



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**TEMA  
PROTOTIPO DE UN SISTEMA PURIFICADOR DEL  
AGUA BASADO EN ENERGÍA RENOVABLE  
MEDIANTE ARDUINO**

**AUTOR  
CANDO GUAMÁN OLMES FABIÁN**

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
ING. COM. SÁNCHEZ DELGADO MARIO ALFREDO, MBA**

**2017  
GUAYAQUIL – ECUADOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio Intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

**CANDO GUAMÁN OLMES FABIÁN**

**C.C. 0929173037**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme sus bendiciones salud y bienestar, a mis padres, por proporcionarme la educación y lecciones de vida, a mis tutores Ing. Mario

Sánchez e Ing. Neiser Ortiz, que sin su colaboración, sabiduría y conocimiento no hubiese sido posible realizar este proyecto, a mis compañeros de clase con los, que he vivido bellos momentos y a todos aquellos, que siguen estando cerca de mí y que le regalan a mi vida algo de ellos.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por estar conmigo cada día dándome fuerzas e iluminando mi mente y camino, a mi padre por enseñarme que con esfuerzo, constancia y trabajo se puede lograr alcanzar los sueños y a mi madre, por confiar en mis decisiones e inculcarme valores morales, a ella quien me impulsa a seguir luchando.

## ÍNDICE GENERAL

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
	INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I EL PROBLEMA

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.1	Descripción de la situación del problema	3
1.1.2	Formulación del problema	5
1.1.3	Sistematización del problema	5
1.2	Objetivos de la investigación	6
1.2.1	Objetivo general	6
1.2.2	Objetivos específicos	6
1.3	Justificación	6
1.3.1	Justificación del problema	6
1.4	Delimitación del problema	7
1.5	Hipótesis o premisas de investigación	8
1.6	Operacionalización	8
1.6.1	Operacionalización de las variables	8

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1	Antecedentes de la investigación	12
2.2	Marco teórico	13
2.2.1	Principio de la electrólisis	13
2.2.1.1	Iones	15

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.1.2	Carga eléctrica negativa	15
2.2.1.3	Aniones o ánodo	16
2.2.1.4	Carga eléctrica positiva	16
2.2.1.5	Cationes o cátodo	16
2.2.2	Leyes de Faraday de la electrólisis	16
2.2.3	Teoría de la ionización	17
2.2.4	Ionización del agua	18
2.2.5	Electrólisis del agua	18
2.3	Marco contextual	19
2.3.1	Ubicación y contextualización de la problemática	19
2.3.2	Situación actual	20
2.4	Marco conceptual	20
2.4.1	Sistema	20
2.4.2	Purificación del agua	21
2.4.3	Sistema de purificación del agua	22
2.4.4	Componentes y software del sistema	23
2.4.4.1	Fuente de energía	23
2.4.4.2	Fuente de almacenamiento de energía eléctrica.	26
2.4.4.3	Filtro de carbono activado	27
2.4.4.4	Arduino uno	28
2.4.4.5	Módulo relay	31
2.4.4.6	Módulo Bluetooth HC-06	32
2.4.4.7	Bomba de agua	33
2.4.4.8	Transistor LM7805	35
2.4.4.9	Resistencia	36
2.4.4.10	Sensores.	37
2.4.4.10.1	Sensor de temperatura	38
2.4.4.10.2	Sensor de turbidez	39
2.4.4.11	Cables jumpers	41
2.4.4.12	Protoboard	42
2.4.4.13	Sistema Android	43

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.4.4.14	Aplicación móvil (App)	44
2.4.4.15	App inventor	45
2.5	Marco legal	45
2.5.1	Concordancias	46

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Diseño de la investigación	47
3.1.1	Enfoque de la investigación	47
3.2	Modalidad de la investigación	48
3.3	Tipos e instrumentos de la investigación	49
3.3.1	Tipos de investigación	49
3.3.1.1	Investigación de campo	50
3.3.1.2	Investigación descriptiva	50
3.3.2	Método de investigación	51
3.3.2.1	Método deductivo	51
3.4	Variable de la investigación	52
3.5	Tipos de variables a medir en la investigación	52
3.5.1	Variable independiente	53
3.5.2	Variable dependiente	53
3.6	Población y muestra	53
3.6.1	Población	53
3.6.2	Recolección de datos	54
3.7	Análisis e interpretación de datos	55

### **CAPÍTULO IV PROPUESTA**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1	Desarrollo	66
4.1.1	Diseño esquemático del prototipo	66

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1.2	Procesos de funcionamiento	67
4.1.2.1	Etapa de energización	67
4.1.2.1.1	Circuito regulador de voltaje	68
4.1.2.2	Etapa de comunicación	69
4.1.2.3	Etapa de reposo e inicio	70
4.1.2.4	Etapa de purificación	71
4.1.2.5	Etapa de filtración	72
4.1.2.6	Etapa de comprobación	73
4.1.3	Evaluación de componentes	75
4.1.3.1	Hardware de procesamiento	75
4.1.3.2	Módulo de comunicación	76
4.1.3.3	Fuente de Energización	77
4.1.4	Diseño o Modelado 3D del prototipo	78
4.1.5	Diseño de la interfaz de control	80
4.1.6	Desarrollo del prototipo	82
4.1.7	Interconexión del módulo bluetooth con la aplicación	82
4.1.8	Cálculos y medición del sistema	85
4.1.8.1	Tiempo de carga de la batería	85
4.1.8.2	Tiempo de descarga de la batería	85
4.1.8.3	Energía generada por el panel solar	86
4.1.8.4	Potencia del panel solar	87
4.1.8.5	Consumo del sistema	87
4.1.9	Prueba e interpretación de resultados	88
4.1.9.1	Medición de Temperatura	88
4.1.9.2	Medición de Turbidez y pH	89
4.2	Presupuesto	89
4.3	Medición de indicadores	91
4.4	Conclusiones	92
4.5	Recomendaciones	93
	<b>ANEXOS</b>	94
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	108



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Operacionalización de las variables	9
2	Características técnicas del Arduino uno	30
3	Características técnicas del módulo relay	32
4	Características técnicas del módulo bluetooth hc-06	33
5	Características técnicas de la bomba de agua	35
6	Características técnicas del transistor lm7805	36
7	Características técnicas sensor de temperatura	39
8	Características técnicas del sensor de turbidez	41
9	Características técnicas del cable jumper	42
10	Habitantes de la comunidad de santa teresa	54
11	Fuentes de contaminación del agua	55
12	Calidad del agua	56
13	Agua para el consumo	58
14	Enfermedades por el consumo de agua no potable	59
15	Iniciativas de las autoridades	60
16	Frecuencia de enfermedades	62
17	Desinfección del agua	63
18	Aceptación del sistema de purificación	64
19	Tabla comparativa de los microcontroladores Arduino	76
20	Tabla comparativa de módulos bluetooth	77
21	Tabla comparativa de paneles solares	78
22	Presupuesto de gastos del prototipo	90
23	Medición de indicadores	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Lugar de estudio	3
2	Vertiente de la comunidad santa teresa	4
3	Proceso de electroporación de microorganismos	12
4	Mapa conceptual definición de la electrólisis	15
5	Migración electrolítica y deposición de los iones	17
6	Ubicación geográfica de la problemática	19
7	Diagrama de bloques del sistema de purificación	22
8	Fuentes de energía renovable	24
9	Ecuador ante los rayos solares	24
10	Mapa de insolación global en el territorio nacional.	25
11	Panel solar fotovoltaico.	26
12	Batería recargable 12v	27
13	Filtro de carbono activado	28
14	Estructura de la placa Arduino	29
15	Módulo relay Arduino	31
16	Módulo bluetooth hc-06	33
17	Bomba de agua	34
18	Transistor lm7805	35
19	Resistencia de 1k ohm	37
20	Circuito de funcionamiento del sensor de temperatura	38
21	Sensor de turbidez	40
22	Cables jumpers	41
23	Protoboard dividido en regiones	43
24	Logo de la empresa android	44
25	Aplicaciones en teléfonos móviles	44
26	Creación de una aplicación usando editor de bloques	45
27	Fuentes de contaminación del agua	55

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
28	Calidad del agua	57
29	Agua para el consumo	58
30	Enfermedades por el consumo de agua no potable	59
31	Iniciativas de las autoridades	61
32	Frecuencia de enfermedades	62
33	Desinfección del agua	63
34	Aceptación del sistema de purificación	65
35	Diagrama de bloques del prototipo	67
36	Diagrama de la etapa de energización	67
37	Diagrama de conexión del panel solar	68
38	Diagrama de conexión del circuito regulador	69
39	Diagrama de la etapa de comunicación	70
40	Diagrama de la etapa de reposo o inicio	70
41	Circuito controlador bomba de la etapa de reposo	71
42	Diagrama de la etapa de purificación	71
43	Diagrama de conexión del sensor de temperatura	72
44	Diagrama de la etapa de filtración	73
45	Diagrama de la etapa de comprobación	73
46	Conexión del controlador de las bombas y sensor	74
47	Modelado 3d del prototipo	79
48	Medidas del modelado 3d del prototipo	79
49	Pantalla de inicio de la aplicación	80
50	Pantalla de control	81
51	Diagrama de conexión del módulo bluetooth hc-06	82
52	Código de para el envío de datos	83
53	Emparejamiento con el modulo bluetooth hc-06	83
54	Comprobación de envío y recepción de datos	84
55	Prueba de conexión de la aplicación	84
56	Diagrama de conexión de los paneles en paralelo	86
57	Medición de la temperatura del agua	88
58	Medición de la turbidez y pH del agua	89

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Construcción del prototipo	95
2	Código Arduino detallado	98
3	Código app inventor	99
4	Código Arduino compilado	100
5	Encuestas	104
6	Recolección de datos	107

## ABREVIATURAS

°C	Grados Celsius.
A	Amperio.
App	Aplicación.
Art	Artículo.
cm	Centímetros.
COM	Comercial.
DC	Corriente directa.
E/S	Entrada y Salida.
EXA	Agencia espacial civil ecuatoriana.
GHZ	Gigahercio.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global.
H+	Ión de hidrógeno con carga positiva es el ion hidruro.
H3O+	Hidronio es el catión presencia de cationes de hidrógeno H+
HO-	Ión oxidrilo o hidroxilo
INEC	Institución nacional de estadísticas y censos.
Ing	Ingeniero.
Kb	Kilobyte.
l/h	Medida de litros sobre horas.
mA	Miliamperios.
MHZ	Megahercio.
mm	Milímetros.
OH	Grupo formado por un átomo de oxígeno y otro de hidrógeno
Ohm	Unidad de resistencia eléctrica del Sistema Internacional.
OMS	Organización mundial de la salud.
pH	Medida de acidez o alcalinidad.
PWM	Modulación por ancho de pulsos (Pulse Width Modulation).
VDC	Voltaje de corriente directa.
W	Watts.

**AUTOR: CANDO GUAMÁN OLMES FABIÁN.**  
**TÍTULO: PROTOTIPO DE UN SISTEMA PURIFICADOR DEL AGUA  
BASADO EN ENERGÍA RENOVABLE MEDIANTE  
ARDUINO.**  
**DIRECTOR: ING. COM. SÁNCHEZ DELGADO MARIO ALFREDO, MBA.**

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la comunidad Santa Teresita de la provincia Bolívar durante el periodo comprendido a los meses de mayo a octubre del 2017, donde se encontró una problemática debido a la no potabilización del agua, del cual nace el propósito de investigar y encontrar una solución factible para su potabilización. La solución consistió en desarrollar un prototipo purificador del agua basado en energía renovable mediante Arduino, para ello fue necesario diseñar un esquema del sistema de purificación, luego evaluar mediante una tabla comparativa los elementos factibles para la construcción. El estudio se justifica por generar beneficios a la comunidad preservando la salud de los habitantes mejorando la calidad de vida y reduciendo enfermedades infecciosas causadas por el consumo del agua no potable. La investigación se sostiene por medio de la teoría de la ley del electrólisis de Faraday donde define a la electrólisis como una reacción no espontánea provocada por el paso de corriente eléctrica, a través de una solución química. A partir de aquello el físico Svante Arrhenius postuló que cuando los electrólitos se disuelven en agua son dispersados por esta, no solo en moléculas separadas, sino también en iones de carga positiva y negativa. Desde este punto da inicio a la electrolisis del agua mediante el cual descompone el agua en sus componentes oxígeno e hidrógeno con la ayuda de un elemento conductor, la plata el cual actúa obstruyendo la respiración celular de los microorganismos, evitando el crecimiento y reproducción de estos.

**PALABRAS CLAVES:** Purificador, Energía, Arduino, Agua, Sistema y Prototipo.

**AUTHOR: CANDO GUAMÁN OLMES FABIÁN.**  
**TITLE: PROTOTIPO DE UN SISTEMA PURIFICADOR DEL AGUA  
BASADO EN ENERGÍA RENOVABLE MEDIANTE  
ARDUINO.**  
**DIRECTOR: CE. SÁNCHEZ DELGADO MARIO ALFREDO, MBA.**

### **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in Santa Teresa community of the province of Bolívar during the period from May to October of 2017, where a problem was found due to the non potabilization of water, which was the purpose of investigating and finding a feasible solution. The solution was to develop a prototype water purifier based on renewable energy using arduino (automatic micro controller), for it was necessary to design a purification system scheme, then it's necessary evaluation through a comparative chart the feasible elements for the construction. The study is justified to generate benefits to the community Santa Teresa preserving the inhabitant's health, improving the quality of life and reducing infectious diseases caused by the consumption of non-treated water. The research is supported by Faraday's theory of electrolysis law which it defines electrolysis as a non-spontaneous reaction caused by the passage of electric current, through a chemical solution. From that, the physicist Svante Arrhenius postulates that when the electrolytes dissolve in water they are dispersed by it, not only in separate molecules, but also in positively and negatively charged ions. From this point the electrolysis of water is initiated, by which the water is decomposed in its oxygen and hydrogen components with the help of a conducting element, which acts to obstruct the cellular respiration of microorganisms, preventing their growth and reproduction.

**KEY WORDS:** Purifier, Energy, Arduino, Water, System and Prototype.

**Cando Guamán Olmes Fabián**  
**C.C.0941014581**

**CE. Sánchez Delgado Mario Alfredo, MBA.**  
**Director of Work**

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la tecnología se ha establecido en un componente importante en la vida cotidiana del ser humano, por sus frecuentes aportes a la humanidad, facilitando la búsqueda continua de soluciones; en este caso disminuir el índice de enfermedades como cólera, gastroenteritis, hepatitis, etc.

La presente investigación se refiere al proceso de construcción de un prototipo purificador del agua basado en energía renovable mediante Arduino, en el cual purifica el agua por electrólisis, que se define como la separación de compuestos por medio de la electricidad, en este proceso se conectan dos electrodos uno llamado cátodo con carga negativa (-) y otro conocido como ánodo con carga positiva (+).

La característica de este prototipo es la incorporación de paneles fotovoltaicos, mediante este se aprovecha los rayos electromagnéticos provenientes del sol y junto a otros componentes permitir convertir la energía natural en energía eléctrica para alimentar el sistema de purificación.

Para analizar esta problemática es inevitable referirse a las posibles causas; del problema, una de ellas, la falta de compromiso de las autoridades para construir una estación de desinfección del agua, ya que por medio de esto mejoraría la calidad de vida de las personas que residen en la comunidad.

Por medio de este proyecto se espera impulsar el uso de tecnologías de tal manera facilitar la habitabilidad de las personas de la comunidad Santa Teresa de la Provincia Bolívar.

En el Capítulo I describe el planteamiento del problema en el que

describe la situación actual de la comunidad con respecto al agua mediante el cual se formula el problema a resolver, se define el objetivo general y específicos a alcanzar, la delimitación, hipótesis y operacionalización de las variables que intervendrán en el desarrollo del proyecto de investigación.

En el Capítulo II detalla los antecedentes de la investigación, el marco teórico, sobre qué teorías se está basando la propuesta del proyecto de investigación, dentro de este también se conceptualiza los componentes a utilizarse en la implementación y posteriormente analizar bajo que fundamentos, artículos, leyes u ordenanzas se realiza la investigación.

En el Capítulo III explica la metodología a usarse en el proyecto de investigación detallando el diseño, enfoque, modalidad de la investigación así mismo los tipos de investigación, métodos, instrumentos de recolección de datos y variables, finalizando con la recolección, interpretación y análisis de datos a través de encuestas.

En el capítulo IV se analiza e interpreta los resultados de la implementación del prototipo, donde se lleva acabo el diseño esquemático, evaluación de componentes, modelado 3D, diseño de interfaz de control y elaboración del prototipo. Finalmente, se describe las recomendaciones y conclusiones para trabajos futuros.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

##### **1.1.1 Descripción de la situación del problema**

En la comunidad Santa Teresa de la Provincia Bolívar desde el año 1984 hasta la actualidad no disponen de agua potabilizada, la cual no está apta para el consumo humano y genera enfermedades.

#### **FIGURA N° 1 LUGAR DE ESTUDIO**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado Por: Cando Guamán Olmes

Santa Teresa es una comunidad ubicada en el cantón Chillanes de la Provincia de Bolívar, Ecuador. Para describir el problema se toma como experiencia la visita al sector donde se observó que el agua se obtiene de

una vertiente subterránea ubicada a 122 metros del sector.

**FIGURA N° 2**  
**VERTIENTE DE LA COMUNIDAD SANTA TERESA**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

El agua se abastece por medio de tuberías conectadas a la vertiente, mediante el cual es distribuida a los hogares, cabe recalcar que esta agua no es purificada no pasa por ningún filtro de seguridad para el consumo.

Las posibles causas:

1. La falta de compromiso de las autoridades para potabilizar el agua.
2. No existe la unión de la comunidad para dar una solución al problema.
3. La falta de limpieza dentro del repositorio la cual genera suciedad.
4. La falta de mantenimiento de las tuberías que llevan el agua a los hogares.
5. La filtración de aguas lluvias por los orificios del repositorio.

Efectos perjudiciales de la no potabilización del agua:

1. Enfermedades transferidas por la contaminación del agua tales como: Cólera, gastroenteritis, hepatitis, etc.
2. Muerte de personas y animales al consumir o abastecerse de agua contaminada por sustancias químicas.
3. Gasto monetario para cubrir medicación o tratamiento de enfermedades causadas por consumir agua contaminada.

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿Cómo reducir el índice de enfermedades causadas por el consumo de agua no potable en la comunidad Santa Teresa de la Provincia Bolívar?.

### **1.1.3 Sistematización del problema**

1. ¿Mediante que software se realizará el diseño esquemático del sistema de purificación del agua?.
2. ¿Cómo se evaluarán los elementos o piezas para el funcionamiento del prototipo?.
3. ¿Qué elemento o pieza permitirá la interconexión inalámbrica entre el sistema de purificación y un dispositivo móvil?.
4. ¿Cómo se garantizará la pureza del agua para el consumo humano?.
5. ¿Cuál sería la solución para ayudar a resolver el déficit de agua potable en el sector?.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Desarrollar el prototipo de un sistema automatizado de purificación del agua basado en energía renovable mediante el uso de la placa Arduino.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Diseñar el esquema del sistema de purificación del agua basado en energía renovable.
2. Evaluar mediante una tabla comparativa sobre cuáles serían los elementos factibles para la construcción del prototipo.
3. Interconectar el módulo bluetooth con el software mediante conexión inalámbrica.
4. Desarrollar un proceso de comprobación en la etapa final para garantizar su consumo.
5. Construir el prototipo global del sistema de purificación del agua basado en energía renovable.

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Justificación del problema**

El impacto de la población sobre los sistemas ecológicos del planeta es más visible en los últimos años, poniendo de manifiesto la estrecha relación que hay entre los índices de contaminación del ambiente y la salud de los habitantes. Según Bofill-Mas (2012), en la revista Española de Salud

Pública indica que: Las enfermedades infecciosas simbolizan un gran peligro y son las principales causas de muerte en niños, jóvenes y adultos.

Según datos obtenidos de la OMS (2015), sostuvo que cerca de 4000 niños fallecen cada día debido a enfermedades causadas por beber agua no potable por la incapacidad de efectuar una higiene apropiada, de 2 a 5 millones de individuos fallecen al año por enfermedades de diarrea por consumir agua contaminada y 300.000 personas fallecen por contagios basados por contacto con agua no potable.

El motivo que llevó a esta investigación fue preservar la salud de las personas, ya que debido a la no potabilización del agua se ha visto el crecimiento de enfermedades infecciosas, así el presente proyecto fue pensado para mejorar la calidad de vida de las personas, generando un cambio en el desarrollo de la comunidad, ofreciendo seguridad al consumir agua, creando un bienestar económico ya que se reduciría el gasto económico de tratamientos y medicaciones; y con mayor importancia disminuiría el índice de enfermedades.

#### **1.4 Delimitación del problema**

Por medio de esta investigación se planea construir un sistema de purificación del agua basado en energía renovable mediante el uso de Arduino, este sistema tiene la ventaja de usar hardware y software libre no muy costosos y accesibles para dicho proyecto.

El sistema realiza la purificación mediante la aplicación de corriente eléctrica controlado por la placa Arduino uno, para asegurar la purificación en la etapa final se agrega una comprobación, mediante el cual acreditará, si el agua se encuentra limpia, caso contrario vuelve a realizar el proceso de purificación hasta encontrar la pureza del agua. Lo nuevo que aporta este sistema es el uso de un módulo Bluetooth (Redes Inalámbricas de

Área Personal), combinado con la creación de una aplicación (App.) que servirá como interfaz de control, esta combinación tiene como propósito controlar el proceso de purificación mediante el uso de un teléfono móvil.

En el proceso de construcción del prototipo involucra el uso de bombas de agua, módulo bluetooth, sensor de turbidez y mini motor DC; además de una interfaz de control, manipulado por un dispositivo móvil. Las pruebas a realizarse serán al agua extraída directamente de la llave, una vez que se haya pasado por las etapas de diseño, evaluación de componentes, comprobación de procesos y desarrollo del prototipo. Cuyo periodo comprende en el mes de octubre del 2017.

## **1.5 Hipótesis o premisas de investigación**

Si el sistema de purificación cumple con los requisitos mínimos para su funcionamiento y control del proceso de purificación, significa que la purificación del agua resultará con éxito sin ningún tipo de problema, adicional se mejorará el proceso mediante una comprobación de turbidez para asegurar la pureza del agua.

## **1.6 Operacionalización**

### **1.6.1 Operacionalización de las variables**

Según Almedia (2017), define que: Las variables representan aspectos relevantes de los fenómenos, es importante saber individualizarlas y utilizarlas adecuadamente en la investigación. Es necesaria la puesta en funcionamiento inicial de los conceptos formulados para predecir los datos de manera correcta para las operaciones de recogida de datos, de análisis e interpretación.

En este proceso se descomponen las variables que conforman el

tema de investigación, partiendo desde la variable independiente en este caso la “placa Arduino” y su variable dependiente “agua purificada” la cual depende de un proceso controlado para obtener un resultado preciso.

En la tabla No.1 se muestra la operacionalización de las variables del cual se hace estudio, análisis e interpretación:

**TABLA N° 1**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
Placa arduino	Hardware de libre acceso (open source)	Tipos de placa Arduino	Cantidad de salidas digitales.
			Voltaje operativo.
			Voltajes límites de entrada.
Agua purificada	Agua apta para el consumo humano.	Procesos para purificar el agua	Eliminación de microorganismos.
			Estabilización del nivel de pH.
			Proceso de comprobación.

Fuente: Investigación Directa  
Elaborado Por: Cando Guamán Olmes

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Según Waleska Silveira & Gesinaldo Ataíde (2014), expone que: La necesidad de agua varía con la cultura, la geografía, el tipo de comunidad y la estación del año. Las disponibilidades de agua dulce en la naturaleza están limitadas por el alto costo de su obtención en las formas menos convencionales, como es el caso del agua de mar y de las aguas subterráneas. Debe ser, por lo tanto, de la mayor prioridad, la preservación, el control y la utilización racional de las aguas dulces superficiales.

La buena gestión del agua debe ser objeto de un plan que contemple los múltiples usos de ese recurso, desarrollando y perfeccionando las técnicas de utilización, tratamiento y recuperación de los manantiales como recursos que brinda la naturaleza. La contaminación de las aguas es generada principalmente por contaminantes orgánicos biodegradables, nutrientes y bacterias, sustancias agrícola contaminantes provenientes de fertilizantes, defensivos agrícolas, heces de animales y material en suspensión.

El origen de esta tesis es encontrar respuesta a la siguiente pregunta ¿Cómo reducir el índice de enfermedades causadas por el consumo de agua no potable en la comunidad Santa Teresa? La opción que se ha escogido es purificar el agua, mediante la construcción de un prototipo usando la placa Arduino y otros elementos necesarios para su desarrollo, en el cual tiene como propósito ayudar al desarrollo de la comunidad aportando una comprensión de lo que representa la tecnología.

Partiendo de esta situación se realiza una investigación en búsqueda de un método de eliminación de microorganismos del agua, que puedan afectar la salud humana. Existen varios métodos como tratamientos químicos y físicos, como la aplicación a altas temperaturas, cloro, dióxido de cloro hasta los cambios de pH. Dentro de la investigación se encontró un método, para este proyecto de tesis en el que se aplica la ionización para la purificación del agua mediante el uso de metales cobre o plata.

