



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
POTABLE PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE QUILOTOA -  
PARROQUIA ZUMBAHUA - CANTÓN PUJILÍ, PERÍODO 2018-2019.**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio  
Ambiente

**Autores:**

Chaluisa Ante Erlinda Maribel

Guanoluisa Pullupaxi Mónica Alexandra

**Tutor:**

PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.

Latacunga – Ecuador

## **DECLARACION DE AUDITORIA**

Nosotros, **Chaluisa Ante Erlinda Maribel** y **Guanoluisa Pullupaxi Mónica Alexandra**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Evaluación de la calidad del agua y Diseño de una planta de tratamiento para consumo humano en la comunidad de Quilotoa - Parroquia Zumbahua - Cantón Pujilí, período 2018-2019”**, siendo la **PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.**, tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

---

**Chaluisa Ante Erlinda Maribel**  
**CI: 050387140-2**

---

**Guanoluisa Pullupaxi Mónica**  
**CI: 050364235-7**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHALUISA ANTE ERLINDA MARIBEL**, identificado con C.C. N° **050387140-2** de estado **SOLTERA** y con domicilio, en el barrio El Portal, cantón Pujilí, provincia Cotopaxi; y **GUANOLUISA PULLUPAXI MÓNICA ALEXANDRA**, identificado con C.C. N° **050364235-7** de estado civil **SOLTERA** y con domicilio, en la parroquia Ignacio Flores, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, a quienes en lo sucesivo se denominarán **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LOS CEDENTES**, son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

**Historial académico.**

**Fecha de iniciación de la carrera:** octubre 2014-febrero 2015.

**Fecha de finalización:** abril- agosto 2019

**Aprobación HCD:** 04 de abril del 2019.

**Tutor.** - PhD. Cand. Mercy Lucila Ilbay Yupa

**Tema:** DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE QUILOTOA- PARROQUIA ZUMBAHUA-CANTÓN PUJILÍ, PERÍODO 2018-2019.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA**, es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfieren definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrán utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LOS CEDENTES** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual

Valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de julio del 2019.

---

**Chaluisa Ante Erlinda Maribel**  
**EL CEDENTE**

---

**Guanoluisa Pullupaxi Mónica Alexandra**  
**EL CEDENTE**

**Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez**  
**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación con el título:

**“DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE QUILOTOA - PARROQUIA ZUMBAHUA - CANTÓN PUJILÍ, PERÍODO 2018-2019”, de CHALUISA ANTE ERLINDA MARIBEL, y GUANOLUISA PULLUPAXI MÓNICA ALEXANDRA, de la carrera de INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.**

Latacunga, 22 de julio del 2019

.....  
**TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACION**

PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.

**C.I.: 060414790-0**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

**“DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE QUILOTOA - PARROQUIA ZUMBAHUA - CANTÓN PUJILÍ, PERÍODO 2018-2019”**, de **CHALUISA ANTE ERLINDA MARIBEL** y **GUANOLUISA PULLUPAXI MÓNICA ALEXANDRA**, de la carrera de **INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 22 de julio del 2019

Para constancia firman:

---

**Lector 1(Presidente)**

Ing. Kalina Fonseca

**C.I.:172353445-7**

---

**Lector 2 (Secretario)**

Ing. Juan Espinoza Mg.

**C.I.: 171347432-6**

---

**Lector 3 (Oponente)**

Ing. Vinicio Mogro

**C.I.:050105751-4**

## **AGRADECIMIENTO**

Esta investigación, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que nos acompañaron en el recorrido laborioso de este trabajo, primero y antes que todo, dar gracias a Dios, por estar con nosotras en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestros caminos a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, a nuestros padres por ser nuestro pilar fundamental y habernos apoyado incondicionalmente, a nuestra tutora Ing. Mercy Ilbay a nuestros lectores: Ing. Kalina Fonseca, Ing. Juan Espinosa, Ing. Vinicio Mogro y a nuestro tutor externo Ing. Renán Lara que con sus amplias experiencias y conocimientos nos orientaron al correcto desarrollo y culminación con éxito de este trabajo para la obtención de la Ingeniería en Medio Ambiente, a través de ellos a la Universidad Técnica de Cotopaxi, autoridades y docentes.

Mil veces gracias

**(Erlinda Chaluisa)**

**(Mónica Guanoluisa)**



## **DEDICATORIA**

Este gran logro la dedico con todo mi amor y cariño a ti mi Dios que me diste la oportunidad de vivir y gracias a el he logrado concluir mi carrera.

A mis viejitos lindos mis padres Diocelina y Ernesto, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindandome su apoyo y sus consejos para hacer de mi una mejor persona y demostrarme que siempre debemos sentirnos orgullosos de nuestras raices indigenas.

A mi familia que me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

A mi novio amado porque me a brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

A todos ellos,

Muchas gracias de todo corazón.

**(Erlinda Chaluisa)**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Ramiro y Rosa quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi hermano y hermanas, Cristian, Miriam y Tania por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi novio, por apoyarme cuando más lo he necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias a todas las personas que han estado a mi lado, siempre las llevo en mi corazón.

Muchas gracias de todo corazón.

**(Mónica Guanoluisa)**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**TÍTULO:** DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE QUILOTOA - PARROQUIA ZUMBAHUA - CANTÓN PUJILÍ, PERÍODO 2018-2019.

**Autores:** Chaluisa Ante Erlinda Maribel

Guanoluisa Pullupaxi Mónica Alexandra

**RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación se realizó un diseño preliminar de una planta de tratamiento para consumo humano en la comunidad “**Quilotoa**”. Mediante la metodología de evaluación ecológica rápida se aplicó el diagnóstico ambiental de los aspectos climatológicos, geológicos, bióticos y sociales; para el diseño se utilizó la norma de estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). Los resultados permiten identificar una temperatura y precipitación promedio anual de 6,9°C y 885,6 mm. La textura del suelo es franco arenoso y se encuentran bajo cultivos de ciclos cortos como: papas, cebada, ocas, ajo, cebolla, habas y arveja, las mismas que son cultivadas una vez por año y se venden en las ciudades más cercanas, etc. El análisis de agua permitió identificar que los sólidos totales disueltos y fosfatos se encuentran sobre los límites máximos permisibles del TULSMA. EL proceso que se ejecutará para los Sólidos totales disueltos es el sedimentador, esto permite el asentamiento de partículas que tengan una densidad de masa (peso específico) mayor que la del agua mismas que serán depositadas en el fondo del tanque, y para a continuación pasar por un filtro lento de arena que consiste en una estructura de concreto , constituida por 4 capas de grava, arena gruesa, arena fina y zeolita con la finalidad de retener o eliminar el fosfato y microorganismos, donde, esto, permitirá que su tratamiento sea eficaz. El agua pasará directamente al tanque de almacenamiento donde se realiza la cloración con el fin de desinfectar y matar los microorganismos del agua para hacerla potable. Finalmente, la distribución a los 280 usuarios.

**Palabras claves:** Calidad de agua, físicos, microbiológicos, preservación, químicos.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** PRELIMINARY DESIGN OF A DRINKING WATER TREATMENT PLANT FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE COMMUNITY OF QUILOTOA - ZUMBAHUA PARISH – PUJILI CANTON, PERIOD 2018-2019.

**Authors:** Chaluisa Ante Erlinda Maribel  
Guanoluisa Pullupaxi Mónica Alexandra

### ABSTRACT

The present research work was carried out such a preliminary design of a treatment plant for human consumption in the “**Ponce Quilotoa**” community. Through the rapid ecological evaluation methodology, the environmental diagnosis of the climatological, geological, biotic and social aspects was made. For the design, the standard for the study and design of drinking water systems and wastewater disposal for populations over 1000 inhabitants of the Ecuadorian Institute of Sanitary Works (EISW) was used. The results identify an average annual temperature and precipitation of 6.9 ° C and 885.6 mm. The texture of the soil was sandy loam and they were found under short cycle crops such as: potatoes, barley, geese, garlic, onions, beans and peas, which are grown once a year and sold in the nearest cities, etc. The water analysis allowed to identify that the total dissolved solids and phosphates are over the maximum permissible limits of TULSMA. The process that were executed for the total dissolved Solids was the settler, it allows the settlement of particles that have a mass density (specific gravity) greater than the same water was deposited at the bottom of the tank, and then pass by a slow sand filter consisting of a concrete structure, consisting of 4 layers of gravel, coarse sand, fine sand and zeolite in order to retain or eliminate phosphate and microorganisms, where this allowed for its treatment to be effective. The water passed directly to the storage tank where chlorination was carried out in order to disinfect and kill the microorganisms in the water to make it drinkable. Finally, the distribution to 280 users.

