



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Desarrollo de una aplicación móvil Android para monitorear la calidad del agua de consumo humano en la parroquia Canchagua del Cantón Saquisilí**

Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemí

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Computación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnóloga en Computación

Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián

20 de agosto del 2021



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“Desarrollo de una aplicación móvil Android para monitorear la calidad del agua de consumo humano en la parroquia Canchagua del Cantón Saquisilí.”** fue realizado por la Srta. **Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemí** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que los sustente públicamente.

**Latacunga, 20 de agosto de 2021**



Firmado electrónicamente por:  
**FERNANDO SEBASTIAN  
CAICEDO ALTAMIRANO**

.....  
Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián  
C.C.: 1803935020  
DIRECTOR DE PROYECTO

## Análisis Urkund



### Document Information

Analyzed document	NOEMI_CHANGOLUISA-APLICACION-MOVIL-PARA-MONITOREO-DE-CALIDAD-DE-AGUA.pdf (D111529917)
Submitted	8/21/2021 5:33:00 AM
Submitted by	
Submitter email	Inchangoluisa@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	fscaicedo.espe@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>WSNROBOTIZADO TESIS FINAL.pdf</b> Document WSNROBOTIZADO TESIS FINAL.pdf (D30010970)	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/226165863.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/226165863.pdf</a> Fetched: 12/23/2020 10:18:16 PM	 1
<b>SA</b>	<b>TESIS DE UN DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL Y REGISTRO DE TEMPERATURA .docx</b> Document TESIS DE UN DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL Y REGISTRO DE TEMPERATURA .docx (D13356461)	 2
<b>SA</b>	<b>1626895667_Figueroa_Vásquez_Cap2-1.pdf</b> Document 1626895667_Figueroa_Vásquez_Cap2-1.pdf (D110646778)	 1



Firmado electrónicamente por:  
FERNANDO SEBASTIAN  
CAICEDO ALTAMIRANO

.....  
Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián  
C.C.: 1803935020  
DIRECTOR DE PROYECTO



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemí**, con cedula de ciudadanía N° 0504285032, declaro que el contenido, ideas, y criterios de la monografía: **“Desarrollo de una aplicación móvil Android para monitorear la calidad del agua de consumo humano en la parroquia Canchagua del Cantón Saquisilí.”** es de mi autoría y responsabilidad cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 20 de agosto de 2021**

.....  
Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemí  
C.C.: 0504285032



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemí** con cedula de ciudadanía N° 0504285032, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Desarrollo de una aplicación móvil Android para monitorear la calidad del agua de consumo humano en la parroquia Canchagua del Cantón Saquisilí.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, 20 de agosto del 2021**

.....  
Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemí  
C.C.: 0504285032

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo primordialmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este instante tan fundamental de mi formación profesional.

A mis padres Bertha y Nelson, por ser el pilar de mayor relevancia y por demostrarme constantemente su cariño y apoyo incondicional sin que importe nuestras propias diferencias de opiniones.

**Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemi.**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por ser mi guía en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar importante y haberme brindado apoyo incondicionalmente, a pesar de las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

De manera especial a mi tutor de tesis Ing. Fernando Caicedo, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente.

**Changoluisa Sampedro, Lisseth Noemi.**

<b>Tabla de contenido</b>	
<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>2</b>
<b>Análisis Urkund .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla de contenido.....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>14</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>15</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>16</b>
<b>Tema.....</b>	<b>17</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>17</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>18</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>19</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivo general.....</i></b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivos específicos .....</i></b>	<b>20</b>
<b>Alcance.....</b>	<b>20</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>21</b>
<b>Contaminación del agua .....</b>	<b>21</b>

Parámetros físico-químicos del agua.....	23
<i>Parámetros físicos del agua</i> .....	23
<i>Parámetros químicos del agua</i> .....	24
Tecnologías de comunicación inalámbrica .....	25
<i>WPAN (Redes inalámbricas de área personal)</i> .....	26
<i>WLAN (Redes inalámbricas de área local)</i> .....	27
<i>WMAN (Redes inalámbricas de área metropolitana)</i> .....	28
<i>Arduino</i> .....	30
<i>Raspberry Pi</i> .....	30
Comparativa entre tarjetas electrónicas .....	31
<i>Sensor de temperatura DS18B20</i> .....	32
<i>Sensor de turbiedad</i> .....	32
Programación Móvil.....	33
<i>Plataformas de programación móvil</i> .....	33
Desarrollo del tema .....	35
Criterios de elección.....	35
<i>Parámetros físicos</i> .....	35
<i>Placas Arduino</i> .....	35
<i>Tecnología Inalámbrica</i> .....	36
<i>Sensores</i> .....	37
Simulación del circuito.....	39
<i>Diagrama de funcionamiento del proyecto</i> .....	39
<i>Simulación del circuito de monitoreo de calidad de agua</i> .....	39

Código de programación Arduino .....	40
Declaración de variables .....	40
Inicio de comunicación con el operador móvil.....	41
Creación de usuario ThingSpeak .....	43
<i>Modificación de la cuenta ThingSpeak</i> .....	44
Creación de aplicación móvil.....	46
Implementación de módulo en la Parroquia Canchagua. ....	50
Pruebas de funcionalidad .....	51
Conclusiones y Recomendaciones.....	57
Conclusiones .....	57
Recomendaciones .....	58
Bibliografía.....	59

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Ejemplificación de río contaminado.....</i>	<i>21</i>
<b>Figura 2</b>	<i>Contaminación de ecosistemas .....</i>	<i>22</i>
<b>Figura 3</b>	<i>Medición del potencial de hidrogeno.....</i>	<i>25</i>
<b>Figura 4</b>	<i>Clasificación de tecnologías inalámbricas.....</i>	<i>25</i>
<b>Figura 5</b>	<i>Esquema de conexión WLAN dentro de un hogar .....</i>	<i>27</i>
<b>Figura 6</b>	<i>Esquema de conexión WLAN dentro de una oficina .....</i>	<i>28</i>
<b>Figura 7</b>	<i>Topología WIMAX O WMAN.....</i>	<i>28</i>
<b>Figura 8</b>	<i>Red WWAN telefonía celular y satelital.....</i>	<i>29</i>
<b>Figura 9</b>	<i>Diferentes tarjetas Arduino .....</i>	<i>30</i>
<b>Figura 10</b>	<i>Raspberry pi .....</i>	<i>31</i>
<b>Figura 11</b>	<i>Sensor de temperatura DS18B20 .....</i>	<i>32</i>
<b>Figura 12</b>	<i>Sensor de turbidez.....</i>	<i>33</i>
<b>Figura 13</b>	<i>Placa Arduino Mega.....</i>	<i>36</i>
<b>Figura 14</b>	<i>Sensor de temperatura DS18B20 .....</i>	<i>37</i>
<b>Figura 15</b>	<i>Sensor de PH-4502C.....</i>	<i>38</i>
<b>Figura 16</b>	<i>Sensor de Turbidez .....</i>	<i>38</i>
<b>Figura 17</b>	<i>Diagrama de funcionamiento del proyecto.....</i>	<i>39</i>
<b>Figura 18</b>	<i>Simulación del circuito en Proteus .....</i>	<i>40</i>
<b>Figura 19</b>	<i>Declaración de variables Arduino.....</i>	<i>41</i>
<b>Figura 20</b>	<i>Comunicación en red.....</i>	<i>42</i>
<b>Figura 21</b>	<i>Comandos AT.....</i>	<i>42</i>
<b>Figura 22</b>	<i>Pantalla de inicio ThingSpeak.....</i>	<i>43</i>

<b>Figura 23</b> <i>Relleno de datos</i> .....	44
<b>Figura 25</b> <i>Pantalla principal del usuario creado</i> .....	44
<b>Figura 26</b> <i>Agregar nuevo canal</i> .....	45
<b>Figura 27</b> <i>Modificación del canal en ThingSpeak</i> .....	45
<b>Figura 28</b> <i>Obtención de clave API</i> .....	46
<b>Figura 29</b> <i>Opciones de Andromo</i> .....	46
<b>Figura 30</b> <i>Andromo actividades iniciales</i> .....	47
<b>Figura 31</b> <i>Opción Settings</i> .....	47
<b>Figura 32</b> <i>Opción Content</i> .....	48
<b>Figura 33</b> <i>Opción Style</i> .....	48
<b>Figura 34</b> <i>Opción Images</i> .....	49
<b>Figura 35</b> <i>Opción Toolbar</i> .....	49
<b>Figura 36</b> <i>Cambios generales del aplicativo</i> .....	49
<b>Figura 37</b> <i>Módulo de sensores</i> .....	50
<b>Figura 38</b> <i>Circuito</i> .....	50
<b>Figura 39</b> <i>Acceso restringido</i> .....	51
<b>Figura 40</b> <i>Implementación por parte de autora</i> .....	51
<b>Figura 41</b> <i>Desglose del inicio pantalla aplicación móvil</i> .....	52
<b>Figura 42</b> <i>Pantalla inicial de la aplicación móvil</i> .....	52
<b>Figura 43</b> <i>Monitoreo de la temperatura</i> .....	53
<b>Figura 44</b> <i>Monitoreo del pH</i> .....	53
<b>Figura 45</b> <i>Monitoreo de Turbidez</i> .....	54
<b>Figura 46</b> <i>Exportación de datos</i> .....	54

<b>Figura 47</b> <i>Exportación de datos JSON</i> .....	55
<b>Figura 48</b> <i>Exportación de datos xml</i> .....	55
<b>Figura 49</b> <i>Exportación de datos csv</i> .....	56

**Índice de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Comparación de dispositivos inalámbricos WPAN</i> .....	26
<b>Tabla 2</b> <i>Comparativa entre tecnologías de comunicación inalámbrica</i> .....	29
<b>Tabla 3</b> <i>Comparativa de tarjetas electrónicas</i> .....	31
<b>Tabla 4</b> <i>Comparación de placas más populares de Arduino</i> .....	35

## Resumen

El GAD Canchagua requiere de una aplicación móvil que permita visualizar datos de los parámetros del agua con el fin de comprobar si el agua que se va a consumir es apta para el consumo, por este motivo el siguiente proyecto consiste en desarrollar un aplicativo móvil que permita el monitoreo de la calidad del agua a consumirse dentro de la parroquia Canchagua del Cantón Saquisilí, tomando en cuenta 3 parámetros físicos fundamentales como el potencial de hidrogeno, temperatura y turbidez, contará con la ayuda de dispositivos electrónicos como: Arduino el cual está encargado directamente de desarrollar un código que permite la recepción de los datos que emiten los sensores, almacenamiento de las variables dentro de archivos Json y propagación de los datos a una página web; sensores de Potencial de Hidrogeno, turbidez y temperatura, siendo estas las variables principales a medir las cuales las cuáles serán captadas por el Arduino y almacenadas para la visualización de datos, los datos se presenta en tres formatos JSON, XML, CSV, formatos amigables y detallados para una fácil comprensión de los parámetros, y una comunicación a internet a través de una tarjeta sim 900 que captara la señal móvil y transmitirá los datos hacia el aplicativo, además la aplicación es adaptable para cualquier dispositivo móvil Android.

