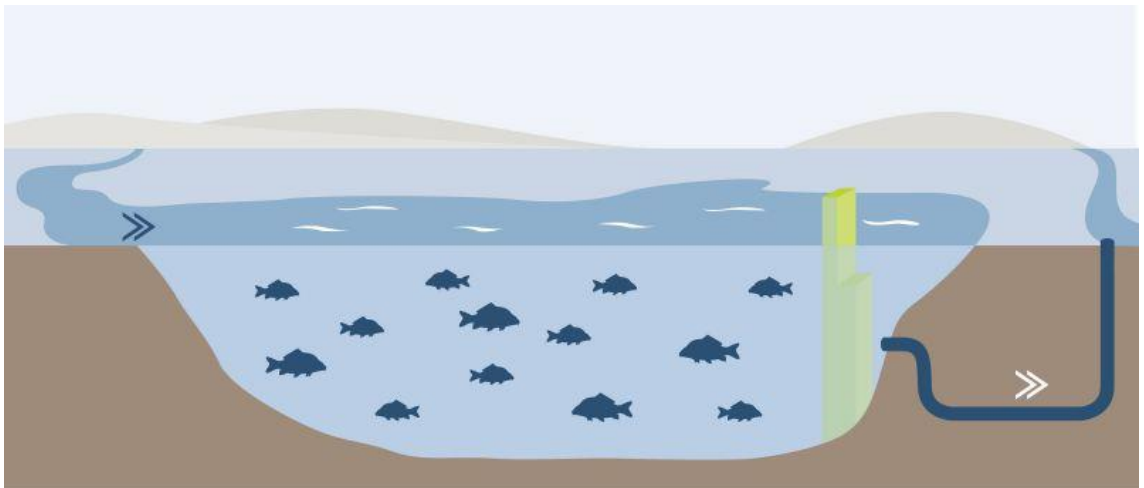


Figura 5. Ejemplo de Acuicultura Extensiva [12].

## **2.2. Calidad del Agua en la Acuicultura**

Al referirse a la calidad del agua se toma en cuenta las cualidades que presenta, de tal manera, que cumpla con los criterios admisibles para el empleo en usos concretos. Los factores, fisicoquímicos, hidrológicos y biológicos influyen en el empleo favorable del agua. En acuicultura la calidad del agua se refiere, a cualquier propiedad que afecte al ciclo de vida de las especies acuáticas [13]. Para conseguir una excelente producción en el cultivo de peces, se debe mantener las condiciones fisicoquímicas del agua, dentro de los parámetros de tolerancia requeridos por la especie a cultivar [14].

Las características primordiales, físicas (turbiedad, color, olor y sabor, temperatura) y químicas (amonio, nitratos y nitritos, oxígeno, pH), son las que determinan la calidad del agua para el cultivo de peces [14].

### **2.2.1. Potencial de Hidrógeno (pH)**

Es una característica química, que representa la cantidad de concentración de iones de hidrógeno, o protones ( $H^+$ ) en el agua, lo cual determina si una solución es neutra, ácida, básica o alcalina. Un valor de siete en la sustancia es considerado neutro. Si la sustancia tiene valores por debajo del siete esto indica que tiene una concentración elevada de protones y se encuentra en condiciones de acidez. Valores superiores a siete señalan una baja concentración de protones en la sustancia por lo cual se determina que se encuentra en condiciones básicas o alcalinas [15].

La importancia del pH en la cría de peces es fundamental, si el pH es menor a cuatro o mayor a once la vida de los peces se acorta, si el pH es de seis o nueve existe un menor crecimiento en los peces y son susceptibles a enfermedades, mientras que un pH en el rango de siete a ocho es considerado óptimo para el cultivo de peces [16].

### **2.2.2. Temperatura**

Es una característica física, la cual evidencia la cantidad de calor, caliente (temperatura alta) o frío (temperatura baja), que posee un cuerpo, objeto o ambiente [17]. Es un factor importante en los procesos químicos y biológicos. Al incrementar la temperatura del agua, los procesos biológicos como el crecimiento y respiración aumentan, afectando al desarrollo de los organismos presentes en el agua [14].



### 3. Open Source

También conocido como código abierto se basa en la idea, que una aplicación evoluciona, cuando los desarrolladores pueden analizar, repartir y modificar el código fuente. La comunidad es la encargada de mejorar el software, adaptando a las necesidades, corrigiendo errores en el menor tiempo posible. Un software se considera de código abierto si cumple con las siguientes directrices [18]:

- **Redistribución Gratuita:** el software puede ser vendido u obsequiado libremente.
- **Código fuente:** puede estar incorporado o conseguirse sin ningún problema
- **Trabajos derivados:** se debe permitir la distribución de las modificaciones.
- **Integridad del código fuente del autor:** Se puede requerir por parte del autor que las modificaciones realizadas, sean distribuidas como parches.
- **No discriminación contra personas o grupos:** Todas las personas pueden utilizar el programa.
- **No discriminación a áreas de iniciativa:** El programa puede ser usado de manera comercial por los usuarios.
- **Distribución de la licencia:** Se debe aplicar los mismos derechos a todos los usuarios utilicen el programa.
- **La licencia no debe ser específica de un producto:** La licencia del programa no debe depender si es parte de una distribución mayor.
- **La licencia no debe restringir otro software:** La licencia no puede imponer si otro programa es distribuido conjuntamente, que dicho programa tenga también ser de código abierto.
- **La licencia debe ser tecnológicamente neutral:** La aceptación de la licencia no debe ser requerida por medio de un clic u otra forma particular del medio de soporte de software.

#### 3.1. Hardware Libre

De acuerdo a la asociación de Hardware de fuentes abiertas (OSHWA por sus siglas en inglés: Open Source Hardware Association / Hardware Libre) es aquel hardware cuya disponibilidad de diseño es de acceso público con el objeto de que cualquier persona

se sienta en la libertad de analizar, modificar, distribuir o crear nuevos diseños a partir del diseño original, dicha definición se deriva del concepto de Software Libre.

### **3.2. Software Libre**

Respetar la libertad que tiene un usuario para modificar, copiar, distribuir y modificar un software sin que ninguna compañía o individuo pueda emprender acciones legales contra él. Para que un software pueda ser considerado libre tiene que cumplir unas reglas establecidas que aseguren que sigue la filosofía del software libre, una especie de mandamientos. Se les llama las cuatro libertades, y son [19]:

- Libertad 0: ejecutar el programa, para cualquier propósito.
- Libertad 1: estudiar el funcionamiento del programa, y adaptarlo a sus necesidades.
- Libertad 2: redistribuir copias.
- Libertad 3: mejorar el programa, y poner sus mejoras a disposición del público, para beneficio de toda la comunidad.

## **4. Elementos Hardware del Sistema**

### **4.1. Microcontrolador**

Es un circuito integrado que ejecuta órdenes grabadas en la memoria, en su interior incorpora las tres funcionalidades principales de un ordenador: unidad central de procesamiento o CPU, memoria y periféricos de entrada y salida. El funcionamiento depende de las instrucciones o programa almacenado en la memoria [20].

### **4.2. Microprocesador**

También conocido como CPU unidad central de procesamiento, se encarga de decodificar y ejecutar las instrucciones de los programas grabados en memoria principal, organiza y comprueba que los elementos que conforman el computador, como los periféricos se encuentren conectados a éste [21].

### **4.3. Diferencias Microprocesador Microcontrolador**

En la TABLA I se exponen algunas de las diferencias que existen entre microcontrolador y microprocesador [22].

TABLA I . DIFERENCIAS ENTRE MICROPROCESADOR Y MICROCONTROLADOR

Microprocesador	Microcontrolador
Circuito de propósito general (Procesar).	Circuito de propósito específico (Control).
Instrucciones diseñadas para procesamiento de datos.	Instrucciones necesarias para aplicaciones de control.
Alta capacidad de direccionamiento de memoria.	Baja capacidad de direccionamiento de memoria.
Rápido acceso a memoria.	Lento acceso a memoria.
Altas velocidades de procesamiento GHz.	Bajas velocidades de procesamiento MHz.
Arquitectura Von Newman	Arquitectura de Harvard
Alto coste en su diseño y construcción	Bajo coste en su diseño y construcción
Uso de varios periféricos externos para funcionar (memorias RAM y ROM).	Integra varios periféricos que le permite funcionar como un único circuito.
Alto consumo de energía debido a su gran capacidad de procesamiento	Bajo consumo de energía debido a su aplicación exclusiva de control.

#### 4.4. Arduino

Es una plataforma de prototipos electrónica *Open Source*, basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Arduino puede percibir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede influir con el entorno mediante el control de actuadores. La programación del microcontrolador de Arduino se lo realiza mediante, el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing) [23].

##### 4.4.1. Arduino UNO

El Arduino UNO (Figura 6), es una de las placas electrónicas más empleadas en proyectos tecnológicos, utiliza un microcontrolador ATmega328 que posee memoria flash de 32KB para el almacenamiento, 0.5KB son utilizados por el gestor de arranque. Cuenta con 2KB de SRAM y 1KB de EEPROM, tiene catorce pines digitales que pueden

ser utilizados como entradas o salidas, seis de estos pines son utilizados como salidas PWM, también posee seis entradas analógicas, un oscilador de 16 MHz, conexión USB, cabecera ICSP, botón de reinicio, conector de alimentación, la misma que puede ser obtenida de una batería o un adaptador AC/DC [24].



Figura 6. Arduino UNO [23].

Las especificaciones generales del Arduino UNO [24], se resumen en la TABLA II.

TABLA II: ESPECIFICACIONES GENERALES DEL ARDUINO UNO

Especificaciones Generales	
Microcontrolador	ATmega328
Tensión de alimentación	5V
Tensión de entrada recomendada	7-12V
Límite de entrada	6-20V
Pines digitales	14 (6 para PWM)
Entradas analógicas	6
Corriente máxima por pin	40 mA
Corriente máxima para el pin 3,3V	50 mA
Memoria flash	32 kB
SRAM	2 kB
EEPROM	1 kB
Velocidad de reloj	16 MHz

#### 4.5. Raspberry Pi

Es un mini ordenador de placa reducida o placa única de bajo coste y orientado al prototipado y al aprendizaje. Un ordenador de placa reducida o SBC (Single Board Computer) es un ordenador integrado en un único circuito impreso. Raspberry Pi es apoyada por instituciones como la Universidad de Cambridge y Broadcom para realizar proyectos de hardware y aprender los lenguajes de programación [25].

Este circuito impreso (Figura 7), dispone todo lo que necesita una placa base, incluyendo un único procesador RAM e incorporando E/S. Este mini ordenador puede realizar muchas de las tareas que un ordenador normal realiza, como reproducir videos, procesar texto, hojas de cálculo e incluso convertirse en un servidor de datos [25].

La mayoría de sistemas operativos que se pueden utilizar en Raspberry Pi son sistemas basados en núcleo Linux, siendo Raspbian Stretch, el sistema operativo mejor optimizado para el hardware del mini ordenador, dependiendo del modelo se dispone de algunas características como, conexión a internet, bluetooth, pero siempre dispondrá de puertos USB 2.0 para ratón y teclado, mini Jack de audio, salida de video HDMI y otra de tipo RCA. Su utilización puede variar dependiendo de la necesidad, como por ejemplo, ordenador de oficina, programación, internet de las cosas, centro multimedia, servidor web [25].



Figura 7. Raspberry Pi 3 [25].

Las especificaciones generales de Raspberry pi 3 [25] ,se resumen en la TABLA III.

TABLA III: ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA RASPBERRY PI 3

<b>Especificaciones Generales</b>	
Procesador	Broadcom BCM2837 de 1200 MHz ARM quad core Cortex-A53 de cuatro núcleos y con juego de instrucciones ARMv8 lo que implica capacidades parciales de 64bits
GPU	VideoCore IV de doble núcleo a 400 MHz con soporte de Open GL ES 2.0, hardware acelerado OpenVG hasta 1080p30 H.264
Memoria RAM	1GB SDRAM LPDDR2
Almacenamiento	Tarjeta MicroSD para el Sistema Operativo
Vídeo	HDMI 1.3 y 1.4 tamaño estándar a 1080p con soporte CEC para control desde el mando del televisor, Salida de vídeo compuesto (PAL/NTSC) tipo Jack de 3,5 mm 4 polos
Audio	Audio digital por salida HDMI , Salida de audio estéreo compartida con la salida de vídeo compuesto
Red	Ethernet RJ45 10/100 BaseT
Wi-Fi	802.11n Wireless LAN
Bluetooth	Bluetooth 4.1 y Bluetooth Low Energy (BLE)
USB	4 x USB 2.0
GPIO	40 x pin conector macho
Sistema Operativo	Debian (Raspbian Stretch), Fedora, Arch Linux, Slackware Linux, RISC OS
Alimentación	+5 V a 3 A a través de conector hembra microUSB

#### 4.6. Shield GPRS/GSM (SIM900)

Un Shield es una placa impresa que puede ser conectada de manera modular, permitiendo ampliar las capacidades del Arduino, esta placa impresa que puede ser conectado en la parte superior. Se utiliza un Shield GPRS/GMS con la finalidad que la

placa Arduino sea capaz de interactuar a distancia, sirviéndose de los sistemas de comunicaciones móviles que ofrece el Shield. El módulo SIM900 (Figura 8) ofrece conectividad GPRS/GSM al Arduino, permitiendo enviar SMS, realizar llamadas, incluso comunicación de datos utilizando los protocolos HTTP, UDP, FTP o TCP. La programación del módulo se la realiza mediante comandos AT [26].



Figura 8. Módulo SIM900 [27].

Las especificaciones generales del Módulo SIM900 [27], se resumen en la TABLA IV.

TABLA IV: ESPECIFICACIONES GENERALES DEL MÓDULO SIM900.

Especificaciones Generales	
Fabricante	SIMCOM
Bandas de frecuencia	850/900/1800/1900 MHz
Consumo (Stand By)	1.5 mA
Consumo (Transmisión)	75 mA
Tipos de aplicación	Voz, GPRS/GSM, SMS
Alimentación	5 V.
Antena	Externa
Programación	Comandos AT
Información del dispositivo	Alta
Aspectos importantes	Fácil adaptación con placas Arduino.

#### 4.6.1. Comandos AT

Se trata de un conjunto de comandos desarrollados por la compañía Hayes Comunicación, los comandos siempre están precedidos por los caracteres AT. El propósito de la utilización de estas instrucciones es, configurar y ejecutar ordenes específicas en los módems o teléfonos celulares GSM, como pueden ser llamadas, SMS, envío de datos, etc. El envío de comandos a los teléfonos celulares y módems GSM se realiza por comunicación serial, bluetooth, canal infrarrojo, entre otros.

En la TABLA V se describe algunos comandos AT utilizados para ejecutar órdenes en los módems GSM [28].

TABLA V: EJEMPLOS DE COMANDOS AT

Comando	Descripción
AT	Comprueba estado del módulo.
AT+CPIN="XXXX"	Introducir el PIN de la SIM. Cambiar XXXX por el PIN
AT+CREG?	Comprueba la conexión a la red.
ATDXXXXXXX;	Realiza una llamada. Sustituir XXXXXXXXX por el nº al que queramos llamar.
ATA	Descuelga una llamada.
ATH	Finaliza la llamada.
AT+CMGF=1	Configura el modo texto para enviar o recibir mensajes. Devuelve ">" como inductor.
AT+CMGS="XXXXXXXXXX"	Nº al que vamos a enviar el mensaje.
AT+CLIP=1	Activamos la identificación de llamada.
AT+CNMI=2,2,0,0,0	Configuramos el módulo para que muestre los SMS por el puerto serie.
AT+CIFSR	Obtenemos nuestra IP
AT+CGPSPWR=1	Activar el GPS.
AT+CGPSPWR=0	Cerrar el GPS.



#### 4.7. Módulo RTC (DS3231)

Se trata de un reloj en tiempo real muy exacto, que contiene un oscilador de cristal que permite compensar las variaciones de temperatura, el cual garantiza que el reloj no sufrirá desviaciones en la medición del tiempo, el reloj integra una placa en la cual se puede colocar una batería, con la finalidad que conserve el tiempo si es desconectado de la alimentación principal. Los datos son transferidos a través del bus bidireccional I2C, el cual permite establecer la hora correcta en el módulo [29].

Para el funcionamiento del sensor (Figura 9) con la placa Arduino se utilizan los dos pines de alimentación, el pin SDA encargado de transportar con cada pulso los datos bit a bit, y el pin SCL el cual es destinado a proveer la señal de reloj [29].



Figura 9. Módulo RTC DS3231 [30].

Las características generales del módulo RTC DS3231 [30], se resumen en la TABLA VI.

TABLA VI: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MÓDULO DS3231

Especificaciones Generales	
Alimentación	3.3V – 5V
Chip	DS3231
Interfaz	I2C
Onda de salida	Cuadrada programable
Soporte calendario	Hasta el año 2100
Chip de memoria EEPROM	AT24C32
Capacidad chip de memoria EEPROM	32K

## 4.8. Sensores

Es un instrumento mecánico o eléctrico capaz de detectar acciones o estímulos en valores medibles para las magnitudes eléctricas. El sensor es capaz de captar la medición de un fenómeno físico el cual en su salida muestra una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física [24].

### 4.8.1. Sensor de Temperatura Digital (DS18B20)

Es un dispositivo que tiene la capacidad de comunicarse mediante una señal digital hacia el componente electrónico que necesite la medición de la temperatura. Para comunicarse con Arduino utiliza el protocolo OneWire, el cual permite que los datos sean enviados a través de un solo hilo [31].

El sensor (Figura 10) cuenta con tres patillas, dos de alimentación y el pin data; los cuales pueden conectarse al Arduino a los pines de 5V, GND y pin digital. Cuenta con un rango de lectura de temperatura de  $-55$  a  $125^{\circ}\text{C}$  con una exactitud de  $0,5^{\circ}\text{C}$ , cuando la medición se encuentra en  $-10$  a  $85^{\circ}\text{C}$  [32].



Figura 10. Sensor DS18B20 [33].

Las especificaciones generales del sensor DS18B20 [33], se resumen en la tabla VII.

TABLA VII: ESPECIFICACIONES GENERALES SENSOR DS18B20

Especificaciones Generales	
Rango de temperatura	-55 a 125°C
Resolución	9 a 12 bits
Interfaz	OneWire
Precisión	0.5°C (-10°C a 85°C)
Alimentación	3.0 a 5.5V
Tiempo de captura	Inferior a 750ms

#### 4.8.2. Sensor de Potencial de Hidrógeno (pH Sensor E-201-C).

El sensor para medir el pH (Figura 11) está constituido por un tubo de vidrio y sensor, la forma en cómo se comportan los iones es medida por la sonda, a través de la tensión generada entre el tubo de vidrio y el sensor. Los valores de voltaje obtenidos por la medición del sensor son convertidos a valores de pH por la placa Arduino [33]. La alimentación del sensor se realiza por los pines V+ y G, para el envío de información se utiliza el pin Po.



Figura 11. Sensor de pH [34].

Las características generales del sensor de pH E-201-C [34], se resumen en la TABLA VIII.

TABLA VIII: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SENSOR DE PH.

Especificaciones Generales	
Alimentación	5V
Corriente	5 – 10 mA
Rango de detección pH	0 – 14 pH
Consumo	< 0.5W
Temperatura de trabajo	-10 a 50°C
Salida	Analógica
Tiempo de respuesta	< 5s
Pines	
To	Temperatura
Do	Señal límite del pH
Po	Valor del pH en V
G	Tierra del circuito análogo
G	Tierra de alimentación
V+	Alimentación 5V

## 5. Elementos Software del Sistema

### 5.1. Sistema Operativo Raspbian Stretch

Está basado en un kernel Linux, el cual garantiza estabilidad, optimización y un correcto desempeño en la utilización de Raspberry Pi. Cuenta con entorno gráfico basado en LXDE, que es muy ligero, funcional y amigable con el usuario. Se puede obtener documentación en la red para la resolución de posibles problemas y su instalación se debe realizar en una tarjeta SD [25].

## 5.2. Entorno de Desarrollo Arduino (IDE)

Está constituido por un editor de texto el cual sirve en el desarrollo del código, una consola de texto, un área de mensajes, una barra de herramientas que proporciona botones para funciones comunes y pestañas para diferentes opciones, como se detalla en la Figura 12 [23] [35].

Al desarrollar el código en el editor de texto dará como resultado un programa, denominado sketch o proyecto, el cual es cargado al microcontrolador de la placa Arduino. La carga del sketch desde el computador hacia el Arduino se realiza a través de un programa llamado bootloader. Cargado el programa al microcontrolador, el Arduino procede a ejecutar las órdenes.