**Keywords:** Water quality, physical, microbiological, preservation, chemical.

## Índice General

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>5. OBJETIVOS:.....</b>	<b>5</b>
5.1. General.....	5
5.2. Específicos.....	5
<b>6. CUADRO DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>6</b>

### CAPÍTULO I

<b>7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....</b>	<b>7</b>
7.1. El agua.....	7
7.2. El agua potable.....	7
7.3. Importancia.....	7
7.4. Calidad del agua.....	7
7.5. Tipos de cuerpos de agua.....	8
7.5.1. Aguas Superficiales.....	8
7.5.2. Agua Subterránea.....	8
7.6. Importancia del análisis de agua.....	8
7.6.1. Parámetros Físicos del agua.....	9
7.6.2. Características Químicas del agua.....	9
7.6.3. Características Biológicas del Agua.....	9
7.7. Parámetros de Monitoreo.....	9
7.8. Contaminación del agua.....	11
7.8.1. Fuentes naturales.....	11
7.8.2. Fuentes artificiales.....	11
7.9. Riesgo.....	11
7.10. Plantas de tratamiento de agua.....	12
7.11. Parámetros de diseño.....	13
7.11.1. Población.....	13
7.11.2. Caudal.....	14
7.11.3. Parámetros de calidad.....	14
7.12. Estándares de construcción.....	15
7.13. Tanque de sedimentación.....	16

7.13.1.	Tipos de sedimentación.....	18
7.14.	Filtro lento de arena.....	18
7.14.1.	Mecanismo de transporte.....	19
7.14.2.	Mecanismo de adherencia.....	20
7.14.3.	Mecanismo biológico.....	21
7.14.4.	Los sistemas de filtración se pueden clasificar por: .....	21
7.14.5.	Desinfección.....	22
<b>8.</b>	<b>MARCO LEGAL DEL AGUA EN ECUADOR.....</b>	<b>25</b>
<b>8.1.</b>	<b>CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR.....</b>	<b>25</b>
<b>8.2.</b>	<b>LEY DE AGUAS: DE LA CONSERVACIÓN.....</b>	<b>25</b>
<b>8.3.</b>	<b>CÓDIGO DE LA SALUD.....</b>	<b>26</b>
<b>8.4.</b>	<b>TEXTO UNIFICADO DE LEY AMBIENTAL SECUNDARIO (TULSMA).....</b>	<b>26</b>
<b>8.5.</b>	<b>NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169.....</b>	<b>26</b>
<b>9.</b>	<b>PREGUNTA CIENTÍFICA.....</b>	<b>28</b>
<b>CAPITULO II</b>		
<b>10.</b>	<b>METODOLOGÍAS Y DISEÑO NO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>29</b>
10.1.	Diagrama de flujo para el desarrollo de los objetivos.....	29
10.2.	Metodologías (técnicas, métodos instrumentos).....	32
10.2.1.	Tipo de investigación.....	32
10.2.2.	Métodos.....	33
10.2.3.	Técnicas.....	33
10.2.4.	Instrumentos.....	33
10.2.5.	Diseño no experimental.....	34
<b>11.</b>	<b>HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>12.</b>	<b>DESARROLLO METODOLÓGICO.....</b>	<b>36</b>
12.1.	Área de estudio.....	36
12.1.1.	Ubicación geográfica.....	36
12.2.	Diagnóstico ambiental.....	38
12.3.	Climatología.....	39
12.4.	Hidrología.....	39
12.5.	Geología.....	39
<b>CAPITULO III</b>		
<b>13.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
13.1.	Diagnóstico ambiental.....	40
13.2.	Climatología.....	40
13.2.1.	Temperatura.....	42

13.2.2.	Precipitación.....	42
13.2.3.	Nubosidad.....	43
13.2.4.	Humedad relativa.....	44
13.3.	Hidrología.....	44
13.4.	Geología.....	45
13.4.1.	Uso del suelo.....	45
13.4.2.	Cobertura vegetal.....	46
13.4.3.	Tipo de suelo.....	47
13.4.4.	Textura.....	49
13.5.	Aspectos bióticos.....	50
13.6.	Aspectos sociales.....	51
<b>14.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL AGUA EN LA COMUNIDAD DE QUILOTOA.....</b>	<b>54</b>
<b>15.</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>56</b>
15.1.	Período de diseño.....	56
15.2.	Cálculo de la Población futura.....	57
15.3.	Cálculo del canal de aducción.....	58
15.4.	Velocidad de sedimentación.....	59
15.4.1.	Cálculo de la velocidad de sedimentación.....	60
15.4.2.	Cálculo de la velocidad de asentamiento.....	60
15.4.3.	Cálculo del radio.....	61
15.4.4.	Cálculo del diámetro.....	61
15.4.5.	Área del círculo.....	61
15.4.6.	Cálculo de la longitud de la circunferencia.....	61
15.4.7.	Cálculo de la altura del Tanque de Sedimentación.....	61
15.5.	Cálculo del filtro lento de arena.....	63
15.6.	Desinfección.....	67
15.6.1.	Cálculo de la capacidad del tanque.....	68
15.6.2.	Cálculo cantidad de líquido.....	68
15.6.3.	Cálculo del Volumen libre.....	68
15.6.4.	Cálculo de la dosis de hipoclorito de sodio.....	69
15.7.	Costos de la construcción de la planta de tratamiento.....	70
<b>16.</b>	<b>PLANOS.....</b>	<b>73</b>
<b>17.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>17.1.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>17.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>

<b>18. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	77
<b>19. ANEXOS</b> .....	1

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios directos e indirectos.....	2
<b>Tabla 2:</b> Tabla de actividades.....	6
<b>Tabla 3.</b> Dotación según la complejidad del sistema.....	13
<b>Tabla 4.</b> Periodo de diseño máximo.....	14
<b>Tabla 5.</b> Principales parámetros de clasificación de tipos de agua .....	14
<b>Tabla 6.</b> Coordenadas UTM de los puntos de muestreo. ....	38
<b>Tabla 7.</b> Estaciones meteorológicas.....	40
<b>Tabla 8.</b> Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas. ....	41
<b>Tabla 9.</b> Componente Fauna.....	50
<b>Tabla 10.</b> Componente Fauna.....	51
<b>Tabla 11.</b> Población INEC – 2010.....	51
<b>Tabla 12.</b> Parámetros de calidad del agua considerando la norma TULSMA 2015 de la zona de captación.....	54
<b>Tabla 13.</b> Sólidos totales disueltos (STD).....	55
<b>Tabla 14.</b> Fosfatos (PO <sub>4</sub> ).....	55
<b>Tabla 15.</b> Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable. ....	56
<b>Tabla 16.</b> Datos para el cálculo de canal de aducción. ....	58
<b>Tabla 17.</b> Datos para el cálculo de la velocidad de sedimentación.....	60
<b>Tabla 18 .</b> Criterios de diseño para filtros lentos de arena.....	64
<b>Tabla 19.</b> Lecho recomendado para Filtros Lentos de Arena. ....	64
<b>Tabla 20.</b> Si la concentración es de 0,5% (5000mg/l) .....	69
<b>Tabla 21.</b> Dimensiones de la Planta de Tratamiento diseñada.....	70
<b>Tabla 22.</b> Materiales de construcción para el Sedimentador. ....	71
<b>Tabla 23.</b> Materiales de construcción para el Filtro lento de arena.....	71
<b>Tabla 24.</b> Costo total de la Planta de tratamiento.....	71