Según describe Pancorbo (2013), las propiedades antibacterianas, antiviricas y desinfectantes de la plata se conocen desde siglos. En la antigüedad en el siglo 19 era de conocimiento común introducir una moneda de plata en la leche, puesto que se conocía el resultado, el cual era que se mantenía en buen estado más tiempo.

La Plata Coloidal era utilizada comúnmente en América a fines de 1800 a 1938 y se prescribía para una gran variedad de enfermedades e infecciones. En su tiempo no estaba disponible ninguno de los antibióticos que hoy se usan, la plata coloidal era utilizada prácticamente para todo. Pero anteriormente era relativamente caro, como hoy son costosos los antibióticos.

Según De Salvo (2017), define que el término coloide se refiere a sustancias en estado de partículas ultra finas que no se disuelven, pero permanecen en suspensión dispersa en un medio continuo. Esas partículas ultra finas son formadas por algunos átomos o moléculas del material original (plata), pero son tan pequeñas que resultan invisibles a simple vista.

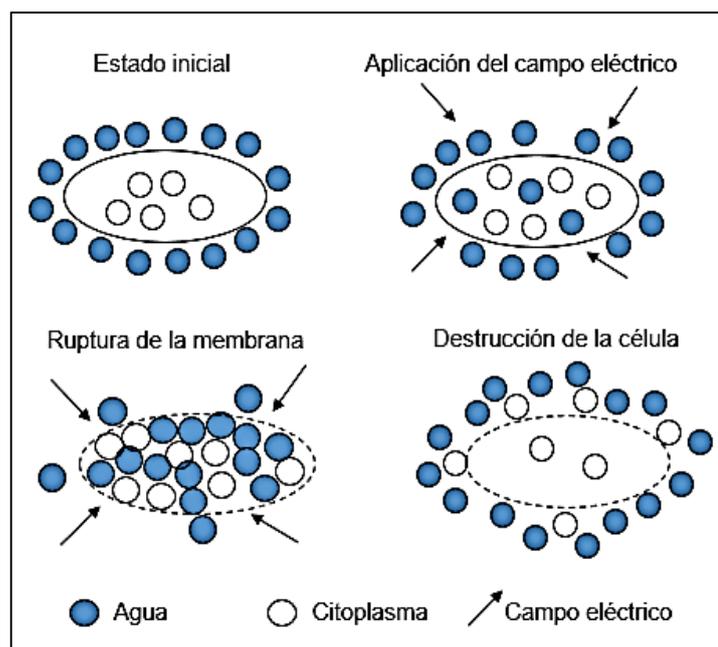
La solución coloidal correctamente producida consta de tres a cinco partes por millón de partículas submicroscópicas de plata, mantenidas en suspenso en agua por una pequeña carga eléctrica que cada partícula posee. La plata coloidal el tamaño de las partículas varía de 0,005 a 0,015

micrones en diámetro (Gómez, 2017).

Los antimicrobianos son compuestos naturales, sintéticos, orgánicos o inorgánicos, que paralizan el aumento de los microorganismos. El resultado de estos depende de medidas como su dosis, tipo de microorganismo y el lugar al cual está expuesto incluyendo los cambios de temperatura, humedad, pH y niveles de oxígeno.

En este caso los iones de plata actúan obstruyendo la respiración celular de los microorganismos, una vez en el interior alteran el sistema enzimático, interfiriendo en su desarrollo metabólico y cambiando su material genético. El efecto es que el microorganismo pierde apresuradamente toda capacidad para desarrollarse y multiplicarse. Por lo tanto, se evita el crecimiento de microorganismos nocivos como la Salmonella, Legionella, Escherichia coli y Staphylococcus aureus, entre otros (Eroski, 2017).

**FIGURA N° 3**  
**PROCESO DE ELECTROPORACIÓN DE MICROORGANISMOS**



Fuente: Conaway Etienne, Cruz Abraham y Valencia Harvey  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Según Jaramillo Cazco (2017), en su tesis sostiene que: La plata fue usada como un bactericida efectivo desde el año 1900, ha sido un apoyo importante en el tratamiento médico. Henry Crooks demostró que la plata coloidal es altamente germicida y al mismo tiempo no tóxica para los humanos. Con  $\text{pH}=6,5$  la concentración segura es de 3 a 5 mg/l.

Investigaciones biomédicas en la Universidad de Washington en St. Louis Missouri (2013), se ha demostrado que ningún organismo causante de enfermedades como microbio, virus o hongo puede vivir más que algunos minutos en presencia de trazos de plata metálica.

Un antibiótico mata quizá media docena de organismos patógenos diferentes, pero la plata mata seiscientos cincuenta y, lo que es más importante los microorganismos no desarrollan resistencia a la plata, como los antibióticos tradicionales que combaten las infecciones bacterianas.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Principio de la electrólisis**

Según Díaz Mora & Sihvenger (2017), el proceso que involucra electricidad y reacciones químicas es la electrólisis. La electrólisis es un fragmento de la electroquímica que experimenta la inversión de la energía eléctrica en energía química, es decir, es todo proceso químico no espontáneo provocado por la corriente eléctrica.

La electrólisis tiene varias aplicaciones industriales en la sociedad actual, siendo los principales productores de algunos compuestos químicos, como el hidrógeno, el cloro y el hidróxido de sodio, extracción y purificación de metales a partir de sus minerales, la protección de metales o aleaciones por deposición de finas capas protectoras para evitar la corrosión, el recubrimiento de objetos con una fina capa de metal son

algunos de los ejemplos más comunes de este proceso, pero en sí la electrólisis también cumple la función de purificar el agua aplicando corriente continua a metales como la plata y cobre, así generando lo que llamamos plata coloidal.

Para entender de donde surgió la electrólisis se nombra a Michael Faraday uno de los grandes personajes en la historia a quien se le acredita descubrimientos dentro de la física y química, el talento de Faraday cubrió varios campos de la ciencia, pero tal vez su aporte con mayor importancia fue cuando formuló la ley de la electrólisis.

A principios del año 1830, inicia sus medidas para relacionar la cantidad de electricidad que atravesaba en una disolución, donde tenía lugar la transformación química con los pesos de sustancias transformadas. De estos estudios procede el término ion, que está tomado del griego y significa “viajero”, y empezó a determinar las hipótesis donde las partículas dotadas de carga eléctrica que se mueven a través de la disolución impulsadas por el campo eléctrico creado por los electrodos (Morales Ortiz & Sánchez Manzanares, 2013).

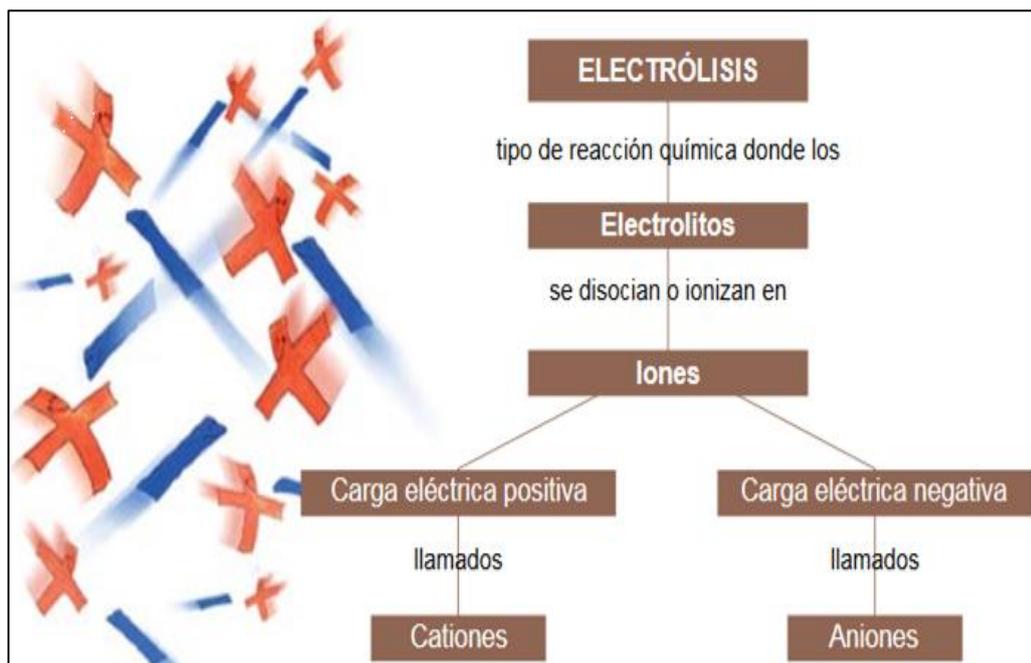
En definición de acuerdo a la ley de Faraday de electrólisis este es un proceso en el que ocurre, mediante el paso de una corriente eléctrica a través de una solución, descomponiendo los compuestos en sus elementos químicos constituyentes.

Las reacciones químicas que ocurren en los electrodos durante la conducción electrolítica constituyen la electrólisis, donde cada ion en el líquido tiende a moverse hacia el electrodo de carga opuesta. Esta migración de cargas iónicas a través del líquido se llama conducción electrolítica (Epec, 2014).

Para que ocurra la electrólisis es necesaria la presencia de iones

libres, los cuales serán descargados durante el proceso. En la electrólisis la corriente eléctrica atraviesa el sistema, descarga los iones y provoca una reacción química (no espontánea) de óxido-reducción donde uno o más electrones se transfieren entre dos elementos químicos

**FIGURA N° 4**  
**MAPA CONCEPTUAL DEFINICIÓN DE LA ELECTRÓLISIS**



Fuente: Empresa Provincial de Energía de Córdoba  
Elaborado por: EPEC

### 2.2.1.1 Iones

Elementos químicos con carga eléctrica positiva (catión) o negativa (anión), que es el resultado de un átomo o grupo de átomos que perdió o ganó electrones, como máximo cada átomo puede perder o ganar 3 electrones (Chang, 2017).

### 2.2.1.2 Carga eléctrica negativa

La carga negativa detalla la etapa de una molécula o átomo que se produce por el exceso de electrones (Serway & Jewett, 2012).

### **2.2.1.3 Aniones o ánodo**

Es un ion que contiene una carga negativa. Cuando el anión migra hacia el electrodo de signo opuesto (Vera, 2017).

### **2.2.1.4 Carga eléctrica positiva**

La carga positiva describe la etapa de una molécula o átomo por pérdida de electrones (Serway & Jewett, 2012).

### **2.2.1.5 Cationes o cátodo**

Es un ion que contiene carga positiva. Cuando el catión migra hacia el electrodo de signo opuesto (Vera, 2017).

## **2.2.2 Leyes de Faraday de la electrólisis**

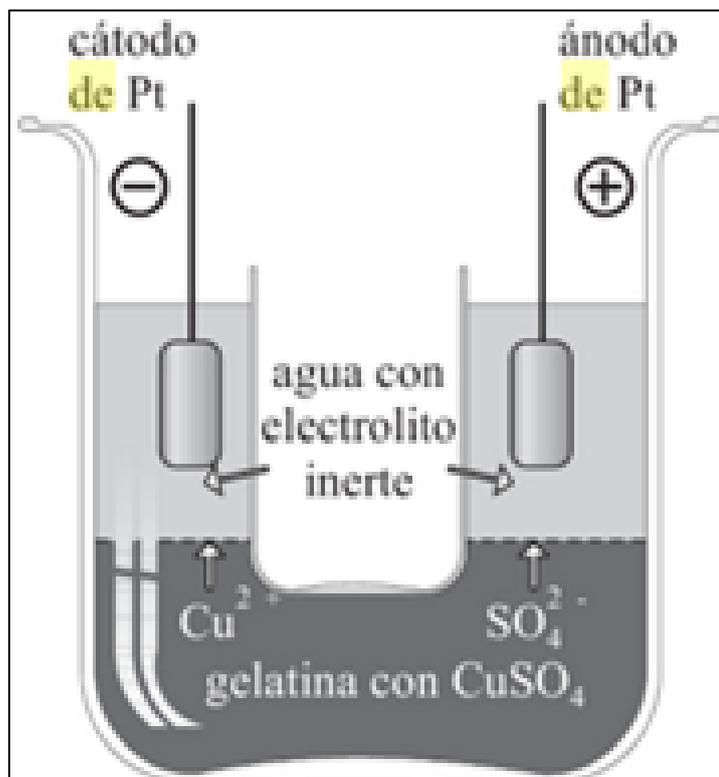
Según Gray & Haight (2015), la electrólisis es la reacción no espontánea provocada por el paso de corriente eléctrica, a través de una solución.

En los procesos electródicos en los que los elementos son únicos productos, Faraday observo que:

1. El peso es un elemento depositado, es proporcional a la cantidad de electricidad que pasa a través de la disolución.
2. Los pesos de diversos elementos depositados por una cantidad dada de electricidad son proporcionales a sus pesos de combinación.

Estas leyes son fáciles de comprobar experimentalmente.

**FIGURA N° 5**  
**MIGRACIÓN ELECTROLÍTICA Y DEPOSICIÓN DE LOS IONES**



Fuente: Principios básicos de química  
 Elaborado por: Harry B. Gray y Gilbert P. Haight

### 2.2.3 Teoría de la ionización

En la década de 1880-1890, un joven estudiante sueco graduado en física, Svante Arrhenius (1859-1927), se encaró con el problema de las disoluciones electrolíticas. Postuló que cuando los electrolitos se disuelven en agua son dispersados por esta, no solo en moléculas separadas, sino también en iones de carga positiva (+) y negativa (-).

Los números totales de cargas positivas y negativas son iguales, lo que produce la electro-neutralidad de la disolución. Pero la separación de iones positivos y negativos les da un cierto grado de independencia. Así pues, cuando se aplica un potencial eléctrico a esta disolución, los iones pueden moverse libremente, los iones positivos al cátodo, y los negativos al ánodo (Gray & Haight, 2014, págs. 3-5).

## 2.2.4 Ionización del agua

Ocurre endotérmicamente debido a las fluctuaciones del campo eléctrico entre moléculas vecinas. La ionización surge a partir de fenómenos naturales como la aplicación de luz solar o energía eléctrica y su efecto es bien conocido desde la antigüedad (Universidad De Santa Catarina, 2017).

Es cuando un ion de hidrogeno se separa de la molécula que forma parte, quedando un anión ( $\text{HO}^-$ ), y pasa a unirse con el átomo de oxígeno de otra molécula, formando un catión ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). El agua no es un líquido químicamente puro, ya que se trata de una solución iónica que de por sí contiene iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  y  $\text{OH}^-$  (Infrared, 2017).

## 2.2.5 Electrólisis del agua

Según Educarchile (2017), comenta que es el proceso mediante el cual es posible descomponer el agua en sus elementos constituyentes oxígeno e hidrógeno mediante el paso de una corriente eléctrica, disocia la molécula del agua en los iones del hidróxido  $\text{OH}^-$  ( $\text{OH}^-$ ) y del Hidrógeno ( $\text{H}^+$ ). El cátodo, siendo el electrodo negativo, es equivalente a un exceso de electrones; En consecuencia, las sustancias en contacto con él tienen la tendencia de ganar electrones (reacciones conocidas como de reducción).

En el caso del agua en contacto con el cátodo, los iones de hidrógeno aceptan electrones, provocando una reacción de reducción, formando en el cátodo lo que llamamos el gas hidrógeno. Entonces se entiende que un electrodo conectado al polo negativo, y otro al polo positivo, permite que cada electrodo se mantenga atraído por los iones de carga opuesta. Así, los iones positivos son atraídos al cátodo, mientras que los iones negativos se desplazan hacia el ánodo.

## 2.3 Marco contextual

### 2.3.1 Ubicación y contextualización de la problemática

El proyecto de investigación se desarrollará en la comunidad Santa Teresa de Provincia Bolívar poniendo como parte de estudio la purificación del agua para consumo humano. El número de habitantes de la comunidad de acuerdo al último censo realizado por parte del INEC (Institución nacional de estadísticas y censos) del año 2010 se obtuvo un número de 20 personas viviendo en el sector (9 hombres y 11 mujeres).

**FIGURA N° 6**  
**UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROBLEMÁTICA**



Fuente: Enciclopedia del Ecuador  
Elaborado por: Ministerio de transporte y obras públicas

### **2.3.2 Situación actual**

La situación actual del sector es desierta ya que ninguna entidad pública se ha acercado a solucionar el problema del agua por lo que es compromiso del estado a través de las municipalidades proveer a la comunidad de agua potable de calidad e idónea para su consumo.

Según el seguro campesino indica que el abastecimiento del agua es realizado directamente del grifo exponiéndose a bacterias como la salmonella causante de gastroenteritis, está ya analizada y encontrada en varios análisis realizados por médicos.

En una consulta inmediata a personas del sector explicaron que las fuentes puntuales de contaminación del agua en la zona se deben a las tuberías y repositorios, ya que estos llevan 5 años sin ningún mantenimiento, por lo tanto, de esta problemática nace la idea de proponer un prototipo para purificar el agua y así ayudar a la comunidad por medio de la tecnología.

## **2.4 Marco conceptual**

### **2.4.1 Sistema**

Según el autor Martín García (2017), en su sitio web dinámica de sistemas define que es un sistema es todo organización para alcanzar un objetivo común donde las partes del sistema funcionan juntas para llegar a este objetivo.

En su libro " Pensar en Sistemas" de Donella Meadows argumenta que el sistema no es ninguna colección antigua de cosas, un sistema es un conjunto articulado de elementos que es coherente y organizado para satisfacer algo.

Como se observó la definición anterior enfatiza que un sistema es la unión de varios elementos. Por otro lado, el autor Roa Suárez (2013), afirma que es un conjunto ordenado de componentes o elementos interrelacionados, interdependientes e interactuantes, que tienen por propósito alcanzar objetivos explícitos de un plan.

#### **2.4.2 Purificación del agua**

El abastecimiento con agua de buena calidad es uno de los factores más importantes para el desarrollo de las sociedades modernas, estando directamente relacionado al control y eliminación de enfermedades, así como a la ampliación de la calidad de vida de las poblaciones. Entonces surge la pregunta ¿Qué métodos o procesos pueden usarse para la purificación del agua?.

El agua es la vida, pero el agua sin tratamiento puede causar enfermedades graves. Como no toda el agua presente en la naturaleza está en condiciones para el consumo inmediato, el agua deberá pasar por un tratamiento hasta que se encuentre en condiciones de consumo y sea catalogada como agua potable.

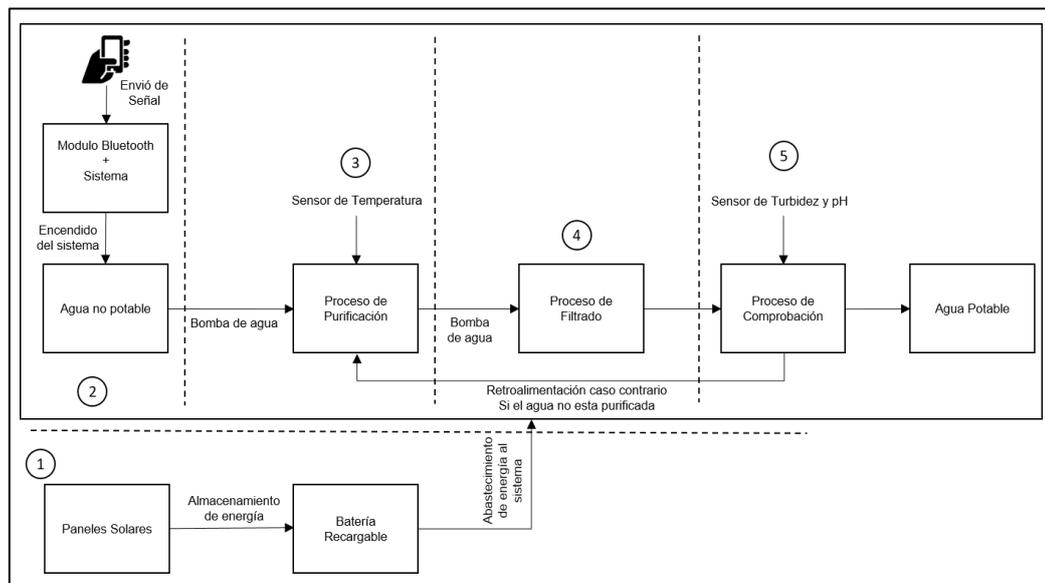
Las técnicas de purificación se fragmentan en la deposición de materia suspendida, tratamiento físico/químico de coloides y el tratamiento biológico. Todas estas técnicas de tratamiento poseen diversas aplicaciones (Educarchile, 2017).

De las distintas técnicas que se emplean habitualmente en la purificación de agua la efectividad depende de la clase de contaminante a tratar y del tipo de aplicación que se le va a dar al agua. En este caso para la purificación del agua obtenida del subsuelo se aplica el tratamiento físico/químico por electrólisis aplicando corriente eléctrica, elevando la temperatura del agua.

### 2.4.3 Sistema de purificación del agua

Procesos mediante el cual se elimina microorganismos y residuos a fin de obtener un agua pura, disponible para el consumo humano.

**FIGURA N° 7**  
**DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE PURIFICACIÓN**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

El funcionamiento del sistema inicia desde la captación de energía proporcionada del sol para luego ser almacenada en una batería recargable, en el cual esta energía es suministrada hacia los elementos que compone el sistema.

El proceso de purificación del agua ocurre mediante una aplicación instalada en un teléfono celular en el cual al presionar un botón inicia el proceso. Las etapas que recorre el agua se detallan de la siguiente manera:

1. Primera etapa: El agua no potable pasa a través de una bomba de agua al proceso de purificación donde el agua es elevada su temperatura hasta alcanzar los 100°C mediante el cual se activa el

sensor de temperatura y permite el paso a la siguiente etapa.

2. Segunda etapa: El agua purificada es expulsada por medio de una bomba de agua hacia el filtro de carbono activado, el cual captura toda sustancia suspendida.
3. Tercera etapa: Al llegar a este punto se activa el proceso de comprobación donde el sensor de turbidez y pH analizan los parámetros del agua, si el pH del agua se encuentra entre los niveles de 6,5 a 8,5 el agua es sustraída del sistema para su consumo, caso contrario se activa otra bomba de agua permitiendo la retroalimentación hacia la primera etapa donde nuevamente realiza el proceso purificación.

#### **2.4.4 Componentes y software del sistema**

En esta sección se describe conceptualmente los componentes que formarán parte del sistema de purificación del agua.

##### **2.4.4.1 Fuente de energía**

En la actualidad existen diversos suministradores de energía y las fuentes potenciales podrían ser:

- Energía solar
- Energía hidráulica
- Energía eólica
- Energía de la biomasa
- Energía mareomotriz
- Energía geotérmica
- Carbón, entre otros.

### FIGURA N° 8 FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE



Fuente: Pinterest  
Elaborado por: Recio Miñarro Joaquín

En nuestro planeta existen diferentes recursos que brinda la naturaleza para obtener energía limpia y renovable, una de ellas es la energía solar, que es un método de aprovechamiento de radiación electromagnética procedente del sol y junto a otros componentes o sistemas convertirla en energía eléctrica para sus diferentes usos.

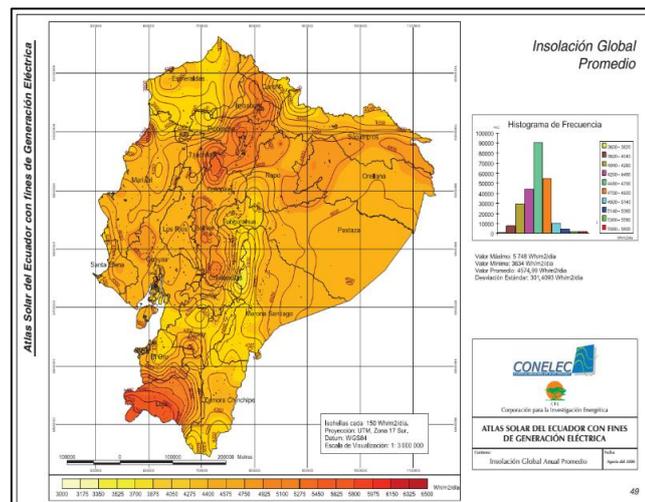
### FIGURA N° 9 ECUADOR ANTE LOS RAYOS SOLARES



Fuente: Diario El Telégrafo  
Elaborado por: Miranda Marisel

De acuerdo a estudios realizados por EXA La Agencia Espacial Civil Ecuatoriana, Ecuador es uno de los países que se encuentra en la línea ecuatorial por tanto los niveles de radiación solar son más elevados y la cantidad de energía que se podría extraer sería considerable.

**FIGURA N° 10**  
**MAPA DE INSOLACIÓN GLOBAL EN EL TERRITORIO NACIONAL.**



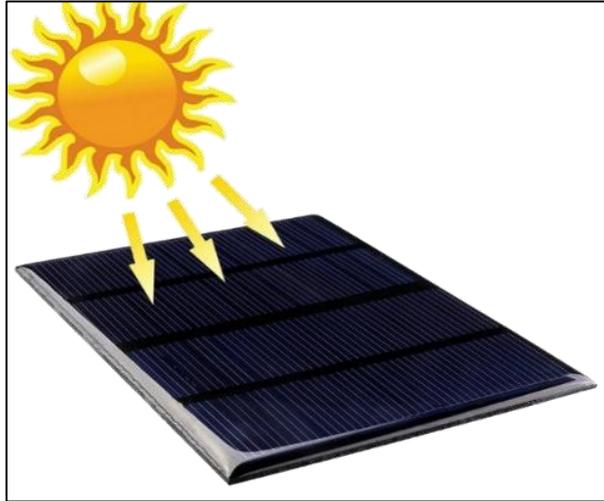
Fuente: Corporación para la investigación energética  
Elaborado por: Morales Rubén

Los paneles solares sería una aplicación eficiente para este tipo de energía, puede producir electricidad por medio de paneles fotovoltaicos. Estos paneles fotovoltaicos se constituyen de numerosas celdas de silicio, también denominadas como células fotovoltaicas, que tiene la función en convertir la luz solar en electricidad.