Palabras clave:

- **AGUA - POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)**
- **AGUA - TURBIDEZ**
- **ARDUINO**
- **APP MÓVIL**
- **SOFTWARE THINGSPEAK**

### **Abstract**

The GAD Canchagua requires a mobile application that allows visualizing data of water parameters in order to check if the water to be consumed is suitable for consumption, for this reason the following project is to develop a mobile application that allows monitoring the quality of water to be consumed within the parish Canchagua of Saquisilí Canton, taking into account 3 fundamental physical parameters such as hydrogen potential, temperature and turbidity, will have the help of electronic devices such as: Arduino which is directly in charge of developing a code that allows the reception of the data emitted by the sensors, storage of the variables within Json files and propagation of the data to a web page; Hydrogen Potential, turbidity and temperature sensors, being these the main variables to be measured which will be captured by the Arduino and stored for data visualization, the data is presented in three formats JSON, XML, CSV, friendly and detailed formats for easy understanding of the parameters, and a communication to the internet through a sim card 900 that will capture the mobile signal and transmit the data to the application, also the application is adaptable to any Android mobile device.

### **Keywords:**

- **WATER - HYDROGEN POTENTIAL (PH)**
- **WATER – TURBIDITY**
- **ARDUINO**
- **MOBILE APP**
- **THINGSPEAK SOFTWARE**

## Capítulo I

### 1. Tema

“Desarrollo de una aplicación móvil Android para monitorear la calidad del agua de consumo humano en la Parroquia Canchagua del cantón Saquisilí.”

#### 1.1. Antecedentes

El agua es un recurso necesario para los seres vivos, convirtiéndose en un factor indispensable, el abastecimiento de agua es crucial para garantizar un buen estado de salud. (Ortiz Sandoval, 2018)

Existen algunos trabajos relacionados, los cuales se expone a continuación:

De acuerdo Alejandro Farfán Montenegro, con su trabajo de investigación realizado en el 2016 en la Pontificia Universidad Javeriana cuyo tema es:

“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

UTILIZANDO SENSORES CAPACITIVOS DE BAJO COSTO” menciona que

mediante la ayuda de los sensores se pudo realizar un monitoreo y comprobar que

existe una alta variación entre la conductividad del agua destilada frente al agua con

alguna concentración de sal, el sensor puede realizar la medida de este cambio

fácilmente, con lo cual se puede concluir que el sistema es capaz de determinar la

diferencia entre agua destilada y agua con sal, es así que se podría determinar la

calidad de agua que es apta para el consumo humano. (Montenegro Farfán, 2016)

De acuerdo Manuel Andrés Ortiz Sandoval, con su trabajo de investigación realizado en el 2018 en la Universidad Católica de Colombia cuyo tema es:

“SISTEMA DE MONITOREO DEL SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL EN LA VEREDA CÓRDOBA BAJO,

FINCA RINCÓNSANTO, CHIQUINQUIRÁ”, expone que mediante sensores de nivel

y electroválvulas se logró implementar un sistema de control de llenado de tanques a

partir del suministro de agua proveniente del acueducto y del estanque en el cual se

concluye que el agua es insuficiente para las necesidades de las zonas rurales, es necesario garantizar la calidad del agua que se está almacenando. (Ortis Sandoval, 2018)

Por lo cual se concluye que el agua se debe garantizar que sea de gran calidad ya que es un recurso valioso que consume el ser humano lo cual se lo puede realizar mediante un monitoreo.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En muchos países de la región de las Américas, las enfermedades relacionadas con la falta de medidas adecuadas de protección de alimentos y de saneamiento ambiental constituyen un serio problema para la salud de la población. Todos los días, hay gente que contrae enfermedades debido a los alimentos o el agua que consumen. Dichas enfermedades son causadas por utilizar agua o alimentos contaminados por microorganismos o gérmenes peligrosos y/o químicos tóxicos que pueden causar enfermedades y llegar a causar la muerte tales como la salmonelosis, hepatitis viral tipo A, botulismo, intoxicación estafilococia, cólera. Estas enfermedades representan una grave amenaza para la salud, afectando principalmente a los niños y niñas, mujeres embarazadas y personas de la tercera edad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 70% de los casos de diarrea se deben al consumo de alimentos o agua contaminada. La contaminación bacteriana de los alimentos causada por malas prácticas de manipulación, representa el factor de riesgo más importante asociado a la aparición de brotes en América Latina y el Caribe. En Ecuador, las enfermedades diarreicas se encuentran en el primer lugar de causa de enfermedad, tanto en niños como en adultos. Cada año, millones sufren episodios frecuentes de diarrea afectando así su estado nutricional. De acuerdo al Ministerio de Salud Pública, en el Ecuador los casos notificados de enfermedades transmitidas por agua y alimentos para el año 2013 fueron de 30.492 por enfermedades diarreicas, 1.394 por salmonelosis, 718 por fiebre tifoidea, 5.015 por infecciones intestinales

bacterianas, 1.247 por intoxicaciones alimentarias y 1.399 por hepatitis A. (NTE INEN 1108, 2011)

En la actualidad la gran afluencia de personas de la Parroquia Canchagua interesadas en saber la calidad de agua que consumen los ha motivado a incrementar su participación y gestión en proyectos que brinden calidad. La problemática da inicio desde la creación de la parroquia que fue el 6 de octubre de 1943. (GAD PARROQUIAL, 2019)

Sin embargo, no se ha podido evidenciar el desarrollo de proyectos relacionados a este ámbito por parte de las autoridades lo cual ha ocasionado malestar y preocupación en los habitantes de la parroquia Canchagua al no conocer el estado del agua que consumen ya que podría ocasionar efectos negativos a su propia salud.

Por lo mencionado es necesario que la Parroquia Canchagua cuente de una aplicación móvil que facilite a las personas conocer la calidad del agua.

### **1.3. Justificación**

La Parroquia Canchagua está situada al norte del cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi, el agua con la que cuenta la parroquia Canchagua no es apta para el consumo humano puesto que el suministro de agua que llega a esta parroquia proviene de varias fuentes naturales como: páramos, vertientes y ríos, sin embargo, este recurso no cuenta con un correcto tratamiento de calidad. (GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA CANCHAGUA, 2015)

Gracias a este proyecto la Parroquia Canchagua podrá tener la ventaja de conocer información de la calidad de agua que va ser consumida, lo cual es de gran importancia debido a que es un recurso vital para el ser humano.

Los resultados del proyecto beneficiarán a toda la población la Parroquia Canchagua. Por lo expuesto es importante que la Parroquia Canchagua tenga como apoyo una aplicación móvil que le sirva como nexo para obtener una herramienta tecnológica en el cual las personas puedan visualizar información del agua.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Desarrollar una aplicación móvil Android para monitorear la calidad del agua de consumo humano en la Parroquia Canchagua del cantón Saquisilí.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar los requerimientos técnicos necesarios para el desarrollo de la aplicación y monitoreo de la calidad del agua.
- Desarrollar el sistema de monitoreo de calidad de agua.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema en ambientes reales de la Parroquia Canchagua.

#### **1.5. Alcance**

El presente proyecto tiene como finalidad principal desarrollar una aplicación móvil que permita monitorear en tiempo real la calidad del agua de consumo de la Parroquia Canchagua del cantón Saquisilí tomando como referencia la turbiedad del agua. Para la medición de la turbiedad del agua se pretende utilizar sensores conectados a una plataforma electrónica de adquisición de datos, la misma que enviara la información a una base de datos para almacenarla y pueda ser accedida por la aplicación móvil a través de internet.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

Este capítulo muestra los conceptos básicos necesarios utilizados dentro de la investigación. Estos mejoran la comprensión de los requerimientos técnicos mínimos para el funcionamiento de los componentes dentro del sistema de monitoreo del agua en el cual interfiere la transmisión de datos de los sensores anexados a la tarjeta Arduino y la recepción de los mismos en la aplicación móvil.

#### 2.1. Contaminación del agua

Al hablar de contaminación de agua se enfatiza el impacto negativo que tiene la presencia del ser humano dentro de los ecosistemas, debido a que el incremento de viviendas, empresas, químicos para distintos usos agropecuarios y aguas residuales hacen que estos ecosistemas se transformen en focos de contaminación.

Los mares y los ríos presentes en los distintos relieves son recolectores de basura común generada por la actividad humana ya que al observar el flujo habitual del líquido el ser humano tiende a desechar todo tipo de residuos dañinos dando así un uso como vertedero a estos recursos hídricos. Estos recursos con la presencia de contaminación llegan a ser peligrosos para la salud humana. (SALAZAR, 2017)

#### Figura 1

*Ejemplificación de río contaminado*



*Nota.* Tomado de (Rivas, 2015)

La actividad humana está directamente asociada a los efectos principales de la contaminación del agua (Figura 2), en esto se puede describir algunas causas consecuencias:

- A causa del crecimiento poblacional genera un alto consumo de los recursos hídricos para cosecha de productos.
- La alteración de las corrientes fluviales se ve influenciada por la creación de nuevas infraestructuras tales como diques, presas y desvíos que ocasionan el cambio en cantidad y calidad de agua.