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Sedimentador (Planta y Corte Longitudinal). .....	17
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo del objetivo 1. ....	29
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo del objetivo 2. ....	30
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo del objetivo 3. ....	31
<b>Figura 5.</b> Ubicación Geográfica – Comuna de Quilotoa. ....	37
<b>Figura 6.</b> Temperatura (°C) .....	42
<b>Figura 7.</b> Precipitación (mm) .....	43
<b>Figura 8.</b> Nubosidad (octas). ....	43
<b>Figura 9.</b> Humedad relativa (%). ....	44
<b>Figura 10.</b> Ubicación de los cauces. ....	45
<b>Figura 11.</b> Mapa uso de suelo. ....	46
<b>Figura 12.</b> Mapa cobertura vegetal. ....	47
<b>Figura 13.</b> Mapa de taxonomía. ....	47
<b>Figura 14.</b> Mapa de textura. ....	49
<b>Figura 15.</b> Diagrama de bloques. ....	56
<b>Figura 16.</b> Canal de aducción. ....	59
<b>Ilustración 17.</b> Planta y corte del Tanque de Sedimentación. ....	62
<b>Figura 18.</b> Tanque de sedimentación. ....	63
<b>Figura 19.</b> Dimensiones del tanque de almacenamiento. ....	68

## Índice de anexos

<b>Anexo 1:</b> Fotografías de los puntos muestreados. ....	1
<b>Anexo 2:</b> Recolección de las muestras de agua. ....	2
<b>Anexo 3:</b> Etiquetado y conservación de las muestras de agua. ....	3
<b>Anexo 4:</b> Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección. ....	4
<b>Anexo 5:</b> Coeficiente de Manning para cunetas y canales revestidos. ....	6
<b>Anexo 6:</b> Clasificación de las partículas del suelo. ....	6
<b>Anexo 7:</b> Característica y propiedades del suelo. ....	6
<b>Anexo 8:</b> Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas. ....	7
<b>Anexo 9:</b> Densidad del agua líquida entre 0°C y 14°C. ....	7
<b>Anexo 10:</b> Informe de resultados del análisis del agua emitida por el INAMHI, Laboratorio Nacional de Calidad de agua y Sedimentos. ....	8

<b>Anexo 11</b> : Hoja de vida de la tutora de investigación: PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y. ....	14
<b>Anexo 12</b> : Hoja de vida del autor: Erlinda Maribel Chaluisa Ante .....	22
<b>Anexo 13</b> : Hoja de vida del autor: Mónica Alexandra Guanoluisa Pullupaxi. ....	23
<b>Anexo 14</b> : Aval de traducción. ....	24

## 1. INTRODUCCIÓN.

El agua es un elemento básico para la vida de los seres humanos, las plantas y los animales, también su calidad es una característica de vital trascendencia en el consumo humano y uso doméstico, su preservación y manejo debe ser una constante preocupación para todos los seres humanos, quienes son los que inciden en la calidad y disponibilidad del agua tanto superficial como subterránea, pues a medida que las poblaciones crecen, la necesidad de abastecimiento es mayor y al mismo tiempo la cantidad apta para el consumo disminuye. El agua que es distribuida a los usuarios de la junta “Quilotoa” no es la adecuada para su consumo, por lo cual se ha visto la necesidad de diseñar una planta de tratamiento con base a los análisis físicos, químicos y microbiológicos obtenidos, los mismos que permitieron identificar la alteración en los parámetros, los cuales se compararon acorde a la normativa vigente ambiental del Ecuador (TULSMA).

La planta de tratamiento fue dimensionada mediante cálculos, de acuerdo a los análisis del agua y al caudal que emite la fuente, utilizando softwares avanzados como son: Microsoft Excel, Arc-GIS (Sistema de Información Geográfica), AutoCAD, etc. Tanto para el cálculo y dibujo técnico del diseño del proyecto. La realización del presente proyecto se seguirá normativas para el diseño de la planta de tratamiento y calidad de agua como fuente de consulta de especificación para este tipo de proyectos.

**Palabras claves:** Calidad de agua, físicos, microbiológicos, preservación, químicos.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El agua y el saneamiento son los principales factores para la salud de las personas, son esenciales y vitales para el desarrollo de las actividades e higiene del ser humano.

Para el desarrollo urbano es necesario contar con los recursos hídricos que permitan entregar a los habitantes el caudal necesario para cubrir sus necesidades diarias, este recurso deberá ser garantizado en su cantidad y calidad.

En la actualidad el abastecimiento del agua potable es insuficiente e inadecuado que implican riesgos, que representan un problema constante sobre la salud de la comunidad del Quilotoa. La organización mundial de la salud (OMS) estima que 80% de todas las enfermedades del mundo, son causadas por la falta de agua limpia y saneamiento adecuado, siendo esta una de las causas principales de enfermedades y muertes sobre todo en los niños.

El presente proyecto de investigación busca estudiar, analizar y proponer una alternativa para controlar el nivel de contaminantes presentes en el agua consumida, por lo que es necesario el diseño del tanque de Sedimentación, de tal manera que el agua captada reciba un tratamiento adecuado previo a su distribución siendo necesario para preservar la salud de los habitantes de esta zona.

## 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

*Tabla 1:* Beneficiarios directos e indirectos.

Directos			Indirectos		
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
Comunidad Quilotoa	62	69	Shalala	33	40
			Ponce	34	42
<b>Total</b>	131		<b>Total</b>	149	

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

#### **4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

Desde la existencia del ser humano el agua ha sido y será considerado el “líquido vital” utilizado para calmar la sed, en el aseo corporal, en la preparación de los alimentos, en la generación de la energía eléctrica, en la agricultura por medio del riego.

La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa a los países de todo el mundo, en desarrollo, por su repercusión en la salud de la población.

Según la Organización Mundial de Salud, OMS, (2017) afirma que de los 2.100 millones de personas no disponen de agua gestionada de forma segura, 844 millones no tienen un servicio básico de agua potable. Esto incluye a 263 millones de personas que tienen que emplear más de 30 minutos por viaje para recoger agua de fuentes que se encuentran lejos de su hogar, y 159 millones que todavía beben agua no tratada procedente de fuentes de agua de superficie, como arroyos o lagos.

La OMS elabora normas internacionales relativas a la calidad del agua y la salud de las personas en forma de guías en las que se basan reglamentos y normas de países de todo el mundo.

En casi todas las ciudades de tamaño mediano y grande en el Ecuador, con excepción de Cuenca y algunos sectores de Guayaquil, carecen de sistemas de tratamiento de agua potable. Esto se ha reflejado en altos niveles de parasitosis, enfermedades diarreicas, pérdida de biodiversidad acuática por la mala calidad del agua.

En la provincia de Cotopaxi existen algunas deficiencias en lo que respecta al sistema de agua potable, puesto que muchas de las obras de infraestructuras no fueron realizadas con estudios previos ni diseño que estén de acuerdo con la realidad de los sectores, además de no contar con un adecuado tratamiento para el consumo humano.

En la comunidad de Quilotoa, se ha evidenciado la ausencia de análisis para la calidad del agua, debido a la falta de preocupación de las autoridades, además del desarrollo de actividades que influyen en impactos negativos al ambiente. La siguiente investigación tiene su importancia debido a la carencia de un adecuado tratamiento del agua para la seguridad y bienestar del ser humano, el derecho al agua y a su saneamiento es inseparable de los otros derechos de las personas, no puede ser el objeto de cualquier discriminación e implica un respeto por todos.

El agua potable es un servicio básico, del cual es casi imposible que sea excluido, por lo que se ha visto necesario la evaluación del agua y el diseño del tanque de sedimentación en la

comunidad de Quilotoa, utilizando cada uno de los procesos con el fin de que los habitantes de la comunidad cuenten con agua de calidad, para lo cual es fundamental cumplir límites permisibles en cuanto a sus características físicas, químicas y biológicas.

## **5. OBJETIVOS:**

### **5.1.General**

- ✓ Realizar el diseño preliminar de una planta de tratamiento para consumo humano en la comunidad de Quilotoa-parroquia Zumbahua - cantón Pujilí.

### **5.2.Específicos**

- ✓ Realizar el diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto.
- ✓ Realizar el dimensionamiento de la planta de tratamiento de potabilización en base a cálculos.
- ✓ Elaborar el plano de la planta de tratamiento de potabilización de agua.