Los paneles cumplen una función importante, por lo tanto, de este modo se puede captar esta energía para luego ser transformada en energía eléctrica y distribuirla por todo el sistema de purificación, este tendrá una corriente y un voltaje de salida baja, adecuada para poner en funcionamiento a los componentes del sistema.

En la siguiente figura se muestra la captación de la energía solar a través de paneles solares.

**FIGURA N° 11**  
**PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO.**



Fuente: Instalación de paneles solares térmicos (4ª edición)  
Elaborado por: Perales Benito Tomás

#### **2.4.4.2 Fuente de almacenamiento de energía eléctrica.**

Las tecnologías de almacenamiento de energía pueden dividirse en dos grandes subgrupos:

1. Tecnología para suplir energía durante períodos de tiempo cortos (típicamente algunos segundos), destinadas a utilizar la designada capacidad de carga en ambientes de corto periodo de suministración de energía.
2. Tecnologías con capacidad de almacenamiento de grandes cantidades de energía, destinadas sobre todo a la alimentación de todo tipo de cargas durante largos períodos (típicamente algunas horas).

Según la Universidad Federico Santa (2017), en un documento extraído de su sitio web indica que básicamente las baterías son dispositivos que convierten energía química en energía eléctrica, en forma

de corriente continua. Durante el proceso de carga y descarga las baterías pierden energía en forma de calor, debido a las reacciones químicas internas, que tienen un rendimiento inferior al 100%.

Existen dos tipos básicos de baterías:

1. Batería primaria: Energía irreversible es decir una vez descargada no vuelve a recargarse.
2. Batería secundaria: Energía reversible, es decir una vez descargada puede volver a recargarse aplicándole corriente continua.

En la siguiente figura se muestra la batería para el almacenamiento de la energía.

**FIGURA N° 12**  
**BATERÍA RECARGABLE 12V**



Fuente: Bibliotecas y publicaciones digitales  
Elaborado por: Voutssás Márquez Juan

#### **2.4.4.3 Filtro de carbono activado**

El carbón activado es un medio filtrante principalmente utilizado para remover el cloro y los compuestos orgánicos del agua. Los beneficios de esta filtración son la mejora significativa del sabor y la eliminación de olores,

a veces asociados a "manchas químicas" provocadas por el agua (Ambietel, 2017).

**FIGURA N° 13**  
**FILTRO DE CARBONO ACTIVADO**



Fuente: Manual del carbón activo  
Elaborado por: Mateo Acero Jesús

#### **2.4.4.4 Arduino uno**

Segun Herrador (2013), detalla que Arduino es un proyecto que engloba software y hardware, tiene como objetivo proporcionar una plataforma fácil para el desarrollo de prototipos de proyectos tecnológicos, utilizando un microcontrolador. Es parte de lo que llaman computación física, área de la computación en la que el software interactúa directamente con el hardware, haciendo posible la integración fácil con sensores, motores y otros dispositivos electrónicos.

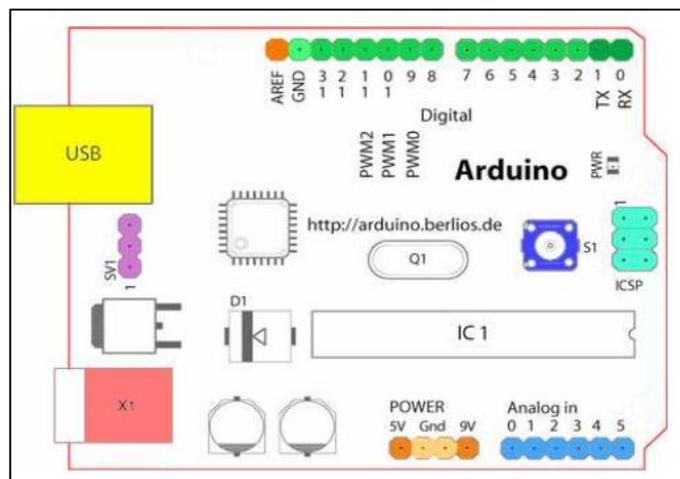
La principal diferencia entre un Arduino y un ordenador convencional, además de tener menor tamaño (tanto en el tamaño y en el poder de procesamiento), Arduino utiliza dispositivos diferentes para entrada y salida en general. Por ejemplo, en un PC utiliza teclado y ratón como dispositivos de entrada y monitores e impresoras como dispositivos de salida; En los proyectos con Arduino los dispositivos de entrada y salida son circuitos eléctricos / electrónicos.

Arduino es diferente de las otras plataformas presentes en el mercado debido a los siguientes factores:

1. Es un entorno multiplataforma, que se puede ejecutar en Windows, Macintosh y Linux.
2. Hardware de bajo costo, se puede programar utilizando un cable de comunicación USB donde generalmente no es necesaria una fuente de alimentación.
3. Posee hardware y software open-source, facilitando el montaje de su propio hardware sin necesidad de pagar a los creadores originales.
4. Entorno educativo, ideal para principiantes que desean resultados rápidos.

Arduino uno es una tarjeta con un microcontrolador agregado, con una circuitería de soporte que incluye, regulador de voltaje, puerto USB el cual permite cargar la programación desde cualquier ordenador.

**FIGURA N° 14**  
**ESTRUCTURA DE LA PLACA ARDUINO**



Fuente: core-electronics.com  
Elaborado por: Gallegos Del Pozo Eduardo

La placa Arduino fue creado con el objetivo de facilitar el aprendizaje y posibilitar el prototipado y desarrollo de proyectos con un costo relativamente bajo, además no requiere de amplios conocimientos en electrónica. Estos fueron sin duda factores primordiales para la popularización del Arduino a nivel mundial, no sólo entre los desarrolladores más experimentados, sino también entre los entusiastas e iniciantes.

En la tabla No. 2 se muestran las características técnicas del Arduino uno placa que se usará para el estudio:

**TABLA N° 2**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ARDUINO UNO**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de Operación	5 v
Tensión de entrada (recomendada)	7 – 12 v
Tensión de entrada (limites)	6-20 v
Pines digitales de E/S	14 (6 proveen salida PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente DC por pin E/S	40 mA
Corriente DC para pin 3.3v	50 mA
Memoria Flash	32 kb (2 usado para bootloader)
SRAM	1 Kb
EEPROM	512 bytes
Frecuencia de reloj	16 MHz

Fuente: Arduino user manual  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

### 2.4.4.5 Módulo relay

Según el autor Emerson (2014), un relay es un dispositivo que permite controlar una carga de un voltaje mayor en base a señales de baja tensión. En este caso usamos un Relay de 5V

Para la parte de baja tensión o circuito de disparo cuenta con dos pines, entre ellos hay una bobina interna. Los pines de alta tensión, depende de las especificaciones del relay, pero en nuestro caso consta de tres conectores, un pin COMUN un pin NO (normalmente abierto) y otro pin NC (normalmente cerrado).

Los reles están diseñados para aguantar un voltaje alto ya que por un lado el circuito de baja tensión es independiente y por otro el de alta tensión consta de láminas de contacto que soporten grandes tensiones. Pero no todos los reles son iguales y nos tenemos que fijar en unas características para comprar el que necesitamos.

**FIGURA N° 15**  
**MÓDULO RELAY ARDUINO**



Fuente: Lazada.com  
Elaborado por: Frank Ebel y Siegfried Idler

En la tabla No. 3 se muestran las características del módulo relay para permitir el paso de corriente eléctrica.

**TABLA N° 3**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MÓDULO RELAY**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Canal de salida	1
Relé de tensión de carga	125 VAC / 250 VAC 28VDC/30VDC
Voltaje de la bobina (relé)	5 v
Corriente de operación	10 A
Consumo de corriente (bobina)	20 mA
Tamaño	4cm x 1,5cm x 2,0cm

Fuente: Lazada.com  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

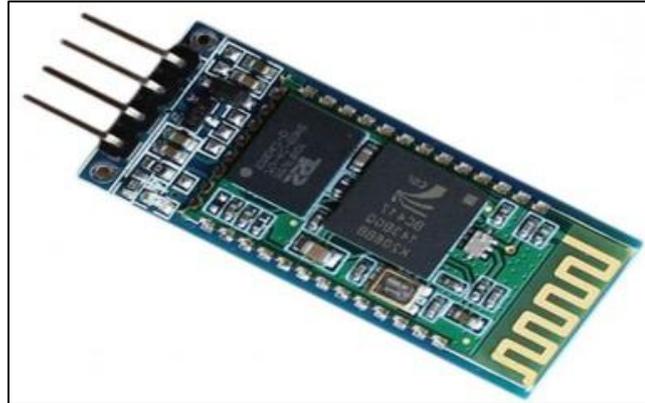
#### 2.4.4.6 Módulo Bluetooth HC-06

Es uno de los dispositivos con mayor popularidad para la funcionalidad de la comunicación inalámbrica en proyectos con Arduino o micro-controladores. Se trata de dispositivos económicos que permite insertarlo directamente a un protoboard gracias a sus pines o cablearlo a cualquier controlador sin la necesidad de una soldadura.

El módulo tiene un solo modo de funcionar (Esclavo) esto significa que solo trabaja en la función dependiente, que sería esperando ordenes, las cuales puedes ser enviado desde un PC o Smartphone, ideal para aplicaciones inalámbricas de corta distancia, fácil de implementar con ordenadores, teléfonos móviles y microcontroladores (Guarnizo, 2017).

A continuación, en la figura No. 16 se aprecia el modulo bluetooth HC-06 para conexiones inalámbricas:

**FIGURA N° 16**  
**MODULO BLUETOOTH HC-06**



Fuente: ElectroniLab  
Elaborado por: Biendicho Lletí Fidel

En la tabla No. 4 se muestran las características técnicas del módulo Bluetooth HC-06 para la conexión inalámbrica:

**TABLA N° 4**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MÓDULO BLUETOOTH HC-06**

Característica	Descripción
Voltaje de alimentación	3,3 VDC – 6 VDC
Voltaje de operación	3,3 VDC
Tamaño	4,4 cm x 1,6 cm x 0,7 cm
Corriente de operación	Menor a 40 mA
Corriente modo sleep	Menor a 1 mA
Frecuencia	2,4 GhZ
Pines	4

Fuente: ElectronicLab  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 2.4.4.7 Bomba de agua

Según Terry Johnson (2014), La necesidad de mover fluidos de un lugar a otro es universal. Las bombas de agua limpian los tanques de

retención, suministran agua de la casa a los sumideros y duchas, circulan el refrigerante del motor y proporcionan agua presurizada para lavado y refrigeración. Otras bombas transfieren combustible, drenan aceite, comprimen refrigerantes y presurizan los sistemas hidráulicos.

Todas las bombas utilizan presión atmosférica para empujar el fluido dentro de la carcasa de la bomba para llenar el vacío creado, cuando el fluido o el aire que está en la carcasa es expulsado por la acción de la bomba.

Esta máquina transforma energía eólica en fuerza de absorción, aplicándola para mover el agua, este movimiento regularmente es ascendente. El uso de este será sobre todo en el proceso de comprobación, para llevar el agua desde un punto bajo a otro alto.

La fuerza de las hélices movidas por el motor ejercerá suficiente fuerza y levantará el agua hacia arriba. El proceso parece simple, pero se ha necesitado tiempo para su desarrollo ya que su construcción fue de forma manual.

**FIGURA N° 17**  
**BOMBA DE AGUA**



Fuente: Mechatronicstore  
Elaborado por: Navarro Rodriguez Sandra

En la tabla No. 5 se muestran las características técnicas de la mini bomba de agua para llevar el agua de un punto bajo hacia otro alto:

**TABLA N° 5**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BOMBA DE AGUA**

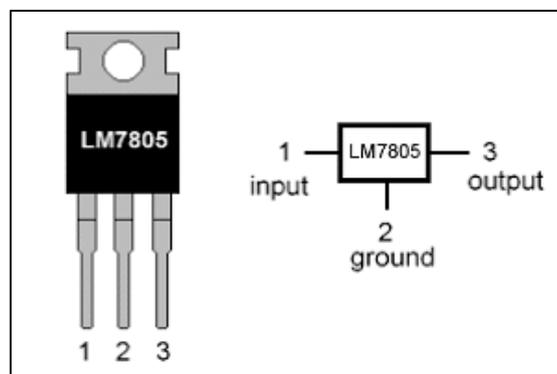
Característica	Descripción
Voltaje de funcionamiento	2,5 – 6 v
Altura bombeo máx.	40-110 cm
Caudal bombeo máx.	80-120 l/h
Diámetro salida exterior	7,5 mm
Diámetro salida interior	5 mm

Fuente: ebay  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 2.4.4.8 Transistor LM7805

Según Carreira Matias (2013), es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de regular voltaje positivo de 5V a 1A de corriente, en la mayoría de los desarrollos con Arduino o con programadores Pic estamos obligados a garantizar una fuente de tensión constante, eso disminuye la posibilidad de dañar nuestro circuito debido a oscilaciones en los niveles de tensión, la forma más práctica y simple de lograr esto es mediante el Regulador de voltaje 7805, básicamente es un dispositivo que cuenta con 3 pines (Tensión de salida, Masa y Tensión de entrada).

**FIGURA N° 18**  
**TRANSISTOR LM7805**



Fuente: usinainfo.com  
Elaborado por: Galvez Legua Mauricio

En la tabla No. 6 se muestran las características técnicas del transistor LM7805 para amplificar la señal eléctrica:

**TABLA N° 6**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSISTOR LM7805**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Tensión máxima Tensión	7 – 25 v
Corriente no colector	5 A
Temperatura de trabajo	-65 a 150°C
Peso	1,5 g
Dimensiones	15,5 x 10 x 4 x 5 mm

Fuente: usinainfo.com  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 2.4.4.9 Resistencia

Los resistores ofrecen una oposición al paso de corriente eléctrica. Esta oposición se denomina resistencia eléctrica o impedancia, y posee la unidad de medida ohm, representada por la letra griega  $\Omega$  (omega mayúscula).

Estos componentes causan una caída de tensión en la región del circuito en cuestión, y nunca una caída de corriente, a pesar de limitarla. Es decir, la corriente eléctrica que entra en un terminal del resistor es la misma corriente que sale por el otro terminal, pero existe una caída de tensión.

Es importante resaltar que todo material conductor tiene cierta resistencia, aunque eso no sea ideal, pues no existe conductor perfecto. La relación entre tensión, corriente y resistencia, a través de un objeto es dada por una simple ecuación, Ley de Ohm:

$$R = \frac{V}{I}$$

Donde  $V$  es la tensión en voltios,  $I$  es la corriente que transita a través del objeto en amperios y  $R$  es la resistencia en ohmios. En este caso la resistencia de  $1K\Omega$  cumple la función de reducir la tensión para la activación de las electroválvulas (Anwar , 2014).

**FIGURA N° 19**  
**RESISTENCIA DE 1K OHM**



Fuente: nextiafenix.com  
Elaborado por: Beltrán López Carlos

#### 2.4.4.10 Sensores.

Es un dispositivo electrónico que responde a un estímulo físico y/o químico de manera analógica. Se utilizan para leer e interpretar variables ambientales. Generalmente poseen una resistencia interna que varía de acuerdo con el estímulo recibido. Existen gran cantidad de sensores para poder medir cambios físicos o químicos (Anwar H. S., 2014), de los cuales se puede enumerar los siguientes:

- Temperatura
- Humedad
- Luz
- Turbidez
- Movimiento
- Aceleración
- pH
- Velocidad, entre otros.

### 2.4.4.10.1 Sensor de temperatura

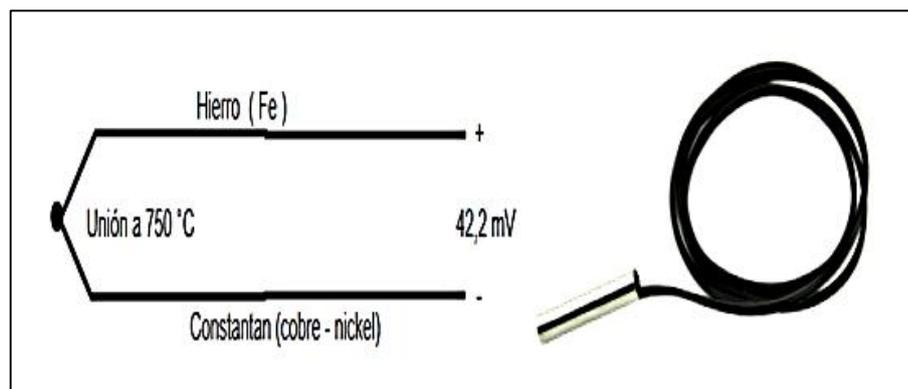
Este sensor permite el registro de temperaturas entre  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por su punta de acero permite hacer contacto con sustancias sólidas o ácidas. Los sensores de temperatura funcionan como termómetros, detectando la temperatura en el ambiente. La resistencia interna que varía de acuerdo con la temperatura, es decir, cuanto mayor sea esta cantidad menor será la resistencia interna (Arian, 2017).

Los sensores termocuplas, se hace uniendo dos metales de distintos materiales en un extremo. El extremo unido se conoce como la unión caliente. El otro extremo de estos metales se conoce como el extremo frío o la unión fría.

La unión fría se forma realmente en el último punto del material del termopar. Este tipo de sensor se basa en el principio del efecto termoeléctrico en el que se transforma el calor en electricidad o generar frío aplicando corriente eléctrica.

**FIGURA N° 20**

#### **CIRCUITO DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA**



Fuente: Arian control e instrumentación  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

En la tabla No. 7 se muestran las características técnicas del sensor de temperatura termocuplas para la medir la ebullición del agua:

**TABLA N° 7**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SENSOR DE TEMPERATURA**  
**SUMERGIBLE**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Rango de Temperatura	-55 a 125°C
Resolución	9 a 12 bits
Alimentación	3,0 V a 5,5 V
Tiempo de captura	Inferior a 750 ms
Material	Acero inoxidable
Tamaño	91cm x 4 mm
Acero inoxidable	6 x 50 mm

Fuente: Mechatronicstore  
 Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### **2.4.4.10.2 Sensor de turbidez**

Según CMA Centre For Microcomputer Applications (2014), explica que la turbiedad es la cantidad de nubosidad en el agua. Esto puede variar de un río lleno de lodo donde sería imposible ver a través del agua (turbiedad alta), a un agua de resorte que parece ser completamente clara (turbiedad baja); la turbiedad puede ser causada por:

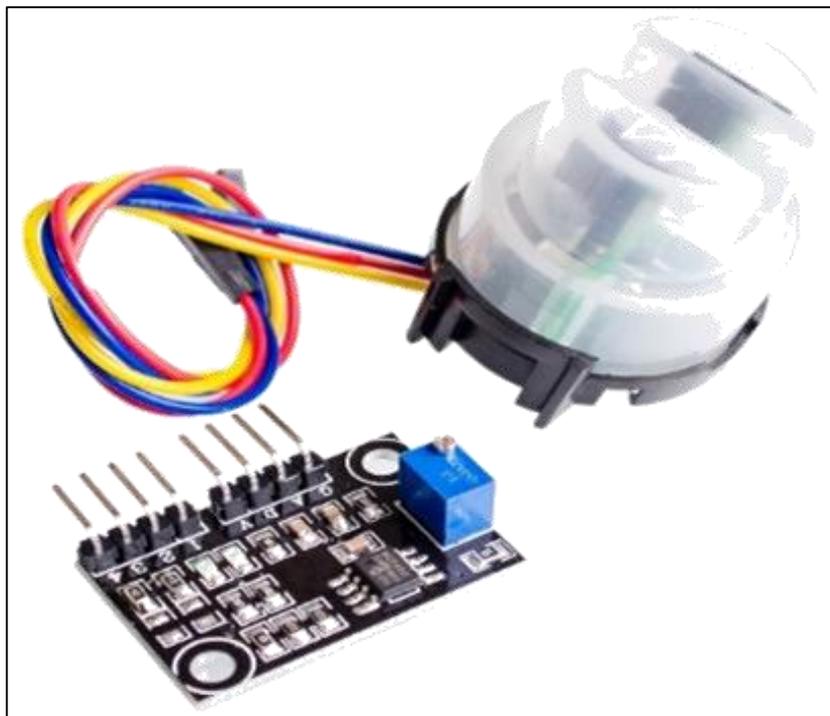
- Limo, arena y barro.
- Bacterias y otros gérmenes
- Precipitados químicos

Es muy importante medir la turbidez del suministro de agua, ya que estos suministros a menudo se someten a algún tipo de tratamiento que puede verse afectado por la turbidez. Por ejemplo, durante la estación de lluvias, cuando el lodo y el limo se lavan en ríos y arroyos, la alta turbidez puede bloquear rápidamente los filtros y evitar que funcionen de manera efectiva.

La alta turbidez llena tanques y tuberías con barro, y puede dañar las válvulas y los grifos. Cuando se practica la cloración del agua, incluso una turbidez muy baja impedirá que el cloro mate los gérmenes en el agua de manera eficiente.

El sensor funciona según el principio de que cuando la luz pasa a través de una muestra de agua, la cantidad de luz transmitida a través de la muestra depende de la cantidad de tierra en el agua. A medida que el nivel de tierra o suciedad aumenta, la cantidad de luz transmitida disminuye. El sensor de turbidez mide la cantidad de luz transmitida para determinar la turbidez del agua (Roman Herrera, Loza Matovelle, Segura, & Dabirian, 2016, pág. 18).

**FIGURA N° 21**  
**SENSOR DE TURBIDEZ**



Fuente: Didácticas Electrónicas  
Elaborado por: González Inmaculada

En la tabla No. 8 se muestran las características técnicas del Sensor de turbidez SEN0189 para la detección de sustancias suspendidas:

**TABLA N° 8**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SENSOR DE TURBIDEZ**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Voltaje de operación	5 VDC
Corriente	40 mA (Max)
Tiempo de Respuesta	Menor a 500 ms
Salida analógica	0 – 4,5 v
Temperatura de operación	5°C – 90°C
Peso	30 g

Fuente: Didácticas Electrónicas  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 2.4.4.11 Cables jumpers

Los Jumpers se utilizan para conectar componentes sin necesidad de soldar. Generalmente se utilizan en prototipos, en los protoboards, y se construyen de material conductor envuelto en un material aislante. Son ideales para usar con microcontroladores como Arduino, raspberry, entre otros. La variación de estos conectores con terminales esmaltados, tienen combinaciones macho-hembra:

- Macho – macho
- Macho – hembra
- Hembra – hembra

**FIGURA N° 22**  
**CABLES JUMPERS**



Fuente: Electrogate  
Elaborado por: Gould Steven

En la tabla No. 9 se muestran las características técnicas del cable jumper para la interconexión de los componentes:

**TABLA N° 9**  
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE JUMPER**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Compatible con pines	Macho y Hembra
Colores	Múltiples
Tamaño	10 a 20 cm
Conductividad eléctrica	Excelente
Espaciado estándar	10 milésimas de pulgada

Fuente: BotScience.net  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

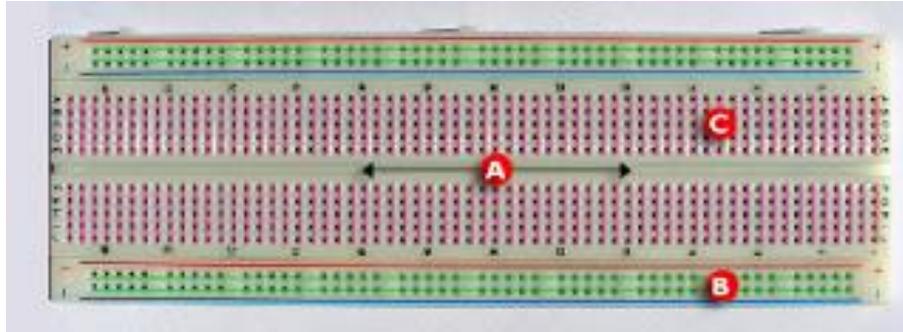
#### **2.4.4.12 Protoboard**

Según el autor Guadamuz Brenes (2017), dicta que es una placa utilizada para el prototipado, es decir, en el ensayo de montaje de circuitos electrónicos experimentales. Su ventaja es debido a la facilidad de inserción y eliminación de componentes, ya que no es necesario soldar.

Las placas generalmente varían de 170 a 1800 agujeros (o puntos), y contiene conexiones verticales y horizontales. En la superficie de una matriz de contacto hay una base de plástico que contiene los agujeros donde se acoplan los componentes.

En su parte inferior existen contactos metálicos que interconectan eléctricamente los componentes insertados en la placa. Generalmente la corriente soportada en el protoboard es de 500 mA. Los contactos metálicos están en diferentes sentidos en la matriz, que se pueden ver mejor en la siguiente figura.