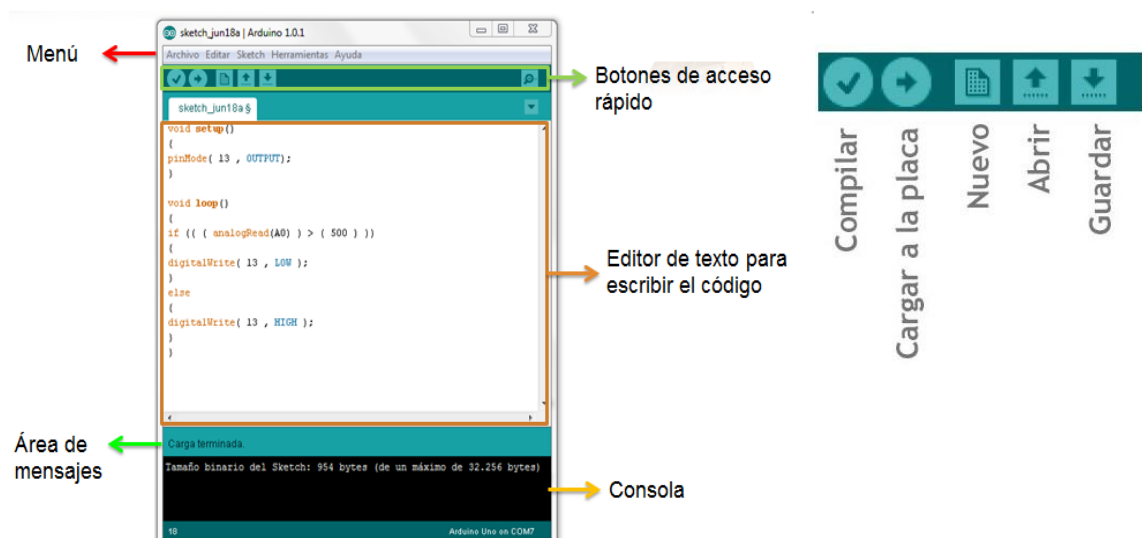


Figura 12. Partes del IDE de Arduino [35].

### 5.2.1. Estructura del Programa

Cuenta con dos funciones principales en su estructura básica, que incluye la declaración de variables como las instrucciones propias de cada programa. Estas funciones son Setup() y Loop() [23].

- **Función Setup():** Se ejecuta una sola vez al iniciar el programa. En esta función se declaran las variables a utilizar, se inicializa el modo de trabajo de los pines de la placa, y se define el estado inicial de las salidas de la placa.

- **Función Loop():** Se ejecuta de manera continua o cíclica, aquí se define las lecturas de entrada, activación de salidas, entre otros, con el propósito de responder ante los eventos que se produzcan en la placa.

### 5.2.2. Librerías

Son ficheros externos que contienen funciones que se utilizarán en el código principal [36], para este proyecto se van a utilizar las siguientes librerías [23]:

- **Firmadata.h:** Implementa el protocolo Firmata, que permite comunicar al microcontrolador con el software de un ordenador. Con lo cual se puede escribir firmware personalizado sin tener que desarrollar protocolos propios.
- **Librería SoftwareSerial.h:** Además de contar con soporte incorporado para la comunicación serial en el puerto USB a través de los pines 0 y 1. La librería posibilita la comunicación serial en otros pines digitales de la placa, utilizando software para ello.
- **Librería OneWire.h:** Permite el envío y recepción de datos por un solo cable, permite la comunicación de un dispositivo maestro con varios dispositivos esclavos en una sola línea de datos.
- **Librería DallasTemperature.h:** Simplifica el uso de la librería OneWire.h, al ser esta librería relativamente compleja [37].
- **Librería RTCLib.h:** Lee y escribe información acerca de la fecha y hora.

### 5.3. Processing

Es un entorno de desarrollo y lenguaje de programación de código abierto basado en Java, se utiliza para la enseñanza y producción de proyectos multimedia, diseño arquitectónico, interfaces con la electrónica y más. Processing permite la comunicación entre hardware y software lo que lo hace útil para la utilización con Arduino [38].

El IDE de Processing (Figura 13) está constituido por una barra de menú principal, botones de acceso rápido, editor de texto para el código, consola que indica mensajes o errores en de la depuración

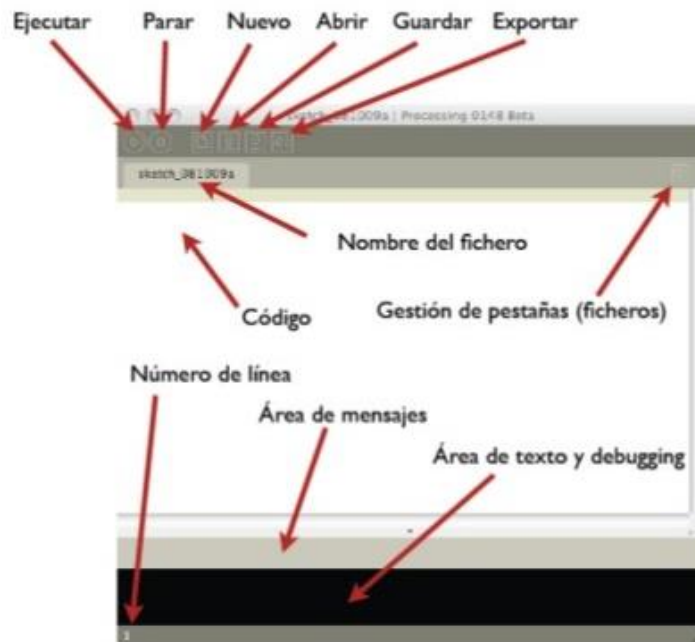


Figura 13. IDE Processing [38].

Como se observa en la Figura 14, el entorno de desarrollo de Processing es muy similar al de Arduino, diferenciando en la parte de botones de acceso rápido, cambiando los botones de compilar y cargar a la placa en Arduino, por los botones de PLAY y STOP en Processing.

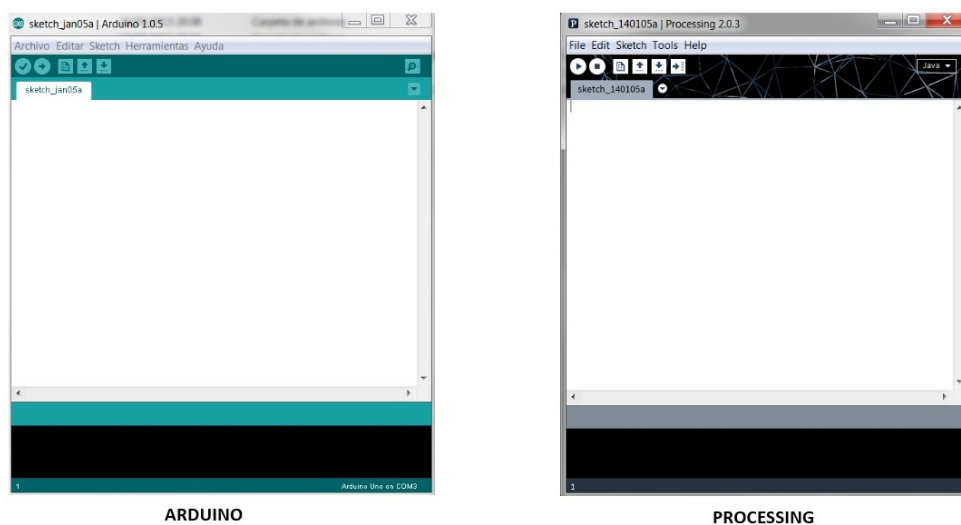


Figura 14. IDE de Arduino y Processing

### 5.3.1. Control de Processing Arduino

Arduino se puede controlar de dos maneras, mediante la librería de Arduino para Processing y a través del puerto serie [39].

- **Librería Arduino:** la comunicación se realiza mediante la librería FIRMADATA, la cual es un protocolo genérico que sirve al software instalado en el ordenador comunicar a los microcontroladores entre sí. Permitiendo al microcontrolador ser una extensión de entorno de desarrollo.
- **Puerto Serie:** La comunicación serial permite obtener los datos del Arduino sin necesidad de algún tipo de librería, este proceso consiste en recoger los datos del puerto que la placa Arduino envía al puerto serie.

### 5.3.2. Librerías

Son ficheros externos que contienen funciones que se utilizaran en el código principal [36], para este proyecto se van a utilizar las siguientes librería [38]:

- **Librería processing.serial.\*:** Permite la lectura y escritura de datos de forma bidireccional con dispositivos externos de byte en byte a la vez. Facilita la comunicación con microcontroladores personalizados para permitir utilizarlos como entrada y salida de programas de procesamiento.
- **Librería cc.arduino.\*:** Controla la placa Arduino sin necesidad de escribir código en ella, utilizando el firmware Firmata.
- **Librería de.bezier.data.sql.\*:** Simplifica la comunicación con base de datos, MySQL, SQLite y PostgreSQL, a través de los controladores JDBC.

## 5.4. Aplicación Web

También conocido como sistema informático en la web, es un instrumento que propone y utiliza la arquitectura cliente-servidor, donde, el cliente utiliza cualquier explorador web, ingresa a la aplicación a través de la dirección en donde se encuentra el servidor web solicitado. El acceso al servidor se lo realiza ya sea por internet o intranet. El protocolo HTTP permite la comunicación cliente-servidor [40]. En la Figura 15 se puede apreciar de manera general la arquitectura de una aplicación web [41].



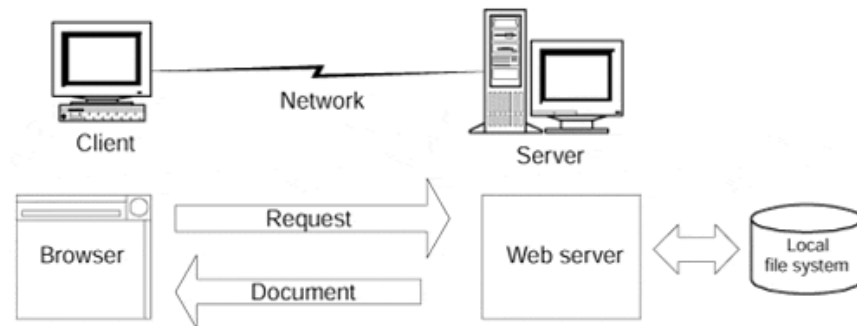


Figura 15. Esquema de Arquitectura de tipo cliente-servidor [41].

#### 5.4.1. Arquitectura de Aplicación Web

Las aplicaciones web están estructuradas mediante modelo de capas, una capa simboliza a un elemento que gestiona la información. Los tipos de modelos pueden ser modelo de dos capas y modelo de n capas siendo el más común modelo de tres capas [42].

En el modelo de dos capas, en la capa de cliente o fat client se encuentra inmersa la lógica del negocio de la aplicación, mientras que, en la capa de servidor, se administran los datos. El modelo de tres capas sirve para superar las limitaciones del modelo de dos capas, introduciendo, la capa de proceso; definiendo la labor de las capas de la siguiente manera [42] [43]:

- **Capa de presentación:** recoge la información del usuario y la envía al servidor, envía la información a la capa de proceso para su tratamiento, recibe los resultados de la capa de proceso, para generar la presentación, que será visualizada por el usuario.
- **Capa de negocio:** Obtiene los datos de la capa de presentación, se comunica con la capa de datos para realizar los procesos requeridos y envía los resultados del proceso a la capa de presentación.
- **Capa de datos:** Guarda, recupera, mantiene y asegura la integridad de los datos.

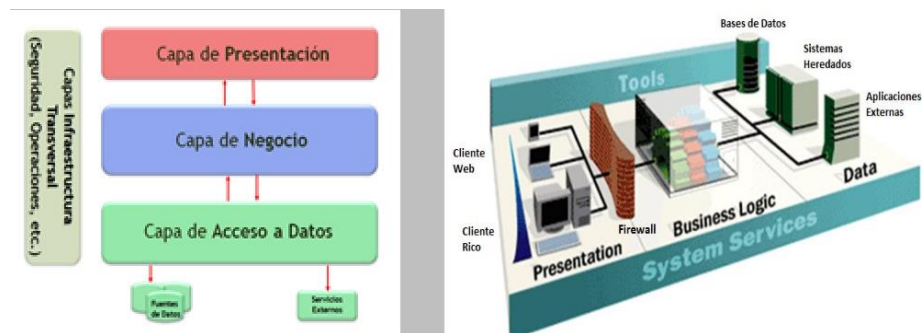


Figura 16. Modelo de tres capas [43].

## 5.5. Servidor Web

Es un software que se ejecuta en un ordenador servidor a la espera de peticiones por parte del cliente a través del protocolo http o https. Por lo general es el navegador el que realiza la petición al servidor web del recurso que necesita el cliente.

### 5.5.1. Servidor de Aplicaciones Web

Es un servidor web con la capacidad de almacenar y gestionar aplicaciones web, las cuales se acceden mediante la web. Este tipo de servidor no solamente atiende peticiones http o https, además tienen la capacidad de entender y traducir instrucciones de lenguajes de programación avanzados para la web, como incluso son capaces de acceder a recursos de otros servidores. Por lo general el servidor de aplicaciones web trabaja con una arquitectura de tres capas, que son las siguientes [44]:

- **Capa cliente:** se trata del navegador el cual debe de disponer de todos los elementos necesarios para poder traducir el código en el lado del cliente.
- **Capa del servidor de aplicaciones:** su misión es traducir el código en el lado del servidor y convertir a un formato que sea entendible por el navegador.
- **Capa de negocio:** Es donde se encuentra todos los servicios que se pueden acceder desde el servidor de aplicaciones para realizar la tarea encargada a la aplicación.

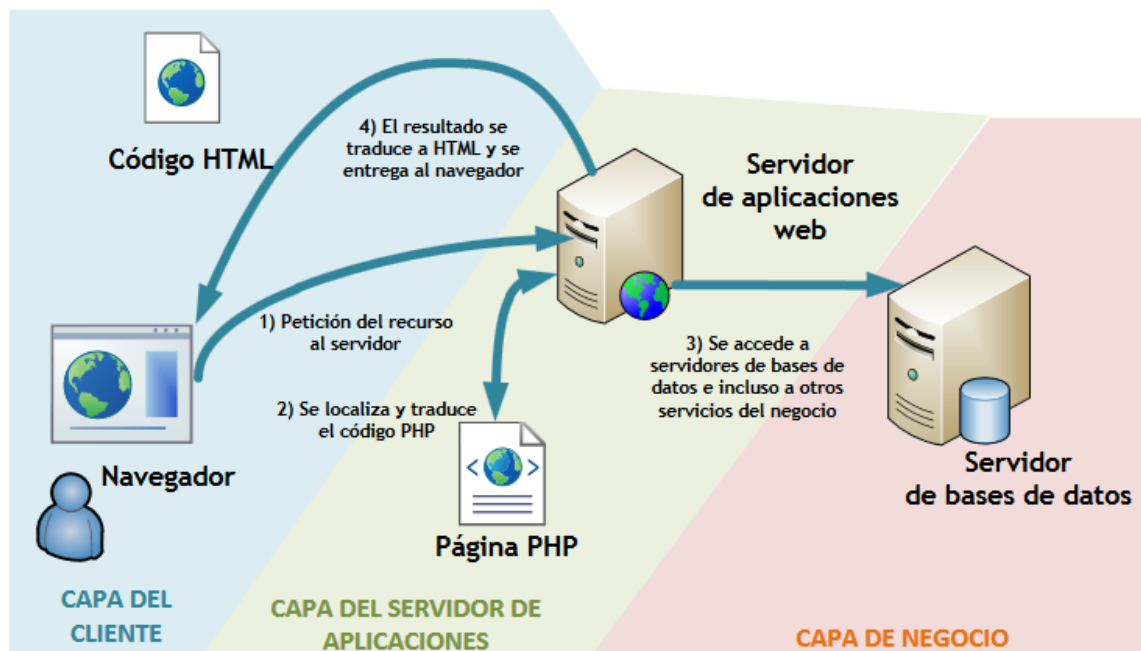


Figura 17. Ejemplo de servidor de aplicaciones PHP [44].

## 5.6. Base de Datos

Es un sistema en donde se almacena información, el cual utiliza aspectos vinculados al proceso, consulta y seguridad de los datos, siendo estos datos guardados para su posterior utilización. La mayoría de gestores de bases de datos adecuan su estructura para Aplicaciones Web o para Aplicaciones de Escritorio [40].

## 5.7. Herramientas de Desarrollo

### 5.7.1. HTML

HyperText Markup Language, es un lenguaje utilizado para definir las páginas del *World Wide Web*, se tratan de ficheros puramente ASCII<sup>1</sup>, se pueden escribir con cualquier editor de texto. HTML es un lenguaje sencillo y eficiente, por lo que es fácil de interpretar y ser enviado por la red [45]. HTML, tiene la funcionalidad de estructurar documentos, pero no es capaz de describir la apariencia de un documento, sino que ofrece las herramientas necesarias para dar formato [46].

### 5.7.2. CSS

Cascading Style Sheets, es una tecnología para la creación de páginas web, donde existe un mayor control sobre HTML, permite la creación de hojas de estilo las cuales

sirven para definir cada elemento. La terminología cascada hace referencia que diferentes hojas de estilo se pueden aplicar a una determinada página [47].

### **5.7.3. PHP**

Es un lenguaje de programación interpretado de alto nivel, que se ejecuta en el lado del servidor, se utiliza comúnmente para la elaboración de contenido para sitios Web y para la creación de aplicaciones para servidores. Se puede conectar a diferentes servidores de base de datos, permitiendo la creación de aplicaciones Web robustas [48].

### **5.7.4. JavaScript**

Es un lenguaje de script interpretado, lo que permite que el código de programación se pueda insertar en el interior de un documento, la idea principal de es potenciar la creación de páginas Web dinámicas. No utiliza procesos intermedios para su ejecución, por lo cual se puede utilizar en cualquier navegador [49].

### **5.7.5. MySQL**

Es un sistema de gestión de base de datos relacional de código abierto, multiplataforma, multiusuario, multihilo, rápido y fácil de personalizar gracias a su arquitectura. Utiliza múltiples tablas para almacenar y organizar la información. Permite la integración con lenguajes de programación como PHP, Java, Perl [50].

### **5.7.6. Servidor Web Apache**

Es un software de código abierto, multiplataforma, que dispone de una gran variedad de módulos convirtiendo a Apache en un servidor capaz de gestionar todo tipo de aplicaciones, por ejemplo, posee módulos, para PHP, PERL, Python, protocolos de seguridad en la transferencia de información SSL, entre otros [44].

## E. MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo del presente trabajo, se utiliza, métodos y técnicas de investigación, así como metodologías para el desarrollo de software, con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en el Trabajo de Titulación.

### 1. Materiales

Para la elaboración del Trabajo de Titulación, se necesitó de recursos humanos, materiales técnicos y tecnológicos. En las siguientes tablas se describe cada uno de los recursos:

#### 1.1. Talento Humano

El Trabajo de Titulación cuenta con una planificación de desarrollo, que involucra a un tesista y la asesoría de un docente de la carrera cuyo costo es asumido por la Universidad Nacional de Loja. El tiempo empleado para el desarrollo del presente Trabajo de Titulación es de 10 meses, de los cuales se emplearon un total de 600 horas. En la tabla IX se da a conocer el costo que asumió el talento humano.

TABLA IX. TALENTO HUMANO

Nombre	Descripción
Hugo Javier Erazo Granda	Tesista
Gastón René Chamba Romero	Director

#### 1.2. Servicios

En el Trabajo de Titulación se emplea servicios básicos como son, internet, transporte para la investigación como para tutorías, en la tabla X se da a conocer el costo que asumido por servicios.

TABLA X. SERVICIOS

Nombre	Descripción
Internet	Se utilizó para realizar consultas de información relacionada con el trabajo de titulación.
Transporte tutorías	Se utilizó para asistir a las tutorías impartidas por el docente tutor, las cuales ayudaron a la realización del trabajo de titulación.
Transporte visitas investigativas	Se utilizó con la finalidad de investigar acerca del problema existente y analizar el lugar donde se implantó el sistema autónomo.

### 1.3. Recursos de Hardware y Software

En el desarrollo del Trabajo de Titulación se emplea recursos de Hardware como Software, en la Tabla XI se describe cada uno.

TABLA XI. RECURSOS HARDWARE SOFTWARE

Nombre	Descripción
<b>Hardware</b>	
Portátil	Permitió realizar consultas, codificación de instrucciones empleadas para desarrollar el prototipo, elaboración del documento.
Smartphone	Se utilizó para la recepción de mensajes enviados desde el prototipo.
Pendrive 8GB	Empleado para guardar información relacionada con el trabajo de titulación.
Raspberry Pi 3	Utilizado como servidor de la aplicación web y servidor de base de datos.

Módulo GSM SIM 900	Permitió el envío de mensajes de texto al usuario alertando que los valores de temperatura y pH no son los óptimos.
Arduino UNO	Recolectó la información recibida por los sensores de temperatura y pH
PBC	Placa de circuito impreso que permitió la conexión de los diferentes componentes electrónicos.
Módulo RTC DS3231	Reloj de tiempo real, empleado para sincronizar Arduino y Raspberry Pi 3.
Sensor pH E-201-C	Su utilización sirvió para obtener los valores de potencial de hidrógeno presentes en el agua del estanque.
Sensor Temperatura DS18B20	Su utilización sirvió para obtener los valores de temperatura presentes en el agua del estanque.
Caja IP65	Empleada para proteger al sistema autónomo de polvo y agua.
Transformador 5V	Utilizado para la alimentación eléctrica del prototipo.
Cables	Permitieron conectar los diferentes módulos electrónicos del prototipo.
<b>Software</b>	
Sistema Operativo Raspbian Stretch	Instalado en Raspberry Pi 3 para poder ejecutar los diferentes programas necesarios para desarrollar el prototipo.
IDE Arduino	Permitió programar el sketch para Arduino UNO
IDE Processing	Se empleó para la codificación del programa, que recibe la información de Arduino y la guarda en el servidor de base de datos.