## 6. CUADRO DE ACTIVIDADES.

*Tabla 2:* Tabla de actividades.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.
<p><b>-Realizar el diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto de potabilización del agua para consumo humano de la comunidad “Quilotoa”.</b></p>	<p>-Realizar un muestreo en la vertiente que suministra a la comunidad “Quilotoa”.            -Caracterización de la zona de estudio:            -Investigación bibliográfica.            -Línea base de la comunidad.            -Delimitación de su territorio.</p>	<p>-Determinar el parámetro que se encuentra fuera de los límites permisibles y que causa una alteración a la calidad del agua, en base a la comparación con la Normativa TULSMA <b>Anexo (Tabla 1)</b>.            -Se determinó la información de la precipitación, temperatura, nubosidad, humedad relativa.            -Se realizó el mapa del Tipo de suelo, cobertura vegetal, taxonomía y textura del suelo.</p>	<p>- Realizar la toma de muestra in-situ en tres puntos:            En la captación del agua, el tanque de almacenamiento y domicilio.            - Para determinar la precipitación, temperatura etc., se utilizó los datos del INAMHI.            -Se utilizó el Software libre QGIS.            -Mediante SHAPES del Instituto geográfico Militar se delimito el área de estudio.</p>
<p><b>-Realizar el dimensionamiento de la planta de tratamiento de potabilización en base a cálculos.</b></p>	<p>-Se realizó el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional.            -Cálculo del canal de aducción.            -Cálculo del sedimentador.            -Cálculo del filtro lento de arena.</p>	<p>Cálculos para determinar el dimensionamiento de la planta de tratamiento.</p>	<p>-Se realizó los cálculos para determinar la población futura mediante el método aritmético, caudal de diseño, ley de STOKES para el sedimentador y la ley de la continuidad para el litro lento de aren.</p>
<p><b>-elaborar el plano de la planta de tratamiento de potabilización de agua.</b></p>	<p>-Visita de campo            - Levantamiento de información georreferenciado.            -Muestreos de agua.</p>	<p>Diseño del plano general de la planta de tratamiento.</p>	<p>Se utilizó el programa AUTOCAD para diseñar la planta.</p>

*Elaborado por:* Grupo de investigación.



## **CAPÍTULO I.**

### **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.**

#### **7.1. El agua.**

El agua es la sustancia más abundante sobre la tierra, y constituye el medio ideal para la vida, es imprescindible para los seres vivos que habitan en él. Se compone de tres átomos, dos de oxígeno y uno de hidrógeno que unidos entre si forman una molécula de agua, H<sub>2</sub>O, la unidad mínima en que ésta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes. (Chamba, F. 2013).

Según Guerrero, E. (2006), menciona que el agua es un recurso vital para el desarrollo social y económico de los países, esto debido a que un acceso al agua y saneamiento mejorados constituyen factores de relevancia para promover una mayor inclusión social y contribuir en la reducción de la pobreza. pg. 78.

#### **7.2. El agua potable.**

Denomina agua potable al agua "bebible" en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para su consumo humano según unas normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales. (OMS, 1996).

#### **7.3. Importancia.**

La disponibilidad del agua apta para el consumo, la preparación de alimentos, higiene personal, además de la producción de energía es esencial para garantizar la salud y el bienestar de los seres humanos ya que debido a la importancia del agua es necesario conocer la manera de conservarla, pues, la escasez de la misma cada día es más frecuente y se va incrementando. (Contreras, K. 2008).

#### **7.4. Calidad del agua.**

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS 2012), la calidad del agua potable es un tema de interés universal, el agua es esencial para la vida y todas las personas deberían disponer de un suministro satisfactorio.

Para lograr que el agua presente las características que confieren el estado de buena calidad se la debe someter previamente a controles sanitarios y procesos de potabilización, así para

corroborar que la calidad de agua tratada sea buena, en nuestro país, se debe mantener las características dentro de ciertos límites que viabilizan determinado uso. Estos límites constituyen las normas legales de la calidad del agua. (López, M. 2002).

La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. (Prat, N.1998).

### **7.5. Tipos de cuerpos de agua.**

Las condiciones hidrológicas relacionadas con la lluvia, con las corrientes de agua y con la infiltración, son factores de mucha importancia en la formación de depósitos de aguas de abastecimiento y en la purificación de estas aguas. Las variaciones de estos factores afectan no sólo la cantidad de agua aprovechable, sino también su calidad.

#### **7.5.1. Aguas Superficiales.**

Las aguas superficiales se originan en los acuíferos y manan directamente del suelo. Son las de las corrientes naturales como ríos y arroyos; y en relativo reposo en lagos, embalses, mares; y en estado sólido en el hielo y las nieves donde se acumulan en grandes cantidades. Al escurrir por la superficie las corrientes naturales están sujetas a contaminaciones derivadas del hombre y de sus actividades transformándolas en muchos casos en nocivas o impropias para la salud. Su calidad depende también del tipo de suelo y de vegetación. (Álvarez, J., Panta, J. E., Ayala, C. R., & Acosta, E. H. 2008).

#### **7.5.2. Agua Subterránea.**

Son las que penetran por las porosidades del suelo mediante el proceso denominado infiltración. Parte de la lluvia que cae sobre la superficie de la tierra se filtra en el suelo y se torna en agua subterránea. Durante su paso a través del suelo, el agua entra en contacto con muchas sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas. (Tóth, J. 2000).

### **7.6. Importancia del análisis de agua.**

Según, OMS (2010), define que es de vital importancia que los países desarrollados, países en desarrollo y la mayoría de las grandes ciudades aplican permanentemente análisis del aguade consumo, mediante la ayuda de analizadores continuos o mediciones en el laboratorio para garantizar a los consumidores que el agua es potable

### **7.6.1. Parámetros Físicos del agua.**

Las características físicas del agua son aquellas que nos brindan información sobre las condiciones estéticas del agua, mediante el uso de los cinco sentidos. La preponderancia de estas características se manifiesta por el simple hecho de que la coloración del agua puede hacer que no sea apetitosa para ser consumida, aunque sus propiedades químicas y biológicas demuestren su potabilidad, por ello es fundamental realizar un estudio estos parámetros lo cual para la presente investigación se tratará en el marco conceptual. (Orozco, et al., 2005).

### **7.6.2. Características Químicas del agua.**

Según Jenkins, M. (2009), El agua es una solución o suspensión acuosa en la cual suceden una serie de reacciones químicas de importancia biológica, las cuales entre sus interacciones brindan esas características al agua, también se tratará los conceptos de los parámetros que corresponden a las características químicas del agua en el marco conceptual.pg78

### **7.6.3. Características Biológicas del Agua.**

Según Madigan M. (2010), el agua es un medio muy apreciado por los microorganismos para desarrollar su vida, ya que cada uno de esta le permite realizar procesos metabólicos, reproductivos, así como también es el área donde depositan las excretas.pg42.

El objetivo del análisis es establecer los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de consumo humano y las instalaciones que permiten su suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor y el control de las mismas, garantizando su salubridad, calidad y limpieza. (Índice biológico de calidad, 1996).

## **7.7. Parámetros de Monitoreo.**

Durante el levantamiento de la información en campo, se analizarán los parámetros que se describen brevemente a continuación

### **a) pH.**

El pH es una variable importante en el manejo de la calidad del agua pues influye en los procesos químicos y biológicos. Mide el balance de acidez. (Agostini, 1997).

### **b) Turbiedad.**

La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos. (Agostini, 1997).

**c) Sólidos disueltos.**

Son determinados directamente por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos. (Aldabe y Aramendía, 2005).

**d) Coliformes fecales.**

Las bacterias Coliformes Fecales forman parte del total del grupo Coliformes. Son definidas como bacilos gran-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a  $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  dentro de las  $24 \pm 2$  horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el *Escherichia coli*. (Agostini A, 1997).

**e) Demanda bioquímica de oxígeno.**

La DBO5 muestra la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y mide cuánto oxígeno se consume para su depuración. Cuanto mayor sea la DBO, mayor es la cantidad de materia orgánica degradable. Para aguas superficiales, es un indicador asociado a procesos de respiración microbiana (EPA 2014).

**f) Oxígeno disuelto.**

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua, se establece como la concentración actual (mg/L) o como la cantidad de oxígeno que puede tener el agua a una temperatura determinada. Se conoce también como el porcentaje de saturación, la unidad se representa en miligramos por litro mg/L. (Sawyer 1978).