**Figura 2**

*Contaminación de ecosistemas*

Origen	Tipo	Contaminantes	Efectos
<b>Urbana</b>	Aguas domésticas (cocina, blancas de baño)	Salas, Jabones, detergentes Sólidos en suspensión Grasas	Eutrofización
	Aguas negras	Materia orgánica	Eutrofización Microorganismos patógenos
	Limpieza y riego (abonos)	Sólidos en suspensión Detergentes Materia orgánica	Eutrofización Eutrofización
<b>Agrícola</b>	Pesticidas y plaguicidas	Sustancias tóxicas (Metales pesados, compuestos organoclorados)	Bioacumulación, envenenamiento
	Abonos	N, P, S	Eutrofización
<b>Ganadera</b>	Purines (excrementos del ganado)	Materia orgánica	Eutrofización Microorganismos patógenos
<b>Industria y minería</b>	Siderurgia	Materia orgánica	Eutrofización
	Petroquímica	Metales pesados	Bioacumulación, envenenamiento
	Energética	Incremento del pH	Acidificación
	Textil	Incremento de T <sup>a</sup>	Disminución O <sub>2</sub> disuelto, variación de ciclos reproductivos y de crecimiento
	Papelera		
	Minería	Radiactividad Aceites, grasas	Mutaciones

*Nota.* Tomado de Implementación de una Red Inalámbrica de sensores inteligentes, con nodos robotizados para la supervisión en línea del ecosistema y contaminación del agua presente en lagos y lagunas (p.9) por M. Mendoza, 2017, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

## **2.2. Parámetros físico-químicos del agua**

### **2.2.1. Parámetros físicos del agua**

El instituto ecuatoriano de normalización nos brinda varios requisitos el cual está definida en la normativa NTE INEN 1108:2011 el cual nos define varias normativas para cumplir que el agua sea potable.

Los parámetros físicos del agua definen las características que posee el agua como pueden ser apreciadas directamente por los sentidos: tacto, gusto, olfato y vista, mediante la vista se evalúan objetos suspendidos en el agua, pH y la turbiedad como ejemplo. Así mismo el olor es identificado mediante el olfato, el sabor mediante el gusto y la temperatura mediante el tacto. (SALAZAR, 2017)

Uno de los parámetros físicos del agua más importantes es la temperatura por su gran afluencia:

- Absorción de oxígeno
- Desinfección
- Formación de depósitos
- Procesos de mezcla

La temperatura ideal en un río, laguna o lago es de entre más tres o menos tres grados de la temperatura del medio donde se encuentre.

La medida de la transparencia del agua es otro parámetro físico fundamental y este se ve representado por la turbidez ya que mide las partículas suspendidas en líquidos transparentes como el agua, cuando esta turbidez es alta hace que la luz solar no llegue de manera adecuada para que llegue a microorganismos como las algas y realicen de manera correcta el proceso de la fotosíntesis. (Cristhian Román-Herrera, 2016)

La medición de la turbidez se ejecuta mediante un turbidímetro, siendo UNT la unidad utilizada.

pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución, influye en las técnicas de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo frecuente, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 6 a 9. (Pradillo, Smart Water, 2016)

### **2.2.2. Parámetros químicos del agua**

Los diversos compuestos químicos disueltos en el agua tienen la posibilidad de ser de procedencia natural o industrial y van a ser benéficos o perjudiciales según su estructura y concentración.

Parámetros tales como:

Aluminio: están presente en sus maneras solubles o en sistemas coloidales, causantes de la turbidez del agua. El problema más grande que existe con el aluminio son las aguas que muestran concentraciones altas, las cuales confieren al agua un pH bajo.

Mercurio: se estima al mercurio un contaminante no deseable del agua, debido a que es un metal pesado bastante tóxico para el ser humano, este puede transportarse al plancton, a las algas y, sucesivamente, a los organismos de niveles tróficos mejores como peces, aves rapaces e inclusive al hombre. (Pradillo, iagua, 2016)

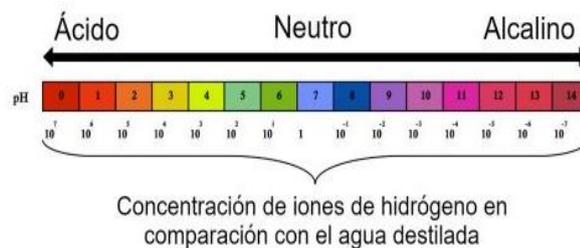
El agua está definida como un diluyente o solvente universal según (Cristhian Román-Herrera, 2016). Esta definición está dada por la capacidad que tiene el agua para disolver diferentes sustancias como: materias orgánicas, nutrientes, metales, etc.

Un parámetro químico primordial es el potencial de hidrógeno conocido por sus siglas (pH), este influye en toda la preservación de la vida acuática ya el pH corroe los metales, esto hace que tenga una influencia directa en el tratamiento del agua.

Este parámetro químico puede ser medido a través de una escala numérica (Figura 3) donde las soluciones acuosas que presentan mayor concentración de iones de Hidrógeno se denominan Soluciones Ácidas y las de menor concentración de iones de Hidrógeno se denominan Soluciones Alcalinas

### Figura 3

*Medición del potencial de hidrogeno*



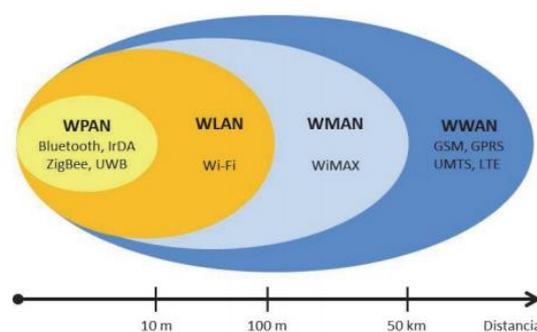
*Nota.* La referencia de la medición del potencial de hidrogeno se la realiza en base al agua destilada ya que se considera que tiene un pH neutro. Tomado de (pH, 2021)

### 2.3. Tecnologías de comunicación inalámbrica

Estas tecnologías son las encargadas de proporcionar comunicación sin el uso de cables entre 2 o más dispositivos sean estos computadores, Smartphone, etc. El término inalámbrico define la característica de la transmisión de datos a través de ondas electromagnéticas utilizando únicamente el aire como medio de transmisión. (Stallings, 2005)

### Figura 4

*Clasificación de tecnologías inalámbricas*



*Nota.* Tomado de (Salazar J. , 2020)

Las redes inalámbricas se pueden clasificar en base a su distancia de comunicación como se observa en la Figura 4 en esta clasificación tenemos:

- WPAN
- WLAN
- WMAN
- WWAN

### 2.3.1. WPAN (*Redes inalámbricas de área personal*)

Este tipo de redes inalámbricas basa su funcionamiento en el estándar IEEE 802.15 el cual permite un corto rango de alcance de comunicación unos 10 metros aproximadamente. Estas se caracterizan por un bajo costo, implementación en varios dispositivos, baja velocidad de transmisión y finalmente un bajo consumo energético. (Lescano, 2011)

Las redes WPAN basan en tecnologías como:

- Bluetooth: utiliza enlaces de punto a punto que transmitan datos simples.
- ZigBee: a diferencia del Bluetooth hace fiables las redes inalámbricas para el control de procesos.
- UWB: utiliza un gran ancho de banda para enlaces multimedia.

**Tabla 1**

*Comparación de dispositivos inalámbricos WPAN*

<b>Comparación de dispositivos WPAN</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Zigbee</b>	<b>UWB</b>
<b>Distancia de comunicación</b>	Clase 1 100 m Clase 2 10 m Clase 3 1 m	10 hasta 100 m	1 hasta 10 m
<b>Frecuencia</b>	2,4 GHz	868/925 MHz 2.4 GHz	3.1 hasta 10.6GHz

<b>Comparación de dispositivos WPAN</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Zigbee</b>	<b>UWB</b>
<b>Poder de Transmisión</b>	Clase 1 1 a 20 dbm Clase 2 2 a 4 dbm Clase 3 1 dbm	0 dbm >	0 dbm
<b>Modulación</b>	Psk con 2 variables	BPSK	OFDM QPSK BPSK

*Nota.* Tabla generada por la autora del proyecto, información consultada de HERNANDEZ, L. F. (2017).

### **WLAN (Redes inalámbricas de área local)**

Su diseño abarca un acceso inalámbrico de hasta 100 metros. Estas redes de acceso inalámbrico de área local se utilizan fundamentalmente en hogares, escuelas, entornos de oficina, etc. La gran ventaja de este tipo de conexión es la de permitir al usuario moverse con gran facilidad dentro del rango de conexión y poder mantenerse conectado dentro de este rango. (HERNANDEZ, 2017)

#### **Figura 5**

Esquema de conexión WLAN dentro de un hogar



*Nota:* Tomado de (Salazar J. , 2020)

**Figura 6**

Esquema de conexión WLAN dentro de una oficina



*Nota: Tomado de HERNANDEZ, L. F. (2017).*

### **WMAN (Redes inalámbricas de área metropolitana)**

Estas redes también son conocidas como WiMAX su tecnología se basa en un uso de arquitectura punto a multipunto siempre enfocadas en la transmisión de datos en una alta velocidad, su uso frecuente es la comunicación de muy largas distancias eliminando los gastos costosos que implicaría el tendido de cable. (HERNANDEZ, 2017)

Tiene un funcionamiento similar a las redes Wifi, pero estas abarcan distancias mayores ya que las redes wifi tienen un uso convencional en hogares y oficinas siendo estos de una cobertura no mayor a 100 metros.

**Figura 7**

Topología WIMAX O WMAN



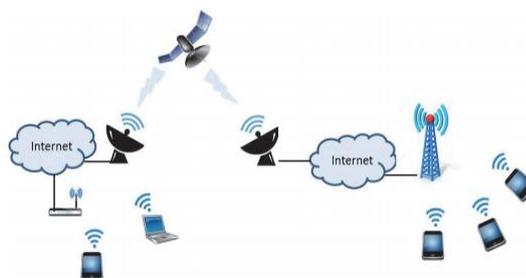
*Nota. Tomado de HERNANDEZ, L. F. (2017).*

## WWAN (Redes inalámbricas de área amplia)

Este tipo de redes pueden extender una distancia mayor a los 50km y por lo general suelen utilizar licencia para su transmisión en frecuencias estas redes mayormente se pueden comprender áreas grandes como ciudades o países a través de los distintos sistemas de antenas extendidos por el área geográfica de cada ciudad o país. (Salazar J. , 2016).

### Figura 8

Red WWAN telefonía celular y satelital



Nota. Tomado de HERNANDEZ, L. F. (2017).

## Comparativa entre tecnologías de comunicación

Tabla 2

Comparativa entre tecnologías de comunicación inalámbrica

Comparación de dispositivos WPAN	Wifi	Bluetooth	GPRS
<b>Aplicaciones</b>	Internet en edificios y hogares	Informática y móviles	Internet a través de telefonía o simcard móvil
<b>Configuración</b>	Compleja	Compleja	Compleja
<b>Costo</b>	Medio	Económico	Medio
<b>Consumo en transmisión</b>	400 mA	40 mA	2 A
<b>Consumo en reposo</b>	20 Ma	0.2 Ma	1,5 mA

Nota. Tabla generada por la autora del proyecto, información consultada de HERNANDEZ, L. F. (2017).