Sublime Text	Permitió la codificación de la aplicación web.
Fritzing	Se utilizó para el diseño de las imágenes de conexión de los diferentes módulos electrónicos.
Windows 10 Pro	Empleado para la utilización de Office 2016
Office 2016	Permitió redactar los diferentes documentos necesarios para realizar el trabajo de titulación.
PHP	Lenguaje de programación empleado para el desarrollo de la aplicación web.
MySQL	Utilizado para administrar y almacenar los diferentes datos obtenidos desde Arduino UNO y de la aplicación web,
Servidor Web APACHE	Empleado para gestionar y almacenar la aplicación web del prototipo.
JavaScript	Lenguaje de programación empleado para el desarrollo de la aplicación web.
HTML	Permitió desarrollar las páginas web empleadas en el prototipo.
CSS	Utilizado para organizar el aspecto e información de las páginas web.

## 2. Métodos

### 2.1. Método Deductivo

Parte de hechos generales hasta llegar a hechos específicos. Este recurso ha permitido obtener la información necesaria acerca del problema que atraviesa la medición de parámetros fisicoquímicos en el cultivo de peces, debido a que dicha medición y registro de la información por parte del acuicultor es de manera manual.



## **2.2. Método Inductivo**

Parte de hechos específicos al hecho general. Este método ha posibilitado la obtención de un problema general de estudio, al analizar cada uno de los problemas presentes en el cultivo de los peces. También ha permitido clasificar la información obtenida a lo largo del Trabajo de Titulación.

## **2.3. Método Documental**

Ha permitido encontrar información relacionada con el Trabajo de Titulación, a través de la investigación basada en documentos, con la cual se ha reunido, seleccionado y analizado los datos necesarios para el desarrollo del proyecto.

## **2.4. Método Analítico**

Ha permitido la elaboración del prototipo, mediante este método se realizó un análisis detallado de las características técnicas que debe cumplir el sistema autónomo, permitiendo determinar cuál tecnología es la más apropiada.

## **2.5. Método Empírico**

Conjuntamente con el método analítico, permitieron realizar una observación detallada del lugar en donde se utilizó el prototipo, pudiendo deducir a través de la experiencia el tipo de componentes necesarios para la realización del sistema autónomo. Determinado los componentes a utilizar se procedió a la realización de experimentos a los módulos de software y hardware, por lo cual se pudo determinar cuáles son los componentes adecuados para la construcción del prototipo.

# **3. Técnicas**

## **3.1. Observación Directa**

Se visitó el estanque de cría de peces en la parroquia Yangana, con la finalidad de observar cómo se realiza la medición de los parámetros fisicoquímicos y la gestión de la información obtenida, esta observación ha permitido definir de manera clara y precisa los requerimientos para la elaboración del prototipo.

## **3.2. Entrevista**

Fue realizada al Sr. José Rolando Maldonado Alverca, propietario del estanque de cría de peces, con el propósito de conocer acerca de la problemática en la obtención y gestión de la información acerca del cultivo de peces. La entrevista ha permitido

### 3.3. Tutoría

#### 4. Metodología de Desarrollo de Software



A continuación, se detallan las fases de esta metodología [51].

- 36

- **Fase de Codificación:** se configuró el entorno de desarrollo, y se codificó los algoritmos con la tecnología y arquitectura propuesta con la finalidad de garantizar la calidad.
- **Fase de Pruebas:** se hace uso de test para comprobar el correcto funcionamiento de los algoritmos a implementar.

## **F. RESULTADOS**

El prototipo para obtención y gestión de los parámetros fisicoquímicos del agua, nace de la necesidad que tienen los acuicultores en conocer el estado en que se encuentra el agua en el cultivo de peces, en especial el pH y temperatura. El conocimiento de estos parámetros permite al acuicultor optimizar los recursos y por ende mejorar la producción.

La realización del prototipo fue pensada en las necesidades expuestas por el usuario en la entrevista realizada (Ver Anexo 1), para lo cual se aplicó los métodos, técnicas y metodología, definidas en la sección anterior.

### **1. Perspectiva del Prototipo**

El propósito del prototipo es, tener gestionada la información recibida de los sensores, que cada usuario pueda consultar la información en cualquier momento dentro de su área de trabajo a través de la aplicación web, y si al encontrar alguna anomalía en la medición de los parámetros de temperatura y pH proceder al envío de un mensaje de texto al celular del propietario con la información correspondiente.

El funcionamiento del prototipo es el siguiente:

1. Las mediciones de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH del agua presente en el estanque son recolectadas por sus respectivos sensores.
2. Los sensores de temperatura DS18B20 y pH E-201-C, envían la información de las lecturas recolectadas a la placa electrónica Arduino UNO.
3. La información recolectada de los sensores por Arduino UNO es almacenada cada 10 minutos en el servidor de base de datos instaurado en Raspberry Pi 3.
4. Si la información proporcionada por los sensores a Arduino, son datos atípicos, Arduino procede a comunicarse con el módulo SIM900, el cual es el encargado del envío de un mensaje de texto al propietario del estanque, informado acerca de la anomalía encontrada.
5. Si los usuarios desearan consultar acerca de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH registrados en el servidor de base de datos, lo pueden realizar a través de la aplicación web creada en el prototipo.

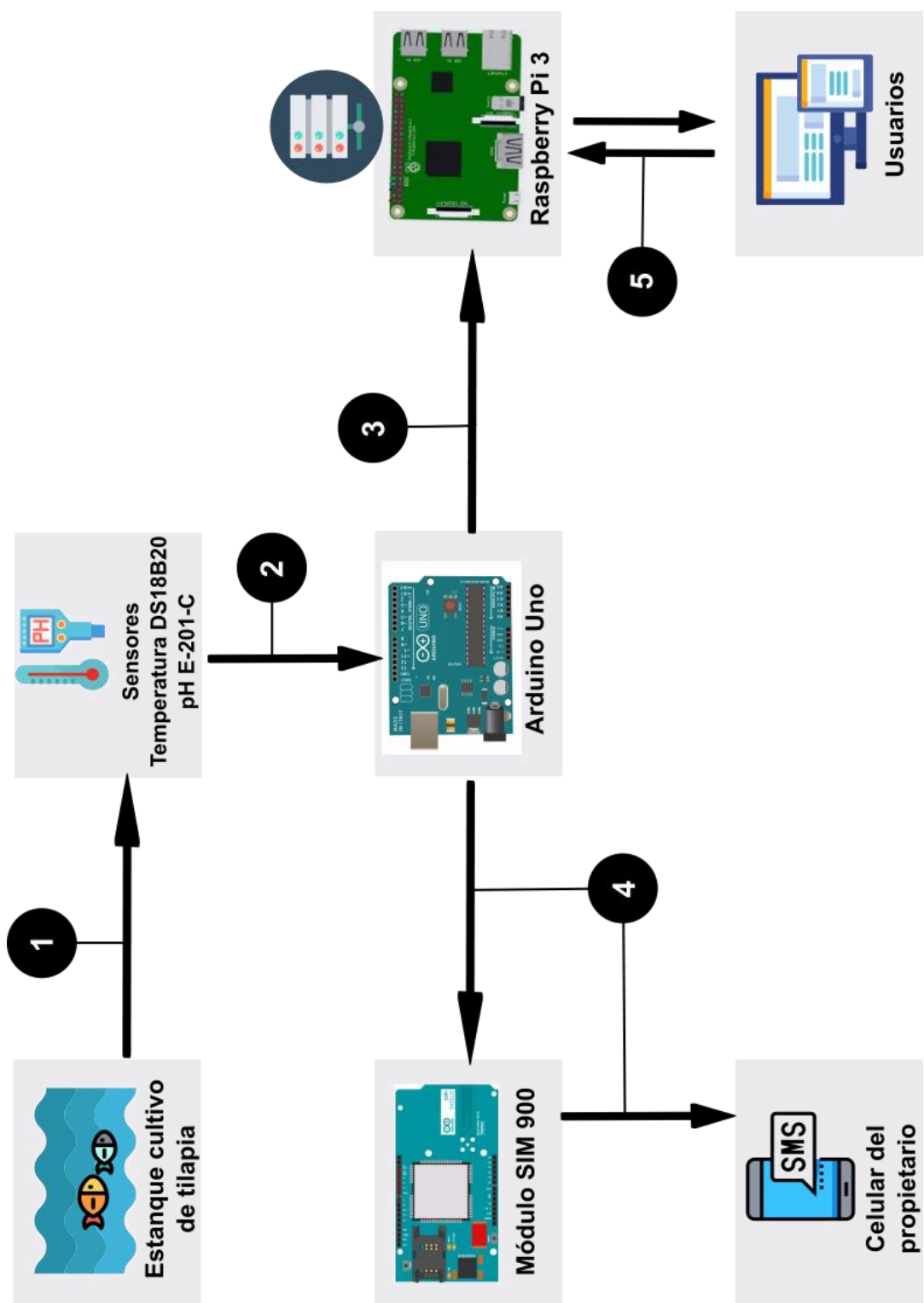


Figura 19. Perspectiva del Prototipo

## 2. Fase 1: Recolección de Información Relacionada con el Análisis del Potencial de Hidrógeno pH y Temperatura de la Calidad de Agua en el Cultivo de Peces.

Se realizó un análisis de diez documentos, para determinar cuáles son los valores óptimos de los parámetros fisicoquímicos para el cultivo de tilapia, en la TABLA XII se muestra el análisis.

TABLA XII. ANÁLISIS DE VALORES ÓPTIMOS DE pH Y TEMPERATURA

Título del artículo o tesis	Autor o autores	Valor pH	Valor Tempe. °C
Manejo del Cultivo de Tilapia [52].	Saavedra Martínez María Auxiliadora	7 a 8	20 a 30
Manual Práctico para la Explotación de la Tilapia [53].	Pérez Castellanos Francisco, Guzmán Sánchez Ramiro, Salas Zúñiga Oscar	7 a 8	24 a 30
Manual sobre “Reproducción y cultivo de tilapia” [54].	Hsien-Tsang Su, Quintanilla Martín	7 a 9	20 a 32
Modelo Productivo de Piscicultura Rural en el Sitio Río Chico de la Parroquia Bella María en el Cantón Santa Rosa [55].	Armijos Murillo Jessica Victoria	7 a 8	20 a 30
Comportamiento Productivo en la Engorda de Tilapia Gris Alimentadas con Dietas a Base de Colacasia Esculenta en el Puyo – Ecuador [56].	Guerrero Moya Grace Gabriela	6 a 9	23 a 30
Diseño de una Planta de Producción Piscícola y Mejoramiento Productivo [57].	Chumbi Pardo Wilson Andrés	6 a 9	25 a 32

Aireación de las Piscinas de Cultivo de Tilapia Roja ( <i>Oreochromis</i> Sp.) y su Influencia en la Productividad [58].	Barba Jaramillo Carlos Andrés	7 a 8	20 a 30
Manual de Procedimientos de Producción de Tilapia [59].	Chemonics International Inc.	7 a 8	20 a 30
Manual de Cultivo de Tilapia [60].	Baltazar Guerrero Paul M. , Palomino Ramos Alfredo R.	6,5 a 9	20 a 30
Evaluación de la Producción y Rentabilidad del Cultivo de Tilapia Roja en Tres Pisos Altitudinales del Distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, Piura – Perú [61].	Ramos Rivera Yanayaco	6,5 a 9	20 a 30

Realizado el análisis, se procedió a obtener el valor promedio de los parámetros fisicoquímicos con la Formula 1, esto con la finalidad de obtener el rango óptimo para el cultivo de tilapia.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Fórmula 1. Ecuación para obtener promedio

TABLA XIII. PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA

Descripción	Valor Óptimo Mínimo	Valor Óptimo Máximo
pH	6,7	8,5
Temperatura °C	21,2	30,4

El rango óptimo obtenido de la TABLA XIII, permito determinar que, si los sensores detectan valores fuera de este rango, el sistema autónomo debe enviar un mensaje de texto al celular del usuario notificando la anomalía.

### **3. Fase 2: Diseño e Implementación del Sistema Autónomo para la Obtención Remota de los Datos de Temperatura y pH del Agua.**

A través del método analítico se pudo realizar el sistema autónomo y cumplir con la fase y sus actividades.

#### **3.1. Comparativa de Placas Electrónicas.**

Se comparó las plataformas Arduino y Raspberry Pi, con la finalidad de obtener cuál de estas placas electrónicas es la idónea para la realización del sistema autónomo. En la TABLA XIV, se detalla las características que debe cumplir la placa electrónica para la construcción del sistema autónomo.

TABLA XIV. COMPARATIVA DE PLACAS ELECTRÓNICAS

Características	Arduino UNO	Raspberry Pi
Entradas digitales	Si	Si
Entradas analógicas	Si	No
Gestión de información	No	Si

Esta tabla comparativa sirvió para definir que la mejor opción para el desarrollo del sistema autónomo, es la combinación de las dos placas, donde Arduino se hace cargo de recolectar la información de los sensores y Raspberry Pi de la gestión de la misma.

#### **3.2. Pruebas de Sensores, Alimentación Eléctrica y Envío de Información**

Esta actividad permitió, probar los sensores encargados de la medición de pH y temperatura, envió de información al usuario a través del mensaje de texto y el sistema autónomo para su gestión, y la alimentación del sistema autónomo.

##### **3.2.1. Prueba de Sensores**

Las pruebas de los sensores se las realizo a través del IDE de Arduino, el cual fue instalado en Raspbian Stretch, que es el sistema operativo de Raspberry Pi.



### 3.2.1.1. Sensor de pH E-201-C

Las pruebas realizadas al sensor de pH fueron con ayuda de Arduino, el sensor fue conectado a la placa y a través del monitor serial del IDE de Arduino, se pudo observar que la medición de pH del sensor variaba según el medio a medir.

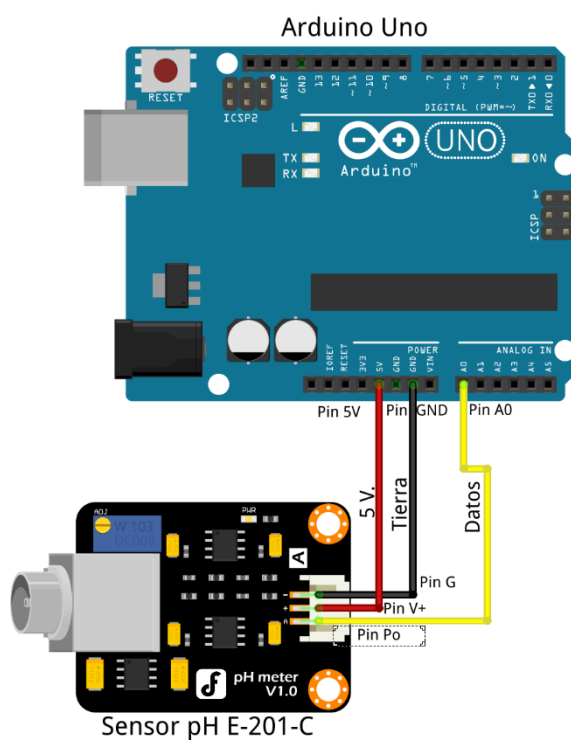


Figura 20. Conexión del sensor de pH con Arduino

En la TABLA XV se muestra la conexión de pines entre la placa Arduino UNO y el sensor de pH, las descripciones de los términos se encuentran en el Anexo 7.

TABLA XV. CONEXIÓN DE PINES ENTRE SENSOR DE pH Y ARDUINO UNO

Sensor de pH E-201-C	Arduino UNO	Descripción
Po	A0 (Pin Analógico)	Salida analógica del sensor de pH hacia Arduino para proceder a obtener el valor de pH en voltios.
G	GND	Conexión a tierra entre Arduino y el sensor.
V+	5V	Alimentación 5 V desde Arduino al sensor.

Para la calibración del sensor, se utilizó dos sustancias, una de pH 7.01 y otra de pH 4.01 las cuales garantizan el valor de pH descrito en ellas, se procedió a sumergir el electrodo de pH en ambas sustancias (Ver figuras 21, 22, 23, 24), obteniendo los valores que se muestran en la TABLA XVI.



Figura 21. Calibración del sensor con la sustancia de pH 7.01

```
int pH_pin = A0;
float Po;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Po = analogRead(pHpin) * 5.00 / 1024;
  Serial.println(Po, 2);
  delay(1000);
}
```

Figura 22. Resultado del voltaje del pH 7.01 obtenido con Arduino.



Figura 23. Calibración del sensor con la sustancia de pH 4.01

```
int pH_pin = A0;
float Po;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Po = analogRead(pHpin) * 5.00 / 1024;
  Serial.println(Po, 2);
  delay(1000);
}
```

Figura 24. Resultado del voltaje del pH 4.01 obtenido con Arduino.

TABLA XVI. VALORES REFERENCIALES DE pH

Valores de referencias del pH con la salida de voltaje	
Valor del pH	Salida Voltaje (V)
7.01	2.46 V
4.01	2.99 V

$$y = -5,66x + 20,93$$

Las conexiones de los pines del sensor con la placa Arduino y la resistencia, se detallan en la TABLA XVII, las descripciones de los términos se encuentran en el Anexo 7.

TABLA XVII. CONEXION DE PINES ENTRE DS18B20 Y ARDUINO UNO

Sensor DS18B20	Arduino UNO	Descripción
GND	GND	Los pines GND Y VCC del sensor de temperatura se conectan al pin GND del Arduino.
VCC	GND	
Data	5V	La alimentación del sensor se la realiza desde el pin 5V de Arduino hacia el pin Data del sensor, pero se debe incluir una resistencia Pull-Up.
Data	2 (Pin digital)	Los datos son enviados por el sensor a través del pin Data al pin 2 del Arduino.

```
// Se importan las librerías
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// Se declara el pin donde se conectará la DATA
#define Pin 2

// Se establece el pin declarado como bus para la comunicación OneWire
OneWire ourWire(Pin);

//Se instancia la librería DallasTemperature
DallasTemperature sensors(&ourWire);

void setup() {
  // Se inicia comunicación serial
  Serial.begin(19200);

  // Se inicializan los sensores
  sensors.begin();
}

void loop() {
  //Prepara el sensor para la lectura
  sensors.requestTemperatures();

  // Se lee e imprime la temperatura en grados Celsius
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
  Serial.println(" grados Centigrados");

  // Se provoca un lapso de 10 segundos antes de la próxima lectura
  delay(10000);
}
```

```
21.44 grados Centigrados
21.50 grados Centigrados
23.56 grados Centigrados
24.19 grados Centigrados
25.31 grados Centigrados
26.70 grados Centigrados
```

Figura 26. Mediciones de temperatura obtenidas del sensor DS18B20

### 3.2.1.3. Módulo GPRS/GSM (SIM900)

El módulo SIM900 sirvió para enviar mensajes de texto al usuario, cuando los valores obtenidos por los sensores no se encuentran en los rangos óptimos (Temperatura de 21.2 °C a 30.4 °C y pH 6.7 a 8.5). Para programar el modulo se utilizó el IDE Arduino y los comandos AT.

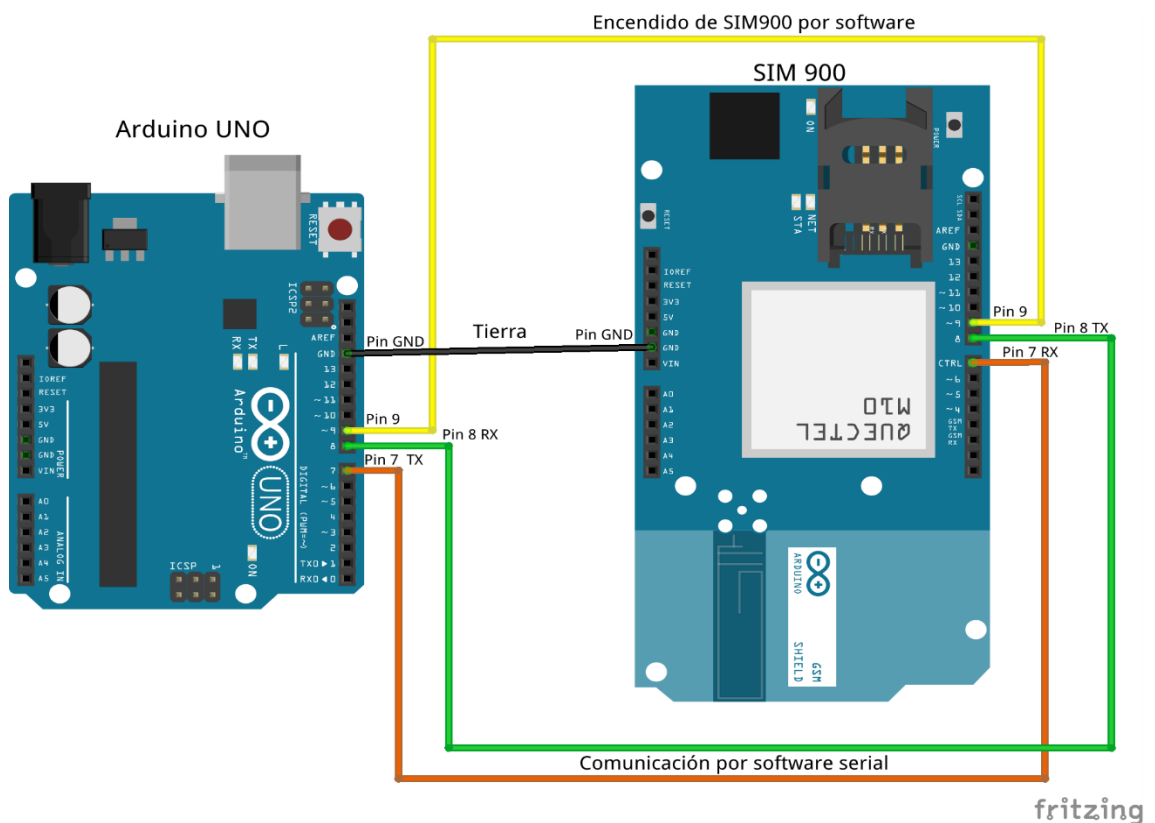


Figura 27. Conexión entre Arduino UNO y SIM900

El SIM900 se alimentó de manera externa sin intervenir la placa Arduino para ello. La conexión de los pines de la placa Arduino con el módulo SIM900 se detallan a continuación en la tabla XVIII, las descripciones de los términos se encuentran en el Anexo 7.