**g) Nitratos.**

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es  $\text{NO}_3$ , contaminante común que se encuentra en el agua subterránea y que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. (Muñoz, H., & Ceniceros, N. 2011).

**h) Fosfatos.**

El ión fosfato,  $\text{PO}_4^{3-}$ , en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Al corresponder a un ácido débil, contribuye a la alcalinidad de las aguas. (Ansola G. 2000).

**i) Hierro.**

Hierro es un elemento químico metálico de color blanco, y es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, en las aguas subterráneas el hierro se encuentra en forma de  $\text{Fe}^{2+}$  en condiciones de potencial redox bajo. (Tercedor, J. 1996).

## **j) Arsénico.**

El arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre; ampliamente distribuido en todo el medio ambiente, está presente en el aire, el agua y la tierra. En su forma inorgánica es muy tóxico. La exposición prolongada al arsénico inorgánico, principalmente a través del consumo de agua contaminada o comida preparada con esta y cultivos alimentarios regados con agua rica en arsénico puede causar intoxicación crónica. Los efectos más característicos son la aparición de lesiones cutáneas y cáncer de piel. (OMS, 1996).

### **7.8. Contaminación del agua.**

La contaminación del agua es aquella alteración que surge de forma natural o artificial. Gran parte del agua es contaminada por el hombre haciéndola inadecuada o peligrosa para el consumo humano. Las fuentes de contaminación por las que el agua sufre ese cambio o alteración son: las industrias, la agricultura, y las actividades externas que realizan las personas.

#### **7.8.1. Fuentes naturales.**

Según, Girbau, G. (2002), establece que son aquellas fuentes de contaminación que son producidas por su entorno natural, estos pueden proceder del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.). Aunque pueden ser nocivo para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar siempre que estos se encuentren en bajas concentraciones.

#### **7.8.2. Fuentes artificiales.**

Según, Girbau, G. (2002), menciona que son fuentes producidas como consecuencia de las actividades humanas. El desarrollo industrial, actividades agropecuarias y domiciliarias han provocado la presencia de ciertos componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos y difíciles de eliminar, estos pueden generar gran alteración a los componentes de la naturaleza.

### **7.9. Riesgo.**

La calidad del agua para consumo humano es un factor determinante en las condiciones de la salud de las poblaciones, sus características pueden favorecer tanto la prevención como la transmisión de agentes que causan enfermedades, tales como: hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos; entre estas, amebiasis, giardiasis, cryptosporidiasis y helmintiasis. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades de origen hídrico depende de varios factores, los principales son: la calidad y la continuidad del servicio de suministro de agua. Sin embargo, esos riesgos no pueden eliminarse por completo porque

estas enfermedades también pueden difundirse por contacto personal, aerosoles y alimentos. La importancia de la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano es aportar información que permita la toma de decisiones para el mejoramiento de su calidad y, así, proporcionar beneficios significativos para la salud, reduciendo la posibilidad de transmisión de enfermedades por agua contaminada. (Sanrem- Andes, 2005).

#### **7.10. Plantas de tratamiento de agua.**

Instalación donde el agua cruda es sometida a diversos procesos con el objetivo de eliminar los microorganismos y los contaminantes físicos y químicos hasta los límites aceptables que estipulan las normas. (J. M. Antelo, F. Arce, D. Cores, J. Crugeiras, M. C. Fernández, 1990).

Según, Chulluncuy, N. (2011), menciona que para el tratamiento del agua se emplean diferentes procesos como:

##### **✓ Cribado.**

Es un mecanismo para retener y separar materiales de grandes y pequeñas dimensiones que estén en las corrientes de agua, como piedras, madera, plástico y hojas de árboles, mediante rejillas en donde estas se quedan retenidas, para limpiar la parte superficial del agua.

##### **✓ Coagulación-floculación.**

Es el proceso convencional de coagulación - floculación , se añade un coagulante al agua fuente para crear una atracción entre las partículas en suspensión. La mezcla se agita lentamente para inducir la agrupación de partículas entre sí para formar “flóculos”.

##### **✓ Sedimentación.**

Es el proceso físico que consiste en la separación de las partículas en suspensión presentes en el líquido, cuya densidad debe ser mayor, y que por la acción de la gravedad se dé la sedimentación, para obtener el fluido calificado.

##### **✓ Filtración.**

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas, coloidales y microorganismos presentes en el agua, que no han quedado retenidas en el proceso de sedimentación, y consiste en hacer pasar el agua a través de medios porosos de material granular, es la principal fase responsable de que cumpla con los estándares para garantizar la calidad de agua potable.

✓ **Desinfección.**

La desinfección del agua se refiere a la inactivación o eliminación total de los microorganismos especialmente los patógenos que son causantes de enfermedades, que pueden causar daños a los consumidores del agua.

**7.11. Parámetros de diseño.**

**7.11.1. Población.**

La población total estimada en la parroquia de Zumbahua es de 13139 habitantes, con base al censo realizado en el año 2010. Se calcula que al año 2020, correspondiente al horizonte del proyecto, la población ascenderá a 14605 habitantes.

**Análisis del nivel de complejidad:** se presenta la relación del tipo de planta que se requiere diseñar.

**Tabla 3.** Dotación según la complejidad del sistema

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Población en la zona urbana (habitantes)</b>	<b>Capacidad económica de los usuarios</b>
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

**Fuente:** Artículo 2°. Resolución 2320 de 2009.

**Período de diseño:** Para todos los componentes del sistema de acueducto y alcantarillado se adoptan los periodos de diseño máximos establecidos en la Tabla número 10, según el Nivel de Complejidad del sistema:

**Tabla 4.** Periodo de diseño máximo.

Nivel de Complejidad del sistema	Período de diseño máximo
Bajo, Medio y Medio alto	25 años
Alto	30 años

*Fuente:* Artículo 2°. Resolución 2320 de 2009.

### 7.11.2. Caudal.

El caudal de agua potable que suministra a la comunidad “Quilotoa” actualmente es de:

Cañón rio Toachi	2.20 l/seg
TOTAL	2.20 l/seg

### 7.11.3. Parámetros de calidad.

Las aguas superficiales susceptibles de ser destinadas al consumo humano quedan clasificadas, según el grado de tratamiento que deben incluir para su potabilización, en los 3 grupos siguientes:

- TIPO A1: Tratamiento físico simple y desinfección.
- TIPO A2: Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección.
- TIPO A3: Tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección.

Según la normativa europea del año 1988, los tipos de agua se definen por los siguientes parámetros:

**Tabla 5.** Principales parámetros de clasificación de tipos de agua

Parámetro	Unidad	Tipo a1	Tipo a2	Tipo a3
pH	-	6.5-8.5	5.5-9	5.5-9
Color	Escala Pt	20	100	200
Sólidos en suspensión	mg/l	25	-	-



<b>Temperatura</b>	°C	25	25	25
<b>Conductividad</b>	S/cm	1000	1000	1000
<b>Detergentes</b>	Lauril sulfato	0.2	0.2	0.5
<b>DQO</b>	mg/lt	-	-	30
<b>OD</b>	% saturación	70	50	30
<b>DBO5</b>	mg/lt	3	5	7
<b>Coliformes totales</b>	100ml	50	5000	50000
<b>Coliformes fecales</b>	100ml	20	2000	20000

*Fuente:* European Community environmental legislation Normativa 98/83. Calidad de agua 2000.

### 7.12. Estándares de construcción.

Para plantas grandes y en ocasiones para plantas de tamaño mediano, se recomienda efectuar diseños preliminares avanzados, para los cuales es necesario contar ya con información relativa al sitio seleccionado para implantación de las estructuras. La información requerida es la siguiente. (Normas, I. N. E. N. CO 10.07-601 Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales):

- a) Levantamiento topográfico y catastral del terreno disponible, incluyendo caminos de acceso, infraestructura sanitaria cercana, ingreso previsto de la línea de conducción de agua cruda, facilidades para desagües de aguas lluvias, cuerpos receptores cercanos, localización de postes de energía eléctrica próximos, y otros datos considerados de interés por el diseñador
- b) Estudios geológicos y de suelos que describan la naturaleza del suelo y su estabilidad, determinen el nivel freático y el nivel máximo de inundación del terreno, y permitan realizar diseños estructurales que garanticen la seguridad de las obras. En el caso de que el sitio esté localizado en una zona de riesgo sísmico, este estudio debe estimar el riesgo y vulnerabilidad, los requerimientos para las fundaciones y la intensidad del sismo esperado.
- c) Definición de las condiciones climáticas de la zona, particularmente la temporada lluviosa en el año, las variaciones diarias de temperatura ambiental, y las direcciones predominantes de los vientos.