## Tarjetas electrónicas

Las tarjetas electrónicas son circuitos impresos en baquelita con tamaños compactos cuya fabricación permite desarrollar distintos usos y aplicaciones, estas aplicaciones se ven influenciadas con la compatibilidad que tienen para conectarse con distintos actuadores y sensores que van conectados a las entradas y salidas de cada una de las tarjetas electrónicas, además de incluir comunicación serial con indicadores de transmisión (TX) y recepción de información (RX). (Fortuno, 2012)

### 2.3.2. *Arduino*

Arduino es una tarjeta electrónica que permite la programación de sus entradas y salidas en base a su tecnología open Source que se basa en un software y hardware fácil de comprender y flexible al momento de utilizar. (Fortuno, 2012)

#### Figura 9

*Diferentes tarjetas Arduino*



*Nota.* Tomado de (MCI electronics, 2010)

### 2.3.3. *Raspberry Pi*

La Raspberry Pi es diseñada por la fundación que lleva el mismo nombre de la tarjeta, es un computador sencillo a un costo reducido, su uso es libre.

Incluye procesador Broadcom, una GPU (Graphics Processing Unit), puertos HDMI, USB y Ethernet (Foundation Raspberry Pi, 2017).

## Figura 10

*Raspberry pi*



*Nota.* Tomado de (GmbH & CoKG, 2020)

### 2.4. Comparativa entre tarjetas electrónicas

**Tabla 3**

*Comparativa de tarjetas electrónicas*

<b>Características</b>	<b>Arduino Mega</b>	<b>Raspberry PI</b>
<b>E/S analógicas</b>	16	-
<b>E/S digitales</b>	54	8
<b>Ethernet</b>	No contiene	10/100
<b>Sistema operativo</b>	Ninguno	Distribuciones Linux
<b>Procesador</b>	ATmega2560	Arm11
<b>Velocidad del reloj</b>	16 MHz	700 MHz
<b>Voltaje de entrada</b>	5 V	3.3 V / 5 V
<b>Voltaje de operación</b>	7-12 V.	5 V
<b>Memoria flash</b>	256 KB	-
<b>Memoria</b>	8KB	512MB
<b>Precio</b>	\$25	\$50

*Nota.* Tabla generada por la autora del proyecto, información consultada de Ivanoë,

T. P. (2015).

## **Sensores.**

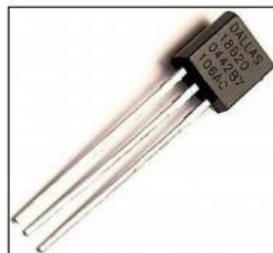
En electrónica se define a un sensor como un dispositivo que es capaz de medir el cambio de las magnitudes físicas como ejemplos la turbiedad, la luz, la temperatura.

### **2.4.1. Sensor de temperatura DS18B20**

El sensor de temperatura DS18B20 es un termómetro digital fabricado por Dallas Semiconductor, estos sensores aplican la tecnología 1 wire que facilita la configuración a los usuarios. Esta tecnología hace que los sensores trabajen en una especie de red que ira conectada en múltiples puntos de control en un circuito, esto aumenta la fiabilidad de las mediciones, la precisión de las mismas y un rango amplio de temperaturas. (Ivanoe, 2015)

#### **Figura 11**

Sensor de temperatura DS18B20



*Nota:* Tomado de Ivanoe, T. P. (2015).

### **2.4.2. Sensor de turbiedad**

El sensor de turbiedad es aquel capaz de detectar partículas flotando en medios acuáticos por medio de la medición de la transmisión de la luz y la frecuencia con la que se ve interferida por los sólidos suspendidos en dicho medio, posee dos modos de salida: analógica y digital. Opera con 5v como alimentación de entrada y tiene un consumo máximo de operación de 40 mA. (Cristhian Román-Herrera, 2016)

**Figura 12**

Sensor de turbidez



*Nota:* Tomado de Sensor de turbidez (calidad de agua) Ivanoe, T. P. (2015).

**2.5. Programación Móvil**

El Internet cada vez se va transformando de manera acelerada, hoy en día la tecnología más es móvil, en el cual se puede obtener y desarrollar todo tipo de programa deseado.

El avance de las tecnologías móviles está superando todo tipo de conectividad lo que está obteniendo como resultado un cambio de entorno en su gran totalidad por lo cual la solución son las apps para móviles.

**2.5.1. Plataformas de programación móvil**

Para la realización de una app es necesario tener conocimientos en programación, debido a los avances tecnológicos ha surgido más facilidad en el desarrollo de apps es decir que hoy en día existe la facilidad de crear apps móviles en plataforma sin la necesidad de tener un conocimiento alto en programación.

Existen múltiples plataformas de programación móvil se detallan a continuación:

Andromo: muy buena alternativa para la creación de una app Android, permite personalizar todo el diseño a través de plantillas. Es una de las primordiales plataformas de desarrollo de aplicaciones móviles. Con Andromo puedes producir una aplicación a partir de cero y comenzar a sacarle beneficio en poco tiempo.

Representa un futuro brillante para las aplicaciones móviles. Da mejoras sucesivas y respuestas con base a los comentarios de los consumidores. (Jaen.com, 2017)

Mobbapp Creator: es conocida por su rapidez de creación de app, administra estadísticas y notificaciones desde su panel. Es compatibles con iOS y Android.

Bubble: tiene una gigantesca incorporación con plataformas de email marketing, Analytics, bases de datos y pasarelas de pago. Además, todos los servicios permanecen alojados en su propio hosting, olvidándote para toda la vida de su mantenimiento. (Florido, 2020)

## Capítulo III

### 3. Desarrollo del tema

#### 3.1. Criterios de elección

Para el desarrollo de la aplicación se considera fundamental las características físicas, materiales y tecnología necesaria para el funcionamiento del mismo.

##### 3.1.1. *Parámetros físicos*

Son muchos de los parámetros que contiene el agua para considerarla apta para el consumo por ello es fundamental verificar los parámetros de las características físicas ya que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua.

Los principales parámetros físicos a utilizar son la temperatura, el pH y la turbidez.

##### 3.1.2. *Placas Arduino*

Para la selección de la placa Arduino primero se analizó las características que brindan cada uno de ellas las cuales se detallan a continuación:

**Tabla 4**

*Comparación de placas más populares de Arduino*

CARACTERISTICA	Arduino Uno	Arduino Mega 2560	Arduino Micro
Dimensión	2,7" x 2,1"	4" x 2,1"	0,7" x 1,9"
Procesador	ATmega328P	ATmega2560	ATmega32U4
Velocidad de reloj	16MHz	16MHz	16MHz
Flash Memory (kB)	32	256	32
EEPROM (kB)	1	4	1
SRAM (kB)	2	8	2,5
Nivel de tensión	5V	5V	5V

CARACTERISTICA	Arduino Uno	Arduino Mega 2560	Arduino Micro
Pines digitales I/O	14	54	20
Pines digitales I/O con PWM	6	15	7
Pines analógicos	6	16	12
Conectividad USB	Estándar A/B USB	Estándar A/B USB	Micro-USB
Compatibilidad de escudo	Si	Si	No

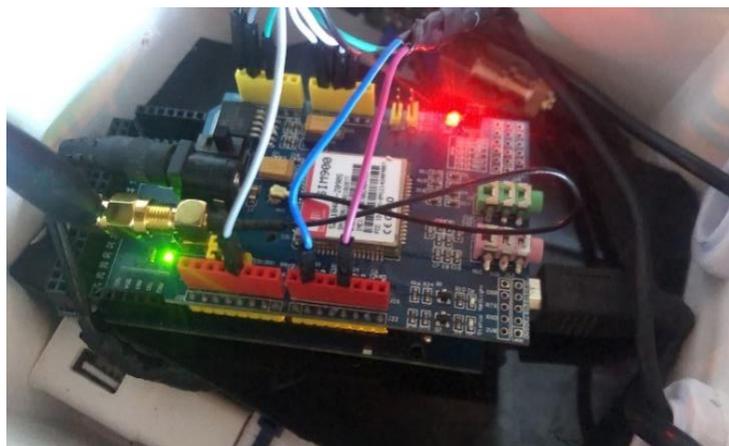
*Nota:* Tabla generada por la autora del proyecto, información consulta de (Gudino, 2021).

Mediante el análisis de las características de cada uno de las placas Arduino se opta por la obtención del Arduino Mega 2560, permite tener mayor capacidad en cada característica especialmente en la memoria.

Criterio de elección el Arduino es una tarjeta que ayuda y permite anexas entradas analógicas y su precio corresponde a la mitad de una tarjeta Raspberry PI además como se trabajara con un módulo GPRS no se ve la necesidad de tener puerto ethernet por lo cual se decide trabajar con un Arduino Mega.

### Figura 13

*Placa Arduino Mega*



#### 3.1.3. Tecnología Inalámbrica

Dentro de las tecnologías inalámbricas se opta por trabajar con la tecnología GPRS la cual al recibir la señal móvil a través de una Simcard permite obtener

internet en cualquier parte de la ciudad o país que una persona o un grupo de personas se encuentren, con una correcta configuración de APN brindando así una mayor distancia de comunicación para el monitoreo de las señales a transmitir.

#### **3.1.4. Sensores**

Existe varios sensores de temperatura con diferentes funcionalidades en este caso se procede a utilizar el sensor DS18B20 ya que se destaca por su característica principal que es el adecuado para procesos de monitoreo, de fácil uso ya que permite conocer la temperatura utilizando solo un cable para datos.

#### **Figura 14**

*Sensor de temperatura DS18B20*



La selección del sensor de pH se puede optar por cualquier modelo o marca, los sensores de pH todos son aptos para la monitorización, para la realización del cálculo de pH se utilizó el PH-4502C.

**Figura 15**

*Sensor de PH-4502C*



Sensor de Turbidez SKU: SEN0189 es seleccionada por ser un sensor apto para monitoreo ya que posee dos modos de salidas y opera con 5v la cual permitirá con gran facilidad realizar el monitoreo además también es un sensor que posee un bajo costo y grandes funcionalidades.