TABLA XVIII. CONEXIÓN DE PINES ENTRE SIM900 Y ARDUINO

Módulo SIM 900	Arduino UNO	Descripción
7 (RX)	7 (TX)	La conexión entre estos pines se utilizó para establecer la comunicación por software serial entre el módulo SIM 900 y Arduino UNO
8 (TX)	8 (RX)	
9	9	La conexión entre estos pines se utilizó para proceder al encendido del módulo SIM 900 por software.
GND	GND	Conexión común a tierra entre Arduino UNO y módulo SIM 900

En la Figura 28, se muestra el código utilizado en el sketch de Arduino para enviar el mensaje de texto al usuario.

```
void mensaje() {

    // Se configura el módulo sim900 para el envío o recepción de mensajes de texto
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(1000);

    // Se define el número de celular del destinatario
    SIM900.println("AT+CMGS=\"0997020778\"");
    delay(1000);

    // Se obtiene los datos de temperatura y pH de las variables que son parte del SMS
    SIM900.print("pH=");
    SIM900.println(pH);
    SIM900.print("Temperatura =");
    SIM900.println(temperatura);
    delay(100);

    // Se envia el comando char 26 para finalizar el mensaje de texto
    SIM900.println((char)26);
    delay(100);

    // Se espera 5 segundos para que el módulo sim proceda al envío del SMS
    SIM900.println();
    delay(5000);
}
```

Figura 28. Código de la función mensaje.

#### 3.2.1.4. Módulo RTC DS3132

El módulo de Reloj en Tiempo Real DS3132, se utilizó, porque el sistema autónomo no cuenta con un módulo de este tipo ni en Arduino, ni en Raspberry Pi, y al no estar conectado a internet, cada vez que se reinicie el sistema la hora se establecía en 00h00. El uso del módulo sirvió para establecer, cada que tiempo se recoge las muestra en la base de datos, y establecer una hora de reinicio del sistema autónomo.

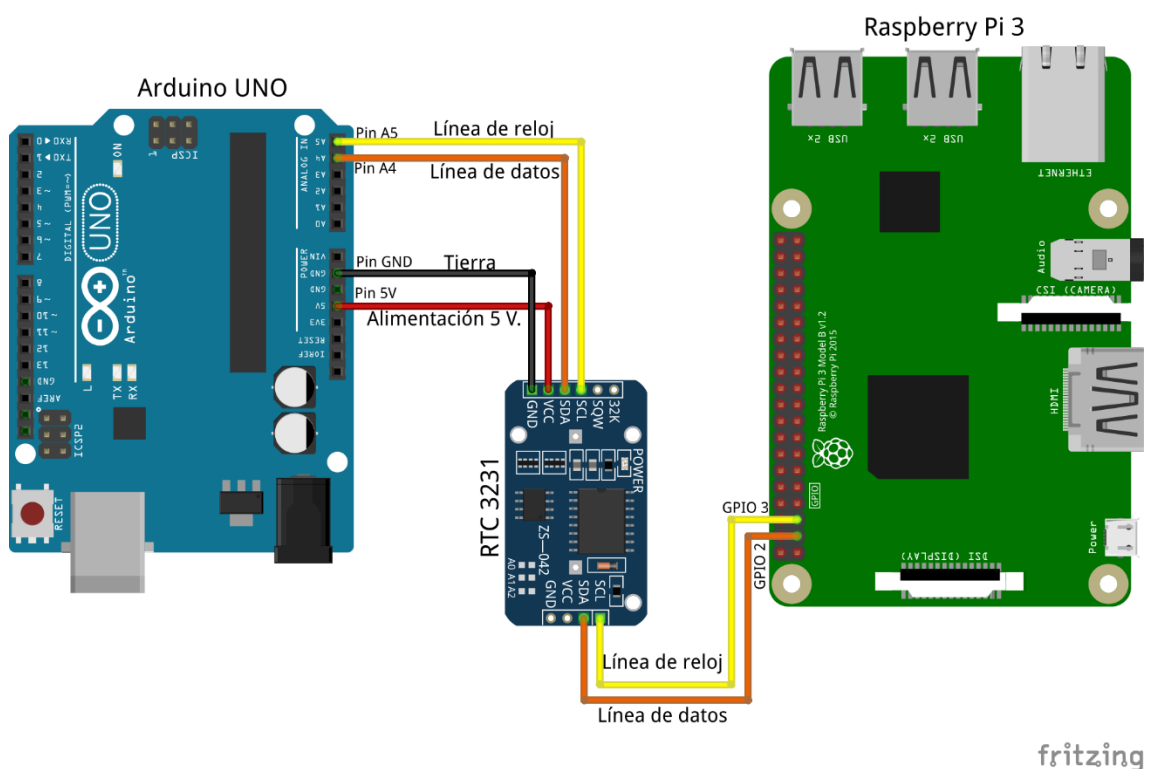


Figura 29. Conexión DS3231, Arduino y Raspberry Pi

En la Figura 29 se muestra como se realizó las conexiones entre Arduino UNO, Raspberry Pi 3 y el módulo DS3231. En la TABLA XIX, se detalla la conexión entre pines de los dispositivos, las descripciones de los términos se encuentran en el Anexo 7.



TABLA XIX. PINES A CONECTAR ENTRE ARDUINO UNO, RASPBERRY PI 3 AL MÓDULO DS3231

DS3231	Arduino UNO	Raspberry Pi 3	Descripción
SCL	A5	GPIO 3	La conexión SCL, A5 y GPIO 3, permitió mantener sincronizados los dispositivos.
SDA	A4	GPIO 2	La conexión SDA, A4 y GPIO 2, permitió envío de datos desde el sensor DS3231 a Raspberry Pi 3 y Arduino UNO.
VCC	3.3V o 5V.	No conectar	La alimentación eléctrica del sensor se la puede realizar desde Arduino UNO o Raspberry Pi 3, para lo cual Arduino UNO proporciona la alimentación eléctrica al sensor
GND	GND	No conectar	

### 3.2.2. Alimentación eléctrica

Para determinar cuál es la mejor opción de alimentación para el sistema autónomo, se realizó un análisis de la intensidad de corriente que consume el sistema autónomo con todos sus elementos, en la tabla XXII se detalla los valores obtenidos por el consumo.

TABLA XX. CONSUMO DEL SISTEMA AUTÓNOMO.

Elemento	Intensidad	Voltaje	Consumo
Raspberry PI	500 mA	5V	2,50 W
Arduino	50 mA	5V	0,25W
Sim900	350 mA	5V	1,75 W
<b>Total Consumo</b>			<b>4,5 W</b>

Con los datos obtenidos del análisis se obtuvo que el consumo del prototipo es de 4,5W, este consumo permitió determinar que el sistema siempre debe estar conectado. Se concluyó que otro motivo para tener conectado el sistema, es que al ser usado como servidor debe estar siempre disponible. En la figura 30 se muestra un esquema de bloques de la conexión de los elementos.

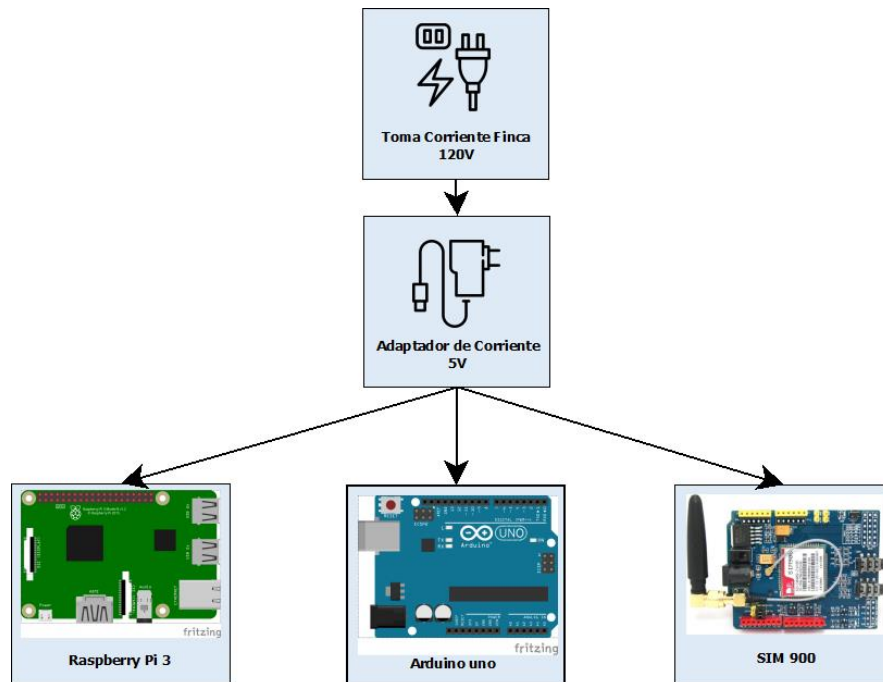


Figura 30. Esquema de bloques de elementos conectados a adaptador de corriente.

### 3.2.3. Envío de Información

Se lo realizó de dos maneras, una para el usuario y otra para el registro en la base de datos del sistema autónomo, a continuación, se detallan cada una de ellas.

#### 3.2.3.1. Información para el Usuario

El proceso de información para el usuario se muestra en el diagrama de bloques de la Figura 30. Arduino recibió los datos de los sensores, comparó si los datos recibidos están dentro del rango óptimo (Temperatura de 21.2 °C a 30.4 °C y pH 6.7 a 8.5), al ser diferentes del rango óptimo procedió a enviar el mensaje de texto al usuario a través del módulo SIM900.

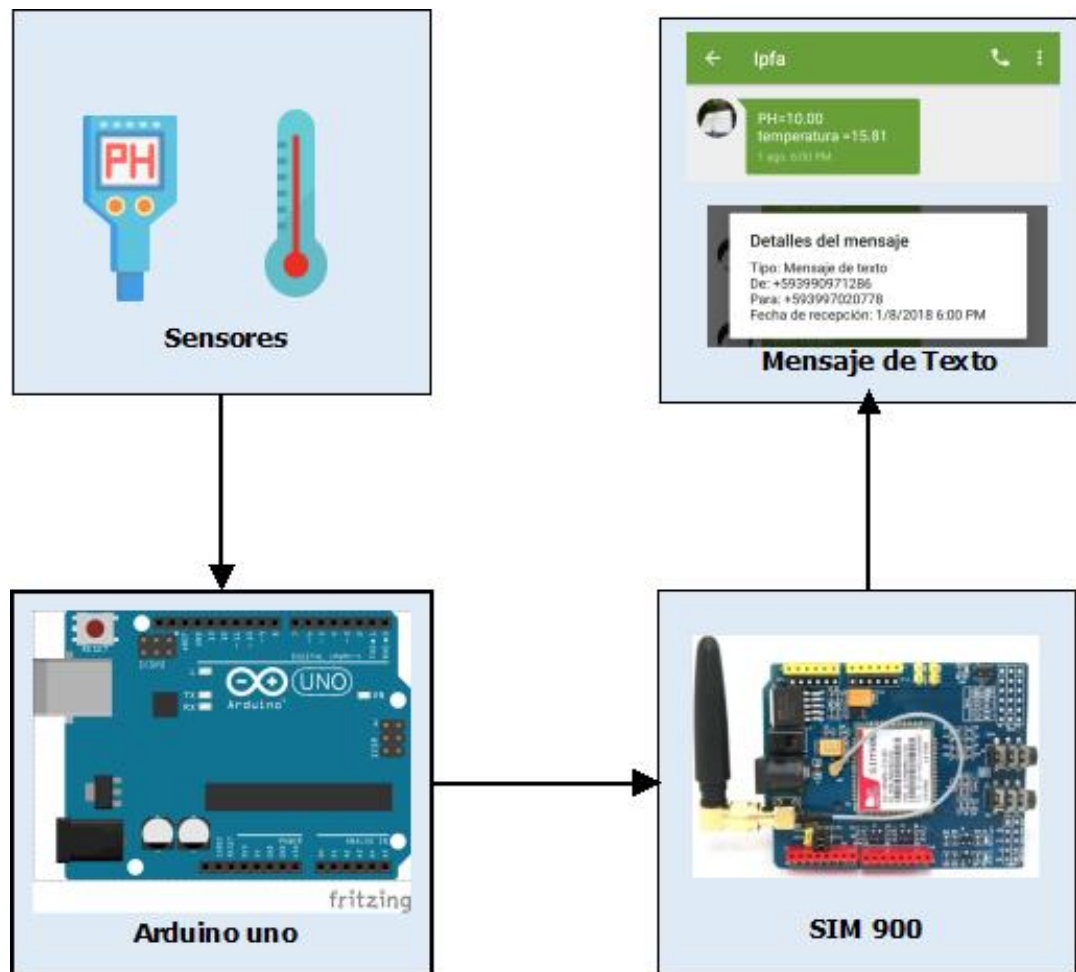


Figura 31. Diagrama de bloques para información al usuario

### 3.2.3.2. Registro de Información en el Sistema Autónomo

El proceso de registro de información se muestra en el diagrama de bloques de la Figura 32, Arduino recibió los datos de los sensores, los cuales son enviados por el puerto serial a la Raspberry Pi y a través de Processing se procede almacenar la información en la Base de Datos.

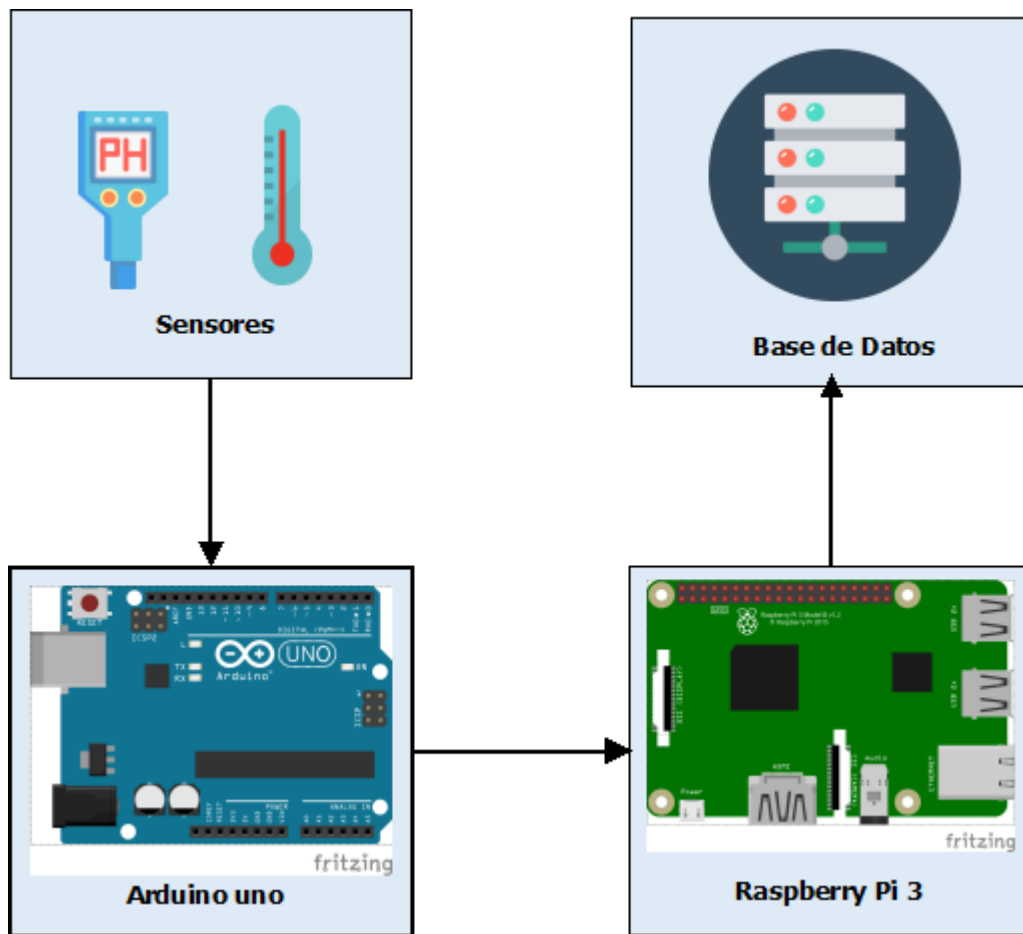


Figura 32. Diagrama de bloques para el registro de información

### 3.3. Diseño e Implementación del Sistema Autónomo

Realizada, la comparativa de placas, pruebas de sensores, alimentación y envío de información, se procedió al diseño e implementación del prototipo tomando en cuenta el lugar en donde va a realizar su labor. El lugar en donde se realizó las mediciones de los parámetros fisicoquímicos, es la parroquia Yangana, el estanque se encuentra a la intemperie por lo cual se procedió a utilizar una caja plástica con protección IP65, que 33 y 34, se muestra el prototipo implementado.

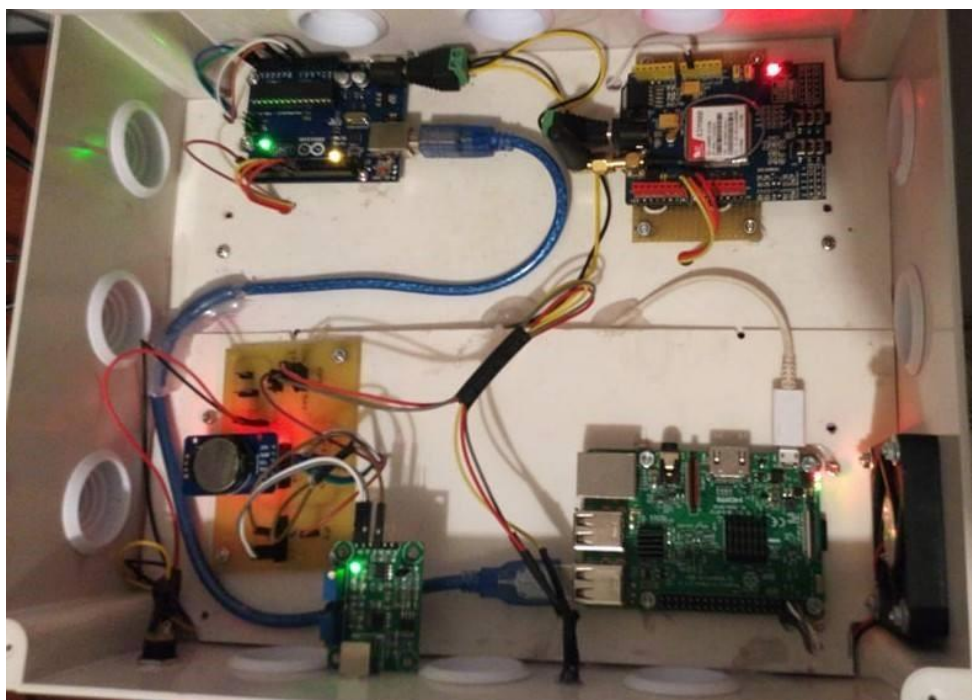


Figura 33. Implementación del sistema autónomo



Figura 34. Implementación del sistema autónomo

## 4. Fase 3: Diseño e Implementación de la Aplicación Web que Permite Gestionar la Información Recibida desde el Sistema Autónomo.

En esta fase se describen las fases de la metodología XP para el desarrollo de la Aplicación Web.

### 4.1. Fase de Planeación

#### 4.1.1. Roles

La realización de este proyecto es llevada a cabo por tres personas, tesista, cliente, y director del proyecto, para lo cual los roles que se define en la metodología XP se detallan a continuación.

TABLA XXI. DESCRIPCIÓN DE ROLES

Nombre	ROL
Hugo Javier Erazo Granda	Analista, diseñador, programador.
José Rolando Maldonado Alverca	Cliente
Ing. Gastón René Chamba Romero	Director del Trabajo de Titulación

#### 4.1.2. Especificación de Requerimientos.

En esta fase se utilizó para el desarrollo de la Aplicación Web, el documento de Especificación de Requerimientos de Software (ERS) con estándar IEEE 830-1998, denominado IPFA, el cual se puede revisar en el Anexo 2.

##### 4.1.2.1. Requerimientos Funcionales

TABLA XXII. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Requisito	Nombre	Descripción
RF01	Consulta de Información de Parámetros.	Se puede consultar los parámetros fisicoquímicos, registrados en el servidor de base de datos.
RF02	Gestión de Cuentas de Usuarios.	El usuario puede crear una cuenta, pero el administrador del sistema es el único que puede eliminar o modificar una cuenta.
RF03	Historial de Información de Parámetros Físicoquímicos.	Se puede consultar la información de los parámetros registrados en el servidor de base de datos por fechas.