**FIGURA N° 23**  
**PROTOBOARD DIVIDIDO EN REGIONES**



Fuente: Circuitos Electrónicos  
 Elaborado por: Lafebre Giovanni

Esencialmente un protoboard se fragmenta en tres zonas:

1. Canal central: Utilizada para insertar los circuitos integrados.
2. Buses: Se encuentran en ambos extremos, utilizada para suministrar energía.
3. Pistas: Se encuentra en la parte central, utilizada para la inserción de componentes electrónicos.

#### **2.4.4.13 Sistema Android**

Según la Universidad Carlos III del Madrid (2017), indica que Android es un software de código abierto, el más utilizado por las personas ahora, es básicamente un sistema operativo para móviles y está ganando rápidamente cuota de mercado, con decenas de teléfonos inteligentes y tabletas.

Es un sistema operativo móvil que utiliza una versión modificada del kernel 2.6 de Linux. Google desarrolló Android como parte de la Open Handset Alliance, un grupo de más de 30 empresas móviles y de tecnología que trabajan para abrir el entorno del teléfono móvil.

La idea de Android se resume en: "Android - La imaginación es el límite".

**FIGURA N° 24**  
**LOGO DE LA EMPRESA ANDROID**



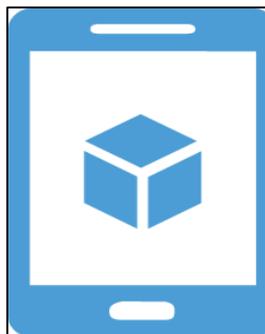
Fuente: Brandemia.org  
Elaborado por: Philip K. Dick

**2.4.4.14 Aplicación móvil (App)**

Según Cuello (2017), en su publicación afirma que "App" puede ser la sigla para varias cosas en el mundo pero si se trata del mundo móvil app es una abreviatura para "application", del inglés, que significa aplicación, programa, software. Esta definición simple acaba siendo muy genérica si consideramos que existen aplicaciones para celulares, tabletas, navegadores e incluso sistemas operativos de escritorio.

Una aplicación móvil es un sistema desarrollado para ser instalado en un dispositivo electrónico móvil, como tabletas y teléfonos inteligentes.

**FIGURA N° 25**  
**APLICACIONES EN TELÉFONOS MÓVILES**



Fuente: Andesken.com  
Elaborado por: Armando M.R.

#### 2.4.4.15 App inventor

Según Moreno Parra (2017), en su página web publica que es un entorno de desarrollo visual basado en Web para programadores principiantes, basado en la biblioteca Open Blocks de Java y que proporciona acceso a los datos GPS, acelerómetros y orientación de los dispositivos android, funciones telefónicas, conversión de texto a texto, datos de contacto, almacenamiento persistente y servicios Web, incluyendo inicialmente Amazon y Twitter.

Se trata de una herramienta que está desde hace más de 6 años, la herramienta de edición de bloques facilita la creación de aplicaciones, sin tener la necesidad de ser un programador.

**FIGURA N° 26**

#### CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN USANDO EDITOR DE BLOQUES



Fuente: DIYMakers.es  
Elaborado por: Moreno Parra Rafael

### 2.5 Marco legal

Este proyecto de investigación tiene como sustento legal en la constitución de la República del Ecuador del año 2008, que corresponde al Título II Derechos del capítulo segundo Derechos del Buen Vivir en la sección primera Agua y Alimentación.

Según el Art. 12 de la constitución del Ecuador, en el capítulo segundo

Derechos del Buen Vivir en su sección primera Agua y Alimentación explica que el agua es derecho fundamental e irrenunciable de las personas y constituye un patrimonio nacional del estado de uso público, esencial para la vida.

### **2.5.1 Concordancias**

#### **Del Código Civil (Libro II), Título III, De los bienes nacionales**

En el Art. 612 indica que todas las aguas que recorran por cauces naturales, como lago, ríos, vertientes, entre otros son denominados bienes nacionales de uso público.

#### **De la Ley de Aguas, Codificación, Título I, Disposiciones fundamentales Arts. 2 y 3.**

El Art. 2 y 3 explica que para fines de la ley todas las aguas lagos, lagunas, ríos, entre otros son bienes nacionales de uso público con lo cual los usuarios podrán seguir gozando de ella por conformidad de esta ley.

#### **De la Ley Orgánica de Salud, Capítulo I, Del agua para consumo humano**

Este Art. 96 declara como prioridad el agua para consumo humano donde el estado ayudado por las municipalidades tiene la obligación de proveer a la población agua potable. También se prohíbe poner en riesgo las fuentes de agua, en el que toda persona natural y jurídica ejercen una obligación de protegerlos para que no exista una contaminación. En caso de infringir los organismos tomaran medidas sancionando a todo aquel que lo hiciere a fin de garantizar la calidad de todo abastecimiento del líquido vital para la vida.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño de la investigación**

El desarrollo del proyecto de investigación con el tema “Prototipo de un sistema purificador del agua basado en energía renovable mediante Arduino”. El diseño de la investigación marca una ruta o camino para conseguir los objetivos de estudio debido a ello, se planea iniciar con la recopilación de datos para tener una visión amplia de la problemática, mediante el uso de encuestas.

Por último, analizar la información, la cual deberá ser precisa e interpretable para conocer las interrogantes de la situación actual, que vive la población con respecto al agua.

##### **3.1.1 Enfoque de la investigación**

La investigación científica es el resultado de una encuesta o un examen minucioso, realizado con el objetivo de resolver un problema, recurriendo a procedimientos científicos. Lehfeld (2013) se refiere a la investigación como la inquisición, el procedimiento sistemático e intensivo, que tiene por objetivo descubrir e interpretar los hechos que se encuentran dentro de una determinada realidad.

El enfoque de la investigación trata de un proceso sistemático y controlado, el cual está ligado a los métodos de investigación que se dividen en dos: el método inductivo, asociado al enfoque cualitativo que consiste en ideas, cualidades, entre otros; por otra parte, el método

deductivo asociado al enfoque cuantitativo que consiste en mediciones numéricas utilizando las estadísticas.

El enfoque que ha tomado el proyecto de investigación es el cuantitativo por el motivo de que se usarán encuestas para obtener datos y tener una idea clara de la situación actual, en estas se agregarán elementos medibles para que sean posibles de calcular mediante el uso de las estadísticas.

Los resultados obtenidos de la investigación cuantitativa se pueden cuantificar, como las muestras generalmente son grandes y consideradas representativas de la población, los resultados se toman como si constituyeran un retrato real de toda la población.

La investigación cuantitativa se concentra en la objetividad, influenciada por el positivismo, donde considera que la realidad sólo puede ser comprendida sobre la base del análisis de datos brutos, recogidos con la ayuda de instrumentos estandarizados y neutros. La investigación cuantitativa recurre al lenguaje matemático para describir las causas de un fenómeno, las relaciones entre variables, etc. La utilización conjunta de la investigación cualitativa y cuantitativa permite recopilar más información de lo que se podría lograr por separado.

### **3.2 Modalidad de la investigación**

Inicialmente, se debe conceptualizar el objeto del presente trabajo como es el de desarrollar un prototipo que purifique el agua. Gil (1993, p.19) considera la investigación como "procedimiento racional y sistemático que posee como propósito proporcionar respuestas a los problemas que se proponen".

Para empezar con la investigación, donde se desea conocer la

realidad sobre qué problemas afectan a la población con respecto al agua, se utilizará primeramente la investigación de campo, ya que se requiere obtener datos con el uso de técnicas de recopilación a través de la encuesta, la cual será aplicada en la comunidad para obtener información y lograr dar resultados.

### **3.3 Tipos e instrumentos de la investigación**

Las herramientas que se emplearan para la captación e indagación de datos pueden ser la observación, entrevistas y encuestas. En este caso la herramienta a usarse será la encuesta. Marconi & Lakatos (1999) se refiere a una encuesta como: “Un instrumento de recolección de datos constituido por una serie de preguntas con un fin, el cual es conocer hechos específicos que ocurren dentro de la población”.

#### **3.3.1 Tipos de investigación**

La clasificación de los distintos tipos de investigación sólo es posible si se establece un criterio. Si se clasifican las encuestas teniendo en cuenta el nivel de profundidad del estudio, tendremos tres grandes grupos: investigación exploratoria, investigación descriptiva e investigación explicativa.

En cambio, sí se clasifican las encuestas tomando en cuenta los procedimientos utilizados para la recolección de datos tendremos dos grandes grupos. En el primero, las que se valen de fuentes de papel: investigación bibliográfica y documental y, en el segundo, fuentes de datos suministrados por personas: investigación experimental, estudio de caso, investigación de levantamiento e investigación de campo (Gil, 2002, p. 43). Por lo tanto, para esta investigación se aplicará la investigación de campo apoyado con la investigación descriptiva, la cual combina los dos criterios antes mencionados.

### **3.3.1.1 Investigación de campo**

Esta fase se realiza después del estudio bibliográfico, teniendo un conocimiento amplio sobre el tema, pues en esta etapa se van a definir los objetivos de la investigación, las hipótesis y cuál es el medio de recolección de datos, donde el tamaño de la muestra deberá ser representativa y suficiente para que los datos sean tabulados y analizados.

La investigación de campo consiste en la observación de hechos y fenómenos tal como ocurren espontáneamente. El objetivo de la investigación de campo es conseguir información y conocimientos (datos) acerca de un problema, para el cual se busca una respuesta.

Las fases de la investigación de campo requieren la realización de una investigación bibliográfica. Esta permitirá que se establezca un modelo teórico inicial de referencia, que ayudará en la elaboración del plan general de la investigación (Cavalheiro Ribas & Veiga Da Fonseca, 2012).

### **3.3.1.2 Investigación descriptiva**

La investigación descriptiva se caracteriza a menudo, como estudios que buscan determinar estados, opiniones o proyecciones futuras, en las respuestas obtenidas. Su valoración se basa en la premisa de que los problemas pueden ser resueltos y las prácticas pueden ser mejoradas a través de la descripción y el análisis de observaciones objetivas y directas. Las técnicas utilizadas para la obtención de informaciones son bastante diversas, destacándose los cuestionarios, las encuestas, las entrevistas y las observaciones (Cervo & Bervian, 1983, p. 55).

Dentro de la investigación descriptiva se realizará la captura y muestra del escenario de la situación actual, expresada en números. De modo que se debe conocer a la comunidad, sus características, valores y problemas

relacionados. La elaboración de las preguntas de investigación requiere un profundo conocimiento del problema a ser investigado. En este caso se necesita saber exactamente las principales fuentes de contaminación del agua y qué enfermedades se dan con mayor frecuencia en el sector por el consumo de agua no potable.

Según Cavalheiro Ribas & Veiga Da Fonseca (2012) la investigación descriptiva describe una realidad tal como ésta se presenta, conociéndola e interpretándola por medio de la observación, del registro y del análisis de los hechos o fenómenos (variables).

De acuerdo con esta investigación se busca responder cuestiones del tipo "qué ocurre" en la vida social, política, y económica, sin interferir en la realidad. Este tipo de investigación tiene como objetivo enfrentarse a un fenómeno o descubrir nuevas perspectivas sobre la misma; aprender actitudes, opiniones y preferencias de las personas. Puede tomar la forma de un estudio exploratorio, buscando más información sobre un tema en particular.

### **3.3.2 Método de investigación**

Son los métodos que tienen un carácter más general donde son responsables del razonamiento utilizado, en el desarrollo de la investigación, es decir, procedimientos generales, que orientan el desarrollo de las etapas fundamentales de una investigación científica (Andrade, 2014)

#### **3.3.2.1 Método deductivo**

Según Prodanov & De Freitas (2013) explican que el entendimiento del método deductivo parte de lo general a lo particular. Nace a partir de principios, leyes o teorías consideradas verdaderas e indiscutibles, predice

la ocurrencia de casos particulares basados en la lógica. Parte de principios reconocidos como verdaderos e indiscutibles y permite llegar a conclusiones de manera puramente formal, es decir, en virtud únicamente de su lógica.

El método deductivo indica que sólo la razón es capaz de llevar al conocimiento verdadero. El razonamiento deductivo tiene el objetivo de explicar el contenido de las premisas de la investigación. En este caso para la investigación se basó en la desinfección por plata iónica en el cual, el agua es ionizada usando la plata o cobre, aplicando corriente eléctrica continua.

### **3.4 Variable de la investigación**

Según la Universidad de Anhembi Murumbi (2017) indica que las variables son aspectos, propiedades, características individuales o factores visibles o mensurables de un fenómeno. Se puede encontrar ejemplos de variables en todas las áreas del conocimiento:

1. En la física: masa, peso, velocidad, energía, fuerza, impulso, fricción, etc.
2. En las ciencias sociales: inteligencia, clase social, sexo, salario, edad, ansiedad, prejuicio, motivación, agresión, frustración y muchas otras.
3. En la economía: costo, tiempo, calidad, productividad, eficiencia, rendimiento, etc.

### **3.5 Tipos de variables a medir en la investigación**

Las variables se pueden clasificar de varias maneras. Una de las

clasificaciones se toma de acuerdo con la relación expresada:

### **3.5.1 Variable independiente**

Es aquella que es factor determinante para que ocurra un determinado resultado; Es la condición o causa para un determinado efecto o consecuencia; Es el estímulo que condiciona una respuesta. La variable independiente es la que no depende de ninguna otra variable en este caso la placa Arduino, que interviene como el controlador de todos los componentes del sistema de purificación.

### **3.5.2 Variable dependiente**

Es aquel factor o propiedad que es efecto, resultado, consecuencia o respuesta de algo que fue estimulado; No es manipulada, pero es el efecto observado como consecuencia del manejo de la variable independiente. La variable dependiente es la que depende de otra variable para obtener un resultado, en este caso el agua purificada, la cual depende de un proceso controlado por la placa Arduino para obtener un resultado preciso

## **3.6 Población y muestra**

### **3.6.1 Población**

Según Pocinho (2015) explica a la población como un conjunto de individuos o elementos, con alguna característica en común y que están sujetos a un análisis estadístico, por tener interés para el estudio. En cuanto a su origen puede ser: un conjunto de personas; Un conjunto de objetos o un conjunto de acontecimientos. En cuanto a su naturaleza puede ser: existente o real; Hipotética o parcialmente existente. Puede ser: un conjunto finito o un conjunto infinito.

A continuación, se muestra una tabla con la cantidad de personas que habitan en la comunidad Santa Teresa en el cual se ha tomado en cuenta a todos sus habitantes desde las edades de 0 a mayores de 76 años. La encuesta está destinada para este grupo de personas, las cuales se encuentran inmersas en la problemática a resolver.

**TABLA N° 10**  
**HABITANTES DE LA COMUNIDAD DE SANTA TERESA**

<b>Edad</b>	<b>FEMENINO</b>	<b>MASCULINO</b>	<b>TOTAL</b>
0 a 15 años	1	0	1
16 a 30 años	1	0	1
31 a 45 años	1	2	3
46 a 60 años	2	1	3
61 a 75 años	2	3	5
Mayores de 76	4	3	7
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>20</b>

Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Por el número de personas, se considera que no es necesario obtener una muestra de la población para hacer la encuesta, ya que en la comunidad cuenta con 20 personas específicamente 11 personas de sexo femenino y 9 del sexo masculino, por lo tanto, se ha decidido realizar la encuesta a toda la población de la comunidad.

### **3.6.2 Recolección de datos**

La recopilación de datos será de manera presencial la cual se realizará en la provincia Bolívar comunidad Santa Teresa. Una vez efectuada la encuesta mediante el uso de las herramientas ofimáticas en este caso Excel, se grafica cada pregunta de la encuesta, usando el gráfico de pastel añadiendo un análisis y conclusión con respecto a los datos obtenidos.

### 3.7 Análisis e interpretación de datos

A continuación, se detalla la tabulación de la encuesta realizada a 20 personas en la comunidad Santa Teresa de la Provincia Bolívar.

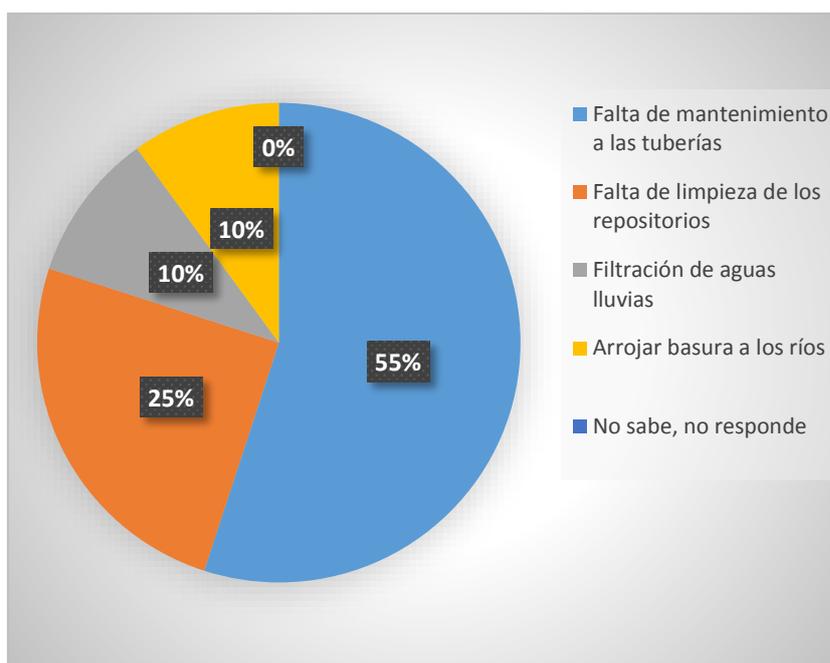
#### 1. ¿Usted sabe cuál es la principal fuente de contaminación del agua en la comunidad?

**TABLA N° 11**  
**FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

Descripción	Frecuencia	Porcentaje
Falta de mantenimiento a las tuberías	11	55%
Falta de limpieza de los repositorios	5	25%
Filtración de aguas lluvias	2	10%
Arrojar basura a los ríos	2	10%
No sabe, no responde	0	0%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 27**  
**FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 13 acerca de las principales fuentes de contaminación del agua en la comunidad muestra que, de 20 personas encuestadas, 11 personas que corresponde al 55% creen que el agua se contamina por la falta de mantenimiento de las tuberías, 5 personas que corresponde al 25% por la falta de limpieza de los repositorios, 2 personas que corresponde al 10% por la filtración de aguas lluvias, 2 personas que corresponde al 10% por arrojar basura a los ríos.

**Análisis:** Claramente se puede observar que la mayoría de las personas conocen cuales son las fuentes de contaminación del agua en la comunidad, por lo tanto, a causa de esto se generan enfermedades.

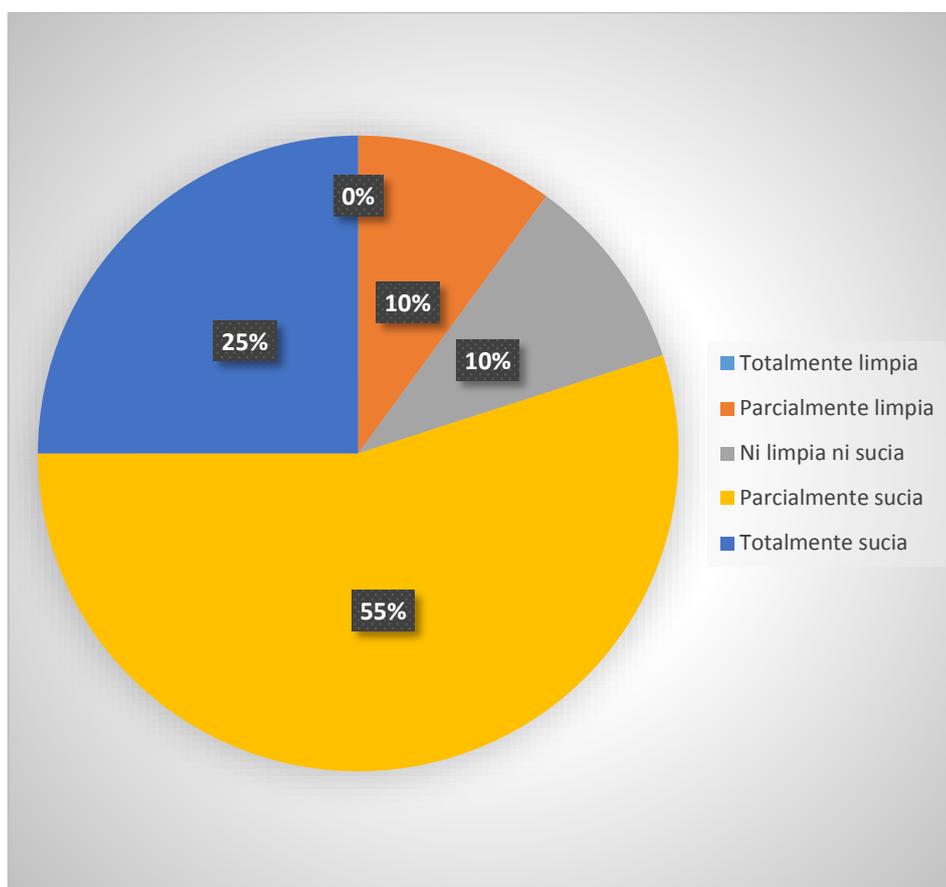
## 2. ¿Usted cree que el agua, que llega a su hogar es limpia o sucia?

**TABLA N° 12**  
**CALIDAD DEL AGUA**

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Totalmente limpia	0	0%
Parcialmente limpia	2	10%
Ni limpia, ni sucia	2	10%
Parcialmente sucia	11	55%
Totalmente sucia	5	25%
<b>Total</b>	20	100%

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 28**  
**CALIDAD DEL AGUA**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 14 acerca del conocimiento sobre qué calidad de agua llega a su hogar muestra que, de 20 personas encuestadas, 2 personas que corresponde al 10% creen que el agua llega parcialmente limpia, 2 personas que corresponde al 10% creen que ni limpia, ni sucia, 11 personas que corresponde al 55% creen que parcialmente sucia, 5 personas que corresponde al 25% creen que totalmente sucia y con un 0% nadie cree que el agua llegue totalmente limpia.

**Análisis:** Es evidente que el agua, que llega al hogar de las personas de la comunidad no es limpia, ya que no pasa por ningún proceso de purificación, lo cual es dicho por la mayoría de las personas encuestadas.

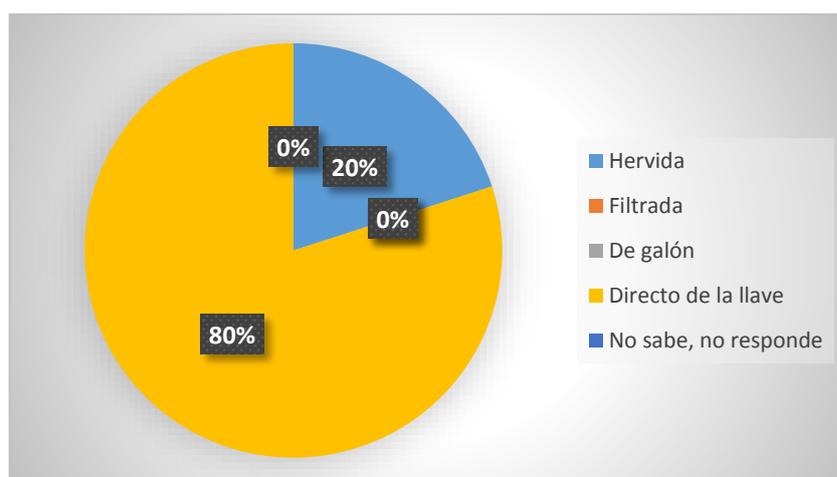
### 3.- El agua que usted consume es:

**TABLA N° 13**  
**AGUA PARA EL CONSUMO**

Descripción	Frecuencia	Porcentaje
Hervida	4	20%
Filtrada	0	0%
De galón	0	0%
Directo de la llave	16	80%
No sabe, no responde	0	0%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 29**  
**AGUA PARA EL CONSUMO**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 15 sobre qué tipo de agua consume la comunidad, muestra que, de 20 personas encuestadas, 4 personas que corresponde al 20% dicen que es hervida, 16 personas que corresponde al 80% dicen que es directo de la llave, mientras que en las demás opciones individualmente obtuvieron un 0% donde no hubo respuesta alguna.

**Análisis:** Se puede observar con un 80% de las personas, indican

que el agua que consumen es directamente de la llave, por lo cual están inmersos a contraer enfermedades infecciosas a causa del agua no potable.