El sitio para ubicación de la planta de tratamiento se debe seleccionar tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a) Debe disponer de fácil acceso en cualquier época del año.
- b) En el caso de estar cerca de un río debe estar sobre el nivel de crecientes máximas, en un trecho recto del río o en la parte convexa de un trecho curvo.
- c) Preferiblemente debe contar con abastecimiento de energía, facilidades para evacuación de aguas de proceso y lodos.
- d) Debe mostrar características de estabilidad y facilidades constructivas.
- e) Tener área suficiente para la implantación de la planta de tratamiento y estructuras complementarias, y preferiblemente para permitir ampliaciones futuras. La casa del operador y la zona prevista para la disposición de lodos pueden encontrarse en terrenos diferentes pero cercanos al de la planta.

Los diseños preliminares avanzados presentarán la implantación de todas las obras en el terreno, incluyendo además de las unidades de proceso, los edificios para almacenamiento y dosificación de productos químicos, laboratorios, talleres de mantenimiento, áreas administrativas, vivienda para el operador o jefe de planta, la estructura vial y de estacionamiento requerido, y detalles paisajísticos.

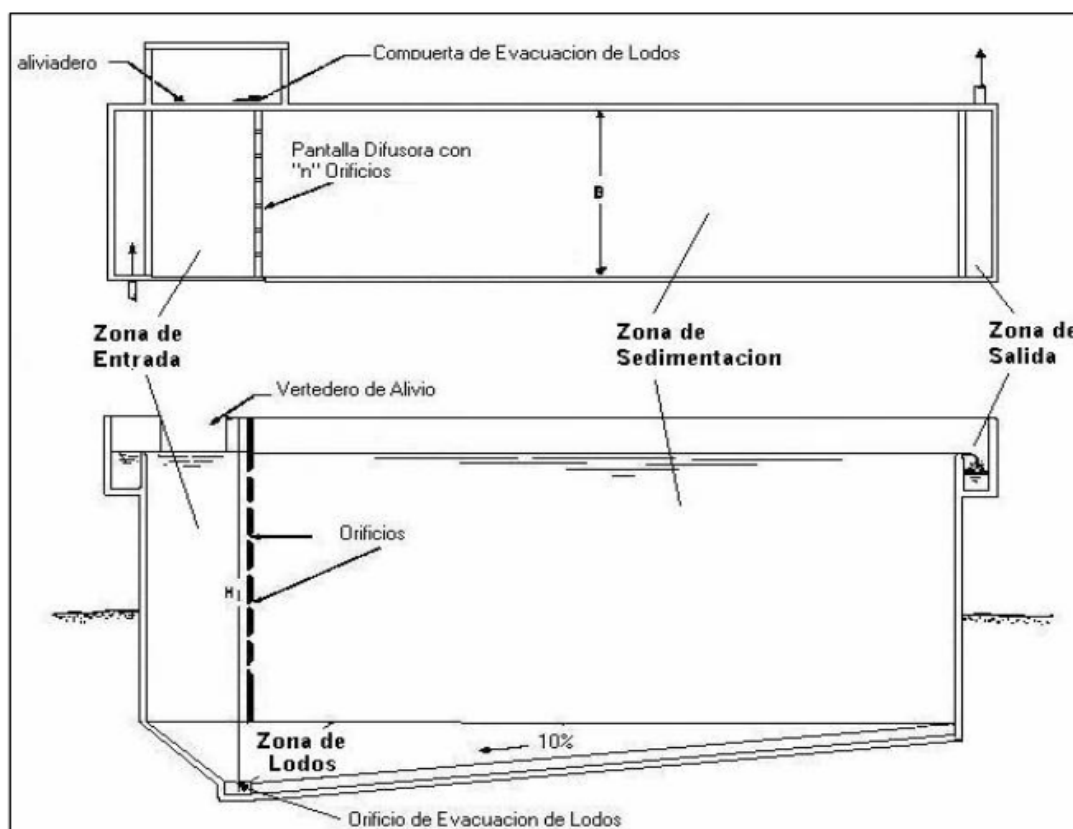
Se efectuarán diseños preliminares arquitectónicos, estructurales y electromecánicos. Los dos primeros presentarán la forma, tamaño y localización de las estructuras, así como alternativas de materiales a ser utilizados; los terceros destacarán las decisiones respecto al tipo y tamaño de los equipos a ser utilizados.

### **7.13. Tanque de sedimentación.**

La sedimentación es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita, la sedimentación se utiliza en la potabilización del agua, para reducir la cantidad de partículas no deseadas, y se diseñan dispositivos para ese fin. la sedimentación en el agua potable, está basada en la ley de Stokes que menciona que las partículas de mayor diámetro y/o mayor peso específico que el líquido son más fáciles de sedimentar, así también una menor viscosidad del líquido logra una mejor sedimentación (OPS 2005b)

Los sedimentadores se pueden diseñar de muchas formas, Comúnmente rectangulares y Cilíndricos y se dividen en 4 partes:

**Figura 1.** Sedimentador (Planta y Corte Longitudinal).



*Fuente:* Adaptado UNATSABAR, (2005).

**a) Zona de entrada.**

Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.

**b) Zona de sedimentación.**

Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos, flujo pistón.

**c) Zona de salida.**

Constituida por un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

**d) Zona de recolección de lodos.**

Constituida por una tolva con capacidad para depositar los lodos sedimentados, y una tubería y válvula para su evacuación periódica.

### **7.13.1. Tipos de sedimentación.**

#### **7.13.1.1. Sedimentación discreta.**

En la sedimentación discreta, las partículas se asientan en el agua individualmente sin interactuar con otras partículas vecinas. Este tipo de sedimentación ocurre con la presencia de una concentración relativamente baja de partículas sólidas presentes en el agua.

#### **7.13.1.2. Sedimentación floculante.**

La formación de flóculos de mayor tamaño a partir de floculo más pequeños típicamente se logra por medio de agitación leve y constante del agua para estimular a las partículas y pequeños flóculos para que “choquen” entre sí, se adhieren, y forman un floculo de mayor tamaño.

Cuando los flóculos son lo suficientemente grandes y pesados para sedimentarse (Santos, E. 2016)

#### **7.13.1.3. Sedimentación obstaculizada.**

Se produce cuando la concentración de partículas sólidas en el agua se vuelve lo suficientemente alta como para inhibir el movimiento del agua. En estas condiciones, la fuerza esforzada a moverse en los pequeños espacios entre las partículas, más bien la masa de las partículas se asienta junto como una unidad grande, con cada partícula individual, permaneciendo separada de las otras.

#### **7.13.1.4. Sedimentación de compresión.**

Puede ocurrir cuando la concentración de partículas sólidas en el agua es tal alta que deben comprimirse y compactarse a las de abajo para sedimentar correctamente.

### **7.14. Filtro lento de arena.**

El filtro lento de arena se diseñará para los parámetros que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles sólidos totales disueltos, fosfatos. La filtración lenta en arena es un tipo de sistema de purificación de agua centralizado o semicentralizado mediante la cual permitirá la eliminación muy efectiva de bacterias, virus, protozoos, turbidez y metales pesados en agua dulce contaminada. (Spuhler, 2018).

En general los sistemas de tratamiento de agua tienen como objetivo eliminar o remover los agentes contaminantes, el proceso de filtración es uno de las principales acciones para garantizar la calidad de agua y que esta sea apta para el consumo humano.

Una de las primeras técnicas aplicadas para la depuración de las aguas fue la de los filtros lentos de arena. Por medio de su utilización, fue posible eliminar impurezas existentes y reducir drásticamente las enfermedades provenientes por aguas sin tratar (Hernandez & Cuevas, 2009).