#### 4.1.2.2. Requerimientos No Funcionales

TABLA XXIII. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Requisito	Nombre	Descripción
RNF01	Usabilidad	La aplicación tendrá una interfaz gráfica amigable e intuitiva
RNF02	Rendimiento	El servidor de aplicaciones web instalado en Raspberry Pi 3 deberá atender en un máximo de 7 segundo cada petición, sin tomar en cuenta aspectos de red.
RNF03	Seguridad	Permisos solo los puede cambiar el administrador.
RNF04	Fiabilidad	El sistema deberá tardar un máximo de 10 minutos para la recuperación de un fallo de caída total, en el 95% de las ocasiones.
RNF05	Disponibilidad	El tiempo para iniciar o reiniciar el sistema no podrá ser mayor a 5 minutos.
RNF06	Mantenibilidad	El sistema debe disponer de una documentación fácilmente actualizable que permita realizar operaciones de mantenimiento con el menor esfuerzo posible.
RNF07	Portabilidad	El sistema funcionará en plataformas con sistema operativo Raspbian Stretch.

#### 4.1.2.3. Tipo de usuario de la Aplicación Web

TABLA XXIV. TIPOS DE USUARIOS DE LA APLICACIÓN WEB

Tipo de Usuario	Descripción
Propietario	Tiene acceso a consultar los parámetros fisicoquímicos y consultar el historial.
Sistema Autónomo	Es el encargado de registrar en la base de datos las mediciones de los sensores de temperatura y pH.
Administrador	Tiene acceso a todas las funcionalidades de la aplicación.

#### 4.1.3. Módulos de la Aplicación Web

La aplicación Web cuenta con tres módulos, consulta de información de los parámetros, gestión de cuentas e historial, cada uno con diferentes funciones que cumplir, las cuales son detalladas en la TABLA XXVII.

TABLA XXV. MÓDULOS DE LA APLICACIÓN WEB

Módulo	Descripción
Consulta de Información de Parámetros	Consultar el registro de parámetros fisicoquímicos por parte del sistema autónomo.
Gestión de Cuentas de Usuarios	Crear cuenta. Consultar cuenta. Eliminar cuenta. Actualizar cuenta.
Historial de Información de Parámetros Fisicoquímicos.	Consultar parámetros fisicoquímicos dependiendo de la fecha.

#### 4.1.4. Historias de Usuario

Las historias de usuarios, sirvieron para representar los requerimientos que debe cumplir el sistema, no fueron redactas directamente por el cliente, pero si descriptas por él en un lenguaje común, esto con la finalidad que puedan ser entendidas por todos (Desarrolladores y Usuarios).

##### 4.1.4.1. Módulo de Gestión de Parámetros Fisicoquímicos

TABLA XXVI. HISTORIA DE USUARIO CONSULTAR PARÁMETROS

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 1	<b>Nombre:</b> Consultar parámetros
<b>Usuario:</b> Propietario, administrador	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Requisito:</b> RF01
<b>Descripción:</b> El propietario y el administrador para poder consultar la información de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH deben estar autenticados en el sistema.	



La información que se presenta en la pestaña parámetros, se divide en tres secciones:

- En la sección superior se presentan las estadísticas correspondientes al número total de registros en la base de datos; el valor promedio, mínimo y máximo de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH de todos los registros almacenados en el servidor de base de datos.
- En la sección intermedia se presenta los 10 últimos registros obtenidos de los sensores de temperatura y pH.
- En la sección inferior presenta una opción de paginación la cual permite consultar el resto de registros.

**Observaciones:**

La información de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH son registrados en el servidor de base de datos por el propio sistema autónomo.

#### 4.1.4.2. Módulo de Gestión de Cuentas de Usuario

TABLA XXVII. HISTORIA DE USUARIO CREAR CUENTA

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 2	<b>Nombre:</b> Crear Cuenta
<b>Usuario:</b> Propietario	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Requisito:</b> RF02
<b>Descripción:</b> Para crear la cuenta se debe cumplir con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar la opción Registro en la página principal de la aplicación.</li> <li>• Rellenar los campos solicitados (nombres, apellidos, cédula, contraseña, teléfono, correo).</li> <li>• Seleccionar la opción Registrar</li> <li>• El sistema persiste los datos del usuario.</li> </ul>	
<b>Observaciones:</b> Los campos requeridos para el registro son obligatorios.	

TABLA XXVIII. HISTORIA DE USUARIO CONSULTAR CUENTA

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 3	<b>Nombre:</b> Consultar Cuenta
<b>Usuario:</b> Propietario, administrador	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Requisito:</b> RF02
<b>Descripción:</b> Para el ingreso a la cuenta se debe cumplir con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar la opción Ingreso en la página principal de la aplicación.</li> <li>• Ingresar Cédula y Contraseña.</li> <li>• Pulsar en la opción Acceder.</li> <li>• Autenticado en el sistema la aplicación presenta dos versiones una para el propietario y otra para el administrador, las cuales se detallan a continuación:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ En la cuenta de propietario se presentan las opciones de Parámetros e Historial.</li> <li>○ En la cuenta de administrador se presentan las opciones de Parámetros, Usuarios e Historial.</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Observaciones:</b> Para ingresar a la cuenta se debe estar previamente registrado en el sistema.	

TABLA XXIX. HISTORIA DE USUARIO ELIMINAR CUENTA

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 4	<b>Nombre:</b> Eliminar cuenta
<b>Usuario:</b> Administrador	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Requisito:</b> RF02
<b>Descripción:</b> Para eliminar una cuenta el administrador debe realizar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar autenticado con su cuenta en el sistema.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar la opción Usuarios.</li> <li>• Dentro de Usuarios debe pulsar la opción eliminar de la cuenta que desea prescindir.</li> </ul>
<b>Observaciones:</b> Solo el administrador puede eliminar cuentas.

TABLA XXX. HISTORIA DE USUARIO ACTUALIZAR CUENTA

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 5	<b>Nombre:</b> Actualizar Cuenta
<b>Usuario:</b> Administrador	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Requisito:</b> RF02
<b>Descripción:</b> Para actualizar una cuenta el administrador debe realizar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar autenticado con su cuenta en el sistema.</li> <li>• Seleccionar la opción Usuarios.</li> <li>• Dentro de Usuarios debe pulsar la opción Actualizar de la cuenta que desea modificar.</li> <li>• Realizados los cambios en la cuenta, se pulsa la opción Actualizar para guardar estas modificaciones en la base de datos.</li> </ul>	
<b>Observaciones:</b> Solo el administrador puede actualizar la información de las cuentas. La contraseña solo se puede consultar en el formulario que se presenta cuando se pulsa la opción Actualizar.	

#### 4.1.4.3. Módulo de Historial

TABLA XXXI. HISTORIA DE USUARIO HISTORIAL

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 6	<b>Nombre:</b> Historial
<b>Usuario:</b> Propietario, administrador	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Requisito:</b> RF03
<b>Descripción:</b> Para la utilización del módulo Historial, se debe realizar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"><li>• Propietario y administrador deben estar autenticados en el sistema.</li><li>• Seleccionar la opción Historial.</li><li>• En la opción Historial, se presentan dos campos en los cuales se deben definir la fecha de inicio y la fecha de fin que se desea consultar.</li><li>• Establecidas las fechas se procede a seleccionar la opción Consultar.</li><li>• Se presenta la ventana la cual se divide en dos secciones<ul style="list-style-type: none"><li>○ En la sección superior se presentan las estadísticas correspondientes al número de registros, el valor promedio, mínimo y máximo de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH registrados en la base de datos de las fechas previamente seleccionadas.</li><li>○ En la sección inferior se presenta una gráfica estadística del tipo lineal la cual presenta todos los registros solicitados.</li></ul></li></ul>	
<b>Observaciones:</b> Ninguna	

#### 4.1.5. Estimación de Historias de Usuario

El tiempo estimado en el desarrollo de cada una de las historias de usuario, se detallan en la TABLA XXXII.

TABLA XXXII. ESTIMACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO

Modulo	N°	Nombre de historia de usuario	Tiempo estimado		
			Semanas Estimadas	Días Estimados	Horas Estimadas
Gestión de Información de Parámetros	1	Consultar parámetros.	2,25	11,25	45
Gestión de Cuentas de Usuarios	2	Crear cuenta	1,75	8,75	35
	3	Consultar cuenta	1,25	6,25	25
	4	Actualizar cuenta.	1,25	6,25	25
	5	Eliminar cuenta.	1,00	5,00	20
Generación de reportes	6	Historial	2,50	12,50	50

En esta fase, se estableció la arquitectura de la aplicación, elabora el modelo de base de datos relacional, y de acuerdo a XP se realizan las tarjetas CRC para el diseño.

### 4.2.1. Arquitectura del sistema

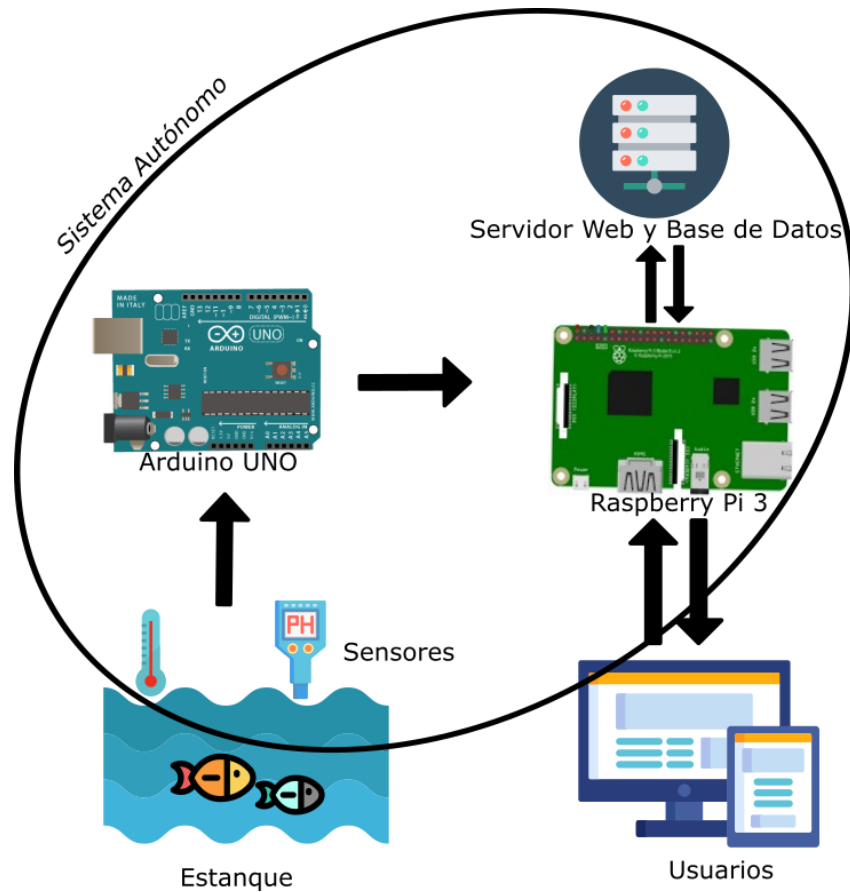


Figura 35. Arquitectura del sistema.

- **Estanque:** Lugar donde se realizan las mediciones de pH y temperatura
- **Sensores:** Son utilizados para la lectura de los parámetros fisicoquímicos del agua.
- **Sistema Autónomo:** Gestiona la información obtenida por los sensores para almacenar en la base de datos y ofrecerla al usuario a través del servidor en el montado.
- **Usuarios:** Se engloba en este término a todos los dispositivos que puedan acceder a la Aplicación Web.

#### 4.2.2. Diagrama de Clases

Permite identificar las relaciones que existen entre las clases involucradas en el sistema.

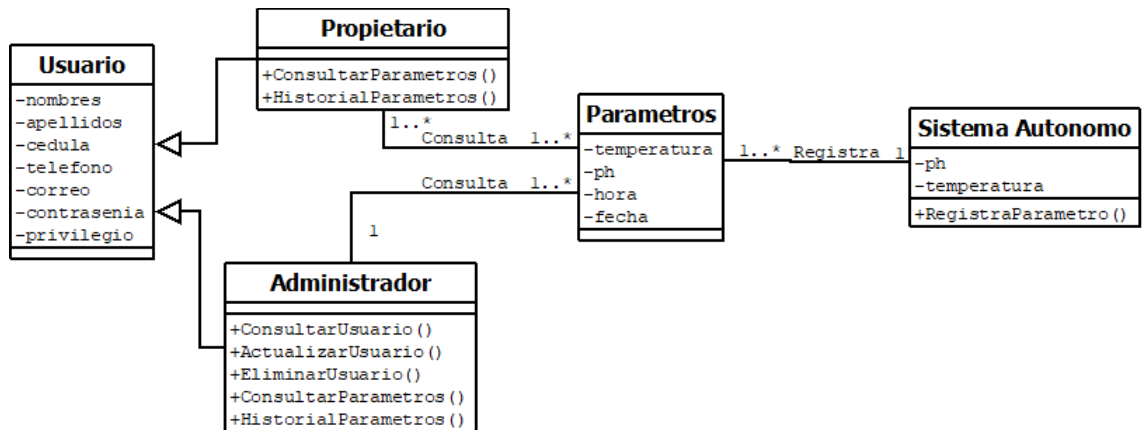


Figura 36. Diagrama de clases

#### 4.2.3. Modelo Entidad Relación

Permite describir, mediante la definición de entidades con sus respectivos atributos, la información del sistema.

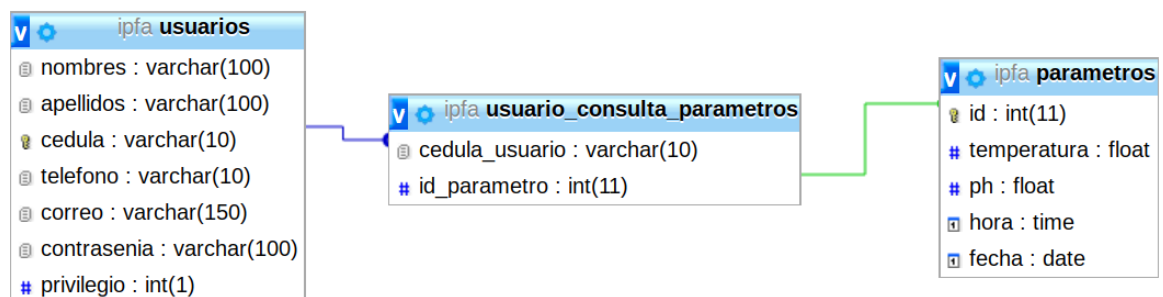


Figura 37. Modelo entidad relación.

#### 4.2.4. Tarjetas CRC

Tarjetas Clase-Responsabilidad-Colaboración, permiten establecer las clases, métodos y atributos que se utilizan dentro de la aplicación.

TABLA XXXIII. TARJETA CRC USUARIO

Usuario	
Responsabilidad	Colaboración
<ul style="list-style-type: none"><li>• Consultar parámetros</li><li>• Crear cuenta</li><li>• Consultar cuenta</li><li>• Actualizar cuenta</li><li>• Eliminar cuenta</li><li>• Historial</li></ul>	Propietario Administrador

TABLA XXXIV. TARJETA CRC SISTEMA AUTÓNOMO

Sistema Autónomo	
Responsabilidad	Colaboración
<ul style="list-style-type: none"><li>• Almacenar datos de los parámetros.</li></ul>	Sensores

#### 4.2.5. Prototipos de la Aplicación

En esta fase se presentan los principales prototipos de la Aplicación Web.

##### 4.2.5.1. Pantalla de Inicio

Se trata de la página principal de la Aplicación Web, consta de una barra superior en la que se encuentra las opciones de Registro e Ingreso.





Figura 38. Página inicial de la Aplicación Web

#### 4.2.5.2. Pantalla de Registro

Sirve para registrar a los usuarios de la aplicación, esta página contiene un formulario que deberá ser rellenado con los datos del usuario.

The image shows the user registration page. At the top, there is a blue water droplet icon. Below the icon, the word 'Registro' is centered. The form consists of several input fields: 'Nombres' (with a red border), a second empty field with a red border and a tooltip that says 'Por favor, llena este campo.', 'Cédula' (with a red border), 'Contraseña' (with a red border), 'Teléfono' (with a red border), and 'Correo' (with a red border). At the bottom of the form is a blue button labeled 'Registrar'.

Figura 39. Pantalla de registro de usuario.

#### 4.2.5.3. Pantalla de Ingreso

Al pulsar la opción Ingreso se presenta un formulario de inicio de sesión en el cual se pide el número de cedula y la contraseña.



The image shows a login form with a white background and a thin grey border. At the top center is a blue water drop icon. Below the icon, the word "Ingreso" is written in a bold, black, sans-serif font. Underneath, there are two input fields. The first is labeled "Cedúla" in a small, grey font, and the second is labeled "Contraseña" in the same font. Both labels are positioned to the left of their respective input boxes. At the bottom of the form is a solid blue button with the word "Acceder" written in white, centered text.

Figura 40. Pantalla de ingreso

#### 4.2.5.4. Pantalla de Propietario.

Consta de una barra con las opciones parámetros, historial y salir. Se ingresa por defecto a la opción parámetros, donde se detalla en la parte superior información referente al número de registros y datos estadísticos de valores promedio, mínimo y máximo de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH; en la parte intermedia se presentan los registros de los últimos diez valores obtenidos por el sistema autónomo; y en la parte inferior se encuentra una sección de paginación la cual permite consultar los parámetros de diez en diez.



Figura 41. Pantalla parámetros para el propietario

En la opción Historial, se puede elegir la fecha de inicio y fin de los parámetros a consultar, una vez definidas las fechas, se presiona el botón consultar el cual muestra las estadísticas de las fechas seleccionadas con su correspondiente gráfica lineal.

Historial

Bienvenido

Historial Parámetros

Fecha inicial

dd / mm / aaaa

Fecha final

dd / mm / aaaa

Consultar

Figura 42. Pantalla Historial para el propietario

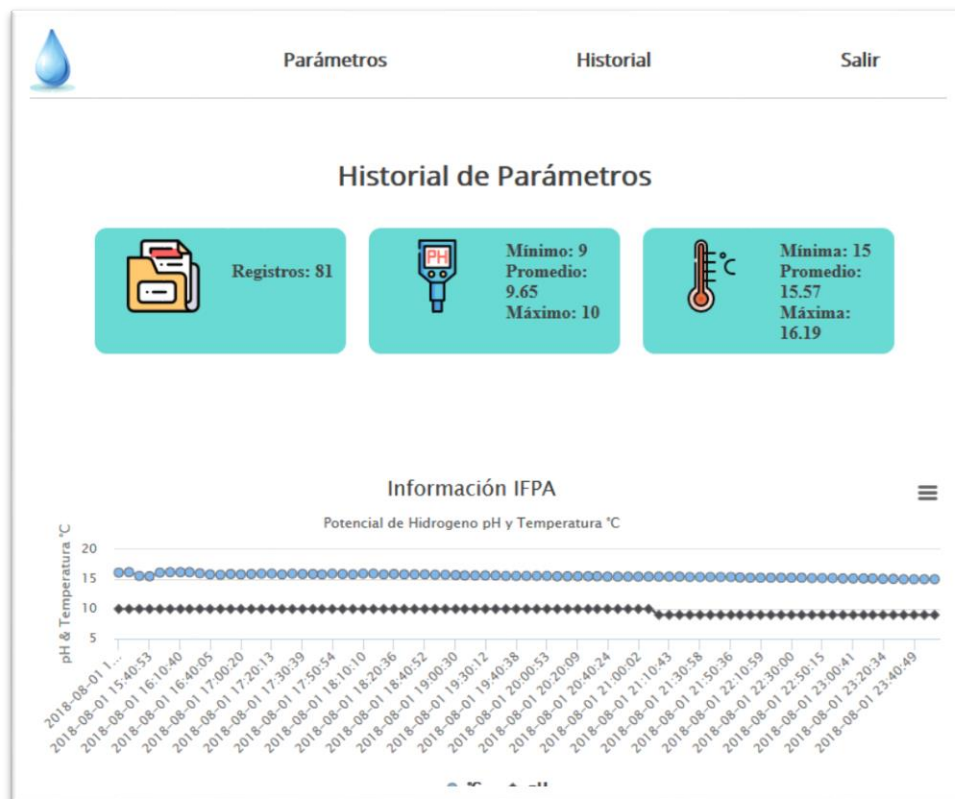


Figura 43. Pantalla presentación de Historial

#### 4.2.5.5. Pantalla de Administrador.

Consta de una barra con las opciones Parámetros, Usuarios, Historial y Salir. Se ingresa por defecto a la opción Parámetros, donde se detalla en la parte superior información referente al número de registros y datos estadísticos de valores promedio, mínimo y máximo de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH; en la parte intermedia se presentan los registros de los últimos diez valores obtenidos por el sistema autónomo; y en la parte inferior se encuentra una sección de paginación la cual permite consultar los parámetros de diez en diez.