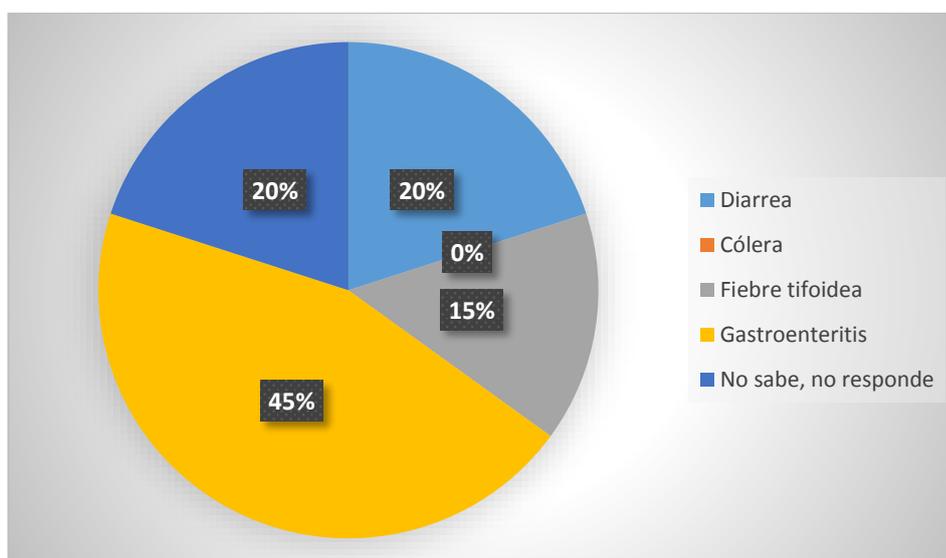
**4.- ¿Cuáles de estas enfermedades infecciosas son las que se dan con mayor frecuencia en el sector, por el consumo de agua no potable?**

**TABLA N° 14**  
**ENFERMEDADES POR EL CONSUMO DE AGUA NO POTABLE**

Descripción	Frecuencia	Porcentaje
Diarrea	4	20%
Cólera	0	0%
Fiebre tifoidea	3	15%
Gastroenteritis	9	45%
No sabe, no responde	4	20%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 30**  
**ENFERMEDADES POR EL CONSUMO DE AGUA NO POTABLE**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 16 sobre qué

enfermedades se da con mayor frecuencia en la comunidad por el consumo de agua no potable muestra que, de 20 personas encuestadas, 4 personas que corresponde al 20% dicen que es la diarrea, 3 personas que corresponde al 15% dicen que es fiebre tifoidea, 9 personas que corresponde al 45% dicen que es la gastroenteritis, 4 personas que corresponde al 20% no respondieron y con un 0% nadie dice que es el cólera.

**Análisis:** Esta es una clara muestra de que la comunidad se encuentra con una grave problemática a causa del consumo del agua no potable ya que la suma de los porcentajes de las enfermedades (diarrea, fiebre tifoidea y gastroenteritis) dan un resultado del 80%.

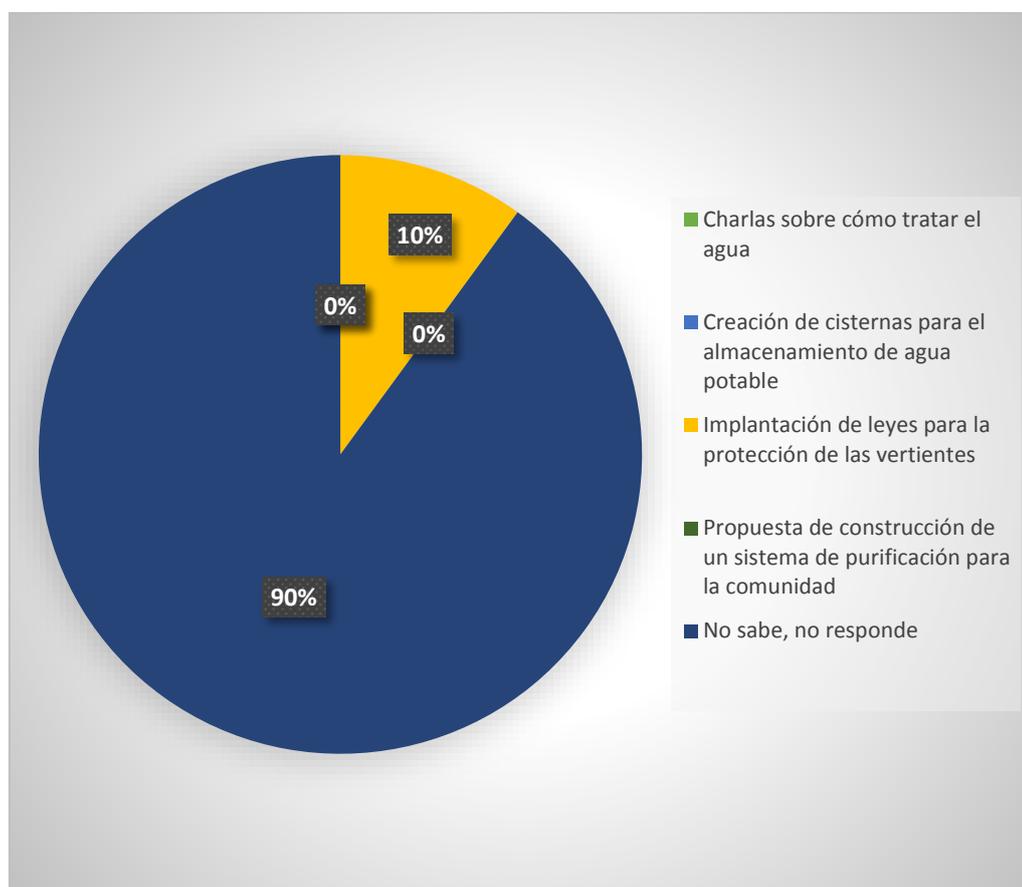
**5. ¿Conoce alguna iniciativa por parte de las autoridades, para mejorar la calidad del agua?**

**TABLA N° 15**  
**INICIATIVAS DE LAS AUTORIDADES**

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Charlas sobre cómo tratar el agua	0	0%
Creación de cisternas para el almacenamiento de agua potable	0	0%
Implantación de leyes para la protección del agua	2	10%
Construcción de un sistema de purificación para la comunidad	0	0%
No sabe, no responde	18	90%
<b>Total</b>	20	100%

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 31**  
**INICIATIVAS DE LAS AUTORIDADES**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 17 sobre qué iniciativa tienen las autoridades para mejorar la calidad del agua en la comunidad por lo cual muestra que, de 20 personas encuestadas, 2 personas que corresponde al 10% conocen sobre la implantación de leyes para la protección del agua, 18 personas que corresponde al 90% no saben y no responden, mientras que en las demás opciones individualmente obtuvieron un 0% donde no hubo respuesta alguna.

**Análisis:** En el desarrollo de la interrogante se pudo comprobar que el 90% de las personas no conocen las iniciativas de las autoridades para mejorar la calidad del agua, por lo tanto, esta es una clara prueba del desinterés que tienen las autoridades de no informar a la comunidad.

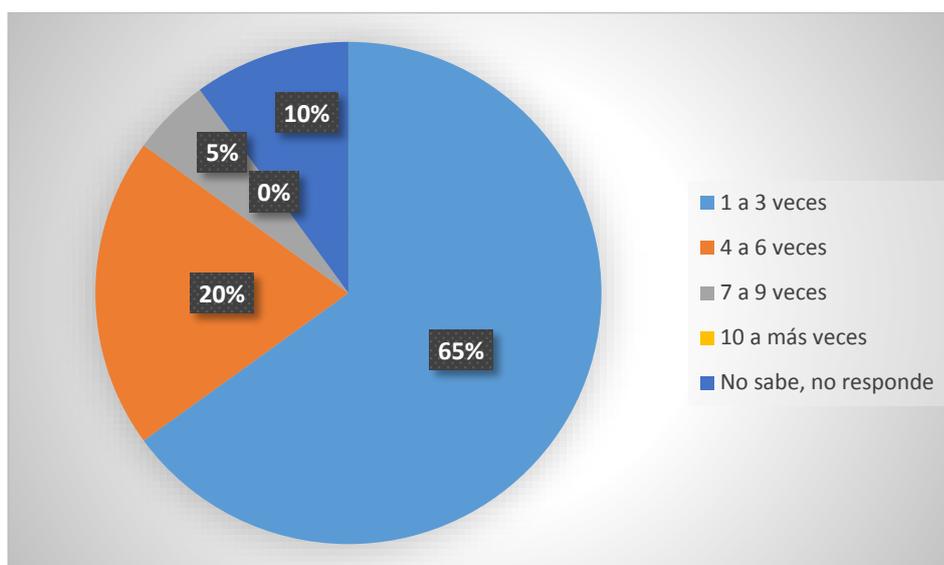
6.- ¿Con qué frecuencia usted se ha enfermado al consumir agua no potable?

**TABLA N° 16**  
**FRECUENCIA DE ENFERMEDADES**

Descripción	Frecuencia	Porcentaje
1 a 3 veces	13	65%
4 a 6 veces	4	20%
7 a 9 veces	1	5%
10 a más veces	0	0%
No sabe, no responde	2	10%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 32**  
**FRECUENCIA DE ENFERMEDADES**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 18 sobre las veces que se ha enfermado por consumir agua no potable muestra que, de 20 personas encuestadas, 13 personas que corresponde al 65% dicen que, de 1 a 3 veces, 4 personas que corresponde al 20% dicen que, de 4 a 6 veces, 1 personas que corresponde al 5% dicen que, de 7 a 10 veces, 2 personas

que corresponde al 10% no saben, no responden y un 0% nadie dice que más de 10 veces.

**Análisis:** La mayoría de las personas manifiestan que en varias ocasiones se han enfermado por consumir agua no potable.

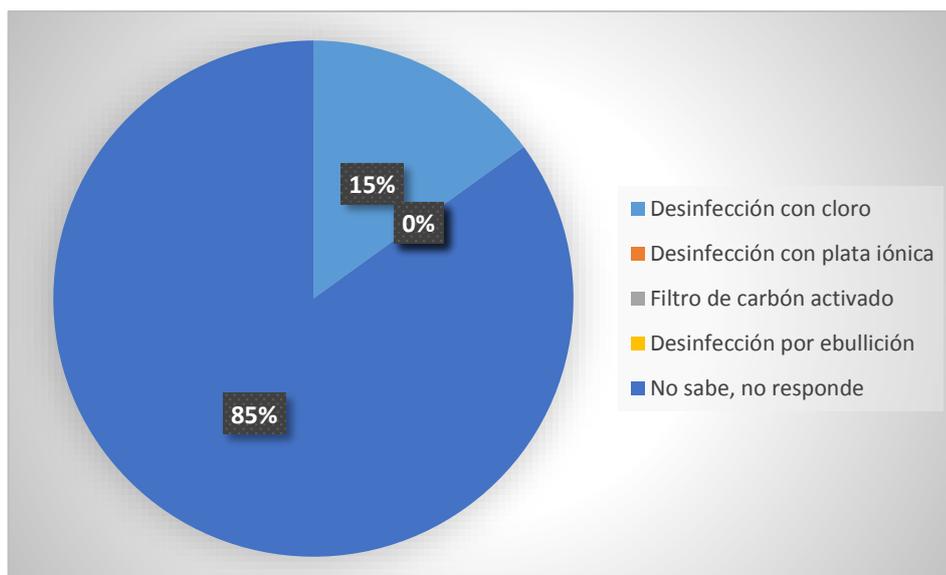
**7.- ¿Qué tipo de desinfección usted conoce para la purificación del agua en su sector?**

**TABLA N° 17**  
**DESINFECCIÓN DEL AGUA**

Descripción	Frecuencia	Porcentaje
Desinfección con cloro	3	15%
Desinfección con plata iónica	0	0%
Filtro de carbón activado	0	0%
Desinfección por ebullición	0	0%
No sabe, no responde	17	85%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 33**  
**DESINFECCIÓN DEL AGUA**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 19 sobre el conocimiento de los tipos de desinfección del agua no potable muestra que, de 20 personas encuestadas, 3 personas que corresponde al 15% dicen que conocen la desinfección por cloro, 17 personas que corresponde al 85% no saben y no responden, mientras que en las demás opciones individualmente obtuvieron un 0% donde no hubo respuesta alguna.

**Análisis:** Del resultado conseguido se observa que un 85% de las personas desconocen los tipos de desinfección que existen, para tratar el agua y poder consumirla.

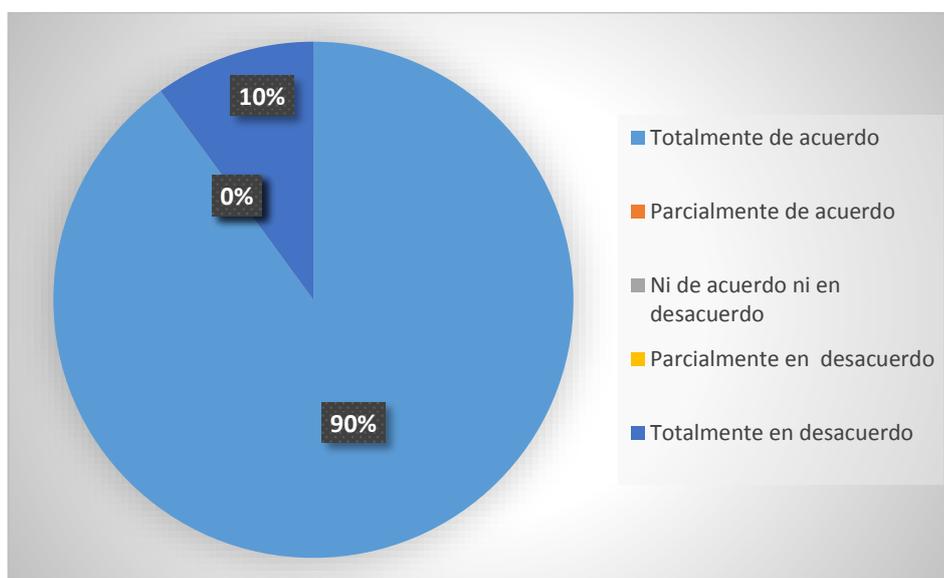
**8.- ¿Estaría usted de acuerdo con tener un sistema de purificación del agua en su hogar, para mejorar su calidad de vida?**

**TABLA N° 18**  
**ACEPTACIÓN DEL SISTEMAS DE PURIFICACIÓN**

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Totalmente de acuerdo	18	90%
Parcialmente de acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	0	0%
Parcialmente en desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	2	10%
<b>Total</b>	20	100%

Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**FIGURA N° 34**  
**ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE PURIFICACIÓN**



Fuente: Personas de la comunidad Santa Teresa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

**Interpretación:** Los datos de la tabla número 20 sobre si desearía tener un sistema de purificación del agua en su hogar muestra que, de 20 personas encuestadas, 18 personas que corresponde al 90% dicen que están totalmente de acuerdo, 2 personas que corresponde al 10% dicen que están totalmente en desacuerdo, mientras que en las demás opciones individualmente obtuvieron un 0% donde no hubo respuesta alguna.

**Análisis:** con un 90% de conformidad se observa que los habitantes de la comunidad piensan que es necesario tener en sus hogares un sistema de purificación del agua para evitar el contagio de enfermedades causadas por el agua no potable.

## **CAPITULO IV**

### **PROPUESTA**

#### **4.1 Desarrollo**

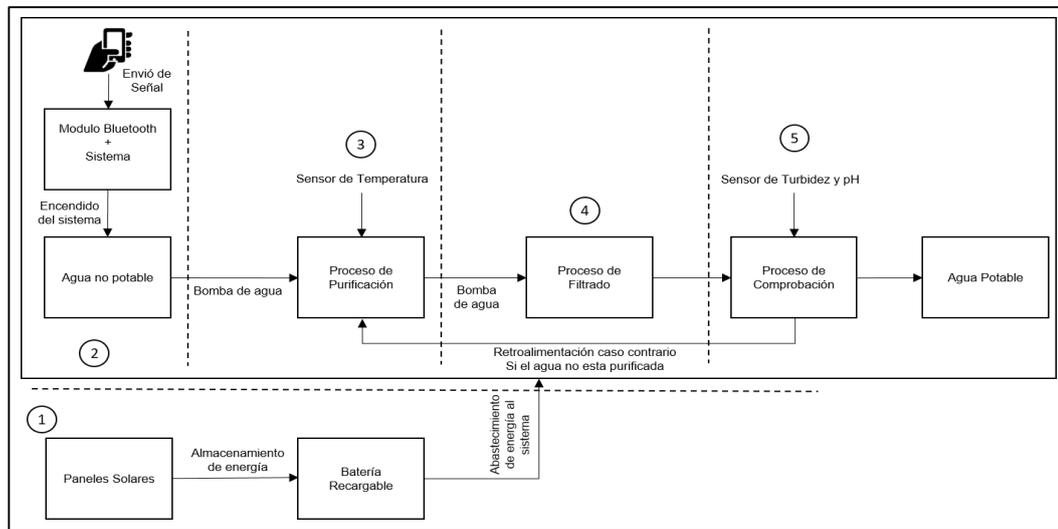
Una vez finalizado el análisis de datos de la encuesta, se obtuvo que alrededor del 90% de las personas encuestadas están deseosas de tener un sistema de purificación del agua para mejorar su calidad de vida, evidenciando el alto grado de aceptabilidad por parte de la comunidad. Partiendo de este análisis se procede a desarrollar la propuesta del proyecto de investigación “Prototipo de un sistema purificador del agua basado en energía renovable”. Para su desarrollo se desglosa bajo el cumplimiento de los objetivos específicos establecidos en el planteamiento del problema.

##### **4.1.1 Diseño esquemático del prototipo**

El esquema se basa en una secuencia de procesos primarios y secundarios del proyecto de investigación, obteniendo una visión de lo que se quiere alcanzar. El diseño esquemático del prototipo se observa en la figura No. 35 mostrando el ciclo de purificación que realiza al pasar por cada una de las etapas.

1. Etapa de comunicación
2. Etapa de energización
3. Etapa de reposo o inicio
4. Etapa de purificación
5. Etapa de filtrado
6. Etapa de comprobación

**FIGURA N° 35**  
**DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROTOTIPO**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

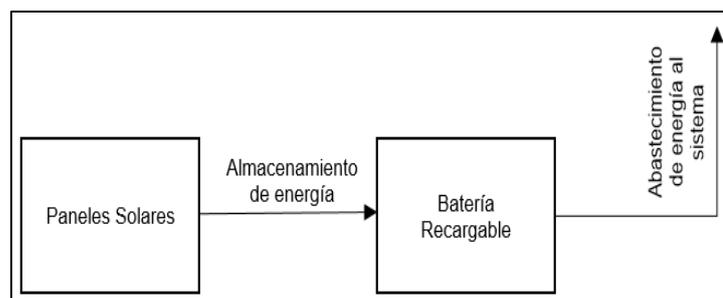
#### 4.1.2 Procesos de funcionamiento

##### 4.1.2.1 Etapa de energización

En esta primera etapa, inicia el proceso con la captación de la energía proveniente del sol, la cual es almacenada en una batería recargable, para luego ser abastecida a la placa Arduino uno.

En la figura No. 36 se muestra el diagrama de la etapa de energización del esquema propuesto.

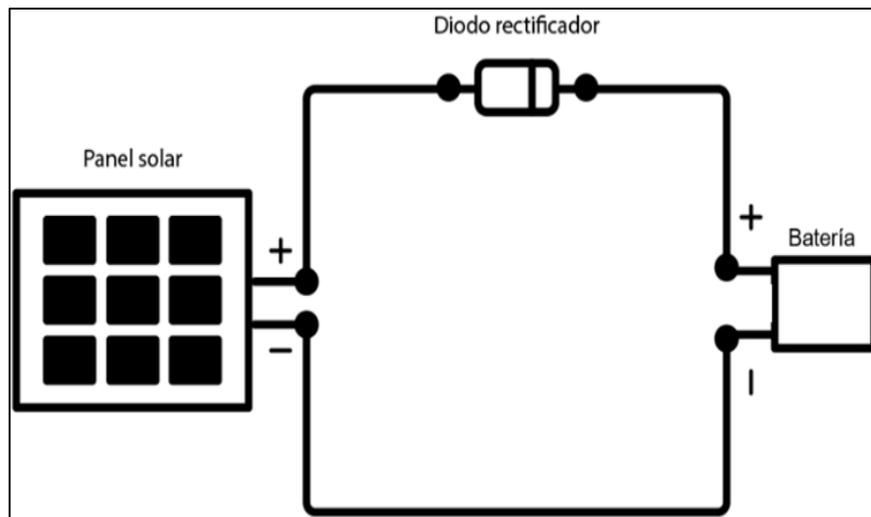
**FIGURA N° 36**  
**DIAGRAMA DE LA ETAPA DE ENERGIZACIÓN**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

A continuación, en la figura No. 37 se muestra el circuito para carga de la batería usando paneles solares.

**FIGURA N° 37**  
**DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL PANEL SOLAR**



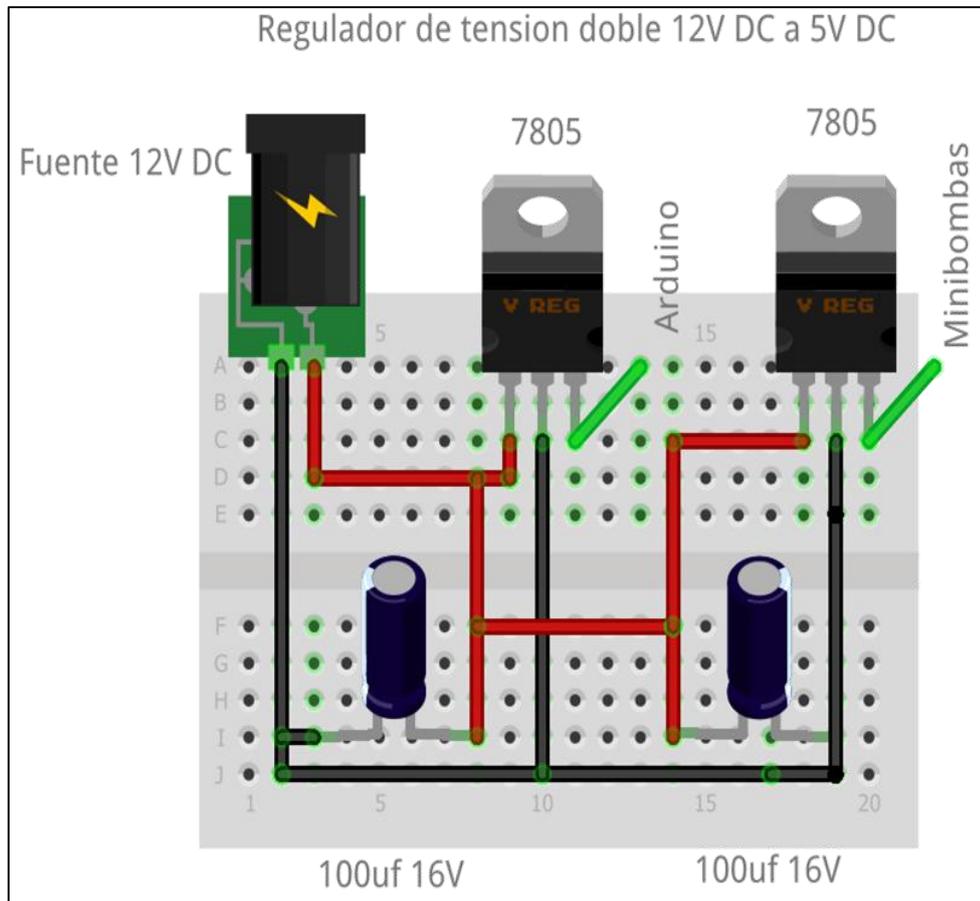
Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Para almacenar la energía en la batería se usa un diodo rectificador, teniendo en cuenta que los paneles solares al estar expuesto a la luz solar, son una fuente de energía, pero cuando no lo están son otra resistencia más en el circuito, por ende si está conectado a una batería directamente lo único que hará es descargar la batería; por lo tanto, no es bueno tener paneles solares sin diodos rectificadores, como se sabe los diodos dejan fluir la corriente en un solo sentido, por lo cual cuando el panel solar este a la sombra o noche y conectado a la batería, este no permitirá que la corriente de la batería se vaya hacia el panel solar y se termine descargando.

#### 4.1.2.1.1 Circuito regulador de voltaje

Se sabe que la batería entrega 12v por lo cual se dio la necesidad de implementar un circuito regulador de voltaje a 5v. En la figura No. 38 se muestra el circuito para la regulación de voltaje de 12v a 5v:

**FIGURA N° 38**  
**DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO REGULADOR**



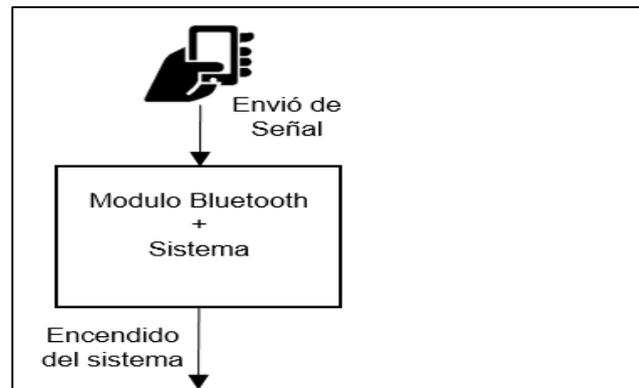
Fuente: Investigación Directa  
 Elaborado por: Cando Guamán Olmes

El circuito de regulación cumple la función de regular el voltaje de 12v a 5v, debido que, dentro del sistema existen componentes que se alimentan de 5v como el caso de los sensores, por lo que es obligatorio tener esta fuente regulada y estable, en si esto ayuda a disminuir el posible daño de componentes por el alto voltaje.

#### 4.1.2.2 Etapa de comunicación

En esta etapa el dispositivo móvil se comunica con el módulo bluetooth, mediante este se envía una señal para encender el sistema de purificación. En la figura No. 39 se muestra el diagrama de la etapa de reposo donde el agua es almacenada.