La filtración lenta su principal objetivo es el hacer circular el agua cruda a través de un manto

poroso, de arena. Durante el proceso, las impurezas entran en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente proceso de degradación química y biológica que reducen a la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución o permanecen como material inerte hasta su subsecuente retiro o limpieza (Van y colaboradores, 1978).

La biofiltración puede efectuarse en medios porosos o en medios granulares como la arena o la antracita, entre otros. Recientemente, se han realizado estudios con miras a mejorar el proceso, sustituyendo los materiales de los medios filtrantes, sustituyéndolos por medios fibrosos (Rivas, L. & William, A., 2004).

**Etapas de remoción del proceso de filtración:** transporte y adherencia. Una vez que la partícula se ha adherido a la superficie del grano de arena, la película biológica que envuelve a estos puede metabolizar los contaminantes orgánicos, produciendo una remoción permanente a través del mecanismo biológico (Salazar & Natividad, 2016).

#### **7.14.1. Mecanismo de transporte.**

En esta etapa de remoción básicamente hidráulica, ilustra los mecanismos mediante los cuales ocurre una colisión entre las partículas y los granos de arena.

##### **Estos mecanismos son:**

Intercepción, sedimentación y difusión. Para comprender estos mecanismos, hay que considerar primero la forma en que el fluido se comporta alrededor de un grano de arena considerado como una obstrucción (Salazar & Natividad, 2016).

Si una partícula es llevada por las líneas de flujo, puede colisionar con un grano de arena, adherirse a él y de este modo ser removida.

**Cernido:** El mecanismo de cernido actúa exclusivamente en la superficie de la arena y solo aquellas partículas de tamaño mayor que los intersticios de la arena. Su eficiencia es negativa para el proceso porque colmata rápidamente la capa superficial, acortando las carreras de filtración.

Los sólidos grandes, especialmente material filamentosos como las algas clodoferas, forman una capa esponjosa sobre el lecho que mejora la eficiencia del cernido, actuando como un pre filtro sobre el lecho de arena, protegiéndolo de una rápida colmatación y permitiéndole cumplir con su función de filtración a profundidad.

**Intercepción:** Es una de las formas en que las partículas pueden colisionar con los granos de arena. La intercepción solamente puede ocurrir si una partícula es conducida mediante una línea de flujo muy cerca del grano de arena, de modo que roce la superficie de este. Cuanto más grande es la partícula, será más factible que ocurra la intercepción.

**Sedimentación:** La fuerza de gravedad actúa sobre todas las partículas, produciendo la componente vertical de la resultante de la velocidad de conducción, la cual puede causar la colisión de la partícula con el grano de arena. Su influencia es perceptible solamente con partículas mayores de  $10\mu\text{m}$ .

**Difusión:** Es el tercer mecanismo de transporte representativo en la filtración lenta. La energía térmica de los gases y líquidos se pone de manifiesto en un movimiento desordenado de sus moléculas. Cuando esas moléculas colisionan con una pequeña partícula, está también empieza a moverse en forma descontrolada, en una serie de pasos cortos, a menudo denominados de andar “desordenado”.

Si la partícula es conducida por las líneas de flujo, la difusión puede cambiar su trayectoria, moviéndose de una línea de flujo a otra, pudiendo eventualmente colisionar con un grano de arena. Como se puede inferir, cuanto más baja es la velocidad del flujo, más pasos podrá dar la partícula por una unidad de tiempo. Por lo tanto, la velocidad intersticial decrece. Así mismo, a medida que la temperatura se incrementa, aumenta también la energía térmica y, por consiguiente, el número de pasos por unidad de tiempo y la probabilidad de colisión. La difusión es un mecanismo muy importante con partículas de tamaño menor a  $1\mu\text{m}$ .

**Flujo intersticial:** En una porción de lecho filtrante con muchos granos de arena, las líneas de flujo tienen una configuración tortuosa. Por definición, el flujo entre dos líneas cualesquiera de corriente es similar y el espacio dentro del cual discurren se denomina conducto cilíndrico. La configuración de estos conductos cilíndricos es tortuosa: se bifurcan, se unen y se vuelven a bifurcar en diferentes puntos. Este continuo cambio de dirección del flujo crea mayor oportunidad de colisión, al cruzarse constantemente las partículas y los granos de arena.

#### 7.14.2. Mecanismo de adherencia.

Mientras no se produce la adherencia, no hay remoción. La fracción de partículas que se adhieren en relación con el número de colisiones, por definición es el coeficiente  $\alpha$ .

Investigaciones al respecto sugieren que el desarrollo de la película biológica proporciona a los granos de arena una superficie absorbente que favorece la adherencia. Otra suposición, es que las enzimas extracelulares coagulan las partículas, permitiendo así la adherencia. Se desconoce en qué situaciones aumenta o disminuye el valor de  $\alpha$ . (Salazar & Natividad, 2016).

Cuando el filtro comienza a funcionar, antes de que se desarrolle la película biológica, la remoción de coliformes es cercana a cero y, por lo tanto,  $\alpha=0$ , (Bryck y colaboradores, 1987).

Después de que la película biológica se ha desarrollado, la tasa de remoción es del orden de 2 a 4 logaritmos, encontrándose el coeficiente  $\alpha$  cercano a 1. Esto indica la importancia de la película biológica en la eficiencia del filtro lento. Los microorganismos pueden morir o ser ingeridos por los depredadores, antes de que logren alcanzar una superficie absorbente. Por lo tanto, la remoción indicada puede deberse a muerte o predación adicional a la adherencia. Sin embargo, luego de producida la adherencia, ocurrirá inevitablemente la predación y la muerte. El filtro se considera maduro cuando la película biológica ha llegado a su máximo desarrollo para las condiciones existentes. El límite máximo de desarrollo de la película biológica no está aún definido, necesitándose mayor investigación al respecto para obtener esta importante información.

#### **7.14.3. Mecanismo biológico.**

La remoción total de partículas en este proceso se debe al efecto conjunto tanto del mecanismo de adherencia como del mecanismo biológico

Al iniciarse el proceso, las bacterias transportadas por el agua pueden multiplicarse en forma selectiva, contribuyendo a la formación de la película biológica del filtro y utilizando como fuente de alimentación el depósito de materia orgánica (Salazar & Natividad, 2016).

#### **7.14.4. Los sistemas de filtración se pueden clasificar por:**

**Gravedad o presión:** la filtración por gravedad es el proceso en el cual se hace pasar el agua por un filtro, y el proceso se realiza por efectos de la gravedad. Los filtros de presión están contenidos en recipientes y el agua fluye forzada por efectos de presión a través del medio filtrante.

**Velocidad de filtración: rápida, lenta o variable.** La filtración lenta es aquella que se da a velocidades entre 0,1 y 0,2 m/h, mientras que la filtración rápida se da a velocidades entre 5 y 20 m/h.

**Filtración de torta o en profundidad:** la filtración de torta es el proceso en filtros lentos de arena, en los que, sobre la superficie del filtro, se desarrolla una torta filtrante y la filtración, a través de esa superficie, es por mecanismos físicos y biológicos (Rivas, L & William, A., 2004). La parte inferior del filtro está compuesta por:

- Capa de arena fina.
- Capa de Zeolita
- Capa de arena gruesa.

- Capa de grava.

Los filtros lentos de arena demuestran constantemente su efectividad en el retiro de partículas suspendidas con turbiedades en los efluentes por debajo de 1.0unidad de turbiedad “nefelométrica” (NTU), alcanzando de un 90 a más de 99% de reducción en bacterias y virus.

### **Filtro Zeolita.**

Las zeolitas permiten llevar a cabo el tratamiento de aguas de una forma más eficiente y económica que otros materiales conocidos para estos efectos. Adicionando adecuadamente zeolitas naturales en sus diversas modificaciones catiónicas en los sistemas de filtración se puede alcanzar niveles de purificación de aguas bastante notables y lograr no solo la remoción de fosfatos, sulfatos y cloruros, sino también la eliminación de metales pesados. Al mismo tiempo se tiene incrementos en la actividad biológica (se reduce el número de bacterias coliformes y mesofilicas) mejora la eficiencia hidráulica (disminuye en dos veces la caída de la presión) se aumenta la remoción de materia orgánica. Reducen la concentración de fosfatos hasta niveles deseados, retienen la mayoría de solidos suspendidos y de esta manera la DQO disminuye reduciendo la cantidad de coliformes, reduce considerablemente los olores sabores desagradables que provoca el agua contaminada (Bekkum, 1991).