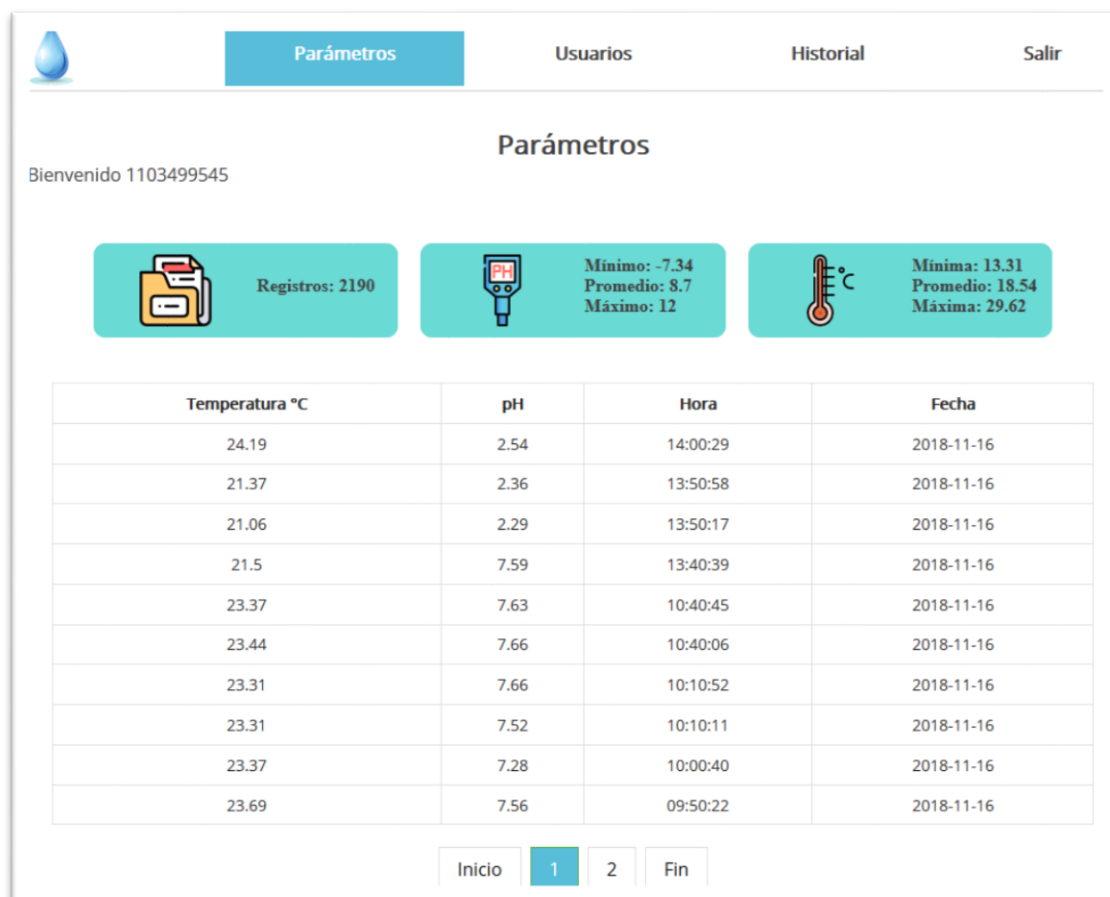


Figura 44. Pantalla Parámetros para el administrador

En la opción Usuarios se muestran todos los usuarios normales registrados en el sistema, a los cuales se puede consultar, eliminar y actualizar.



Figura 45. Pantalla usuarios para el administrador

En la opción Historial, se puede elegir la fecha de inicio y fin de los parámetros a consultar, una vez definidas las fechas, se presiona el botón consultar el cual muestra en forma gráfica el valor y fecha de los datos consultados.



Bienvenido

### Historial de Parámetros

Fecha inicial  
dd / mm / aaaa

Fecha final  
dd / mm / aaaa

Consultar

Figura 46. Pantalla Historial para el administrador



Figura 47. Pantalla presentación de historial

### 4.3. Fase de Codificación

Realizado el diseño de la aplicación, en esta fase se establecen estándares para la codificación. Para la implementación se utilizó lenguajes de programación PHP y JavaScript, SQL, HTML, CSS.

#### 4.3.1. Patrón de Programación

Se utiliza el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador, para separar la lógica de negocios de las vistas y el modelo.

#### 4.3.2. Estándares de Programación Web

Los estándares son un conjunto de buenas prácticas que permiten la compresión del código en el desarrollo de software, los cuales son descriptos a continuación.

- Todos los archivos del directorio se encuentran en minúscula
- Comentarios en secciones de código que se consideren relevantes.
- Para comentar una línea de código

```
// comentario
```

Para comentar múltiples líneas

```
/* comentarios
```

```
.....
```

```
.....
```

```
*/
```

#### 4.3.3. Codificación de la Aplicación Web

##### 4.3.3.1. Desarrollo del módulo gestión de parámetros

###### Consultar parámetros

La información de los parámetros se puede consultar en una tabla, para lo cual se realiza la consulta en la base de datos.

```

.....
<tbody>
<?php
foreach ($rows as $row) {
?>
<tr>
<td><?php print($row->temperatura) ?></td>
<td><?php print($row->ph) ?></td>
<td><?php print($row->hora) ?></td>
<td><?php print($row->fecha) ?></td>
</tr>
</tbody>
<?php
}
?>
.....

```

Figura 48. Sección de código para consultar los parámetros registrados en la base de datos.

#### 4.3.3.2. Desarrollo del módulo gestión de usuarios

##### Registrar cuenta

El registro de cuenta se lo realiza a través de un formulario el cual debe estar completado todos los campos.

```

.....
$con=Conectar();
$sql=" INSERT INTO usuarios(nombres, apellidos, cedula,
    contrasenia, telefono, correo, privilegio) values(:nombres,
    :apellidos, :cedula, :contrasenia, :telefono, :correo,
    :privilegio)";
$q = $con->prepare($sql);
$q-> execute(array(':nombres'=>$nombres,':apellidos'=>$apellidos
    ,':cedula'=>$cedula,':contrasenia'=>$contrasenia,':telefono'
    =>$telefono,':correo'=>$correo,':privilegio'=>$privilegio));
.....

```

Figura 49. Sección de código para registrar usuario en la base de datos.

##### Actualizar cuenta

Se realiza a través de un formulario en el cual se editan los datos deseados y pulsando el icono se actualizan los datos.



```

.....
$con=Conectar();
$sql="UPDATE usuarios SET nombres=:nombres, apellidos=:apellidos,
    contrasenia=:contrasenia, telefono=:telefono, correo=:correo,
    privilegio=:privilegio WHERE cedula=:cedula";
$q = $con->prepare($sql);
$q-> execute(array(':cedula'=>$cedula, ':nombres'=>$nombres, '
    :apellidos'=>$apellidos, ':contrasenia'=>$contrasenia, ':telefono
    '=>$telefono, ':correo'=>$correo, ':privilegio'=>$privilegio));
.....

```

Figura 50. Sección de código para actualizar cuenta.

### Eliminar cuenta

La eliminación de una cuenta se la realiza en la base de datos.

```

.....
$idP=$_POST['idP'];
require_once('conexion.php');
$con = Conectar();
$sql2 = 'DELETE FROM usuarios WHERE cedula=:id';
$q2 = $con->prepare($sql2);
$q2-> execute(array(':id'=>$idP));
.....

```

Figura 51. Sección de código para eliminar usuario en la base de datos.

### 4.3.3.3. Desarrollo del módulo historial

#### Historial

Para consultar el historial se debe establecer una fecha de inicio y una fecha de fin en el formulario.

```

.....
<form action="admin_reportes_grafica.php" method="post">
    <label for="">Fecha inicial</label><input type="date" name=
    "fecha1" required class="input-ingreso">
    <label for="">Fecha final</label><input type="date" name="
    fecha2" required class="input-ingreso">
    <input type="submit" value="Consultar" class="btn-enviar">
</form>
.....

```

Figura 52. Sección de código para historial.

#### 4.4. Fase de Pruebas

Construido la aplicación web se realiza las pruebas correspondientes para comprobar su efectividad.

##### 4.4.1. Pruebas de aceptación

Se realizaron para verificar y validar los requerimientos y funcionalidades pedidos por el cliente, para lo cual se utilizó como base las historias de usuario elaboradas en la etapa de planificación.

##### 4.4.1.1. Módulo gestión de información de parámetros

###### Historia de Usuario 1

TABLA XXXV. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN CONSULTAR PARÁMETROS

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
<b>Caso de prueba:</b> Consultar parámetros	
<b>Número de caso de prueba:</b> 1	<b>Número de historia de usuario:</b> 1
<b>Descripción:</b>  Al realizar el ingreso en la aplicación web, se muestra en pantalla que se encuentra dividida en tres secciones; en la sección superior se presentan datos estadísticos como son el número total de registros, los valores de promedio, mínimo y máximo de temperatura y pH; en la sección intermedia se presenta una tabla con los diez últimos registros obtenidos por el sistema autónomo; en la sección inferior cuenta una paginación la cual permite la visualización de diez registros por página.	
<b>Condición de ejecución:</b>  Ingreso a la aplicación como usuario normal o administrador	
<b>Pasos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Seleccionar la opción ingreso en la aplicación</li><li>• Ingresar usuario y contraseña</li></ul>	
<b>Resultado esperado:</b> La presentación de la información.	
<b>Resultado:</b> Exitoso	

#### 4.4.1.2. Módulo gestión de cuentas de usuario

##### Historia de Usuario 2

TABLA XXXVI. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN CREAR CUENTA

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
<b>Caso de prueba:</b> Crear cuenta	
<b>Número de caso de prueba:</b> 2	<b>Número de historia de usuario:</b> 2
<b>Descripción:</b>  Para la creación de una cuenta de usuario se debe rellenar todos los datos requeridos en el formulario.	
<b>Condición de ejecución:</b>  Completar todos los campos del formulario.	
<b>Pasos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pulsar en la opción registro.</li><li>• Rellenar la información requerida</li><li>• Pulsar el botón registro</li></ul>	
<b>Resultado esperado:</b>  Creación exitosa de la cuenta usuario.	
<b>Resultado:</b> Exitoso	

##### Historia de Usuario 3

TABLA XXXVII. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN CONSULTAR CUENTA

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
<b>Caso de prueba:</b> Consultar Cuenta	
<b>Número de caso de prueba:</b> 3	<b>Número de historia de usuario:</b> 3
<b>Descripción:</b>	

Comprobar la información de los usuarios registrados en el sistema
<b>Condición de ejecución:</b> Ingreso al sistema como administrador
<b>Pasos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ir a la opción usuarios.</li> </ul>
<b>Resultado esperado:</b> Presentación de datos exitosa
<b>Resultado:</b> Exitoso

#### Historia de Usuario 4

TABLA XXXVIII. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN ELIMINAR USUARIO

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
<b>Caso de prueba:</b> Eliminar usuario	
<b>Número de caso de prueba:</b> 4	<b>Número de historia de usuario:</b> 4
<b>Descripción:</b> Comprobar la eliminación de un usuario en el sistema	
<b>Condición de ejecución:</b> Ingresar como administrador al sistema	
<b>Pasos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ir a la opción usuarios.</li> <li>• Seleccionar el usuario a eliminar</li> <li>• Pulsar en la opción eliminar</li> </ul>	
<b>Resultado esperado:</b> Eliminación exitosa de un usuario en el sistema	
<b>Resultado:</b> Exitoso	

## Historia de Usuario 5

TABLA XXXIX. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN ACTUALIZAR USUARIO

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
<b>Caso de prueba:</b> Actualizar usuario	
<b>Número de caso de prueba:</b> 5	<b>Número de historia de usuario:</b> 5
<b>Descripción:</b>  Comprobar la actualización de los datos del usuario	
<b>Condición de ejecución:</b>  Ingreso al sistema como administrador	
<b>Pasos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ir a la opción usuarios.</li><li>• Seleccionar el usuario a actualizar</li><li>• Pulsar en la opción actualizar</li><li>• Editar los campos a cambiar</li><li>• Pulsar en el botón actualizar</li></ul>	
<b>Resultado esperado:</b>  Actualización de datos exitosa	
<b>Resultado:</b> Exitoso	

### 4.4.1.3. Módulo Historial

## Historia de Usuario 6

TABLA XL. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN HISTORIAL

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
<b>Caso de prueba:</b> Crear Reporte	
<b>Número de caso de prueba:</b> 6	<b>Número de historia de usuario:</b> 6
<b>Descripción:</b>	

Se debe establecer en el formulario la fecha de inicio y la fecha de fin que se desea consultar. Se presentan los datos estadísticos, número total de registros, valor promedio, valor máximo y valor mínimo de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH; de acuerdo a las fechas establecidas previamente.
<b>Condición de ejecución:</b>  Ingresar como usuario normal o administrador
<b>Pasos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulsar en la opción Historial</li> <li>• Establecer la fecha de inicio y fin a consultar</li> <li>• Pulsar consultar</li> </ul>
<b>Resultado esperado:</b>  Presentación en pantalla del reporte.
<b>Resultado:</b> Exitoso

#### 4.4.2. Pruebas de carga, rendimiento y estrés.

Las pruebas de carga, rendimiento y estrés se utilizaron con la finalidad de verificar que el sistema no presente ningún inconveniente en el momento de ser utilizado. Las pruebas fueron realizadas utilizando la herramienta JMETTER la cual es un software libre, en el Anexo 4 se detalla las pruebas realizadas.

## 5. Fase 4: Realización de Pruebas para Evaluar el Prototipo

En esta fase se procedió a dejar instalando el prototipo junto al estanque de cría de peces como se observa en las Figuras 53, 54 y 55. El estanque de peces se encuentra ubicado en la parroquia Yangana del cantón Loja, el tipo de acuicultura que se realiza es acuicultura intensiva.



Figura 53. Puesta a punto del prototipo para la fase de pruebas.



Figura 54. Prototipo listo para funcionar



Figura 55. Sensores realizando mediciones de los parámetros



El tiempo que estuvo en funcionamiento fue de 144 horas, en las cuales el prototipo, registraba cada 10 minutos los valores detectados por los sensores en la base de datos. De igual manera el servidor configurado en el prototipo estuvo disponible las 144 horas para acceder a la Aplicación Web.

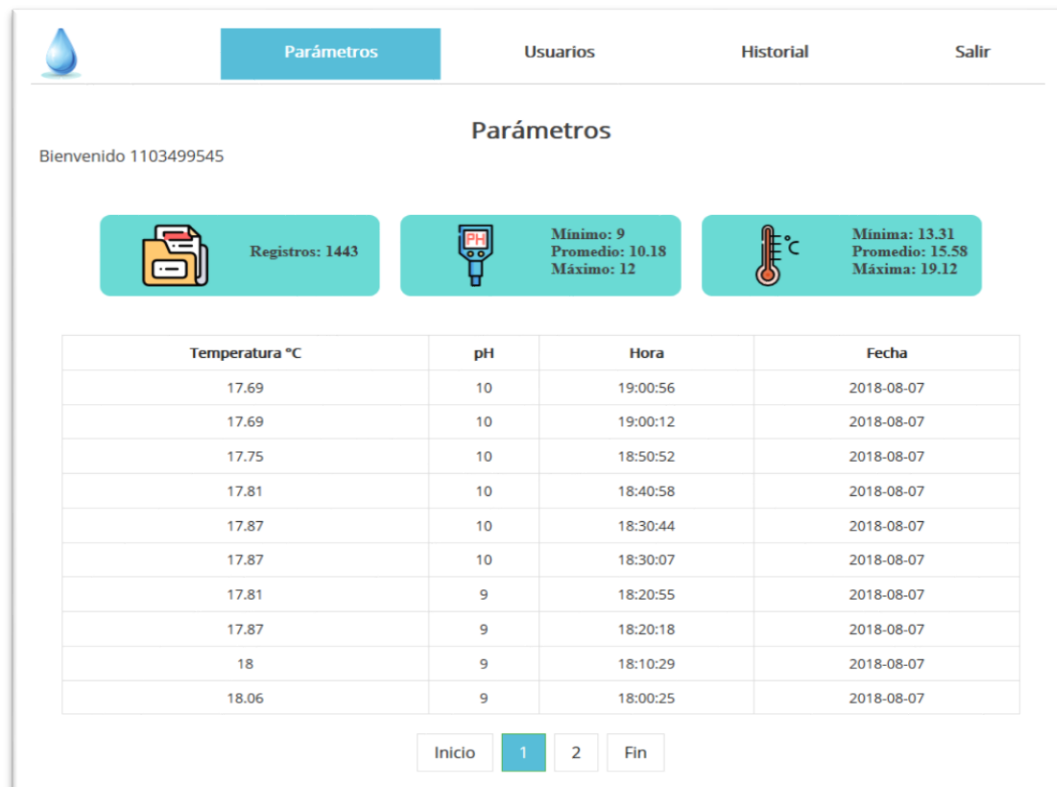


Figura 56. Registro de los parámetros cada 10 minutos.

El prototipo detectó valores fuera del rango óptimo (Temperatura de 21.2 °C a 30.4 °C y pH 6.7 a 8.5). establecido, por lo cual procedió al envío de un mensaje de texto al administrador como se puede observar en la Figura 57.

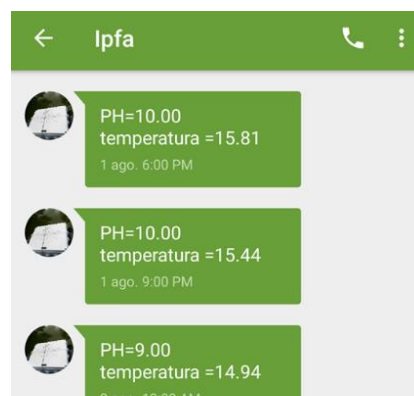


Figura 57. Recepción de mensaje de texto, al encontrar valores atípicos en la medición

Las pruebas realizadas en las 144 horas se pudo obtener 1443 registros de pH y temperatura, con estos registros se procedió a obtener el promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua los cuales se reflejan en la figura 58.



Figura 58. Estadísticas de los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH.

## **G. DISCUSIÓN**

### **1. Desarrollo de la Propuesta Alternativa**

El presente Trabajo de Titulación “Desarrollo e Implementación de un Prototipo para la Obtención y Gestión de la Información de Parámetros Fisicoquímicos del Agua Aplicado a Acuicultura para la Parroquia Yangana.”, se lo desarrollo en cuatro fases con el propósito de cumplir todos los objetivos planteados en el Anteproyecto.

A continuación, se detallan las actividades realizadas para dar cumplimiento a cada una de las fases.

**OBJETIVO ESPECIFICO 1: Recolectar información relacionada con el análisis del potencial de hidrógeno pH y temperatura de la calidad de agua en el cultivo de peces.**

Para el desarrollo de este objetivo, se utilizó el método documental, el cual ha permitido encontrar información acerca de los valores óptimos (Temperatura de 21.2 °C a 30.4 °C y pH 6.7 a 8.5) específicamente para la cría de tilapia.

**OBJETIVO ESPECIFICO 2: Diseñar e implementar el sistema autónomo para la obtención remota de los datos de temperatura y pH del agua.**

Para dar cumplimiento a este objetivo, se utilizó los métodos analítico y empírico, los cuales permitieron, realizar una fusión entre Arduino y Raspberry Pi la cual permite tener en el sistema autónomo una base de datos que registra los valores obtenidos por los sensores.

**OBJETIVO ESPECIFICO 3: Diseño e implementación de la aplicación web que permite gestionar la información recibida desde el sistema autónomo.**

Para cumplir con este objetivo se utilizó, el documento de Especificación de Requerimientos de Software (Ver Anexo 2), el cual permitió determinar los requerimientos de la Aplicación Web, y a través de la metodología XP se elaboró la Aplicación Web.

**OBJETIVO ESPECIFICO 4: Realizar pruebas para evaluar el prototipo.**

Para el cumplimiento de este objetivo se desarrolló en dos partes; La primera parte consistió en realizar pruebas de rendimiento, carga y estrés del sistema a través de la herramienta JMeter (Ver Anexo 4), la cual presento un error del 0.05 % en la prueba

de estrés con 200 usuarios en sesiones concurrentes; La segunda parte de las pruebas para evaluar el funcionamiento del prototipo se las realizó en el estanque por un periodo de 144 horas, de las cuales cada 10 minutos se registraba una lectura de los sensores en la base de datos, y envió un total de 49 mensajes informado que el agua del estanque no tenía la calidad adecuada. En este mismo periodo de tiempo el servidor estuvo disponible para acceder a la Aplicación Web.

## **2. Valoración Técnica Económica Ambiental**

En la elaboración del presente Trabajo de Titulación “Desarrollo e Implementación de un Prototipo para la Obtención y Gestión de la Información de Parámetros Físicoquímicos del Agua Aplicado a Acuicultura para la Parroquia Yangana.”, se utilizó recursos humanos, materia, técnicos y tecnológicos.

### **2.1. Valoración Técnica**

En el ámbito técnico, el uso de los métodos, documental, empírico, analítico, como la metodología de desarrollo de software XP, fueron de gran importancia para la elaboración del prototipo, que tiene como finalidad ofrecer la información del pH y temperatura recolectada en el estanque cuando el usuario lo requiera.

### **2.2. Valoración Económica**

En el ámbito económico, el prototipo al brindar la información de los parámetros permite al acuicultor optimizar los recursos y mejorar la producción.

#### **2.2.1. Talento Humano**

El Trabajo de Titulación cuenta con una planificación de desarrollo, que involucra a un tesista y la asesoría de un docente de la carrera cuyo costo es asumido por la Universidad Nacional de Loja. El tiempo empleado para el desarrollo del presente Trabajo de Titulación es de 10 meses, de los cuales se emplearon un total de 600 horas.

En la tabla IX se da a conocer el costo que asumió el talento humano.