**FIGURA N° 39**  
**DIAGRAMA DE LA ETAPA DE COMUNICACIÓN**

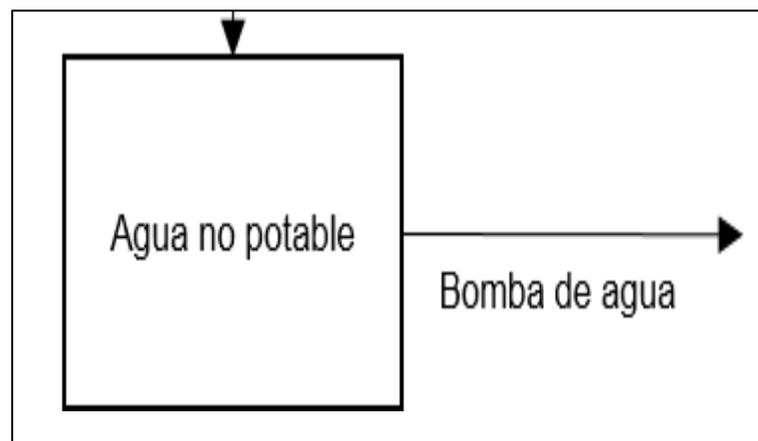


Fuente: Investigación Directa  
 Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 4.1.2.3 Etapa de reposo e inicio

En esta etapa el agua se almacena en el primer repositorio hasta que el sistema sea encendido e inicie el proceso de purificación, el cual es activado usando la aplicación desarrollada (Control Water), de esta forma la bomba envía el agua hacia el siguiente proceso.

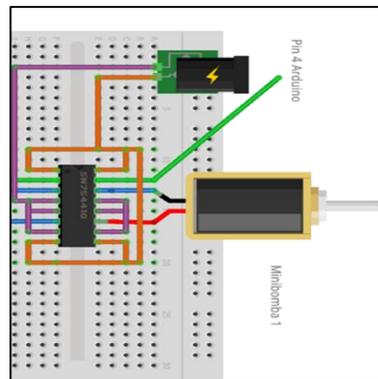
**FIGURA N° 40**  
**DIAGRAMA DE LA ETAPA DE REPOSO O INICIO**



Fuente: Investigación Directa  
 Elaborado por: Cando Guamán Olmes

A continuación, se muestra en la figura 41 el circuito controlador de la bomba de agua de la primera etapa.

**FIGURA N° 41**  
**CIRCUITO CONTROLADOR BOMBA DE LA ETAPA DE REPOSO**



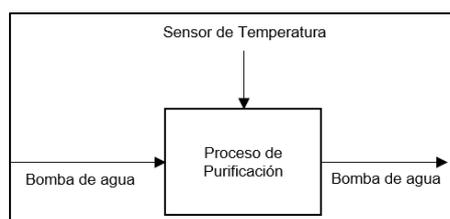
Fuente: Investigación Directa  
 Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Su funcionamiento es permitir el paso del agua, como una llave que abre y cierra, el cual es controlado por una señal enviada por la aplicación control wáter y luego receptado por el módulo bluetooth; el cual lee, compara y envía un comando para que la placa Arduino active la bomba de agua.

#### 4.1.2.4 Etapa de purificación

En este punto el agua es purificada por la elevación de temperatura aplicando corriente eléctrica a dos electrodos de plata positivo y negativo, En este proceso se eliminan de microorganismos, una vez alcanzada la temperatura de 100 °C, se activa el sensor y el agua es drenada por una bomba hacia la siguiente etapa.

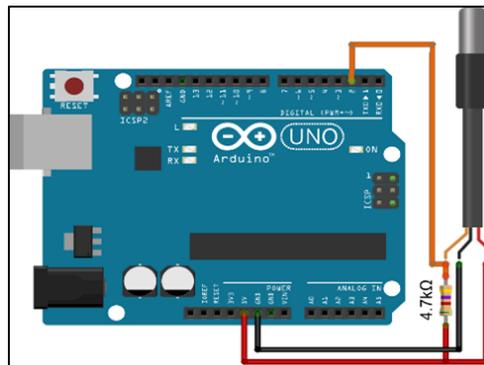
**FIGURA N° 42**  
**DIAGRAMA DE LA ETAPA DE PURIFICACIÓN**



Fuente: Investigación Directa  
 Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Para llevar a cabo este proceso se desarrolla un circuito medidor de temperatura, el cual se muestra en la siguiente figura:

**FIGURA N° 43**  
**DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

El circuito tiene la función de medir la temperatura para luego enviársela al Arduino el cual procesa y ejecuta de acuerdo a los parámetros establecidos temperatura = 100°C, permitiendo el paso del agua hacia la etapa de filtrado.

Mediante este sensor se puede medir temperaturas desde -55 °C hasta 125 °C, internamente el sensor obtiene energía del pin de datos en este caso el pin2 cuando esté en estado alto y cuando se encuentre en estado bajo, este almacena la energía en un condensador.

Cabe recalcar que es necesario integrar una resistencia de 4.7k para que trabaje como resistencia Pull-up, es decir se asigna una acción o activación que permite elevar el voltaje de entrada o salida mientras éste se encuentra en reposo.

#### 4.1.2.5 Etapa de filtración

Durante la etapa de filtrado el agua purificada pasa por el filtro de

carbono activado el cual captura toda impureza suspendida en el agua, no requiere de ningún circuito electrónico para su funcionamiento.

**FIGURA N° 44**  
**DIAGRAMA DE LA ETAPA DE FILTRACIÓN**

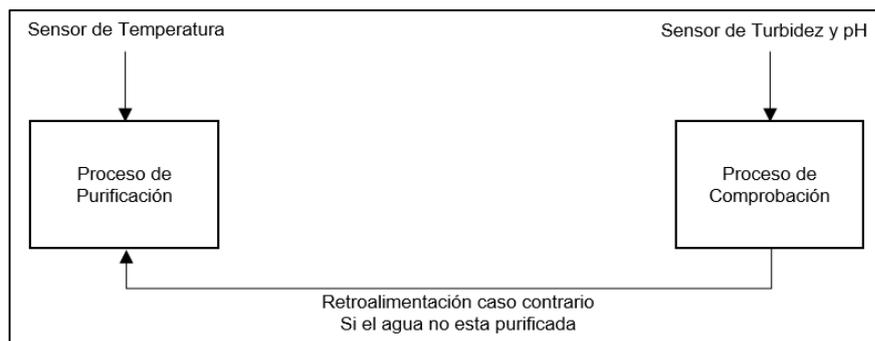


Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 4.1.2.6 Etapa de comprobación

Es un proceso aplicado para mejorar la calidad de un producto final, en este caso medir la calidad del agua para su consumo, dentro del proceso se puede identificar, medir y corregir problemas, aumentando la confiabilidad del usuario.

**FIGURA N° 45**  
**DIAGRAMA DE LA ETAPA DE COMPROBACIÓN**



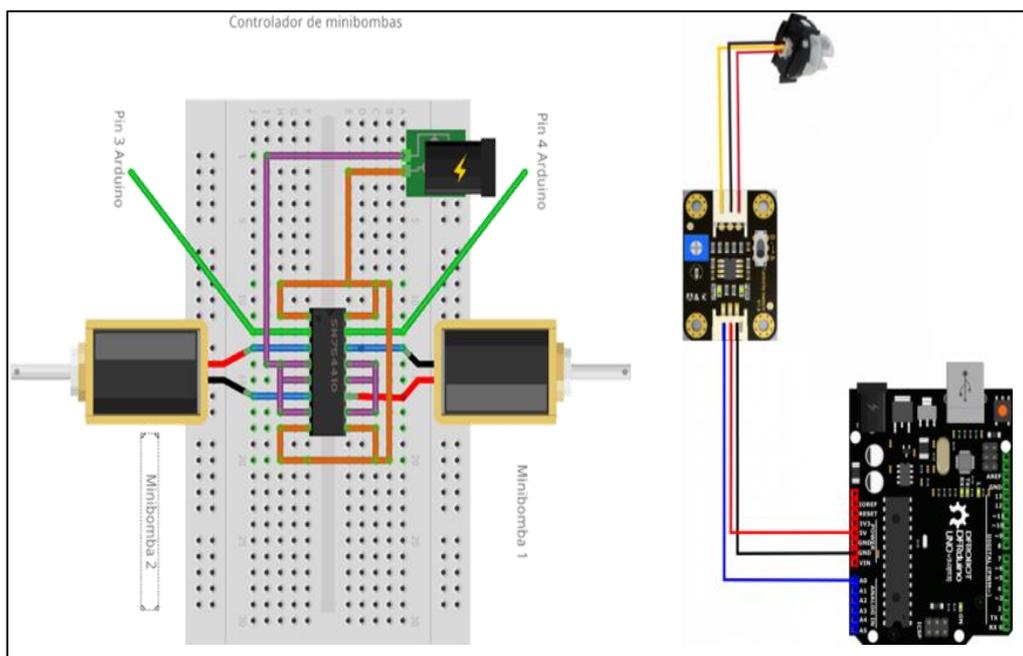
Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Para el desarrollo de este proceso se desarrolló un circuito electrónico usando los siguientes elementos:

- Sensores de turbidez y pH: Se utiliza para medir el pH y la nubosidad del agua.
- Bomba de agua: Usada para llevar el agua desde un punto bajo a otro alto.
- Integrado L293d: Permite controlar la bomba de agua, ya que este funciona internamente con un motor de corriente continua.
- Arduino uno: Usado para almacenar y analizar la programación que permitirá llevar a cabo el proceso.

A continuación, se muestra en la figura No. 46 el diagrama de conexión del controlador de motores de la primera y segunda etapa más la conexión del sensor de turbidez y pH.

**FIGURA N° 46**  
**CONEXIÓN DEL CONTROLADOR DE LAS BOMBAS Y SENSOR DE**  
**TURBIDEZ Y pH**



Fuente: Investigación Directa  
 Elaborado por: Cando Guamán Olmes

El circuito de comprobación funciona de la siguiente manera: Primero, el sensor mide la calidad del agua enviando una señal analógica a la placa Arduino, mediante la programación almacenada analiza los datos y compara si el pH es mayor a 7, y si la turbidez es mayor o igual a 1,5 NTU este dato es referente a la claridad del agua.

Durante el proceso, toma una decisión si el agua cumple dichos datos quiere decir que se encuentra apta para el consumo; caso contrario, si no cumple con los datos analizados, activa la bomba de agua y realiza una retroalimentación llevando el agua hacia la etapa anterior para nuevamente ser purificada.

### **4.1.3 Evaluación de componentes**

Para la selección de los componentes útiles para el desarrollo del prototipo se evaluaron a través de una tabla comparativa los siguientes elementos: placa Arduino, modulo bluetooth y paneles solares, ya que son los de mayor importancia dentro del desarrollo del prototipo.

#### **4.1.3.1 Hardware de procesamiento**

Es el elemento principal del sistema de purificación, por lo cual se va escoger la placa Arduino uno, porque es de fácil aprendizaje en la programación para el desarrollo del prototipo, además tiene un costo relativamente bajo y no requiere de conocimientos amplios en electrónica.

Aunque no posea una memoria con gran almacenamiento y procesamiento, ni muchas entradas digitales y analógicas es ideal para el prototipo.

A continuación, en la tabla No. 19 se muestra las especificaciones de los distintos microcontroladores más comunes.

TABLA N° 19

TABLA COMPARATIVA DE LOS MICROCONTROLADORES ARDUINO

Característica	UNO 	Mega 	Leonardo 	DUE 
Tipo de microcontrolador	Atmega 328	Atmega 2560	Atmega 32U4	AT91SAM 3X8E
Velocidad de reloj	16 MHZ	16 MHZ	16 MHZ	84 MHZ
Pines digitales de E/S	14	54	20	54
Entradas analógicas	6	16	12	12
Salidas analógicas	0	0	0	2
Memoria de programa (Flash)	32 Kb	256 Kb	32 Kb	512 Kb
Memoria de datos (SRAM)	2 Kb	8 Kb	2,5 Kb	96 Kb
Memoria Auxiliar (EEPROM)	1 Kb	4 Kb	1 Kb	0 Kb

Fuente: Tecno4Scoop.org  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 4.1.3.2 Módulo de comunicación

Este módulo permite la comunicación entre el sistema y el usuario para controlar el proceso de purificación ya que será el encargado de recibir los datos enviados por el teléfono móvil. Se va elegir el módulo HC-06 puesto que solo funciona como esclavo permitiendo conectarse a cualquier dispositivo.

En la siguiente tabla se comparan los módulos que permiten la vinculación con cualquier dispositivo inteligente.

**TABLA N° 20**  
**TABLA COMPARATIVA DE MÓDULOS BLUETOOTH**

<b>Característica</b>	<b>HC-06</b> 	<b>HC-05</b> 
Funcionamiento	Esclavo	Maestro/Esclavo
Voltaje de alimentación	3,3 VDC – 6VDC	3,3 VDC – 6 VDC
Voltaje de operación	3,3 VDC	3,3 VDC
Corriente de operación	40 mA	40 mA
Pines	4 (Vcc, GND, TXD, RXD)	6 (Vcc, GND, TXD, RXD, Key, State)
Frecuencia	2,4 Ghz	2,4 Ghz

Fuente: Geckologic.com  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 4.1.3.3 Fuente de Energización

La fuente permitirá la recolección de energía renovable, de este modo se puede captar la energía proveniente del sol para luego ser transformada en energía eléctrica y distribuirla por todo el sistema de purificación.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de la producción de energía de los paneles solares.

**TABLA N° 21**  
**TABLA COMPARATIVA DE PANELES SOLARES**

<b>PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO</b>			
<b>CÉLULAS PLANAS CRISTALINAS</b>			
	Bueno (*)	Muy Bueno (**)	Excelente (***)
	silicio monocristalino	silicio policristalino	silicio en ruban
Producción Eléctrica	***	**	**
Capas planas	*	*	*
Vida Útil	8 a 20 años		

Fuente: Geckologic.com  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

La comparativa se basó en la producción de energía eléctrica y la vida útil del mismo, la calificación que se dio a cada panel fue desde bueno hasta excelente, del cual se obtuvo como mejor opción, al panel de silicio mono cristalino por ser 15% más eficiente a la hora de captar energía solar, lo cual es favorable para evitar el agotamiento de energía de la batería.

#### **4.1.4 Diseño o Modelado 3D del prototipo**

Con el fin de tener una representación anticipada del prototipo, primeramente, se realizó el modelado 3D mediante el uso del software Cinema4D, en el cual se pueden crear gráficos y animaciones 3D lo que facilita ver el objeto en 3 dimensiones (X, Y, Z).

Inicialmente se diseñó la estructura, agregando cada uno de los componentes del sistema, a continuación, se muestra en la figura No. 47 el diseño final del prototipo.

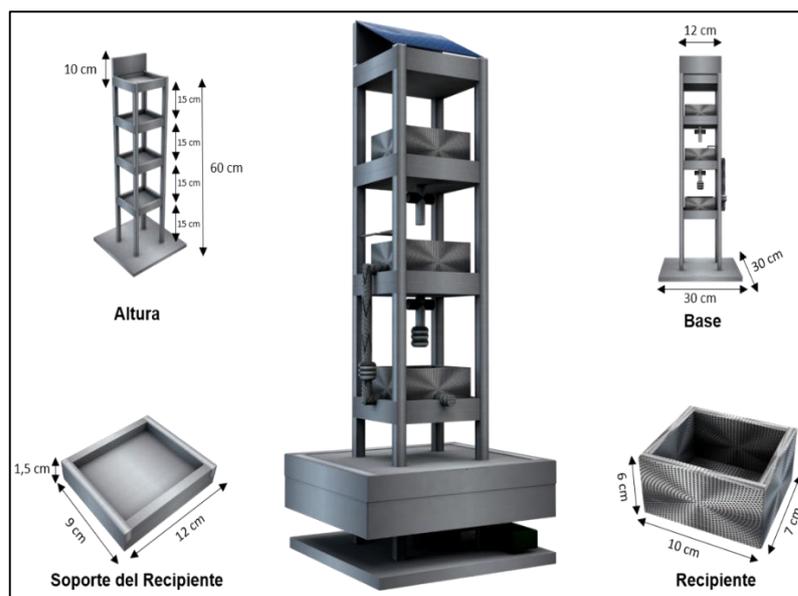
**FIGURA N° 47**  
**MODELADO 3D DEL PROTOTIPO**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Para cada una de las partes de la estructura se asignaron medidas, las cuales se las observa en la siguiente figura No. 48.

**FIGURA N° 48**  
**MEDIDAS DEL MODELADO 3D DEL PROTOTIPO**



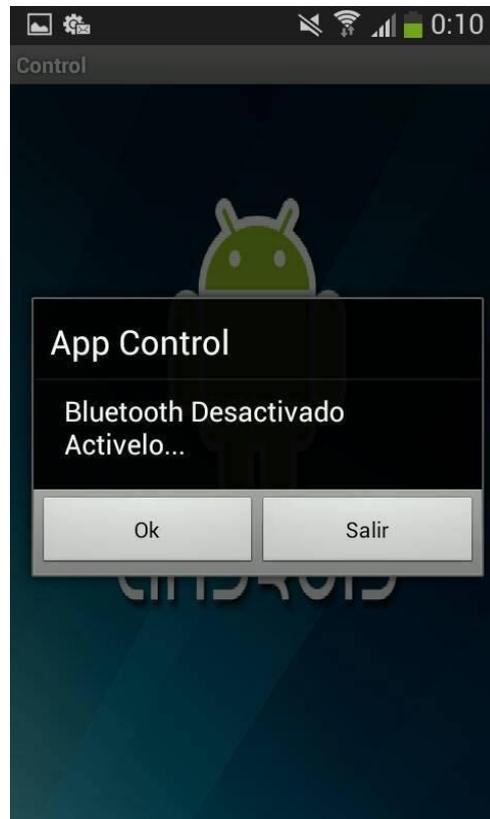
Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 4.1.5 Diseño de la interfaz de control

Por medio de esta interfaz va permitir la comunicación a través del módulo bluetooth con el usuario. Para crear la interfaz de control del sistema, se trabajó en app inventor ya que es una plataforma gratuita y accesible para todos, la aplicación se compone de dos interfaces, la primera de acceso y comprobación del encendido del bluetooth del teléfono móvil, mediante el cual envía un mensaje de advertencia si el bluetooth esta desactivado; caso contrario, si el bluetooth está activado no envía ningún mensaje y permite el acceso a la siguiente interfaz.

En la figura No. 49 se muestran la primera interfaz de acceso y comprobación del encendido del módulo bluetooth.

**FIGURA N° 49**  
**PANTALLA DE INICIO DE LA APLICACIÓN**



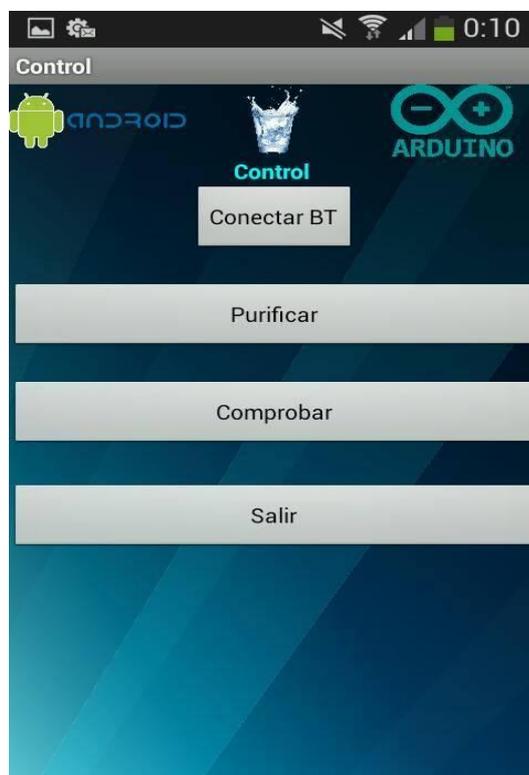
Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

En la segunda interfaz de control y conexión con el dispositivo móvil se compone con 3 botones; el de purificar, comprobar y salir.

- El botón purificar está programado para enviar un dato para que el sistema inicie la purificación.
- El botón comprobar está programado para realizar el proceso de comprobación de la calidad del agua.
- El botón salir permite realizar un cierre de la aplicación.

En la figura No. 50 se muestran la segunda interfaz de control y conexión al módulo bluetooth. La programación de la aplicación véase en el anexo No. 1.

**FIGURA N° 50**  
**PANTALLA DE CONTROL**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 4.1.6 Desarrollo del prototipo

Finalmente, completado el proceso del diseño dimensional y de interfaz, se procede al desarrollo del prototipo, dentro de esta sección se verá reflejado todo el estudio realizado previamente, aquí se describe el funcionamiento de los circuitos electrónicos que intervienen en cada proceso del sistema. Véase en el anexo No. 2 la construcción del prototipo.

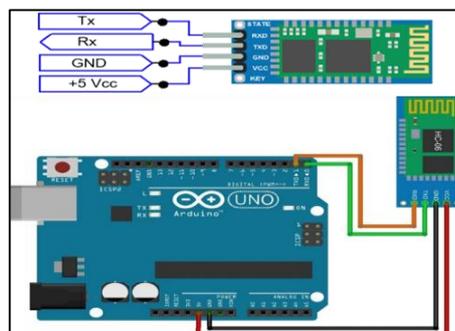
#### 4.1.7 Interconexión del módulo bluetooth con la aplicación

El alcance del módulo sigue el estándar de la comunicación, que es aproximadamente 10 metros. Este módulo funciona sólo en modo esclavo, es decir, permite que otros dispositivos se conecten a él, pero no permite que se conecte a otros dispositivos bluetooth. El módulo tiene 4 pines: Vcc (alimentación de 3,6 a 6v), GND (Tierra), RX (recepción de señal) y TX (transmisión de señal), los dos últimos utilizados para comunicación con Arduino vía serial.

Para configurar el módulo bluetooth HC-06 con Arduino se procede a realizar pruebas de tal manera poder comprobar, si el módulo funciona correctamente, utilizando 4 cables dupont, se procede a conectar el modelo HC-06 al Arduino.

**FIGURA N° 51**

#### **DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO BLUETOOTH HC-06**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Al cargar la programación a la placa Arduino se debe desconectar los pines de comunicación RX y TX ya que el microcontrolador internamente funciona con estos para cargar el programa desde el computador; por lo que, si se mantienen conectados al cargar la programación este no permitirá y causará inconvenientes.

**FIGURA N° 52**  
**CÓDIGO DE PARA EL ENVIÓ DE DATOS**

```

sketch_sep16a Arduino 1.8.3
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda

sketch_sep16a $

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

void loop()
{
  if (Serial.available())
  {
    char dato=Serial.read();
    Serial.print("Dato recibido: ");
    Serial.println(dato);
  }
}

```

Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Una vez cargada la programación ya se pueden conectar los pines RX y TX. Para conectar un dispositivo móvil al módulo HC-06 primeramente se debe vincular el dispositivo con el módulo, la clave por defecto que genera el módulo usualmente siempre es 0000 o 1234.

**FIGURA N° 53**  
**EMPAREJAMIENTO CON EL MODULO BLUETOOTH HC-06**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Una vez vinculado, mediante una aplicación descargada en app store llamada BlueTerm se realiza, el envío de datos para comprobar la recepción de datos del módulo HC-06.

**FIGURA N° 54**  
**COMPROBACIÓN DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

Al observar claramente se puede ver como los datos enviados, son recibidos por parte del módulo HC-06, por lo tanto, se comprobó que el módulo funciona correctamente. Finalizada la prueba se realiza la vinculación con la aplicación creada en app inventor en el cual realizaremos la vinculación con el módulo bluetooth HC-06.

**FIGURA N° 55**  
**PRUEBA DE CONEXIÓN DE LA APLICACIÓN**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

## 4.1.8 Cálculos y medición del sistema

### 4.1.8.1 Tiempo de carga de la batería

Para efectuar el cálculo primero se determina la cantidad de miliamperios de la batería y la cantidad de miliamperios del cargador mediante la cual; el tiempo de carga de la batería se calcula dividiendo la cantidad de miliamperios/horas de la batería entre los miliamperios/horas del cargador, para obtener el resultado numérico se aplica la siguiente fórmula:

Siendo 2400 mAH equivalente a 12 paneles solares

$$TC(horas) = \frac{mAH(bateria)}{mAH(cargador)}$$

$$TC(horas) = \frac{24000 mAH}{2400 mAH}$$

$$TC(horas) = 10 Horas$$

### 4.1.8.2 Tiempo de descarga de la batería

Se sabe que mientras más carga tenga una batería, mayor será el tiempo que demora en descargarse, para ello el tiempo de descarga, se da mediante la siguiente fórmula:

$$TD(horas) = \frac{mAH(bateria)}{mAH(consumo del sistema)}$$

$$TD(horas) = \frac{24000 mAH}{2400 mAH}$$

$$TD(\text{horas}) = 10 \text{ horas}$$

#### 4.1.8.3 Energía generada por el panel solar

El cálculo de la cantidad de energía generada por el panel solar en el día, se aplica la siguiente fórmula:

$$E_{\text{panel}} = I_{T\text{panel}} * V_{\text{panel}} * HSP * 0,9Whd$$

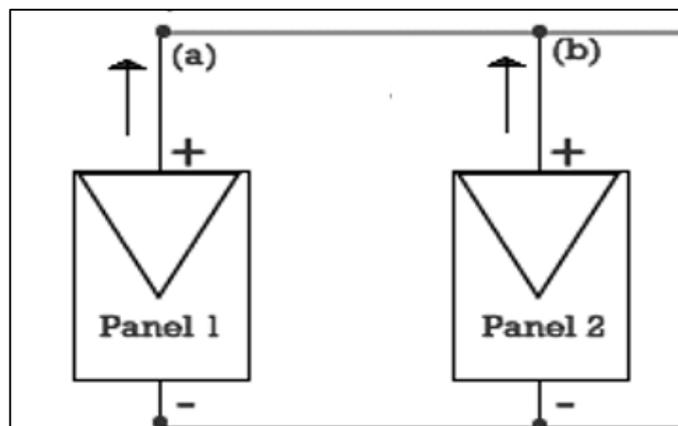
Siendo:

- $I_{T\text{panel}}$ : Corriente total máxima.
- $V_{\text{panel}}$ : Tensión o voltaje máximo.
- HSP: Horas de sol pico.
- 0,9: coeficiente del rendimiento del panel (típicamente 85-90% al descontar ya las pérdidas).
- Whd: La energía resultante estaría expresada en Whd.