**Figura 16**

*Sensor de Turbidez*



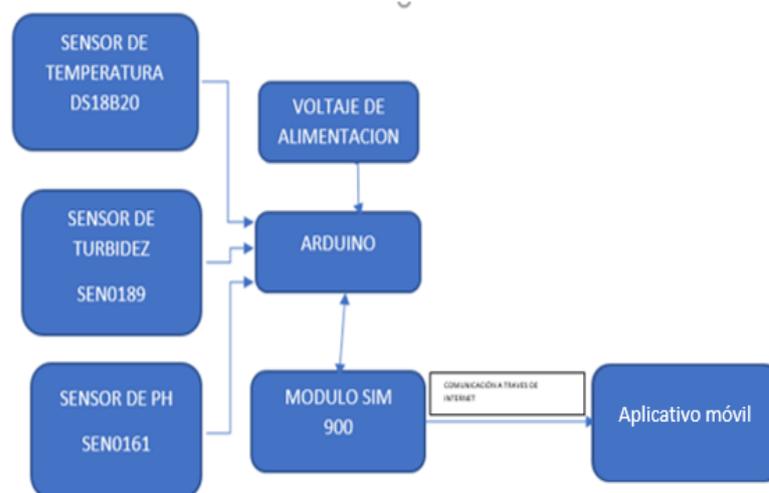
### 3.2. Simulación del circuito

#### 3.2.1. Diagrama de funcionamiento del proyecto.

El diagrama de bloques del circuito de monitoreo de calidad de agua en la parroquia Canchagua se refleja en la Figura 17.

**Figura 17**

*Diagrama de funcionamiento del proyecto*



El Arduino recibirá señales de los tres sensores: temperatura, turbidez y PH estos datos serán transmitidos hacia una página web a través del módulo GPRS SIM 900.

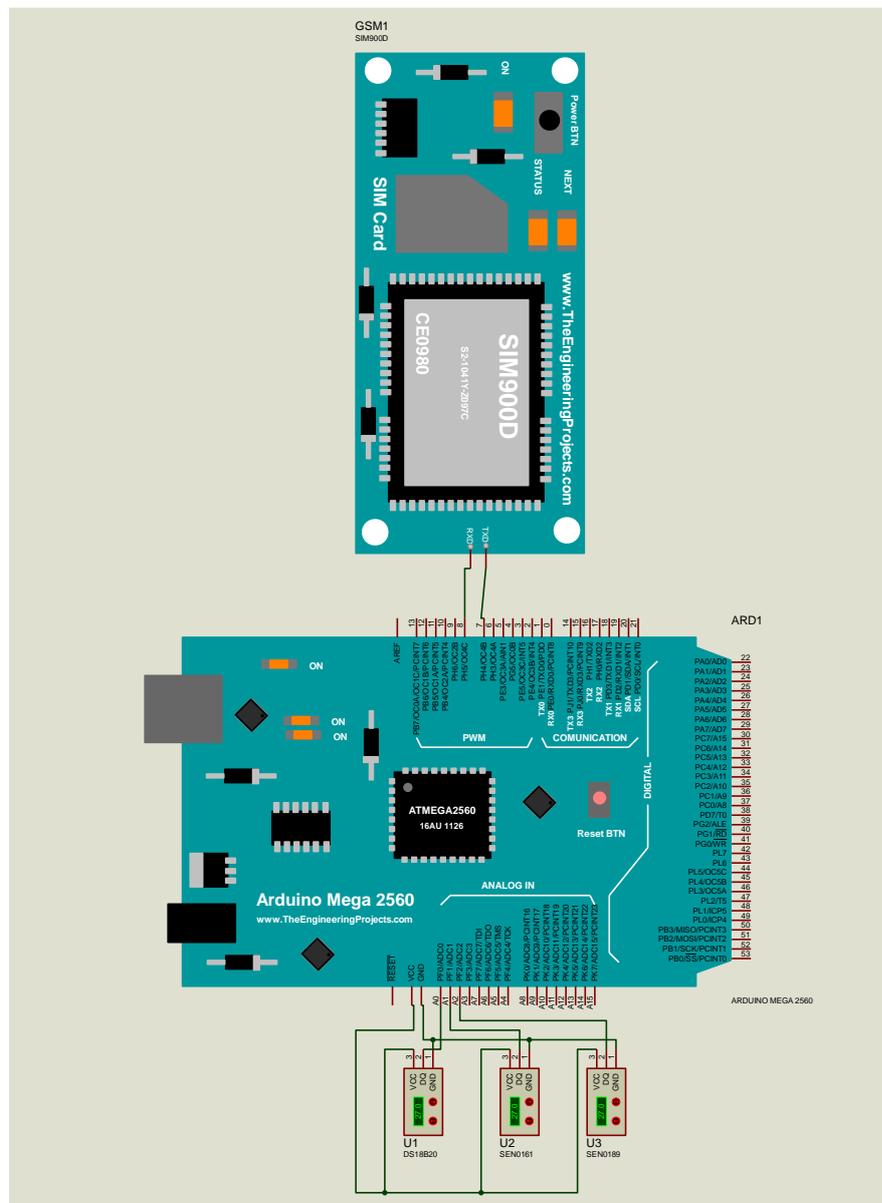
La página web en este caso ThingSpeak recibe los datos en archivo JSON y mostrara los mismos en medios visuales al igual que almacenara los mismos en una base de datos para posteriores visualizaciones.

#### 3.2.2. Simulación del circuito de monitoreo de calidad de agua

La siguiente simulación muestra la disposición de los sensores y la tarjeta sim 900 con respecto al Arduino, la Figura 18 representa un esquema grafico de la conexión física de los elementos que miden las variables para el monitoreo del agua donde los pines 0,1,2 irán interconectados con los sensores de PH, turbidez y temperatura y los pines 7,8 ayudarán con la comunicación a la tarjeta sim900.

Figura 18

Simulación del circuito en Proteus



### 3.3. Código de programación Arduino

El desarrollo de código de Arduino se ve representado por los siguientes pasos:

#### 3.3.1. Declaración de variables

Dentro de la declaración de variables Figura 19 se incluyen las bibliotecas: <SoftwareSerial.h> encargada de la comunicación serial de Arduino con tarjeta sim900, <String.h> esta variable contiene constantes y manipulación de memoria,

declaramos el pin 7 y 8 como puertos de comunicación serial de la tarjeta sim 900 con el Arduino, <OneWire.h> y <DallasTemperature.h> son bibliotecas propias del sensor DS18B20 sensor de temperatura, a su vez declaramos como variables también la temperatura, PH y turbidez.

### Figura 19

*Declaración de variables Arduino.*

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
SoftwareSerial Sim900Serial(7, 8);
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 4
#include <Wire.h>
int ph_pin = A2;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
float temperatura=0.00;
float Ph;
float turbidez = 0 ;
void setup()
```

### 3.3.2. Inicio de comunicación con el operador móvil

Para iniciar comunicación en red primero se realiza comunicación entre el Arduino y la tarjeta sim900 con una velocidad de 19200 bps el pin 9 se utiliza para que el Arduino prenda la tarjeta sim900 para finalizar se debe esperar un tiempo prudente para que la tarjeta entre en correcto funcionamiento con la red móvil Figura 20, en la Figura 21 se observa los comandos AT los cuales son encargados del estado de red, configuración de IP, configuración de APN, enlace y envío de datos mediante un puerto de comunicación y conexión TCP.

## Figura 20

### Comunicación en red

```

{
  Sim900Serial.begin(19200);//Arduino se comunica con el SIM900 a una velocidad de 19200bps
  Serial.begin(19200);//Velocidad del puerto serial de arduino
  sensors.begin();//Inicializamos el sensor de temperatura
  digitalWrite(9, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(20000);//Tiempo prudencial para iniciar sesión de red con tu operador

```

## Figura 21

### Comandos AT

```

void comandosAT()
{
  //consulta el status de a conexión actual
  Sim900Serial.println("AT+CIPSTATUS");
  delay(2000);
  //configuración del dispositivo para conexión IP única
  Sim900Serial.println("AT+CIPMUX=0");
  delay(3000);
  //función para mostrar datos seriales
  mostrarDatosSeriales();
  //función para configurar el APN de la red del sim.
  Sim900Serial.println("AT+CSTT=\"internet.tuenti.ec\",\"\",\"'\");
  delay(1000);
  //función para mostrar datos seriales
  mostrarDatosSeriales();
  //realiza la conexión mediante gprs o csd.
  Sim900Serial.println("AT+CIICR");
  delay(3000);