TABLA XLI. TALENTO HUMANO

Nombre	Cargo	N° de Horas	Precio Hora (USD)	Valor total (USD)
Hugo Javier Erazo Granda	Tesista	600	6,00	3600,00
Gastón René Chamba Romero	Director	200	0	0
<b>Total</b>				<b>3600</b>

### 2.2.2. Servicios

En el Trabajo de Titulación se emplea servicios básicos como son, internet, transporte para la investigación como para tutorías, en la tabla X se da a conocer el costo que asumido por servicios.

TABLA XLII. SERVICIOS

Descripción	Tiempo	Valor Unitario (USD)	Valor total (USD)
Internet	10 meses	20,05	200,50
Transporte tutorías	180 días	0,60	108,00
Transporte visitas investigativas	20 días	15,00	300,00
<b>Total</b>			<b>608,50</b>

### 2.2.3. Recursos de Hardware y Software

En el desarrollo del Trabajo de Titulación se emplea recursos de Hardware como Software, en la Tabla XI se describe cada uno.

TABLA XLIII. RECURSOS HARDWARE SOFTWARE

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
<b>Hardware</b>			
Portátil	1	1200,00	1200,00
Smartphone	1	250,00	250,00
Pendrive 8GB	1	7,00	7,00
Raspberry Pi 3	1	90,00	90,00
Módulo GSM SIM 900	1	45,00	45,00
Arduino UNO	1	18,00	18,00
PBC	1	10,00	10,00
Módulo RTC DS3231	1	7,00	7,00
Sensor pH E-201-C	2	50,00	100,00
Sensor Temperatura DS18B20	1	6,00	6,00
Caja IP65	1	12,00	12,00
Transformador 5V	1	25,00	25,00
Cables	1	5,00	5,00
<b>Software</b>			
Sistema Operativo Raspbian Stretch	1	0,00	0,00

IDE Arduino	1	0,00	0,00
IDE Processing	1	0,00	0,00
Sublime Text	1	0,00	0,00
Fritzing	1	0,00	0,00
Windows 10 Pro	1	289,00	289,00
Office 2016	1	119,99	119,99
PHP	1	0,00	0,00
MySQL	1	0,00	0,00
Servidor Web APACHE	1	0,00	0,00
JavaScript	1	0,00	0,00
HTML	1	0,00	0,00
CSS	1	0,00	0,00
<b>Total</b>			<b>2183,99</b>

#### 2.2.4. Materiales de Oficina

Los materiales de oficina utilizados se describen en la tabla XII.

TABLA XLIV. MATERIALES DE OFICINA

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Impresiones	100	0,05	5,00
Anillados	4	4,00	16,00
CD	4	0,50	2,00
Carpetas	3	0,60	1,80
Empastado	1	15,00	15,00
Copias	200	0,02	4,00
<b>Total</b>			<b>43,80</b>

#### 2.2.5. Presupuesto Final

En la Tabla XIII, se describe el presupuesto final para la realización del Trabajo de Titulación.

TABLA XLV. PRESUPUESTO FINAL

Descripción	Valor (USD)
Talento Humano	3600
Servicios	608,50
Hardware y Software	2183,99
Materiales de Oficina	43,80
<b>Subtotal</b>	<b>6436,29</b>
<b>Imprevistos</b>	<b>321,82</b>
<b>Total Trabajo de Titulación</b>	<b>6758,11</b>



### **2.3. Valoración Ambiental**

En el aspecto ambiental, el prototipo contribuye de manera positiva ya que permite al acuicultor dar un mejor tratamiento al agua.

## H. CONCLUSIONES

- El sistema autónomo, se realizó empleando los métodos empírico y analítico; en el caso del método empírico a través de la observación directa del lugar donde se empleó el prototipo, permitiendo determinar qué tipo componentes físicos son necesarios en la elaboración del sistema; y en el caso del método analítico a través de la recolección y análisis información relacionada con los diferentes componentes físicos a utilizar en el diseño y elaboración del sistema autónomo.
- La utilización de la metodología XP, aportó un proceso ordenado en el desarrollo de la aplicación web, partiendo desde la obtención de los requerimientos para lo cual se elaboró el documento de Especificación de Requerimientos de Software (ERS) con estándar IEEE 830-1998, este documento sirvió como base para la creación de las historias de usuario las cuales determinaron de manera precisa la funcionalidad y el objetivo de la aplicación web.
- La comunicación serial entre Arduino UNO y Raspberry Pi 3 y la utilización del lenguaje de programación Processing, sirvieron para el registro de la información de temperatura y pH, obtenida por los sensores conectados a Arduino UNO en el servidor de base de datos creado en Raspberry Pi 3.
- La calibración del sensor de pH se realizó utilizando una ecuación general derivada de los documentos revisados, donde se realiza una relación directamente proporcional entre el nivel de pH y el voltaje, obteniendo una ecuación lineal.
- El prototipo IPFA, permitió al propietario mantenerse informado acerca de los parámetros fisicoquímicos del agua presentes en su estanque, además conocer que los valores fisicoquímicos del agua en su estanque no eran los óptimos, en el caso del pH sobre pasaba el límite superior óptimo (de 8,5 a 10,1), y en el caso de la temperatura los valores eran menores al límite inferior óptimo (de 21,2 a 15,6).

## **I. RECOMENDACIONES**

Al elaborar un prototipo donde intervenga el diseño de hardware y software, se recomienda lo siguiente:

- La utilización de una metodología de desarrollo que permita involucrar conjuntamente al hardware y software, para que nos ayude a garantizar un proceso ordenado en la creación del prototipo.
- La utilización de sensores adicionales que permitan conocer la saturación de oxígeno y turbidez en el agua para dotar al prototipo de mayor funcionalidad.
- Adaptar la utilización del prototipo en otros campos de estudio, por ejemplo, medir la calidad del agua potable, medir la calidad del agua en otro tipo de especie acuática.
- La utilización del prototipo en un ambiente donde las condiciones climáticas sean diferentes a la parroquia Yangana para comprobar su desempeño.

## J. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. A. Martínez Granda, « Desarrollo de un sistema inteligente para predicción del desempeño académico de los estudiantes universitarios.,» Universidad Nacional de Loja, Loja, 2014.
- [2] L. Woodman, Information management in large organizations., Londres, 1985.
- [3] E. Bueno, «LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO:», Euroforum, 1999.
- [4] accioncontraminas.gov.co, «Gestión de la información,» [En línea]. Available: <http://www.accioncontraminas.gov.co/accion/Paginas/Gestion-Informacion.aspx>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [5] G. Ponjuán Dante, «Gestión de la información: dimensiones e implementación para el éxito organizacional,» Nuevo Parhadigma, 2004.
- [6] N. Moreno Gonzále y F. O. Rodriguez Gonzalez, «La gestión de la información como base a la gestión del conocimiento y del aprendizaje en las organizaciones en las universidades.,» Educación Superior (Universidad de la Habana), 2002.
- [7] Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, «Acuicultura,» FAO, Roma, 2015.
- [8] N. García Puente y P. Carro Martinez, «Prevención de riesgos laborales en acuicultura».
- [9] hannachile.com, agosto 19 2018. [En línea]. Available: <https://www.hannachile.com/blog/post/oxigeno-disuelto-en-acuicultura>.
- [10] H. R. Gómez, Fundamentos de acuicultura continental, Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA, 2001.
- [11] J. J. Torres Pérez, Diseño e implementación de un instrumento de medición de pH para la crianza de truchas, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007.
- [12] aquaculture.ggn.org, 19 agosto 2018. [En línea]. Available: <https://aquaculture.ggn.org/es/los-tipos-mas-importantes-de-acuicultura.html>.
- [13] J. Chang Gómez, «Calidad de Agua,» Escuela Superior Politecnica Del Litoral, Guayaquil.
- [14] J. C. Bautista Covarrubias y J. M. d. J. Ruiz Velazco Arce, «Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana,» 2011.

- [15] D. Meyer, «Introducción a la acuicultura,» 2004.
- [16] C. Boyd, «The inevitable pH fluctuations of aquaculture pond water,» 2017.
- [17] «Definición de temperatura,» 2018. [En línea]. Available: <https://definicion.de/temperatura/#ixzz3YZ16xfoq>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [18] O. Source, « Documento informativo OPEN SOURCE,» Buenos Aires, 2009.
- [19] R. Stallman, Software libre para una sociedad libre., Madrid: Traficantes de Sueño, 2004.
- [20] V. Quintero Rosas, A. Medina Duran, C. Martínez Castillo, F. Ibáñez Salas y M. Muñoz López, «RASTREO SATELITAL DE CÓDIGO ABIERTO EN SISTEMAS CIBERFÍSICOS, RETOS Y OPORTUNIDADES,» Pista Educativas, México, 2016.
- [21] A. Molina Coballes y D. Sánchez López, «El microprocesador,» Consejería de educación, Junta de Andalucía, 2011.
- [22] R. Silva García, «Cursos complementarios de software,» Universidad Antonio, Bogota, 2007.
- [23] Arduino.cl, «¿Qué Es Arduino?,» 2015. [En línea]. Available: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>. [Último acceso: 19 Agosto 2018].
- [24] C. H. Tapia Ayala y H. M. Manzano Yupa, «Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal.,» Tesis de Licenciatura., Guayaquil, 2013.
- [25] R. Foundation, «Raspberry Pi — Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi,» [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [26] A. Castro Domínguez, «Sistema de control de temperatura a través de Arduino y la tecnología GPRS/GSM.,» 2013.
- [27] Geeetech.com, «Arduino GPRS Shield - Geeetech Wiki,» [En línea]. Available: [http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino\\_GPRS\\_Shield](http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield). [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [28] J. F. Agreda Tandazo, «Diseño y construcción de un sistema de control biométrico para la seguridad del encendido de un vehículo, con bloqueo electrónico.,» Universidad Nacional de Loja, Loja, 2015.
- [29] J. A. Ramos Figueroa, «Diseño e implementación de un prototipo de medición de potencial espontaneo para el monitoreo del volcán Ubina.,» Puno, 2017.

- [30] M. Integrated, «DS3231,» 2016.
- [31] D. I. Rivera Herrera y E. A. Yepez Aroca, «Diseño e implementación de un prototipo para la medición de calidad del agua y control de la oxigenación en forma remota orientado a la producción acuícola.,» Guayaquil, 2015.
- [32] W. P. Hidalgo Guacho, «Diseño e implementación de un sistema de adquisición de señales biométricas mediante mensajes SMS.,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2015.
- [33] T. J. Macías Carranza, «Prototipo para el monitoreo de un reactor de discontinuo de digestión anaerobia basado en microcontroladores y sensores.,» Guayaquil, 2016.
- [34] e-Gizmo, «pH Sensor E-201-C Technical Manual,» 2017.
- [35] solorobotica.blogspot.com, 19 agosto 2018. [En línea]. Available: <http://solorobotica.blogspot.com/2012/07/programacion-de-arduino-elide-de.html>.
- [36] A. Barroso García, «Control y Monitorización de un Invernadero a través de una Aplicación Móvil,» Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2015.
- [37] I. M. Laclaustra, J. M. Alonso, A. A. d. Barrio y G. Botella, «Sistema domótico distribuido para controlar el riego y el aire acondicionado en el hogar,» Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática, Facultad de Informática de , Madrid, 2016.
- [38] P. Foundation, «<https://processing.org/>,» [En línea]. Available: <https://processing.org/reference/libraries/>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [39] I. Lozano Rodríguez, Arduino: cap.3 (arte electrónico), Málaga: REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNIVERSIDAD DE MÁLAGA , 2017.
- [40] E. G. Aguilar Riera y D. A. Dávila Garzón, «Análisis, Diseño e Implementación de la Aplicación Web para el manejo del Distributivo de la Facultad de Ingeniería,» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2013.
- [41] sites.google.com, «[redesordenadoresgrupoc/home/arquitectura-cliente-servidor](https://sites.google.com/site/redesordenadoresgrupoc/home/arquitectura-cliente-servidor),» 19 agosto 2018. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/redesordenadoresgrupoc/home/arquitectura-cliente-servidor>.

- [42] I. y. S. U. d. V. Telemáticos, «Arquitectura Web,» [En línea]. Available: <http://informatica.uv.es/iiguia/IST/Tema1.pdf>. [Último acceso: 2018 agosto 19].
- [43] C. de la Torre, Guía de arquitectura n-capas orientada al dominio con .NET 4.0, Vigo: Krasis Consulting, 2010.
- [44] J. Sánchez, Servidores de Aplicaciones Web, OPENLIBRA, 2011.
- [45] U. d. P. Vasco, «Lenguaje HTML,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.vc.ehu.es/jiwotvim/ISOFT2010-2011/Teoria/BloqueIV/HTML.pdf>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [46] E. Vértice, Diseño básico de páginas web en HTML., Editorial Vértice, 2009.
- [47] S. Lujan Mora, Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web., Alicante, 2002.
- [48] J. Pavón Huertas, Creación de un portal con PHP y MySQL., Ra-Ma, 2007.
- [49] J. Eguíluz Pérez, «Introducción a JavaScript,» 2012.
- [50] G. M. Espinoza Loayza y J. G. Maldonado González, «Tecnificación del sistema municipal de estacionamiento rotativo tarifado (SIMERT) de la ciudad de Loja, módulo de administración del sistema de la información.,» Universidad Nacional de Loja, Loja, 2014.
- [51] A. Rosado Gomez, «DESARROLLO ÁGIL DE SOFTWARE APLICANDO PROGRAMACIÓN EXTREMA,» [En línea]. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [52] M. A. Saavedra Martínez , «Manejo del Cultivo de Tilapia,» 4 agosto 2006. [En línea]. Available: <http://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [53] R. Guzman Sanchez y O. Salas Zuñiga, «Manual Práctico para la Explotación de la Tilapia,» julio 1995. [En línea]. Available: [http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3434/Perez\\_Castellanos\\_Francisco\\_Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3434/Perez_Castellanos_Francisco_Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [54] S. Hsien-Tsang y M. Quintanilla, «Manual sobre “Reproducción y cultivo de tilapia”,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/119824/download>. [Último acceso: 2018 agosto 19].

- [55] J. V. Armijos Murillo, «MODELO PRODUCTIVO DE PISCICULTURA RURAL EN EL SITIO RÍO CHICO DE LA PARROQUIA BELLA MARÍA EN EL CANTÓN SANTA ROSA,» 2016. [En línea]. Available: [repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7629](http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7629). [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [56] G. G. Guerrero Moya, «Comportamiento Productivo en la Engorda de Tilapia Gris Alimentadas con Dietas a Base de Colacasia Esculenta en el Puyo – Ecuador.,» 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23136/1/Tesis%2050%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20CD%20406.pdf>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [57] W. A. Chumbi Pardo, «Diseño de una Planta de Producción Piscícola y Mejoramiento Productivo .,» 2015. [En línea]. Available: [http://200.24.220.94/bitstream/33000/3854/1/UDLA-EC-TTPSI-2015-04\(S\).pdf](http://200.24.220.94/bitstream/33000/3854/1/UDLA-EC-TTPSI-2015-04(S).pdf). [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [58] C. A. Barba Jaramillo, «Aireación de las Piscinas de Cultivo de Tilapia Roja ( Oreochromis Sp.) y su Influencia en la Productividad,» Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10324/3/CD-6152.pdf>. [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [59] C. International, «Manual de Procedimientos de Producción de Tilapia,» julio 2012. [En línea]. Available: [http://www.robertoaguiluz.com/clients/PDP\\_final/docs/more/tilapia.pdf](http://www.robertoaguiluz.com/clients/PDP_final/docs/more/tilapia.pdf). [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [60] P. Baltazar Guerrero y A. Palomino Ramos, «Manual de Cultivo de Tilapia,» Junio 2004. [En línea]. Available: [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual\\_tilapia.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf). [Último acceso: 19 agosto 2018].
- [61] Y. Ramos Rivera, «Evaluación de la Producción y Rentabilidad del Cultivo de Tilapia Roja en Tres Pisos Altitudinales del Distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, Piura – Perú,» 2012. [En línea]. Available: [dspace.unl.edu.ec/bitstream/123456789/5197/1/evaluaci%3n%20de%20la%20producci%3n%20y%20rentabilidad%20del%20cultivo%20de%20tilapia%20roja.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/bitstream/123456789/5197/1/evaluaci%3n%20de%20la%20producci%3n%20y%20rentabilidad%20del%20cultivo%20de%20tilapia%20roja.pdf). [Último acceso: 2018 agosto 2018].



- [62] myelectronic, «My Electronic,» [En línea]. Available: <http://myelectronic.mipropia.com/Componentes/LAS%20RESISTENCIAS%20PULL-UP.pdf?i=1>. [Último acceso: 2017 agosto 19].
- [63] T. Electrónica, «tec-mex,» 19 agosto 2018. [En línea]. Available: [https://www.tec-mex.com.mx/material/IP\\_Y\\_NEMA.pdf](https://www.tec-mex.com.mx/material/IP_Y_NEMA.pdf).
- [64] e-Gizmo, «pH Sensor E-201-C,» 2017.
- [65] F. d. Ingeniería, Introducción a Processing, El Salvador: Univerisdad Don Bosco.
- [66] N. Velasco Martos, «Sistema embebido para la conexión de un PLC Siemens S7-200 a la red GSM,» Universidad de Sevilla, Sevilla, 2005.

## **K. ANEXOS**

### **Anexo 1: Entrevista realizada al cliente**

**“PROTOTIPO PARA LA OBTENCIÓN Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE  
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA APLICADO A ACUICULTURA”**

**ENTREVISTA PARA LA OBTENCIÓN DE REQUISITOS**

**Entrevistado:** Sr. José Rolando Maldonado Alverca

**Entrevistador:** Sr. Hugo Javier Erazo Granda

1. ¿Qué tipo de peces cultiva?

Tilapia

2. ¿Con cuantos estanques cuenta para el cultivo de tilapia?

1

3. ¿Cómo realiza las mediciones del pH y temperatura en el criadero de peces?

No se ha realizado mediciones porque no existe los materiales adecuados.

4. ¿Con qué frecuencia realiza las mediciones?

-----

5. ¿Cuánto tiempo le lleva realizar estas mediciones?

-----

6. ¿Cuenta con un registro de la información de las mediciones recolectadas?

-----

7. ¿Quién tiene acceso a la información recolectada?

-----

8. ¿Cree pertinente el uso de un sistema autónomo que realice las mediciones de manera automática y gestione la información en tiempo real?

Claro que sería conveniente para poder verificar para que especie esté apta el agua.

9. ¿Cree conveniente que la información de los parámetros obtenidos por el sistema autónomo se encuentre solo disponible en el área de trabajo ?

Sí.

10. (En caso que la pregunta 9 sea negativa)¿ Como le gustaría acceder a la información obtenida por el sistema autónomo?

11. ¿Si el sistema autónomo detectara alguna anomalía con la lectura de parámetros, cómo le gustaría ser notificado?

- Correo electrónico
- Mensaje de texto    **X**
- Otros : .....

Sr. José Rolando Maldonado Alverca  
C.I.: 1102931597  
Propietario del criadero de peces

## **Anexo 2: Documento de especificación de requerimientos de software (ERS)**

---

## **Especificación de requisitos de software**

**Proyecto: IPFA**

Prototipo para la obtención y gestión de la información de parámetros fisicoquímicos del agua aplicado a acuicultura para la parroquia Yangana.

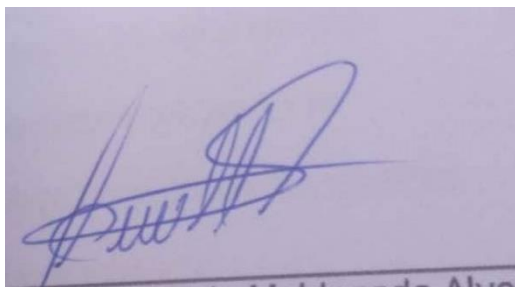

**Revisión 1.0**



## Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. calidad.
29/01/2018	1.0	Hugo Javier Erazo Granda	Ing. Gastón Chamba

Documento validado por las partes en fecha: 29/01/2018

Por el cliente	Por la Universidad
	
Fdo. D. José Rolando Maldonado Alverca	Fdo. Ing. Gastón Chamba

# Contenido

Ficha del documento.....	2
Contenido .....	3
1. Introducción.....	5
1.1. Propósito .....	5
1.2. Alcance.....	5
1.3. Personal involucrado.....	5
1.4. Definiciones, acrónimos y abreviaturas .....	6
1.5. Referencias .....	6
1.6. Resumen.....	6
2. Descripción general .....	7
2.1. Perspectiva del producto .....	7
2.2. Funciones del producto.....	7
2.3. Características de los usuarios .....	7
2.4. Restricciones.....	7
2.5. Suposiciones y dependencias .....	8
2.6. Evolución previsible del sistema .....	8
3. Requisitos específicos .....	9
3.1. Requisitos comunes de las interfaces .....	10
3.1.1. Interfaces de usuario.....	10
3.1.2. Interfaces de hardware .....	10
3.1.3. Interfaces de software.....	11
3.1.4. Interfaces de comunicación .....	11
3.2. Requisitos funcionales .....	11
3.3. Requisitos no funcionales .....	15
3.3.1. Requisitos de rendimiento .....	15
3.3.2. Seguridad.....	15
3.3.3. Fiabilidad .....	15



3.3.4. Disponibilidad .....	15
3.3.5. Mantenibilidad .....	15
3.3.6. Portabilidad .....	15

# 1. Introducción

Este documento es una Especificación de Requisitos de Software (ERS) para el **Prototipo para la obtención y gestión de la información de parámetros fisicoquímicos del agua aplicado a acuicultura para la parroquia Yangana** denominado **IPFA**. Esta especificación de software se ha estructurado basándose en las directrices dadas por el estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software ANSI/IEEE 830, 1998.