En este caso, se tienen 12 paneles conectados en paralelo, fácilmente se puede calcular la  $I_{\text{panel}}$  y la  $V_{\text{panel}}$ . Ya que en paralelo el voltaje se mantiene, pero las corrientes se suman.

**FIGURA N° 56**

#### **DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS PANELES EN PARALELO**



Fuente: [www.sfe-solar.com](http://www.sfe-solar.com)

Elaborado por: Cando Guamán Olmes

$$I_{Tpanel} = 2400\text{mA}$$

$$V_{panel} = 12\text{v}$$

Así, la energía generada diariamente, en una zona donde se tienen 4 HSP, sería:

$$E_{panel} = I_{panel} * V_{panel} * HSP * 0,9\text{Whd}$$

$$E_{panel} = 2,4 \text{ Amp} * 12\text{v} * 4 * 0,9\text{Whd}$$

$$E_{panel} = 10368 \text{ whd}$$

De este modo se calcula la cantidad de energía que puede entregar el panel solar al sistema.

#### 4.1.8.4 Potencia del panel solar

Para entender qué es la potencia eléctrica es necesario conocer primeramente el concepto de “energía”, que no es más que la capacidad que tiene un mecanismo o dispositivo eléctrico cualquiera para realizar un trabajo. La potencia que entregan los paneles solares se da mediante la siguiente fórmula:

$$P_{panel} = I_{Tpanel} * V_{panel}$$

$$P_{panel} = 2,4 \text{ Amp} * 12\text{v}$$

$$P_{panel} = 28,8\text{W}$$

#### 4.1.8.5 Consumo del sistema

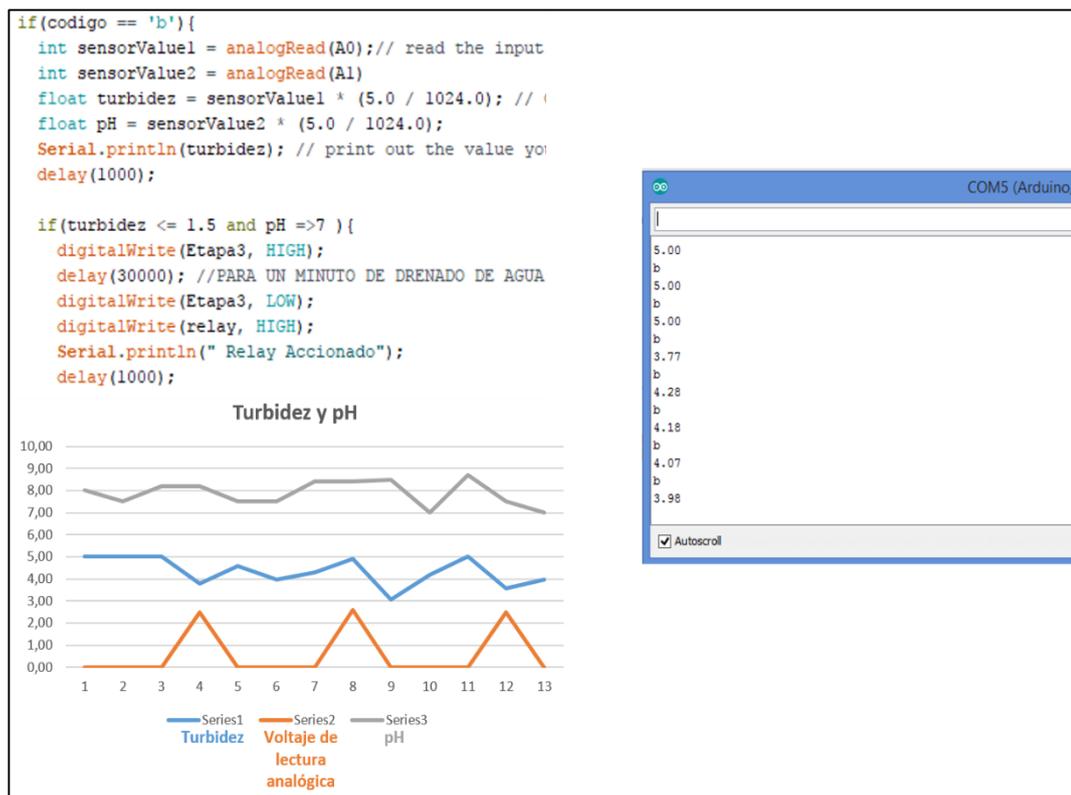
El cálculo del consumo eléctrico del sistema se obtiene dividiendo la



### 4.1.9.2 Medición de Turbidez y pH

Este mide la claridad del agua y funciona cuando su visión es obstruida. Este lee datos por los puertos analógicos del Arduino uno, el cual compara por el valor establecido de 1,5 NTU como la cantidad mínima de turbidez permitida y 5,00 como la máxima a alcanzar cuando el agua es totalmente clara. Por otro lado, también mide el pH, el cual está programada como malo < 7 y normal > 7.

**FIGURA N° 58**  
**MEDICIÓN DE LA TURBIDEZ Y PH DEL AGUA**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

## 4.2 Presupuesto

Como se observa en la siguiente tabla, cada elemento considerado para la construcción del prototipo purificador del agua, los cuales

cumplieron con las especificaciones técnicas, para la obtención de cada elemento se procuró cumplir dos metas; la principal conseguir cada elemento en el sector local, es decir dentro del país Ecuador, y la secundaria obtenerlos a bajo costo para economizar gastos.

**TABLA N° 32**  
**PRESUPUESTO DE GASTOS DEL PROTOTIPO**

<b>PRESUPUESTO DE GASTOS</b>				
<b>A. RECURSOS HUMANOS</b>				
Cantidad	Descripción	Tiempo (Meses)	Costo mensual US\$	TOTAL US\$
1	Estudiante	6	0,00	0.00
<b>B. RECURSOS MATERIALES</b>				
Cantidad	Descripción	Tiempo (meses)	Costo Unitario US\$	TOTAL US\$
1	Arduino Uno		25,00	25,00
1	Modulo Bluetooth		10,00	10,00
1	Batería de 12v recargable		15,00	15,00
2	Bombas de agua		17,00	34,00
1	Manguera		3,00	3,00
1	Filtro de carbono activado		5,00	5,00
2	Electrodos de plata		20,00	40,00
3	Resistencias		0,10	0,30
3	Transistores		0,40	1,20
1	Paquete de cables conectores		5,00	5,00
1	Sensor de Temperatura		7,00	7,00
1	Sensor de Turbidez y pH		50,00	50,00
2	Integrados L293D		3,00	6,00
1	Estructura de aluminio		40,00	40,00
2	Paneles solares		15,00	15,00
	Otros gastos		50,00	50,00
<b>AUTOGESTIÓN TOTAL SUMATORIA DE A+B =</b>				<b>\$ 306,05</b>

Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Cando Guamán Olmes

## 4.3 Medición de indicadores

**TABA N° 23**  
**MEDICIÓN DE INDICADORES**

Procesos	Elemento	Indicador	Fórmula	Unidad de medida	Rango	Frecuencia de realización	Encargado
Proceso de Energización	Panel Solar	Energía generada	$E_{panel} = I_{panel} \cdot V_{panel} \cdot HSP \cdot 0,9$	Whd	10 a 12 whd	Permanente	Soporte Técnico
	Batería Recargable	carga de almacenamiento	$C = x \cdot t$	Ah	10 a 12 amp/hora	Permanente	
Proceso de Reposo o Inicio	Teléfono inteligente	longitud de la señal	$\lambda = v / f$	m	10 a 15 metros	En cada Proceso	Soporte Técnico
	Modulo Bluetooth	Frecuencia	$f = v / \lambda$	Hz	2,4 GHz	En cada Proceso	
Proceso de purificación	Sensor de Temperatura	Temperatura	$^{\circ}C = 5/9 ( f - 32 )$	Celsius	30 a 40 $^{\circ}C$	En cada Proceso	Soporte Técnico
	Electrodos de plata	Electrólisis del agua	Descomposición en O2 y H2	O y H	----	En cada Proceso	
Proceso de filtración	Bomba de agua	Caudal de bombeo	$Q = v \cdot a$	m2/s	80 a 120 ml/h	En cada Proceso	Soporte Técnico
	Filtro de carbono activado	captación de impurezas	-----	-----	-----	En cada Proceso	
Etapa de Comprobación	Sensor de Turbidez	Turbidez	-----	NTU	1,5 a 5 NTU	En cada Proceso	Soporte Técnico
	Sensor de pH	pH	$pH = -\log [H_3O^+]$	pH	7 a 8,5 pH	En cada Proceso	

Fuente: Investigación Directa

Elaborado por: Cando Guamán Olmes

#### 4.4 Conclusiones

Se concluyó por medio de las encuestas que parte del agua de la comunidad Santa Teresa de la provincia Bolívar no es apta para su consumo debido a las siguientes razones, del total de personas que toman el agua el 45% presentan síntomas de gastroenteritis, 20% diarrea, 15% fiebre tifoidea y el 20% otros síntomas, además la frecuencia con la cual se presentan estas enfermedades corresponden en 1 a 3 veces por año con un 65% del total de la comunidad.

Por medio del diseño esquemático del prototipo se logró determinar la mejor forma en que los dispositivos deben interconectarse, esta fase comprendió un nivel de desarrollo moderado debido a que el análisis y organización de los procesos debían mostrarse de una manera jerárquica para que sean comprendidos a simple vista.

Durante el análisis de los componentes usados para la implementación del prototipo se consideraron las especificaciones técnicas, como la evaluación de los grados de temperatura soportados por el sensor del cual se obtuvo un valor nominal de -55 a 125°C, la cantidad de agua que logro mover la bomba de una ubicación a otro resulto ser de 80-120 l/h, en cuanto a la distancia de comunicación del módulo bluetooth con el dispositivo móvil fue aproximadamente 10 metros.

En cuanto a la implementación del prototipo, resulto tener un grado de dificultad alto, debido principalmente a los componentes requeridos, dado a que cada uno de ellos necesitaban ser programados de una manera específica, esto se solvento mediante la programación recurrente, es decir a prueba de ensayos y errores, se logró obtener el código apropiado para que cada componente funcione al 100%.

En cuanto a la evaluación del prototipo se obtuvieron los siguientes

resultados, el valor promedio de la turbidez en el agua fue entre 1,5 a 5 ntu de 10 pruebas efectuadas, siendo 1,5ntu el valor mínimo de claridad presentada en el agua y 5ntu como el valor máximo de claridad, es decir un 100% de claridad. Para los resultados obtenidos de los niveles de pH se observó que a partir de un nivel de 3ntu se obtuvo un pH de 8,5 es decir mientras mayor sea la claridad del agua mayor será el pH en la misma.

#### **4.5 Recomendaciones**

Para mover el agua de un punto a otro considere usar bombas no sumergibles debido a que éstas son propensas a ingresar dentro de ellas aire, lo cual reduce la fuerza de succión del agua y no permite la movilización del agua, es preferible usar bombas con una alimentación de 12 voltios para obtener una mayor fuerza de absorción.

Al sellar los repositorios revisar minuciosamente, ya que pueden existir fugas, por donde el agua se puede filtrar y hacer contacto con la electricidad, esto puede causar un corto circuito y dañar todo el sistema de control.

Para mejorar el sistema de purificación es necesario integrar un sensor que mida el nivel del agua para evitar el llenado total de cada repositorio de esta, forma se evita el desbordamiento del agua fuera del repositorio.

Integrar un regulador de carga para controlar constantemente el estado de carga de la batería, así como de regular la intensidad de carga con el fin de alargar la vida útil de las baterías. Agregando este componente se controla la entrada de corriente proveniente del panel solar y evita que se produzcan sobrecargas y sobre descargas profundas en la batería.

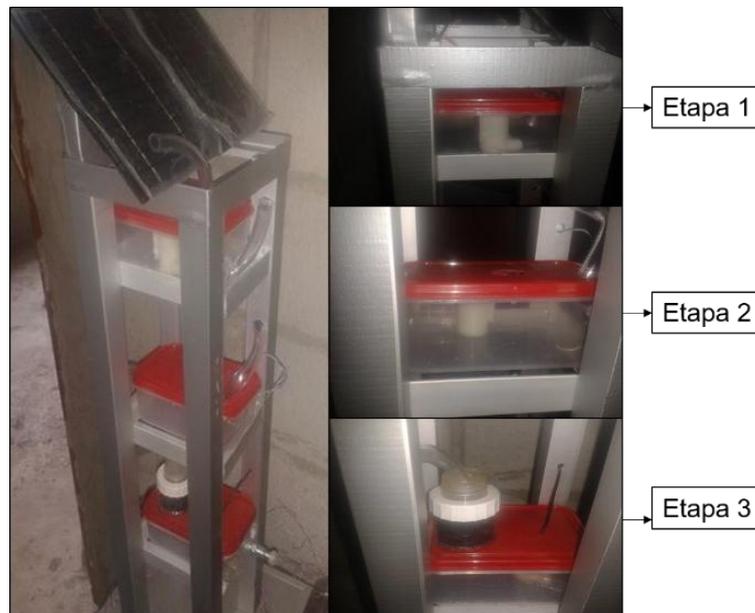
**ANEXOS**

## ANEXO 1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

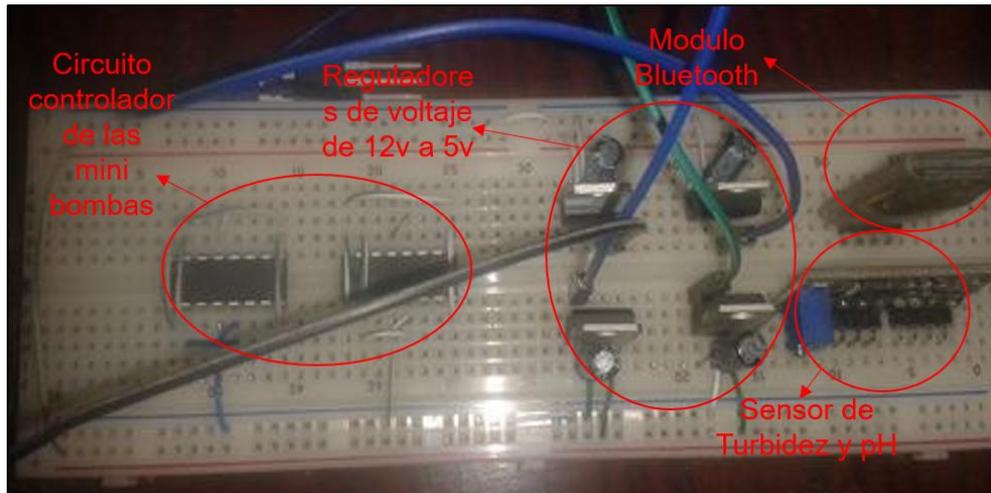
1.- Construcción de la estructura del sistema de purificación, el cual se encuentra hecho de aluminio.



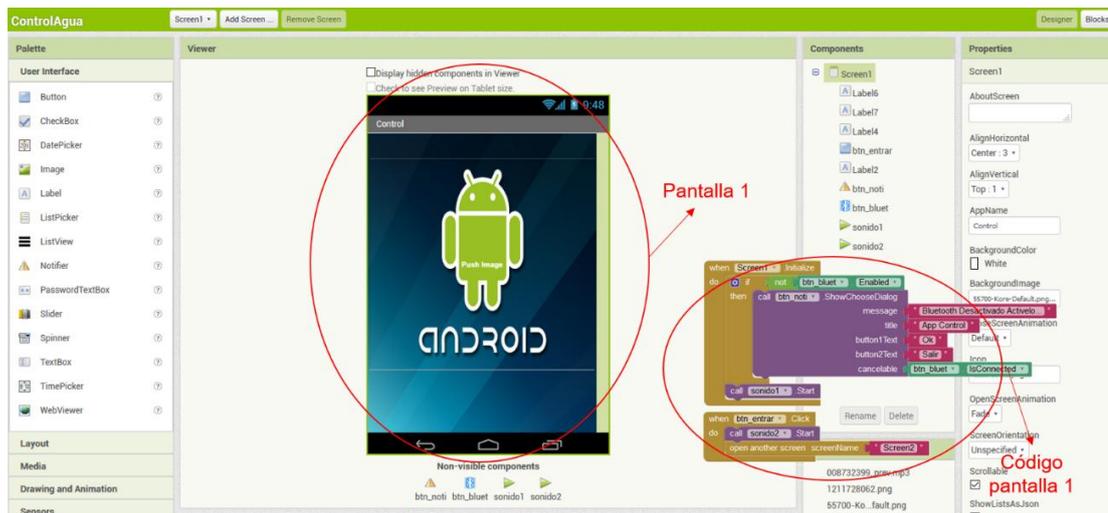
2.- Ubicación de los contenedores y componentes del sistema de purificación.



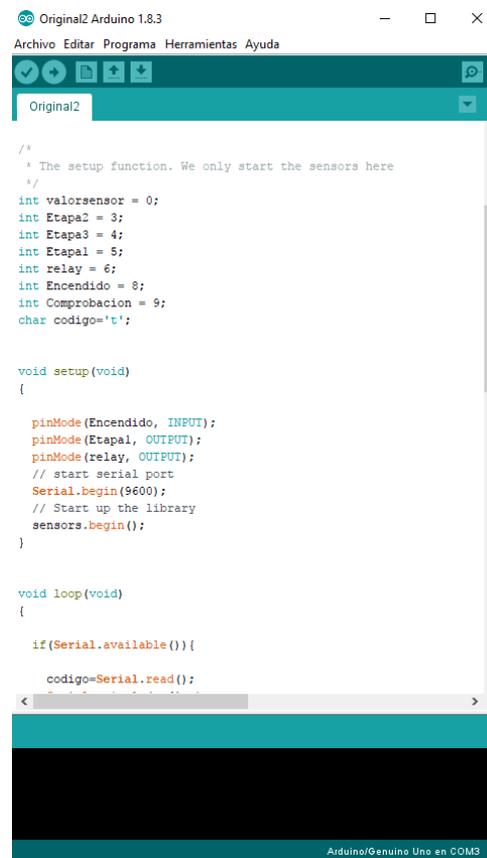
3.- Implementación del circuito regulador de voltaje, controlador de mini bomba, modulo bluetooth y sensor de turbidez y pH.



4.- desarrollar la aplicación que controlara el proceso de purificación.



5.- realizar la programación en el software IDE de Arduino.



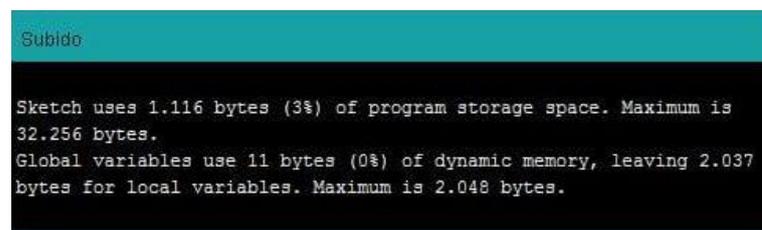
```
Original2 Arduino 1.8.3
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Original2
/*
 * The setup function. We only start the sensors here
 */
int valorsensor = 0;
int Etapa2 = 3;
int Etapa3 = 4;
int Etapa1 = 5;
int relay = 6;
int Encendido = 8;
int Comprobacion = 9;
char codigo='t';

void setup(void)
{
  pinMode(Encendido, INPUT);
  pinMode(Etapa1, OUTPUT);
  pinMode(relay, OUTPUT);
  // start serial port
  Serial.begin(9600);
  // Start up the library
  sensors.begin();
}

void loop(void)
{
  if(Serial.available()){
    codigo=Serial.read();
  }
}
```

Arduino/Genuino Uno en COM3

6.- Compilar y cargar el programa desarrollado para efectuar las pruebas de funcionamiento



```
Subido
Sketch uses 1.116 bytes (3%) of program storage space. Maximum is 32.256 bytes.
Global variables use 11 bytes (0%) of dynamic memory, leaving 2.037 bytes for local variables. Maximum is 2.048 bytes.
```

## ANEXO 2

### CÓDIGO ARDUINO DETALLADO

```
int valorsensor = 0;
int Etapa2 = 3;
int Etapa3 = 4;
int Etapa1 = 5;
int relay = 6;
int Encendido = 8;
int Comprobacion = 9;
char codigo='t';
```

Notificación de aviso para que proceda a conectarse al sistema de purificación.

```
void setup(void)
{
  pinMode(Encendido, INPUT);
  pinMode(Etapa1, OUTPUT);
  pinMode(relay, OUTPUT);
  // start serial port
  Serial.begin(9600);
  // Start up the library
  sensors.begin();
}
```

Inicialización de las entradas y salidas de pines.