  //función para mostrar datos seriales
  mostrarDatosSeriales();
  // función para obtener la IP
  Sim900Serial.println("AT+CIFSR");

```

### 3.3.3. Envío de datos a ThingSpeak

El envío de datos se lo realiza mediante el comando:

String datos="GET

[https://api.thingspeak.com/update?api\\_key=HZS51H5F4639PRMI&field1=0](https://api.thingspeak.com/update?api_key=HZS51H5F4639PRMI&field1=0) +

String(temperatura)+"&field2=0"+float(Ph)+"&field3="+double(turbidez)

En este comando definimos que el campo 1 será temperatura, el campo 2 PH y el campo 3 turbidez.

### 3.4. Creación de usuario ThingSpeak

ThingSpeak es una aplicación de IOT (internet of things) que permite almacenar y visualizar variables creadas a través de una base de datos por esta razón se requiere crear una cuenta donde se puede enviar los datos obtenidos del Arduino, modificar los parámetros de visualización, tener una valoración visual de los datos obtenidos y para ello se necesita seguir los pasos detallados a continuación:

- Para comenzar con la creación de la cuenta abrir un navegador de preferencia y acceder a la siguiente dirección web: <https://thingspeak.com/>  
Presionar en “EMPIECE GRATIS” como se detalla en la Figura 22, se cargará nuevamente la pestaña y se anexa los siguientes datos para la cuenta: dirección de correo electrónico, localidad y nombres como se detalla en la Figura 23. Una vez anexados los datos se finaliza con la creación de la cuenta siguiendo estos pasos: acceder a la dirección de correo electrónico anexada a la cuenta, revisar el email recibido por parte de ThingSpeak, y confirmar la dirección de correo electrónico como se detalla en la Figura 24.

**Figura 22**

Pantalla de inicio ThingSpeak



## Figura 23

Relleno de datos

Create MathWorks Account

Email Address

Location

United States

First Name

Last Name

Continue

Cancel

## Figura 24

Verificar Cuenta

Verify Your MathWorks Account

To finish creating your account, complete the following steps:

1. Go to your inbox for [fjremache1@espe.edu.ec](mailto:fjremache1@espe.edu.ec).
2. Click the link in the email we sent you.
3. Click **Continue**.

Didn't receive the email?

- Check your spam folder.
- [Send me the email again.](#)
- If you still have not received the email, [Contact Customer Support](#)

Continue

Cancel

### 3.4.1. Modificación de la cuenta ThingSpeak

Una vez creada la cuenta en ThingSpeak se procede con la modificación de la misma se accede con el usuario y contraseña creada y se accede a la pestaña canales Figura 25 esta pestaña será la encargada de recibir los datos del Arduino a través de la comunicación con la tarjeta sim900. Luego a esto agregamos un nuevo canal Figura 26 cuando se agrega el nuevo canal el usuario debe modificar los siguientes ítems: nombre del proyecto, descripción del proyecto, habilitar los campos requeridos de temperatura, turbidez y potencial de hidrogeno y al finalizar se presiona en guardar como observamos en la Figura 27.

## Figura 25

Pantalla principal del usuario creado



**Figura 26**

*Agregar nuevo canal*



**Figura 27**

*Modificación del canal en ThingSpeak*

### Nuevo canal

Nombre

Descripción

Campo 1

Campo 2

Campo 3

Campo 4

Campo 5

Campo 6

Campo 7

Campo 8

Metadatos

Etiquetas

(Las etiquetas están separadas por comas)

### Ayudar

Los canales almacenan todos los datos que recibe una aplicación ThingSpeak. Cada canal incluye ocho campos que pueden contener cualquier tipo de datos, más tres campos para datos de ubicación y uno para datos de estado. Una vez que recopila datos en un canal, puede usar las aplicaciones ThingSpeak para analizarlos y visualizarlos.

#### Configuración de canal

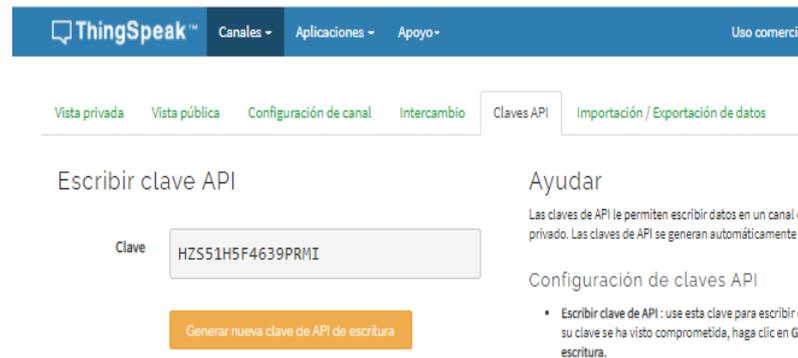
- **Porcentaje completado:** Calculado en base a los datos ingresados en los distintos campos de un canal, ingresa el nombre, la descripción, la ubicación, la URL, el video y las etiquetas para completar tu canal.
- **Nombre del canal:** Ingrese un nombre único para el canal ThingSpeak.
- **Descripción:** introduzca una descripción del canal ThingSpeak.
- **Número de campo:** marque la casilla para habilitar el campo e ingrese un nombre de campo. Cada canal de ThingSpeak puede tener hasta 8 campos.
- **Metadatos:** introduzca información sobre los datos del canal, incluidos datos JSON, XML o CSV.
- **Etiquetas:** Ingrese palabras clave que identifiquen el canal. Separe las etiquetas con comas.
- **Enlace a un sitio externo:** si tiene un sitio web que contiene información sobre su canal ThingSpeak, especifique la URL.
- **Mostrar ubicación del canal:**
  - **Latitud:** especifique la posición de latitud en grados decimales. Por ejemplo, la latitud de la ciudad de Londres es 51.5072.
  - **Longitud:** especifique la posición de la longitud en grados decimales. Por ejemplo, la longitud de la ciudad de Londres es -0.1275.
  - **Elevación:** especifique los metros de posición de elevación. Por ejemplo, la elevación de la ciudad de Londres es 35.051.

El envío de las variables de medición hacia el usuario de ThingSpeak se lo realizará mediante una clave API la que será encargada de sobre escribir las

lecturas tomadas por el Arduino y enviadas a través de la tarjeta sim900 la clave API del proyecto se la puede visualizar en la Figura 28.

### Figura 28

*Obtención de clave API*



### 3.5. Creación de aplicación móvil

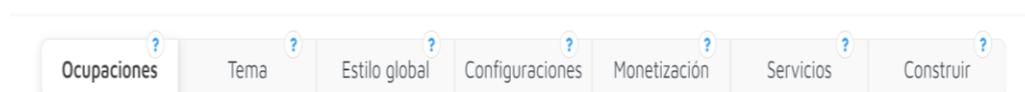
La función básica del aplicativo móvil es visualizar mediante un celular las variables obtenidas en ThingSpeak a partir de las mediciones del Arduino en este caso: temperatura, pH, turbidez.

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó Andromo la cual permite visualizar las variables obtenidas en ThingSpeak.

Andromo cuenta con opciones Figura 29, en el cual se iniciará trabajando en la opción Ocupaciones, me permitirá realizar la opción de actividades y administrar el contenido de la aplicación.

### Figura 29

*Opciones de Andromo*

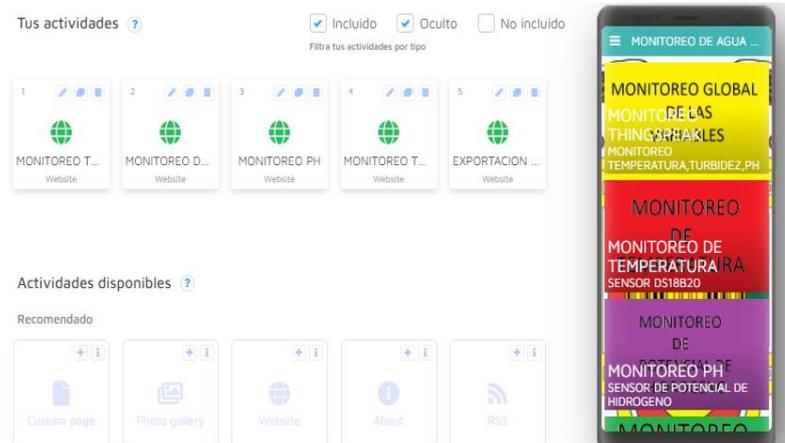


El primer paso para crear el aplicativo móvil es el desarrollo de actividades Figura 30, este desarrollo permite la edición tanto de nombre, descripción contenido, estilo e imágenes de las variables de monitoreo, Figura 31 al momento de crear las

actividades se puede visualizar la opción Settings donde permite ingresar el título, subtítulo y una breve descripción.

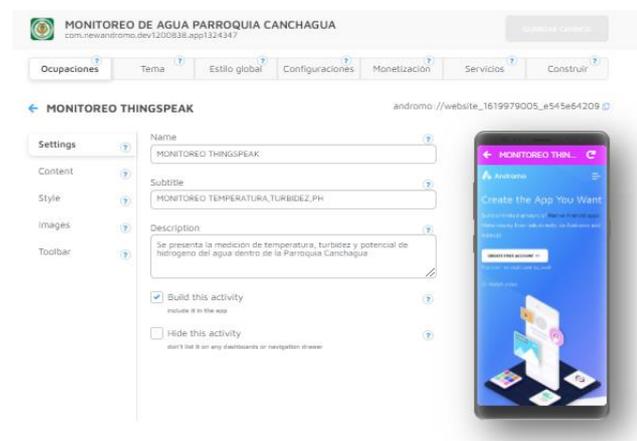
**Figura 30**

*Andromo actividades iniciales*



**Figura 31**

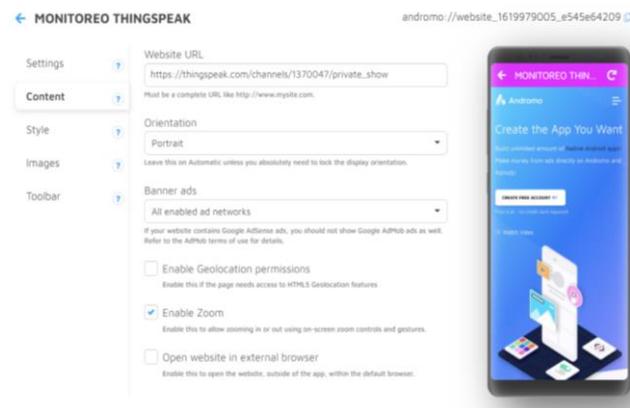
*Opción Settings*



En la opción Content Figura 32 se debe insertar la url de thingspeak, dato muy importante ya que es la dirección donde tengo los datos de la programación de Arduino para la visualización.

## Figura 32

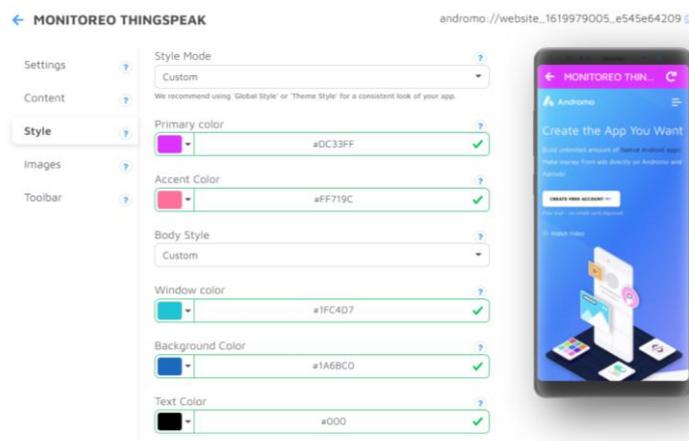
### Opción Content



En la Figura 33 se puede escoger los estilos que se desee para las diferentes partes que se visualizara en la aplicación móvil, así como también el color del texto.

## Figura 33

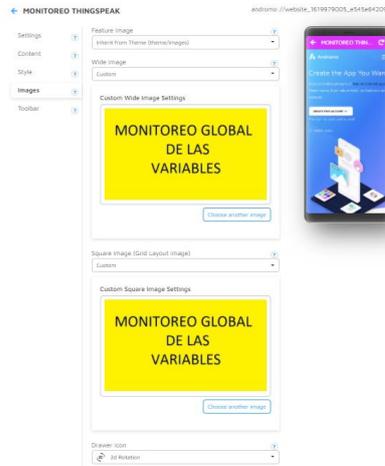
### Opción Style



En la Figura 34 se puede visualizar los cambios respecto a las imágenes que van a ser añadidas. Al igual en la Figura 35 se puede visualizar la opción de herramientas en el cual puedo personalizar las barras de herramientas y realizar ajuste de fondos. Y Finalmente en la Figura 36 donde me da la opción de los cambios de manera general de la aplicación.

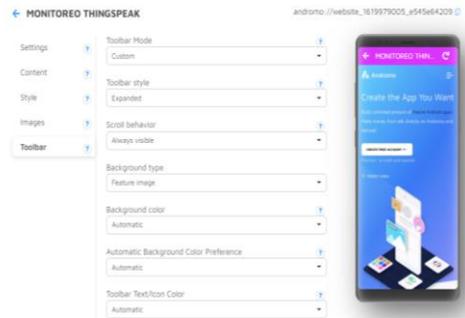
**Figura 34**

*Opción Imágenes*



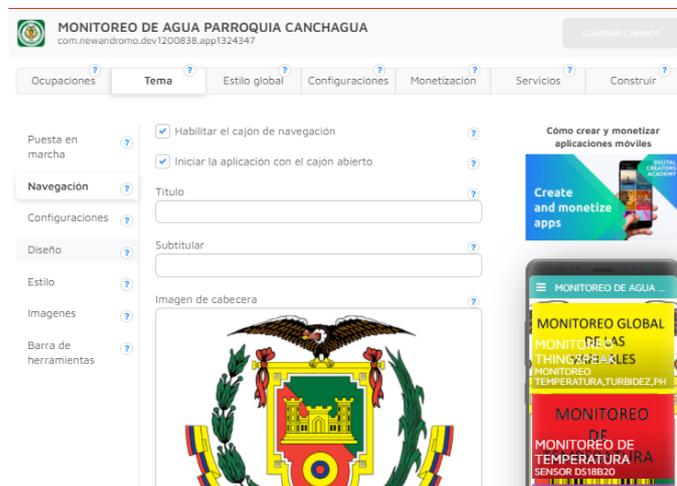
**Figura 35**

*Opción Toolbar*



**Figura 36**

*Cambios generales del aplicativo*



### 3.6. Implementación de módulo en la Parroquia Canchagua.

El módulo quedo presentado según la Figura 37, Figura 38 este contiene el sensor de TEMPERATURA, PH y TURBIDEZ, a su vez el módulo presenta conexiones internas enlazadas y una única conexión externa a 110v. para la implementación se tiene un acceso limitado por cuestiones de estructura Figura 39 y Figura 40.

#### Figura 37

*Módulo de sensores*



#### Figura 38

*Circuito*



**Figura 39**

*Acceso restringido*

**Figura 40**

*Implementación por parte de autora*



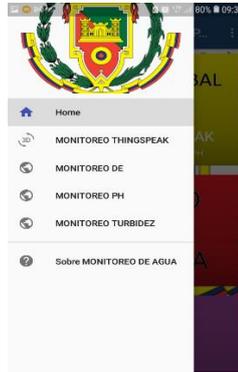
### **3.7. Pruebas de funcionalidad**

La aplicación permite visualizar datos de manera real en este caso se realizó la prueba de funcionalidad obteniendo los siguientes datos:

Primero se realiza el ingreso a la aplicación el cual muestra diferentes opciones, se puede visualizar las opciones de dos distintas maneras Figura 41, Figura 42

### Figura 41

*Desglose del inicio pantalla aplicación móvil*



### Figura 42

*Pantalla inicial de la aplicación móvil*



### **Prueba de funcionalidad del monitoreo.**

Se observa un correcto funcionamiento Figura 43, Figura 44, Figura 45, donde se encuentran expresados los datos de una manera gráfica.

En la prueba de funcionamiento Figura 43 se puede visualizar el monitoreo en tiempo real, la curva de la temperatura refleja el constante cambio de valores debido a que la temperatura tiende a variar en todo tiempo.

### Figura 43

#### Monitoreo de la temperatura



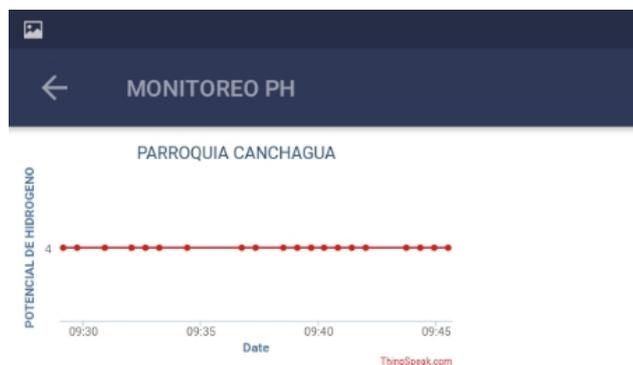
En la prueba de funcionamiento Figura 44 y Figura 45 se puede visualizar que tanto el potencial de hidrogeno como el potencial de turbidez tienden a ser valores constantes dentro de los parametros del agua.

Tomando en cuenta las normativas del estandar NTE INEN 1108:2011 donde resalta que el agua es considerado apta para el consumo cuando el pH y la turbidez tienden a ser valores constantes y la temperatura siempre se encuentre en un estado de variación.

Es decir que una vez visualizado los datos obtenidos se considera que la Parroquia Canchagua cuenta con el agua apto para el consumo.

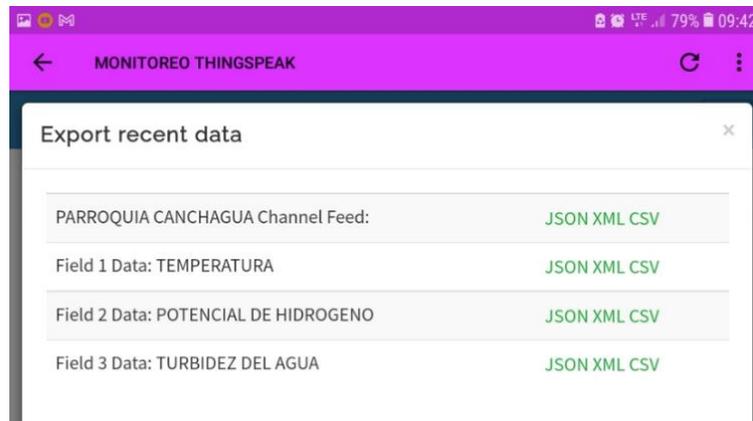
### Figura 44

#### Monitoreo del pH



**Figura 45***Monitoreo de Turbidez*

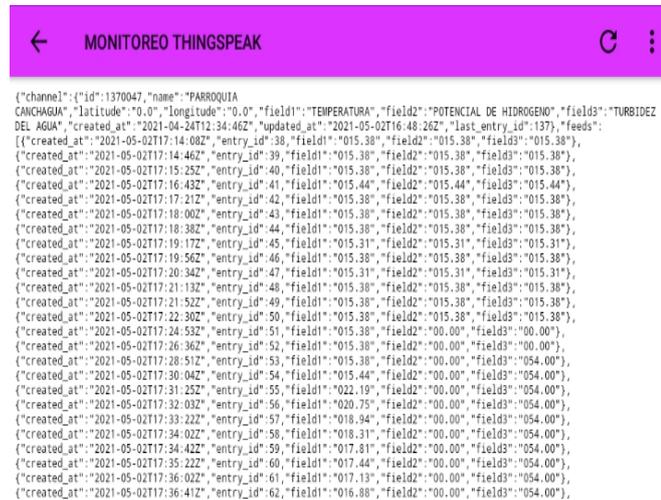
Prueba de funcionalidad que permite exportar la base datos del monitoreo, en tres diferentes formatos Figura 46.

**Figura 46***Exportación de datos*

Visualización de la exportación Figura 47 permite obtener los datos del monitoreo en formato JSON de tal manera que indica la fecha creada y los parámetros especificando que field1 corresponde a temperatura, field2 corresponde a potencial de hidrogeno y field3 a turbidez.

**Figura 47**

*Exportación de datos JSON*