## 1.1. Propósito

Este documento pretende explicar a fondo todos los requerimientos que se han planteado, por parte del desarrollador del sistema y del cliente, para el desarrollo de un prototipo que permitirá automatizar las actividades manuales realizadas por el acuicultor.

## 1.2. Alcance

El alcance de la ERS comprende la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales, como también otros aspectos que definen el producto, incluyendo objetivo del producto, restricciones, lo que el sistema no contempla, reglas de negocio, requerimientos de interfaz, restricciones de diseño, requerimientos de licencia o componentes comprados necesarios para el producto a desarrollarse, entre otras cosas.

## 1.3. Personal involucrado

<b>Nombre</b>	Hugo Javier Erazo Granda
<b>Rol</b>	Analista - Programador
<b>Categoría profesional</b>	Estudiante Universitario
<b>Responsabilidades</b>	Análisis de requisitos y Desarrollo del sistema
<b>Información de contacto</b>	hjerazog@unl.edu.ec

## 1.4. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

<b>IPFA</b>	Prototipo para la obtención y gestión de la información de parámetros fisicoquímicos del agua aplicado a acuicultura para la parroquia Yangana.
<b>ERS</b>	Especificación de Requisitos de Software
<b>RF</b>	Requisito Funcional
<b>RNF</b>	Requisito no Funcional

## 1.5. Referencias

<b>Título del Documento</b>	<b>Referencia</b>
IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications.	IEEE Std 830-1998

## 1.6. Resumen

Este documento consta de tres secciones.

En la primera sección se realiza una introducción al mismo y se proporciona una visión general de la especificación de recursos del sistema.

En la segunda sección del documento se realiza una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que éste debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo, sin entrar en excesivos detalles.

Por último, la tercera sección del documento es aquella en la que se definen detalladamente los requisitos que debe satisfacer el sistema.

## 2. Descripción general

### 2.1. Perspectiva del producto

El sistema IPFA será un producto independiente que estará diseñado para la obtención y gestión de la información de parámetros fisicoquímicos del agua aplicado a acuicultura en especial en el cultivo de tilapia.

### 2.2. Funciones del producto

El prototipo permitirá realizar las siguientes funcionalidades

- Registro de los parámetros obtenidos por los sensores a una base de datos.
- Acceder y gestionar la información a través de una aplicación web.

### 2.3. Características de los usuarios

<b>Tipo de usuario</b>	Administrador
<b>Formación</b>	Estudiante Universitario
<b>Actividades</b>	Desarrollo y análisis.

<b>Tipo de usuario</b>	Usuario
<b>Formación</b>	Acuicultor
<b>Actividades</b>	Control y manejo del sistema en general

### 2.4. Restricciones

- Interfaz funcional bajo dominio web.
- El sistema deberá tener un diseño e implementación sencilla, independiente de la plataforma o del lenguaje de programación con el que se esté trabajando.
- El lenguaje de programación y las tecnologías en uso: HTML, JAVA, PHP, MYSQL.
- El sistema será diseñado según el modelo cliente/servidor.

## **2.5. Suposiciones y dependencias**

Se asume que los requisitos descritos en este documento son estables. Cualquier petición de cambios en la especificación debe ser aprobada y gestionada por el grupo de Gestión de la Configuración.

Los equipos en los que se vaya a ejecutar el sistema deben cumplir los requisitos antes indicados para garantizar una ejecución correcta de la misma.

## **2.6. Evolución previsible del sistema**

Esta subsección esbozará futuras mejoras al sistema, que podrán analizarse e implementarse en un futuro entre la cual podemos mencionar el mejoramiento de la interfaz de usuario haciéndola más funcional y amigable con el mismo.

### 3. Requisitos específicos

NÚMERO DE REQUISITO	RF-01		
NOMBRE DE REQUISITO	Gestión de Parámetros		
TIPO	<input checked="" type="checkbox"/> <u>Requisito</u>	<input type="checkbox"/> Restricción	
FUENTE DEL REQUISITO	De la lista inicial de requisitos adjunta, RF-1		
PRIORIDAD DEL REQUISITO	<input checked="" type="checkbox"/> <u>Alta/Esencial</u>	<input type="checkbox"/> Media/Deseado	<input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
DESCRIPCIÓN	La gestión de parámetros consiste en obtener y registrar los datos de temperatura y pH desde los sensores en la base de datos.		

NÚMERO DE REQUISITO	RF-02		
NOMBRE DE REQUISITO	Gestión de Cuentas de Usuario		
TIPO	<input checked="" type="checkbox"/> <u>Requisito</u>	<input type="checkbox"/> Restricción	
FUENTE DEL REQUISITO	De la lista inicial de requisitos adjunta, RF-8		
PRIORIDAD DEL REQUISITO	<input checked="" type="checkbox"/> <u>Alta/Esencial</u>	<input type="checkbox"/> Media/Deseado	<input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
DESCRIPCIÓN	La gestión de cuentas de usuario consiste en crear, inhabilitar, actualizar y consultar toda su información, el administrador del sistema es responsable de ésta actividad.		

NÚMERO DE REQUISITO	RF-03		
NOMBRE DE REQUISITO	Historial		

TIPO	<input type="checkbox"/> <u>Requisito</u>	<input type="checkbox"/> Restricción	
FUENTE DEL REQUISITO	De la lista inicial de requisitos adjunta, RF-22, RF-23, RF-28,		
PRIORIDAD DEL REQUISITO	<input type="checkbox"/> <u>Alta/Esencial</u>	<input type="checkbox"/> Media/Deseado	<input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
DESCRIPCIÓN	El sistema permitirá generar reportes		

### 3.1. Requisitos comunes de las interfaces

#### 3.1.1. Interfaces de usuario

La interfaz de usuario consiste en una ventana principal la cual irá guiando a diversas funcionalidades del sistema, que básicamente están conformadas por botones, menús, campos de texto, listas dinámicas, etcétera.

El software es destinado al entorno web, por lo que deberá adaptarse a todas las resoluciones de pantalla posibles utilizando el diseño adaptable o responsivo, es decir la disponibilidad de la interfaz de usuario será dinámica.

#### 3.1.2. Interfaces de hardware

Para el buen desempeño del software, se ocuparán computadores con las siguientes características:

- Procesador 1500GHz. o superior.
- 1GB de memoria RAM o superior.
- Adaptador de red Ethernet o Wifi.
- Arduino mega.
- Raspberry pi 3
- Adaptadores de red.
- Mouse.
- Monitor.
- Teclado
- Cable USB tipo B

### 3.1.3. Interfaces de software

El software necesario para el funcionamiento de la aplicación web es:

- Raspbian Stretch.

### 3.1.4. Interfaces de comunicación

El software se encontrará en una red local y utilizará la tecnología cliente – servidor, es decir el protocolo http para dicha comunicación. El requisito para esta comunicación es estar en la red local del cliente.

## 3.2. Requisitos funcionales

RF-01 GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE PARÁMETROS.	
USUARIOS/ACTORES	Analista.
INTRODUCCIÓN	Permite guardar, consultar y eliminar la información de los parámetros fisicoquímicos que los sensores envían.
RESTRICCIÓN	Cada medición contará con un número de identificación único
RF001.01 GUARDAR INFORMACIÓN	
ENTRADA	Temperatura, pH, hora y fecha
PROCESO	Los datos son enviados a través de comunicación serial desde los sensores controlados por el Arduino al Raspberry pi para que la información sea guardada.
SALIDA	Muestra en una tabla los parámetros creado con su información respectiva.
ERRORES/FALLOS	No se puede guardar los datos.
RF001.02 CONSULTAR INFORMACIÓN	
ENTRADA	Fecha



<b>PROCESO</b>	El usuario ingresa una fecha y todos los parámetros obtenidos en esa fecha se muestra en pantalla.
<b>SALIDA</b>	Muestra en pantalla la información de los parámetros
<b>ERRORES/FALLOS</b>	Fecha mal ingresada.

## RF-02 GESTIÓN DE CUENTAS DE USUARIO

<b>USUARIOS/ACTORES</b>	Administrador, propietario.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	La gestión de cuentas de usuario consiste en crear, inhabilitar, actualizar y consultar toda la información de los usuarios registrados en el sistema
<b>RESTRICCIÓN</b>	Cada usuario del sistema contará con un número de identificación único.
<b>RF002.01 CREAR CUENTA DE USUARIO</b>	
<b>ENTRADA</b>	Los datos personales, del cliente (Nombres, Apellidos, Cédula, teléfono celular, correo).
<b>PROCESO</b>	El cliente ingresa los datos de entrada al sistema, el sistema procede a validar y registrar en la base de datos.
<b>SALIDA</b>	El nuevo identificador de cliente y un mensaje indicando el éxito de la acción.
<b>ERRORES/FALLOS</b>	Cuando algún dato (cédula, nombres y apellidos completos, fecha, teléfono) o formato de documento no acredita la validación, el sistema deberá mostrar un mensaje del dato incorrecto e indicar un proceso alternativo.

<b>RF002.02 ELIMINAR CUENTA DE USUARIO</b>	
<b>ENTRADA</b>	Datos del usuario
<b>PROCESO</b>	El administrador ingresa a su cuenta, va a la opción Usuarios, selecciona el usuario y procede a seleccionar la opción eliminar.
<b>SALIDA</b>	Un mensaje de proceso realizado con éxito.
<b>ERRORES/FALLOS</b>	Si el cédula no acredita la validación, el sistema deberá mostrar un mensaje de dato incorrecto e indicar un proceso alternativo.
<b>RF002.03 ACTUALIZAR CUENTA DE USUARIO</b>	
<b>ENTRADA</b>	Los datos a actualizar como (Nombres, apellidos, cédula, telf., correo).
<b>PROCESO</b>	El administrador ingresa a su cuenta, va a la opción Usuarios, selecciona el usuario y procede a seleccionar la opción actualizar.
<b>SALIDA</b>	Un mensaje indicando el éxito de la acción
<b>ERRORES/FALLOS</b>	Cuando algún dato (cédula, nombres y apellidos completos, fecha, teléfono) o formato de documento no acredita la validación, el sistema muestra un mensaje del dato incorrecto e indicar un proceso alternativo.
<b>RF002.04 CONSULTAR CUENTA DE USUARIO</b>	
<b>ENTRADA</b>	Datos del usuario
<b>PROCESO</b>	El administrador ingresa a su cuenta, va a la opción Usuarios, selecciona el usuario y se presentan la información.
<b>SALIDA</b>	Los datos del cliente correspondientes al cédula.

<b>ERRORES/FALLOS</b>	Si el cédula no acredita la validación, el sistema deberá mostrar un mensaje de dato incorrecto e indicar un proceso alternativo.
-----------------------	---

<b>RF-03 HISTORIAL</b>	
<b>USUARIOS/ACTORES</b>	Propietario y administrador
<b>INTRODUCCIÓN</b>	Permite al propietario y administrador revisar por fechas los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH registrados en el servidor de base de datos.
<b>RESTRICCIÓN</b>	El historial se podrá visualizar por día, semana o mes.
<b>RF003.01 CREAR REPORTE</b>	
<b>ENTRADA</b>	Fecha inicio y fecha fin
<b>PROCESO</b>	El propietario y el administrador ingresan el rango de fechas que desea visualizar, el sistema procede a presentar la gráfica con las estadísticas.
<b>SALIDA</b>	Muestra en pantalla una gráfica lineal con los datos de pH y temperatura.
<b>ERRORES/FALLOS</b>	Si la fecha es incorrecta el sistema emite un mensaje “ Fecha incorrecta”.

### **3.3. Requisitos no funcionales**

#### **3.3.1. Requisitos de rendimiento**

- Toda funcionalidad del sistema y transacción de negocio debe responder al usuario en menos de 5 segundos.
- El sistema debe ser capaz de operar adecuadamente con hasta 10 usuarios con sesiones concurrentes.

#### **3.3.2. Seguridad**

- Los permisos de acceso al sistema podrán ser cambiados solamente por el administrador de acceso a datos.
- Garantizar la confiabilidad, la seguridad y el desempeño del sistema a los diferentes usuarios.
- Garantizar la seguridad del sistema con respecto a la información y datos que se manejan.

#### **3.3.3. Fiabilidad**

- El sistema deberá tardar un máximo de 10 minutos para la recuperación de un fallo de caída total, en el 95% de las ocasiones.

#### **3.3.4. Disponibilidad**

- El tiempo para iniciar o reiniciar el sistema no podrá ser mayor a 5 minutos.

#### **3.3.5. Mantenibilidad**

- El sistema debe disponer de una documentación fácilmente actualizable que permita realizar operaciones de mantenimiento con el menor esfuerzo posible.
- La interfaz debe estar complementada con un buen sistema de ayuda (la administración puede recaer en personal con poca experiencia en el uso de aplicaciones informáticas).

#### **3.3.6. Portabilidad**

- El sistema funcionará en plataformas con sistema operativo Raspbian Stretch.

### Anexo 3: Ecuación General de la Recta Dados Dos Puntos

Como la relación entre pH y voltaje es lineal, para obtener la fórmula 2 se basa en los valores de la tabla XVIII y se sigue los siguientes pasos.

1. Se obtiene la pendiente, para lo cual se utiliza la siguiente formula.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

2. Se utiliza el modelo punto pendiente

$$y - y_1 = m * (x - x_1)$$

3. Como el valor desconocido es el pH se determina a y como la incógnita a encontrar

$$y = m * (x - x_1) + y_1$$

## Anexo 4: Pruebas JMeter

### 1. Pruebas de cargar, rendimiento y estrés

El desarrollador del proyecto fue el encargado de realizar las pruebas de carga, rendimiento y estrés, con lo cual se pudo comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación web cuando existen simultáneos ingresos.

Las pruebas fueron realizadas al servidor instalado en la Raspberry Pi 3, que cuenta con las siguientes características:

CPU ARM Cortex-A53

RAM 1GB

ALMACENAMIENTO 10GB

#### 1.1. Prueba de carga

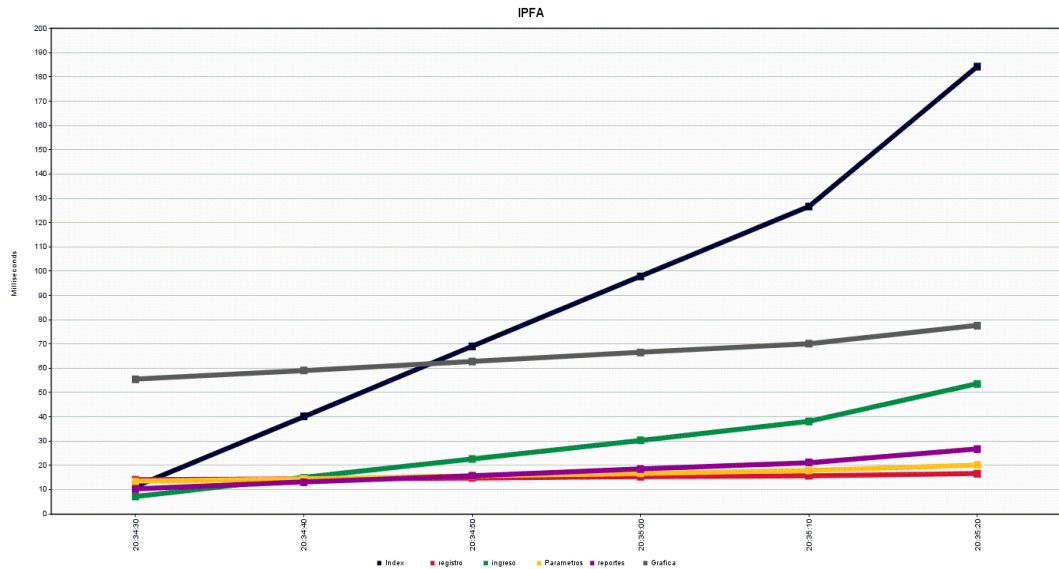
Tiene como finalidad simular la petición al mismo tiempo de varios usuarios al servidor web, con lo cual permite medir la capacidad máxima del mismo. En la imagen se muestra las pruebas realizadas a la aplicación web donde el error es del 0 % con 20 usuarios al mismo tiempo.

Summary Report								
Name:		Summary Report						
Comments:								
Write results to file / Read from file								
Filename								
Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %		
Index	20	180	13	3017	651.25	0.00%		
registro	20	18	6	93	17.94	0.00%		
ingreso	20	18	5	100	20.77	0.00%		
Parametros	20	17	7	56	11.81	0.00%		
reportes	20	28	10	263	53.97	0.00%		
Grafica	20	60	45	98	11.86	0.00%		
TOTAL	120	53	5	3017	273.45	0.00%		

Resultados de la prueba de carga

## 1.2. Prueba de rendimiento

Se utiliza para medir el tiempo de respuesta de un servidor a cierta determinada tarea.



Resultados de la prueba de rendimiento

## 1.3. Prueba de estrés

Tiene como finalidad determinar cuándo el servidor es incapaz de responder a las peticiones. Esta prueba fue realizada para 200 peticiones por segundo como muestra la figura, el sistema no fue capaz de responder a todas las solicitudes, en la petición a la página index de la aplicación dio un margen de error del 0.5 %.

Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %
Index	200	4942	26	21029	3840.07	0.50%
registro	200	1724	11	5114	1228.83	0.00%
ingreso	200	601	6	2729	828.91	0.00%
Parametros	200	1813	18	10281	1664.47	0.00%
reportes	200	1111	13	2813	882.66	0.00%
Grafica	200	726	47	2844	414.67	0.00%
TOTAL	1200	1819	6	21029	2366.71	0.08%

Resultado de la prueba de estrés.

## **Anexo 5: Pruebas de Aceptación**



### Pruebas de Aceptación

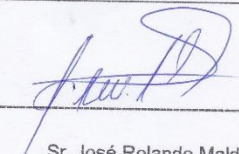
La presente prueba de aceptación se realizó con el objetivo de comprobar las funcionalidades del sistema denominado "IPFA". Los resultados generados por esta prueba serán fundamentales y servirán como justificación para la terminación del Proyecto de Titulación.

### CASOS DE PRUEBA

Marque su respuesta en la casilla correspondiente, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- **Exitoso:** El resultado de la prueba ha sido el esperado.
- **Detenido:** Presenta dificultades para la correcta ejecución de la prueba.
- **Fallido:** El resultado no ha sido el esperado.
- **No ejecutado:** La prueba no se ha llevado a cabo.

Caso de Prueba	Exitoso	Detenido	Fallido	No ejecutado
Crear cuenta	X			
Consultar cuenta	X			
Eliminar cuenta	X			
Actualizar cuenta	X			
Consultar parámetros	X			
Eliminar parámetros	X			
Crear Reportes	X			
Observaciones:				

  
Sr. José Rolando Maldonado Alverca  
Propietario del Estanque de Cultivo de Tilapia.

## **Anexo 6: Certificado de Funcionamiento del Sistema.**

Loja 30 de agosto del 2018

Sr. José Rolando Maldonado Alverca  
**Propietario del Estanque de Cultivo de Tilapia.**

**CERTIFICA:**

Que el señor egresado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas: Hugo Javier Erazo Granda, realizó las pruebas del Sistema denominado: IPFA, en el marco del desarrollo del Proyecto de Titulación denominado: "DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA LA OBTENCIÓN Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA APLICADO A ACUICULTURA PARA LA PARROQUIA YANGANA" del 1 al 7 de agosto del 2018, por lo que se dan por aceptadas las pruebas y el funcionamiento del Sistema.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.



Sr. José Rolando Maldonado Alverca  
**Propietario del Estanque de Cultivo de Tilapia.**

## Anexo 7: Glosario de Términos

<b>Término</b>	<b>Definición</b>
<b>A0</b>	Pin analógico 0 del Arduino UNO
<b>DATA</b>	Pin por el cual el sensor de temperatura DS18B20 envía información a Arduino UNO.
<b>Po</b>	Salida analógica del sensor de pH el cual envía información a Arduino UNO
<b>G</b>	Tierra del sensor de pH.
<b>GND</b>	Tierra
<b>GPIO</b>	Pin genérico de entrada o salida.
<b>Pin Analógico</b>	Permite leer los valores analógicos recibidos.
<b>Pin Digital</b>	Son salidas o entradas que reciben niveles alto (5 V) o bajo (0 V) de tensión, los cuales pueden ser interpretados como 1 o 0 respectivamente.
<b>Pin 2</b>	Pin digital 2 de la placa Arduino UNO el cual recibe la información del pin Data del sensor de temperatura.
<b>RX</b>	Recepción de datos
<b>SCL</b>	Es la línea de pulsos encargada de sincronizar el sistema .
<b>SDA</b>	Es la línea encargada de transportar los datos entre los dispositivos.
<b>TX</b>	Transmisión de datos
<b>VCC</b>	Voltaje en corriente directa.
<b>V+</b>	Alimentación positiva para el circuito.
<b>5 V</b>	5 voltios de tensión.

## Anexo 8: Licencia Creative Commons



Desarrollo e Implementación de un  
Prototipo para la Obtención y Gestión  
de la Información de Parámetros  
Fisicoquímicos del Agua Aplicado a  
Acuicultura para la Parroquia Yangana.  
por Hugo Javier Erazo Granda se  
distribuye bajo una [Licencia Creative  
Commons Atribución-NoComercial-  
CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).