En esta sección recibe el comando enviado por el teléfono móvil, mediante el cual inicia activando la mini bomba de la primera etapa pasando al proceso de la electrolisis para luego ser medir la temperatura, el cual debe alcanzar los 100 °C y permitir el paso al siguiente proceso activando la segunda mini bomba.

```
if(Serial.available()){
  codigo=Serial.read();
  Serial.println(codigo);
  //Purificacion
  if(codigo == 'a'){
    digitalWrite(Etapa1, HIGH); //MINI BOMBA PERMITE EL PASO DEL AGUA
    delay(60000); //PARA UN MINUTO DE VACIADO INICIAL
    digitalWrite(Etapa1, LOW); //MINI BOMBA SE APAGA
    digitalWrite(relay, HIGH); //ACTIVACION DE RELAY PARA ELECTROLISIS

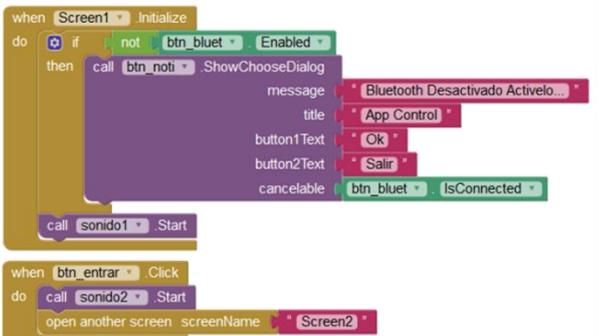
    sensors.requestTemperatures(); //ENVIA COMANDO DE TEMPERATURA
    valorsensor= sensors.getTempCByIndex(0);
    if(valorsensor>=100){ //COMPARA LA TEMPERATURA DEL AGUA SI ES MAYOR O IGUAL A 100°C
      digitalWrite(relay, LOW); //RELAY SE DESACTIVA IMPIDE EL PASO DE CORRIENTE
      digitalWrite(Etapa2, HIGH); //PERMITE EL PASO HACIA EL PROCESO DE FILTRACION
      delay(60000); //PARA UN MINUTO DEL DRENADO DE AGUA
      digitalWrite(Etapa2, LOW); //MINI BOMBA SE APAGA
    }
    else{
      digitalWrite(Etapa2, LOW);
      digitalWrite(relay, HIGH);
    }
  }
}
```

Proceso de comparación mide el nivel de turbidez del agua, a su vez el pH los compara y se pregunta si el agua cumple con el parámetro el agua esta purificada, caso contrario se activa una mini bomba que la lleva nuevamente al proceso de electrolisis donde es purificada hasta encontrarse limpia,

```
if(codigo == 'b'){
  int sensorValue = analogRead(A0); // read the input on analog pin 0:
  float turbidezph = sensorValue * (5.0 / 1024.0); // Convert the analog reading (which goes
  //Serial.println(turbidez); // print out the value you read:
  //delay(500);
  if(turbidezph>=1.5 and pH){ //COMPARA LA TURBIDEZ DEL AGUA
    digitalWrite(Etapa3, HIGH);
    delay(60000); //PARA UN MINUTO DE DRENADO DE AGUA
    digitalWrite(Etapa3, LOW);
    digitalWrite(relay, HIGH); //ACTIVACION DE RELAY PARA LA ELECTROLISIS

    sensors.requestTemperatures(); // Send the command to get temperatures
    valorsensor= sensors.getTempCByIndex(0);
    if(valorsensor>=100){
      digitalWrite(relay, LOW); //RELAY SE DESACTIVA IMPIDE EL PASO DE CORRIENTE
      digitalWrite(Etapa2, HIGH);
      delay(60000); //PARA UN MINUTO DE DRENADO DE AGUA
      digitalWrite(Etapa2, LOW);
    }
    else{
      digitalWrite(Etapa2, LOW);
      digitalWrite(relay, HIGH);
    }
  }
  else{
    digitalWrite(Etapa2, LOW);
  }
}
```

### ANEXO 3 CÓDIGO APP INVENTOR



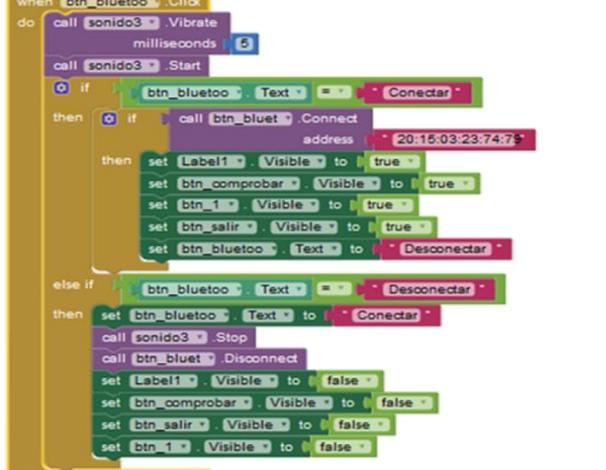
when Screen1 Initialize  
do  
if not btn\_bluet Enabled  
then  
call btn\_noti ShowChooseDialog  
message Bluetooth Desactivado Activo...  
title App Control  
button1Text OK  
button2Text Salir  
cancelable btn\_bluet IsConnected  
call sonido1 Start  
when btn\_entrar Click  
do  
call sonido2 Start  
open another screen screenName Screen2

En la primera pantalla inicializa y realiza una comparación si el modulo bluetooth se encuentra encendido si no lo esta envía mensajes de alerta “bluetooth desactivado activo”, caso contrario no realiza el proceso



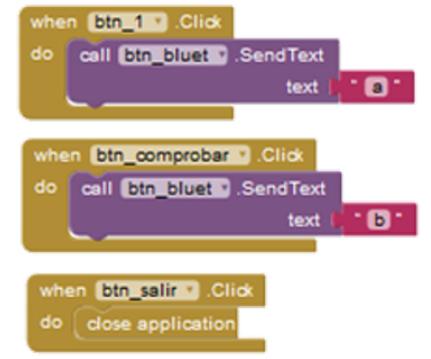
when Screen2 Initialize  
do  
call btn\_noti2 ShowMessageDialog  
message Conectese al sistema de purificación  
title App Control  
buttonText Ok  
set Label1 Visible to false  
set btn\_comprobar Visible to false  
set btn\_1 Visible to false

Notificación de aviso para que proceda a conectarse al sistema de purificación.



when btn\_bluetoo Click  
do  
call sonido3 Vibrate  
milliseconds 5  
call sonido3 Start  
if btn\_bluetoo Text == Conectar  
then  
if call btn\_bluet Connect  
address 20:15:03:23:74:7  
then  
set Label1 Visible to true  
set btn\_comprobar Visible to true  
set btn\_1 Visible to true  
set btn\_salir Visible to true  
set btn\_bluetoo Text to Desconectar  
else if btn\_bluetoo Text == Desconectar  
then  
set btn\_bluetoo Text to Conectar  
call sonido3 Stop  
call btn\_bluet Disconnect  
set Label1 Visible to false  
set btn\_comprobar Visible to false  
set btn\_salir Visible to false  
set btn\_1 Visible to false

Código del primer botón, en este permite conectarse al modulo bluetooth HC-06 para el envío de comandos.



when btn\_1 Click  
do  
call btn\_bluet SendText  
text a  
when btn\_comprobar Click  
do  
call btn\_bluet SendText  
text b  
when btn\_salir Click  
do  
close application

Código de los botones purificar, comprobar y salir al presionarlos se envía un comando el cual es recibido por el modulo bluetooth y realiza el proceso correspondiente a su nombre.

## ANEXO 4

### CÓDIGO ARDUINO COMPILADO

```
/ Include the libraries we need
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
// Data wire is plugged into port 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 2
// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire devices (not
just Maxim/Dallas temperature ICs)
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

// Pass our oneWire reference to Dallas Temperature.
DallasTemperature sensors(&oneWire);
/*
 * The setup function. We only start the sensors here
 */
int Etapa2 = 3;
int Etapa3 = 4;
int Etapa1 = 5;
int relay = 6;
int Encendido = 8;
int Comprobacion = 9;
char codigo='t';

void setup(void)
{

    pinMode(Encendido, INPUT);
    pinMode(relay, OUTPUT);
    // start serial port
    Serial.begin(9600);
```

```

// Start up the library
sensors.begin();
}

void loop(void)
{
  if(Serial.available()){

    codigo=Serial.read();
    Serial.println(codigo);
    //Purificacion
    if(codigo == 'a'){
      digitalWrite(Etapa1, HIGH); //MINI BOMBA PERMITE EL PASO DEL
AGUA
      delay(20000); //PARA UN MINUTO DE VACIADO INICIAL
      digitalWrite(Etapa1, LOW); //MINI BOMBA SE APAGA
      delay(4000);
      digitalWrite(relay, HIGH); //ACTIVACIÓN DE RELAY PARA
ELECTRÓLISIS
      Serial.println(" Relay Accionado");
      delay(1000);
      int valorsensor1 = 0;
      do
      {
        sensors.requestTemperatures(); //ENVIA COMANDO DE
TEMPERATURA
        valorsensor1 = sensors.getTempCByIndex(0);
        Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
        Serial.println("Grados Centigrados");
      } while (valorsensor1 <= 99); //COMPARA LA TEMPERATURA DEL
AGUA SI ES MAYOR O IGUAL A 100°C

```

```

Serial.println("Alcanzo los 100°C");
delay(4000);
digitalWrite(relay, LOW); //RELAY SE DESACTIVA IMPIDE EL PASO
DE CORRIENTE
Serial.println("Relay Desactivado");
delay(3000);
digitalWrite(Etapa2, HIGH); //PERMITE EL PASO HACIA EL
PROCESO DE FILTRACIÓN
Serial.println("Drenado etapa 3");
delay(30000); //PARA UN MINUTO DEL DRENADO DE AGUA
digitalWrite(Etapa2, LOW); //MINI BOMBA SE APAGA
Serial.println("Agua purificada");
}

if(codigo == 'b'){
  int sensorValue1 = analogRead(A0); // read the input on analog pin 0:
  float turbidez = sensorValue * (5.0 / 1024.0); // Convierte la lectura
analógica (que va de 0 - 1023) a un voltaje (0 - 5V):
  int sensorValue2 = analogRead(A1); // read the input on analog pin 1:
  float pH = sensorValue * (5.0 / 1024.0);
  Serial.println(turbidez);
  Serial.println(pH);
  delay(1000);

  if(turbidez <= 1.5 and => 7){
    digitalWrite(Etapa3, HIGH);
    delay(30000); //PARA UN MINUTO DE DRENADO DE AGUA
    digitalWrite(Etapa3, LOW);
    digitalWrite(relay, HIGH);
    Serial.println(" Relay Accionado");
    delay(1000);
  }
}

```

```
int valorsensor2 = 0;
do
{
    sensors.requestTemperatures(); //ENVIA COMANDO DE
TEMPERATURA
    valorsensor2 = sensors.getTempCByIndex(0);
    Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
    Serial.println("Grados Centigrados");
} while (valorsensor2 <= 99); //COMPARA LA TEMPERATURA DEL
AGUA SI ES MAYOR O IGUAL A 100°C

Serial.println("Alcanzo los 100°C");
delay(4000);
digitalWrite(relay, LOW);
Serial.println("Relay Desactivado");
delay(3000);
digitalWrite(Etapa2, HIGH);
Serial.println("Drenado a etapa 3");
delay(30000); //PARA UN MINUTO DE DRENADO DE AGUA
digitalWrite(Etapa2, LOW);
Serial.println("Agua purificada");
}
}
}
}
```

## ANEXO 5 ENCUESTA



### UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Carrera de Ingeniería en Teleinformática

La siguiente encuesta está orientada al proyecto de tesis que tiene como título **“PROTOTIPO DE UN SISTEMA PURIFICADOR DEL AGUA BASADO EN ENERGÍA RENOVABLE MEDIANTE ARDUINO”**, se pide llenar con la mayor sinceridad y de forma individual, este trata de averiguar cómo se encuentra la comunidad, con respecto al agua que se consume.

Marcar con una **“X”** en el casillero que se encuentra en cada opción de la respuesta. Cualquier duda sobre alguna de las preguntas, no dude en consultar a la persona que realiza la encuesta.

Sexo:

M	
F	

Edad:

0 - 15	
16 - 30	
31 - 45	
46 - 60	
61 - 75	
76 - mas	

1. ¿Usted sabe cuál es la principal fuente de contaminación del agua en la comunidad?

Falta de mantenimiento a las tuberías	
Falta de limpieza de los repositorios	
Filtración de aguas lluvias	
Arrojar basura a los ríos	
No sabe, no responde	

2. ¿Usted cree que el agua, que llega a su hogar es totalmente limpia?

Totalmente limpia	
Parcialmente limpia	
Ni limpia ni sucia	
Parcialmente sucia	
Totalmente sucia	

3.- El agua que usted consume es:

Hervida	
Filtrada	
De galón	
Directo de la llave	
No sabe, no responde	

4.- ¿Cuáles de estas enfermedades infecciosas son las que se dan con mayor frecuencia en el sector, por el consumo de agua no potable?

Diarrea	
Cólera	
Fiebre tifoidea	
Gastroenteritis	
No sabe, no responde	

5. ¿Conoce alguna iniciativa por parte de las autoridades, para mejorar la calidad del agua?

Charlas sobre cómo tratar el agua	
-----------------------------------	--

Creación de cisternas para el almacenamiento de agua potable	
Implantación de leyes para la protección del agua	
Construcción de un sistema de purificación para la comunidad	
No sabe, no responde	

6.- ¿Con qué frecuencia usted se ha enfermado al consumir agua no potable?

1 a 3 veces	
4 a 6 veces	
7 a 9 veces	
10 a más veces	
No sabe, no responde	

7.- ¿Qué tipo de desinfección usted conoce para la purificación del agua en su sector?

Desinfección con cloro	
Desinfección con plata iónica	
Filtro de carbón activado	
Desinfección por ebullición	
No sabe, no responde	

8.- ¿Estaría usted de acuerdo con tener un sistema de purificación del agua en su hogar, para mejorar su calidad de vida?

Totalmente de acuerdo	
Parcialmente de acuerdo	
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	
Parcialmente en desacuerdo	
Totalmente en desacuerdo	

## ANEXO 6 RECOLECCIÓN DE DATOS



## BIBLIOGRAFÍA

**Almedia, M. R. (2017).** Repositório Científico do Instituto Politécnico de Viseu. Operacionalización de las variables. Variables.  
<http://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1649/4/MENDON%C3%87A%20Maria%20Regina%20Almeida%20-%20Apendice%20%20OPERACIONALIZA%C3%87%C3%83O%20DAS%20VARI%C3%81VEIS.pdf>

**Ambietel. (2017).** Página Web. Tecnologías ambientales. Filtro de carbono activado.  
[http://www.ambietel.com/docs/remocao\\_cloro\\_compostos\\_organicos.pdf](http://www.ambietel.com/docs/remocao_cloro_compostos_organicos.pdf)

**Andrade, P. (2014).** Repositorio Videolivrraria. Métodos de enfoque. Enfoques de la investigación.  
<http://www2.videolivrraria.com.br/pdfs/14017.pdf>

**Anhembi Murumbi. (2017).** Universidad de Anhembi Murumbi - Variables. Obtenido de Universidad de Anhembi Murumbi - Variables:  
[http://www2.anhembi.br/html/ead01/metodologia\\_pesq\\_cientifica\\_80/lu06/lo3/index.htm](http://www2.anhembi.br/html/ead01/metodologia_pesq_cientifica_80/lu06/lo3/index.htm)

**Anwar , H. (2014).** Página Web. Electrogate componentes electrónicos. Apostila Arduino Básico. Resistencia Ohm.  
[http://apostilas.eletrogate.com/Apostila\\_Arduino\\_Basico-V1.0-Eletrogate.pdf](http://apostilas.eletrogate.com/Apostila_Arduino_Basico-V1.0-Eletrogate.pdf)

**Anwar, H. S. (2014).** Libro. Electrogate componentes electrónicos.

Arduino Básica. Sensores

[http://apostilas.eletrogate.com/Apostila\\_Arduino\\_Basico-V1.0-Eletrogate.pdf](http://apostilas.eletrogate.com/Apostila_Arduino_Basico-V1.0-Eletrogate.pdf)

**App Inventor. (2017).** Página Web. Primeros pasos App inventor.concepto básico.

<https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>

**Arian, C. &. (2017).** Página Web. Arian Control & Instrumentación. ¿Que es una Termocuplas?

[http://www.unet.edu.ve/~nduran/Teoria\\_Instrucontrol/termopares.pdf](http://www.unet.edu.ve/~nduran/Teoria_Instrucontrol/termopares.pdf)

**Bofill-Mas, S. C.-C.-G. (2012).** Revista Española de Salud Pública

Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos.  
Virus emergentes en humanos.

**Carreira Matias, J. V. (2013).** Página Web. Electricidad y Electrónica.

¿Qué son los transistores?. <http://www.josematias.pt/eletr/o-que-sao-transistores/>

**Cavalheiro Ribas, C. C., & Veiga Da Fonseca, R. (2012).** Repositorio

Grupo Educacional Opet. Tipos de investigación. Investigación de Campo.

[http://www.opet.com.br/biblioteca/PDF%27s/MANUAL\\_DE\\_MET\\_Jun\\_2011.pdf](http://www.opet.com.br/biblioteca/PDF%27s/MANUAL_DE_MET_Jun_2011.pdf)

**Cavalheiro Ribas, C. C., & Veiga Da Fonseca, R. (2012).** Repositorio

Grupo Educacional Opet. Tipos de investigación. Investigación Descriptiva.

[http://www.opet.com.br/biblioteca/PDF%27s/MANUAL\\_DE\\_MET\\_Jun\\_2011.pdf](http://www.opet.com.br/biblioteca/PDF%27s/MANUAL_DE_MET_Jun_2011.pdf)

- Cavasassi, J. L. (2017).** Página Web. Las baterías. Funcionamiento ¿como trabajan?.  
<http://www.cavadevices.com/archivos/FOLLETOS/BATERIAS%20CICLO%20PROFUNDO.pdf>
- Chang, R. (2017).** Repositorio Untref Virtual. Capítulo 2 Átomos. Moléculas e iones.  
[http://materiales.untrefvirtual.edu.ar/documentos\\_extras/20357\\_quimica\\_1/Cap2.pdf](http://materiales.untrefvirtual.edu.ar/documentos_extras/20357_quimica_1/Cap2.pdf)
- CMA, C. F. (2014).** Repositorio Centre For Microcomputer Applications. Turbidity Sensor. How the turbidity sensor works. [http://www.cma-science.nl/resources/en/sensors\\_bt/BT88i.pdf](http://www.cma-science.nl/resources/en/sensors_bt/BT88i.pdf)
- Cuello, J. (2017).** Página Web. Diseña App para Moviles. ¿Que es una aplicación?. <http://appdesignbook.com/es/contenidos/las-aplicaciones/>
- De Salvo, S. (2017).** Página Web Medicina Complementar. Plata Coloidal. ¿Qué es un coloide?.  
[http://www.medicinacomplementar.com.br/sdi4/sdi4-arquivos/imagens\\_biblioteca/PDF/prata\\_coloidal.pdf](http://www.medicinacomplementar.com.br/sdi4/sdi4-arquivos/imagens_biblioteca/PDF/prata_coloidal.pdf)
- Díaz Mora, N., & Sihvenger, J. C. (2017).** Página Web. Libro. Química General. Electrólisis:  
<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downquimica/capitulo7.pdf>
- Educarchile. (2017).** Páginima Web. La Química del Agua. Electrólisis del agua.  
[http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/la\\_quimica\\_del\\_agua.pdf](http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/la_quimica_del_agua.pdf)
- Emerson, I. (2014).** Catálogo. Aplicación y correcta selección de válvulas.

selenoides. Mexico: AscoExpress.

<http://www.asco.com/ASCO%20Asset%20Library/asco-express-guide-mex.pdf>

**Epec, E. P. (2014).** Página Web. La historia de la electricidad. Faraday y la electrólisis, Pag.2.

<https://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/fichafaraday.pdf>

**Eroski, C. (2017).** Página Web. Propiedades antimicrobianas de la plata.

Antimicrobianos. [http://www.consumer.es/seguridad-](http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2007/12/04/172396.php)

[alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2007/12/04/172396.php](http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2007/12/04/172396.php)

**Gómez, M. (2017).** Página Web. Dietametabolica Plata coloidal. El

antibiótico natural. <http://www.dietametabolica.es/platacoloidal.html>

**Gray, H. B., & Haight, G. P. (2014).** Libro. Principios Básicos de Química.

Teoría de la Ionización. California: Reverte S.A..

[https://books.google.com.ec/books?id=SwFsXNChbmAC&pg=SA3-PA5&lpg=SA3-](https://books.google.com.ec/books?id=SwFsXNChbmAC&pg=SA3-PA5&lpg=SA3-PA5&dq=Libro.+Principios+B%C3%A1sicos+de+Qu%C3%ADmica.+Teoría+de+la+Ionizaci%C3%B3n&source=bl&ots=cjaTDYiP6z&sig=IY1y8fPpluOvgfksQuGjyobQdA&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Libro.%20Principios%20B%C3%A1sicos%20de%20Qu%C3%ADmica.%20Teoría%20de%20la%20Ionizaci%C3%B3n&f=false)

[PA5&dq=Libro.+Principios+B%C3%A1sicos+de+Qu%C3%ADmica.+Teoría+de+la+Ionizaci%C3%B3n&source=bl&ots=cjaTDYiP6z&sig=IY1y8fPpluOvgfksQuGjyobQdA&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Libro.%20Principios%20B%C3%A1sicos%20de%20Qu%C3%ADmica.%20Teoría%20de%20la%20Ionizaci%C3%B3n&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=SwFsXNChbmAC&pg=SA3-PA5&lpg=SA3-PA5&dq=Libro.+Principios+B%C3%A1sicos+de+Qu%C3%ADmica.+Teoría+de+la+Ionizaci%C3%B3n&source=bl&ots=cjaTDYiP6z&sig=IY1y8fPpluOvgfksQuGjyobQdA&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Libro.%20Principios%20B%C3%A1sicos%20de%20Qu%C3%ADmica.%20Teoría%20de%20la%20Ionizaci%C3%B3n&f=false)

**Gray, H. B., & Haight, G. P. (2015).** Libro. Principios Básicos de Química.

Leyes de Faraday de la Electrólisis Pag.4. California: Reverte S.A..

[https://books.google.com.ec/books?id=SwFsXNChbmAC&pg=SA3-PA5&lpg=SA3-](https://books.google.com.ec/books?id=SwFsXNChbmAC&pg=SA3-PA5&lpg=SA3-PA5&dq=Libro.+Principios+B%C3%A1sicos+de+Qu%C3%ADmica.+Teoría+de+la+Ionizaci%C3%B3n&source=bl&ots=cjaTDYiP6z&sig=IY1y8fPpluOvgfksQuGjyobQdA&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Libro.%20Principios%20B%C3%A1sicos%20de%20Qu%C3%ADmica.%20Leyes+de+Faraday+de+la+Electrólisis+Pag.4)

[PA5&dq=Libro.+Principios+B%C3%A1sicos+de+Qu%C3%ADmica.+Teoría+de+la+Ionizaci%C3%B3n&source=bl&ots=cjaTDYiP6z&sig=IY1y8fPpluOvgfksQuGjyobQdA&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Libro.%20Principios%20B%C3%A1sicos%20de%20Qu%C3%ADmica.%20Leyes+de+Faraday+de+la+Electrólisis+Pag.4](https://books.google.com.ec/books?id=SwFsXNChbmAC&pg=SA3-PA5&lpg=SA3-PA5&dq=Libro.+Principios+B%C3%A1sicos+de+Qu%C3%ADmica.+Teoría+de+la+Ionizaci%C3%B3n&source=bl&ots=cjaTDYiP6z&sig=IY1y8fPpluOvgfksQuGjyobQdA&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Libro.%20Principios%20B%C3%A1sicos%20de%20Qu%C3%ADmica.%20Leyes+de+Faraday+de+la+Electrólisis+Pag.4)

g=IY1y8fPpluOvgyfksQuGjyobQdA&hl=es&sa=X&redir\_esc=y#v=onepage&q=Libro.%20Principios%20B%C3%A1sicos%20de%20Qu%C3%ADmica.%20Teoría%20de%20la%20Ionización&f=false

**Guadamuz Brenes, S. (2017).** Página Web. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Uso del Protoboard.  
<http://www.ie.itcr.ac.cr/acotoc/Ingenieria/Lab%20CC/Usos%20del%20protoboard.pdf>

**Guarnizo, J. C. (2017).** Repositorio. Sigma Electronica. Tarjeta HC-05 Arduino.  
<http://www.sigmaelectronica.net/manuals/HOJA%20REFERENCIA%20TARJETA%20HC-05%20ARD.pdf>

**Herrador, R. E. (2013).** Guía de usuario de arduino. Capítulo 2 Introducción ¿Que es Arduino?.  
[http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino\\_user\\_manual\\_es.pdf](http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf)

**Infrared. (2017).** Página Web. Ionización.  
<http://www.crcinfrared.com/ionizacion.php>

**Jaramillo Cazco, C. N. (2017).** Repositorio Escuela Politecnica Nacional. Desinfección del agua para consumo humano. Plata Coloidal.  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2134/1/CD-2893.pdf>

**Martín García, J. (2017).** Página Web. Teoría y ejercicios prácticos de dinámica de sistemas. Sistemas Definición. [http://www.dinamica-de-sistemas.com/libros/sistemas\\_concepto.htm](http://www.dinamica-de-sistemas.com/libros/sistemas_concepto.htm)

**Morales Ortiz, J. V., & Sánchez Manzanares, J. A. (2013).** Física y Química - Investigaciones de M. Faraday. España: Mad S.L.

- Moreno Parra, R. (2017).** Página Web. App Inventor en Español. Primeros pasos en MIT app inventor.  
<https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>
- OMS, O. M. (2015).** Repositorio. Efectos Sobre La Salud De La Contaminación De Agua.
- Pancorbo, F. J. (2013).** Página Web. Física y Química del agua. Ecoeficiencia.  
<http://javierpancorbo.blogspot.com/2011/05/desinfeccion-del-agua-mediante.html>
- Pocinho, M. (2015).** Repositorio Instituto Superior Miguel Torga. Estadísticas. Población y Muestra.  
[http://docentes.ismt.pt/~m\\_pocinho/calculo\\_de\\_amostras\\_teorias.pdf](http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/calculo_de_amostras_teorias.pdf)
- Prodanov, C. C., & De Freitas, E. C. (2013).** Repositorio Universidad de Feevale. Metodología del Trabajo Científico. Método deductivo.  
<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>
- Roa Suárez, H. (2013).** Libro. La teoría política sistémica. Conceptualizaciones fundamentales. Bogota: Fondo Editorial.
- Roman Herrera, C., Loza Matovelle, D., Segura, L., & Dabirian, R. (2016).** Repositorio. Construcción con tecnología abierta de un sensor de turbidez de bajo costo. Sensor de Turbidez.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v13n1/v13n1a03.pdf>
- Serway, R., & Jewett, J. (2012).** Libro. Physics for Scientists and Engineers. California: Saunders College Pub. 8th edition.

**Terry, J. (2014).** Repositorio. A water pump Primer - University of Alaska Sea Grant. Alaska: Marine Advisory Program.

<https://seagrant.uaf.edu/bookstore/boatkeeper/water-pumps.pdf>

**Universidad Carlos III del Madrid. (2017).** Página Web. Programación en dispositivos móviles portables ¿Que es Android?

<https://sites.google.com/site/swcuc3m/home/android/portada>

**Universidad De Santa Catarina. (2017).** Repositorio Universidad Del Estado De Santa Catarina. Autoionización del agua. Escala de pH.

[http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/suave/materiais/Autoioniza\\_\\_\\_\\_o\\_da\\_\\_gua.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/suave/materiais/Autoioniza____o_da__gua.pdf)

**Universidad Federico Santa. (2012).** Repositorio. Departamento de Electrónica. Tecnología de las baterías.

<http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/PresentacionBaterias.pdf>

**Vera, M. (2017).** Repositorio. Universidad Nacional Del Nordeste Facultad De Ciencias Exactas. Química General. Unidad 10 Electroquímica.

[http://exa.unne.edu.ar/quimica/quimgeneral/temas\\_parciales/unidad\\_10\\_Electroquimica2007.pdf](http://exa.unne.edu.ar/quimica/quimgeneral/temas_parciales/unidad_10_Electroquimica2007.pdf)

**Waleska Silveira, L., & Gesinaldo Ataíde, C. (2014).** Revista. Gestão, sustentável dos recursos naturais. Campina Grande: EDUEPB.

[www.uepb.edu.br/download/ebooks/Gest%C3%A3o%20Sustent%C3%A1vel\\_Final%20\(12\\_03\\_14\).pdf](http://www.uepb.edu.br/download/ebooks/Gest%C3%A3o%20Sustent%C3%A1vel_Final%20(12_03_14).pdf)