```

{"channel":{"id":1370047,"name":"PARROQUIA
CANCHAGUA","latitude":0.0,"longitude":0.0,"field1":"TEMPERATURA","field2":"POTENCIAL DE HIDROGENO","field3":"TURBIDEZ
DEL AGUA","created_at":"2021-04-24T12:34:46Z","updated_at":"2021-05-02T16:48:26Z","last_entry_id":137},"feeds":
[{"created_at":"2021-05-02T17:14:08Z","entry_id":38,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:14:46Z","entry_id":39,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:15:25Z","entry_id":40,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:16:43Z","entry_id":41,"field1":"015.44","field2":"015.44","field3":"015.44"},
{"created_at":"2021-05-02T17:17:21Z","entry_id":42,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:18:00Z","entry_id":43,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:18:38Z","entry_id":44,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:19:17Z","entry_id":45,"field1":"015.31","field2":"015.31","field3":"015.31"},
{"created_at":"2021-05-02T17:19:56Z","entry_id":46,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:20:34Z","entry_id":47,"field1":"015.31","field2":"015.31","field3":"015.31"},
{"created_at":"2021-05-02T17:21:13Z","entry_id":48,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:21:52Z","entry_id":49,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:22:30Z","entry_id":50,"field1":"015.38","field2":"015.38","field3":"015.38"},
{"created_at":"2021-05-02T17:24:53Z","entry_id":51,"field1":"015.38","field2":"00.00","field3":"00.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:26:36Z","entry_id":52,"field1":"015.38","field2":"00.00","field3":"00.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:28:51Z","entry_id":53,"field1":"015.38","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:30:04Z","entry_id":54,"field1":"015.44","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:31:25Z","entry_id":55,"field1":"022.19","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:32:03Z","entry_id":56,"field1":"020.75","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:33:22Z","entry_id":57,"field1":"018.94","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:34:02Z","entry_id":58,"field1":"018.31","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:34:42Z","entry_id":59,"field1":"017.81","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:35:22Z","entry_id":60,"field1":"017.44","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:36:02Z","entry_id":61,"field1":"017.13","field2":"00.00","field3":"054.00"},
{"created_at":"2021-05-02T17:36:41Z","entry_id":62,"field1":"016.88","field2":"00.00","field3":"054.00"}]

```

Exportación de datos en formato xml Figura 48 es el formato más amigable ya que permite visualizar los datos de manera ordenada y entendible dando a conocer de manera más específica cada uno de los parámetros.

**Figura 48**

*Exportación de datos xml*

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes" ?>
<channel>
  <id type="integer">1370047</id>
  <name>PARROQUIA CANCHAGUA</name>
  <latitude type="decimal">0.0</latitude>
  <longitude type="decimal">0.0</longitude>
  <field1>TEMPERATURA</field1>
  <field2>POTENCIAL DE HIDROGENO</field2>
  <field3>TURBIDEZ DEL AGUA</field3>
  <created-at type="dateTime">2021-04-24T12:34:46Z</created-at>
  <updated-at type="dateTime">2021-05-02T16:48:26Z</updated-at>
  <last-entry-id type="integer">137</last-entry-id>
  <feeds type="array">
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:14:08Z</created-at>
      <entry-id type="integer">38</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:14:46Z</created-at>
      <entry-id type="integer">39</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:15:25Z</created-at>
      <entry-id type="integer">40</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:16:43Z</created-at>
      <entry-id type="integer">41</entry-id>
      <field1>015.44</field1>
      <field2>015.44</field2>
      <field3>015.44</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:17:21Z</created-at>
      <entry-id type="integer">42</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:18:00Z</created-at>
      <entry-id type="integer">43</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:18:38Z</created-at>
      <entry-id type="integer">44</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:19:17Z</created-at>
      <entry-id type="integer">45</entry-id>
      <field1>015.31</field1>
      <field2>015.31</field2>
      <field3>015.31</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:19:56Z</created-at>
      <entry-id type="integer">46</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:20:34Z</created-at>
      <entry-id type="integer">47</entry-id>
      <field1>015.31</field1>
      <field2>015.31</field2>
      <field3>015.31</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:21:13Z</created-at>
      <entry-id type="integer">48</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:21:52Z</created-at>
      <entry-id type="integer">49</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:22:30Z</created-at>
      <entry-id type="integer">50</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>015.38</field2>
      <field3>015.38</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:24:53Z</created-at>
      <entry-id type="integer">51</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>00.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:26:36Z</created-at>
      <entry-id type="integer">52</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>00.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:28:51Z</created-at>
      <entry-id type="integer">53</entry-id>
      <field1>015.38</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:30:04Z</created-at>
      <entry-id type="integer">54</entry-id>
      <field1>015.44</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:31:25Z</created-at>
      <entry-id type="integer">55</entry-id>
      <field1>022.19</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:32:03Z</created-at>
      <entry-id type="integer">56</entry-id>
      <field1>020.75</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:33:22Z</created-at>
      <entry-id type="integer">57</entry-id>
      <field1>018.94</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:34:02Z</created-at>
      <entry-id type="integer">58</entry-id>
      <field1>018.31</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:34:42Z</created-at>
      <entry-id type="integer">59</entry-id>
      <field1>017.81</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:35:22Z</created-at>
      <entry-id type="integer">60</entry-id>
      <field1>017.44</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:36:02Z</created-at>
      <entry-id type="integer">61</entry-id>
      <field1>017.13</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
    <feed>
      <created-at type="dateTime">2021-05-02T17:36:41Z</created-at>
      <entry-id type="integer">62</entry-id>
      <field1>016.88</field1>
      <field2>00.00</field2>
      <field3>054.00</field3>
    </feed>
  </feeds>
</channel>

```

Datos obtenidos Figura 49, formato de archivo más conocido, es en forma de tabla y a la vez un formato en orden que visualiza de manera detallada la fecha y cada uno de los parámetros.

## Figura 49

Exportación de datos csv

#	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Created	try_id	field1	field2	field3			
2	2021-05-02 1	39	15.38	15.38	15.38			
3	2021-05-02 1	40	15.38	15.38	15.38			
4	2021-05-02 1	41	15.44	15.44	15.44			
5	2021-05-02 1	42	15.38	15.38	15.38			
6	2021-05-02 1	43	15.38	15.38	15.38			
7	2021-05-02 1	44	15.38	15.38	15.38			
8	2021-05-02 1	45	15.31	15.31	15.31			
9	2021-05-02 1	46	15.38	15.38	15.38			
10	2021-05-02 1	47	15.31	15.31	15.31			
11	2021-05-02 1	48	15.38	15.38	15.38			
12	2021-05-02 1	49	15.38	15.38	15.38			
13	2021-05-02 1	50	15.38	15.38	15.38			
14	2021-05-02 1	51	15.38	0	0			
15	2021-05-02 1	52	15.38	0	0			
16	2021-05-02 1	53	15.38	0	54			
17	2021-05-02 1	54	15.44	0	54			
18	2021-05-02 1	55	22.19	0	54			
19	2021-05-02 1	56	20.75	0	54			
20	2021-05-02 1	57	18.94	0	54			
21	2021-05-02 1	58	18.31	0	54			
22	2021-05-02 1	59	17.81	0	54			
23	2021-05-02 1	60	17.44	0	54			
24	2021-05-02 1	61	17.13	0	54			
25	2021-05-02 1	62	16.88	0	54			
26	2021-05-02 1	63	15.94	0	0			
27	2021-05-02 1	64	15.88	0	0			
28	2021-05-02 1	65	15.75	0	0			
29	2021-05-02 1	66	15.69	0	0			
30	2021-05-02 1	67	15.63	0	0			

## Capítulo IV

### 4. Conclusiones y Recomendaciones.

#### 4.1. Conclusiones

- Se realizó una investigación y análisis de los parámetros considerados para garantizar la calidad del agua según el estándar NTE INEN 1108:2011, con lo cual se logró establecer los requerimientos mínimos que son temperatura, turbidez y potencial de hidrógeno como parámetros principales que debe cumplir el sistema de monitoreo planteado.
- Se implementó un sistema de monitoreo de calidad de agua que consta de un sistema electrónico de adquisición de variables mediante una placa de Arduino y sensores de temperatura, pH y turbidez, un sistema de comunicación inalámbrico mediante un módulo GPRS y una aplicación móvil como interfaz de visualización y control del sistema.
- Se realizaron las pruebas de funcionamiento las mismas que indican que la temperatura es variable sin embargo la turbidez y potencial de hidrógeno son constantes dentro de los parámetros considerados para el agua de consumo sin embargo no se cumplen los requerimientos mínimos para ser agua potable.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Revisar y anexar medidas de cloro hierro y dureza para tener un monitoreo más exacto de la calidad de agua.
- Realizar mantenimientos preventivos del sistema periódicamente para garantizar el correcto funcionamiento del módulo electrónico y la correcta visualización de datos.
- Mantener activo el plan de datos para mantener la comunicación
- Si se cambia de operador móvil realizar los cambios de APN para obtención de red dentro de las tarjetas electrónicas.

## Bibliografía

Cristhian Román-Herrera, D. L.-M. (2016). *CONSTRUCCIÓN CON TECNOLOGÍA ABIERTA DE UN SENSOR DE TURBIDEZ DE BAJO COSTO*. QUITO.

Florido, M. (14 de 02 de 2020). *Marketing and Web*. Recuperado el 24 de junio de 2021, de <https://www.marketingandweb.es/marketing/como-crear-una-app/>

Fortuno, A. G. (2012). *Desarrollo e implementacion de una red de sensores Zigbee mediante el dispositivo Xbee de Digi*. Valencia.

Foundation Raspberry PI. (2017). *Definicion Raspberry PI*.

GAD PARROQUIAL. (2019). *Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural Canchagua*. Recuperado el 19 de febrero de 2020, de <http://canchagua.gob.ec/cotopaxi/?p=265>

GmbH & CoKG. (2020). *CONRAD*. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de <https://www.conrad.com/p/raspberry-pi-4-b-4-gb-4-x-15-ghz-raspberry-pi-2138865>

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA CANCHAGUA. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de [http://canchagua.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2017/01/ACTUALIZACION-PD-y-OT\\_-FINAL-CANCHA..pdf](http://canchagua.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2017/01/ACTUALIZACION-PD-y-OT_-FINAL-CANCHA..pdf)

Gudino, M. (2021). *Arduino Uno vs. Mega vs. Micro*. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/arduino-uno-vs-mega-vs-micro>

HERNANDEZ, L. F. (2017). *TUTORIAL PARA DISEÑO Y CONFIGURACION DE REDES WLAN CONSIDERANDO EL ESTANDAR 802.11n*. Bogota .

Ivanoe, T. P. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL Y REGISTRO DE TEMPERATURA A TRAVÉS DE LA*

*COMUNICACIÓN ENTRE LOS SENSORES INTELIGENTES DS18B20 Y SU PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ONE-WIRE, ENTRE UNA TARJETA MAESTRA Y ESCLAVO REALIZADOS POR MÓDULOS INALÁMBR. GUAYAQUIL.*

Jaen.com. (21 de 08 de 2017). *Creadores web de aplicaciones móviles*. Recuperado el 24 de junio de 2021, de <https://www.horajaen.com/2021/03/29/los-mejores-creadores-web-para-aplicaciones-moviles-sin-tener-que-escribir-una-sola-linea-de-codigo/>

Lescano, F. (2011). *SISTEMA DE COMUNICACIÓN UTILIZANDO TECNOLOGÍA WIRELESS PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE COMUNICACIÓN EN LAS ZONAS COMERCIALES DE LOS CANTONES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. . Ambato.

MCI electronics. (2010). *ARDUINO.cl*. Recuperado el 14 de junio de 2021, de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>

Montenegro Farfán, A. (Noviembre de 2016). *Desarrollo de un sistema de monitoreo de la calidad del agua utilizando sensores capacitivos de bajo costo*.

Recuperado el 20 de enero de 2020, de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21188/FarfanMontenegroAlejandro2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NTE INEN 1108. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de

<https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocin/index/asoc/HASH01a4.dir/doc.pdf>

Ortiz Sandoval, M. A. (2018). Recuperado el 12 de febrero de 2020, de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22853/1/Trabajo%20de%20Grado.pdf>

pH. (2021 de agosto de 2021). *Significados.com*. Recuperado el 20 de mayo de 2021, de <https://www.significados.com/ph/>

- Pradillo, B. (12 de 09 de 2016). *iagua*. Recuperado el 18 de mayo de 2021, de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Pradillo, B. (12 de Septiembre de 2016). *Smart Water*. Recuperado el 19 de mayo de 2021, de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Rivas, P. (18 de febrero de 2015). *EL COMERCIO*. Recuperado el 12 de julio de 2020, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito-contaminacion-rios-aguas->
- Salazar, J. (2016). *Redes Inalambricas*. Technická 2, Praha 6, Czech Republic: TechPedia .
- Salazar, J. (23 de julio de 2020). *Redes Inalámbricas*. Recuperado el 21 de mayo de 2021, de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01\\_R\\_ES.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf)
- SALAZAR, M. J. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE SENSORES INTELIGENTES, CON NODOS ROBOTIZADOS PARA LA SUPERVISIÓN EN LÍNEA DEL ECOSISTEMA Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA PRESENTE EN LAGOS Y LAGUNAS*. Riobamba.
- Stallings, W. (2005). *Wireless Communications and Networks*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.