### **7.14.5. Desinfección.**

#### **Cloro.**

El cloro es un elemento que está muy presente en la naturaleza. Puede encontrarse, por ejemplo, en la sal marina y se trata de uno de los elementos esenciales para la existencia de distintas formas de vida.

Bajo condiciones normales y en estado puro forma un gas llamado dicloro. Sin embargo, en la naturaleza no se encuentra en dicho estado pues reacciona con facilidad con otros elementos.

#### **Cloración.**

La cloración es el procedimiento de desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados. Se puede emplear gas cloro, pero normalmente se emplea hipoclorito de sodio (lejía) por su mayor facilidad de almacenamiento y dosificación. El cloro es una opción de tratamiento de bajo costo que se utiliza para mejorar el sabor y la claridad a la vez que eliminan muchos microorganismos como bacterias y virus. Sin embargo, el proceso tiene sus



limitaciones, Giardia y Criptosporidian son usualmente resistentes al cloro, a menos que este se use en dosis más elevadas que aquellas preferidas usualmente para el tratamiento. La presencia de estos parásitos puede requerir el tratamiento previo del agua fuente.

El cloro elimina además sustancias como el manganeso, hierro y ácido sulfhídrico, el cual puede alterar el sabor del agua. La cloración puede escalarse para adaptarse a la capacidad del sistema. El uso del cloro es también relativamente sencillo, y los sistemas de tratamiento no requieren experiencia técnica extensa. La cloración se puede lograr con diferentes productos, El cloro se almacena como líquido en recipientes presurizados y se inyecta como gas directamente en el agua fuente. Este proceso debe ser regulado e implementado cuidadosamente, debido a que el gas de cloro es un toxico peligroso, incluso letal.

Otra opción de cloración, de mayor costo, es el tratamiento con solución hipoclorito de sodio. Esta solución es corrosiva pero mucho menos peligrosa y más fácil de manejar. El líquido se diluye simplemente y después se mezcla con el agua fuente para realizar la desinfección.

Todos estos métodos de cloración requieren de algún tiempo para funcionar la desinfección no ocurre instantáneamente. Las dosis necesarias cambian también con las variaciones en la calidad del agua de manera que el monitoreo del agua fuente, particularmente de las aguas superficiales, es una parte importante del proceso de tratamiento.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, ha elaborado la presente guía técnica; que contiene los criterios básicos recomendados para el tratamiento y la desinfección del agua para consumo humano por medio de cloro. Además, incluye recomendaciones para la manipulación y el almacenamiento del agua a nivel domiciliario, con el objeto de reducir los riesgos sanitarios derivados del consumo de agua contaminada.

La cloración solo es eficaz en agua clara. Si no es transparente y contiene impurezas visibles a simple vista, la cloración será mucho menos eficaz. En tal caso habrá que realizar un tratamiento preliminar.

Si el agua está clara, se puede proceder directamente a la cloración. La cantidad de producto clorado necesario varía según la calidad del agua no tratada (tanto menor cuanto más clara sea el agua y más inferior a 8, un valor bastante ácido, sea su pH), el grado de concentración del producto utilizado, el volumen de agua y cuánto tiempo se desee mantener la calidad del agua tras el tratamiento.

Existen diferentes productos clorados que pueden utilizarse para tratar el agua. La estrategia a seguir varía ligeramente de uno a otro. He aquí algunos de los productos usados:

**Hipoclorito de Sodio (NaClO):** Es un compuesto que se utiliza para desinfección del agua. Se usa a gran escala para la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua. (Estrela C ,2003)

**Hipoclorito de Calcio (CaClO):** Es ampliamente utilizado en tratamiento de aguas por su alta eficacia contra bacterias, algas, moho, hongos y microorganismos peligrosos para la salud humana. Además, es un agente blanqueador. Su apariencia es granulosa, de color beige claro. En solución acuosa desprende un olor similar al del hipoclorito sódico. El peso molecular del hipoclorito de calcio es de 142.98 g/mol. (Hawley, G.1991.

#### **Tratamiento y desinfección de agua por medio de hipoclorito de sodio (cloro líquido).**

El procedimiento a seguir para el tratamiento y la desinfección de agua para consumo humano, por medio de hipoclorito de sodio (cloro líquido), es el que se describe a continuación:

##### **Desinfección del agua:**

- Una vez que el agua esté clara y en un recipiente limpio, entonces debe agregarse el cloro líquido, en la cantidad adecuada, según las tablas de dosificación.
- Luego de agregar la cantidad recomendada de cloro líquido, hay que agitar bien el recipiente donde se está desinfectando el agua, para que se mezcle completamente.
- Después, hay que dejar reposar el agua por 30 minutos, para que el cloro elimine las bacterias presentes.

#### **Tratamiento y desinfección de agua por medio de hipoclorito de calcio (cloro granulado).**

El procedimiento a seguir para el tratamiento y la desinfección de agua para consumo humano, por medio de hipoclorito de calcio (cloro granulado), es el que se describe a continuación:

##### **Desinfección del Agua:**

- Cuando el agua esté clara y en un recipiente limpio; del volumen total a desinfectar debe apartarse una cantidad aproximada de 10% del mismo, en el cual debe disolverse con agitación el peso de hipoclorito de calcio (cloro granulado) que sea necesario dosificar; de acuerdo con la fórmula.

$$\text{Peso de cloro} = \frac{\text{Volumen de agua} \times \text{Dosis de cloro}}{\text{Concentración del cloro granulado}}$$

- Esperar hasta que el residuo inerte producido se asiente en el fondo del recipiente y luego, vaciar la solución madre al volumen total de agua a desinfectar; cuidando que el residuo permanezca asentado en el fondo y no vaya a ser vaciado hacia el agua a desinfectar.
- Luego de agregar el cloro, agitar bien el recipiente donde se está haciendo la desinfección para que se disuelva por completo; siempre y cuando el volumen de agua a desinfectar lo permita.
- Por último, hay que dejar reposar el agua por 30 minutos, para que el cloro elimine las bacterias presentes. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud).

## **8. MARCO LEGAL DEL AGUA EN ECUADOR.**

Hace referencia a todas las leyes u ordenanzas establecidas por los Gobiernos seccionales, sobre los Recursos Naturales principalmente sobre el Recurso Hídrico.

### **8.1. CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR.**

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

**Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

### **8.2. LEY DE AGUAS: DE LA CONSERVACIÓN.**

**Art. 20.-** A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

**Art. 21.-** El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

El recurso hídrico en las comunidades del Cantón debe ser conservado y protegido debido a que a futuro el caudal disminuirá perdiendo las cuencas hidrográficas; y así los usuarios no tendrán líquido vital para su subsistencia.

### **8.3. CÓDIGO DE LA SALUD.**

**Art. 6.-** El Saneamiento Ambiental es el conjunto de actividades dedicadas a acondicionar y controlar el ambiente en que vive el hombre, a fin de proteger su salud. En la ley de Gestión Ambiental introduce una reforma al artículo 2, agregando el siguiente inciso: “En aquellas materias de salud vinculadas con la calidad del ambiente, regirá como norma supletoria de este código, la Ley del Medio Ambiente”.

**Art. 95.-** Establece que la autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.

Señala además que el Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.

### **8.4. TEXTO UNIFICADO DE LEY AMBIENTAL SECUNDARIO (TULSMA).**

Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico.

Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan en el **Anexo (Tabla 1)**.

### **8.5. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.**

Esta norma establece las precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar muestras de agua y describe las técnicas de conservación más usadas.

## **MANEJO Y CONSERVACIÓN.**

### **El uso de recipientes apropiados.**

Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- b) absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c) reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).

### **Preparación de recipientes.**

Recipientes de muestras para análisis químicos

Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

### **Llenado del recipiente.**

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se conviertan a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tienda a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

**Identificación de las muestras.**

Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

**Transporte de las muestras.**

Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

**9. PREGUNTA CIENTÍFICA.**

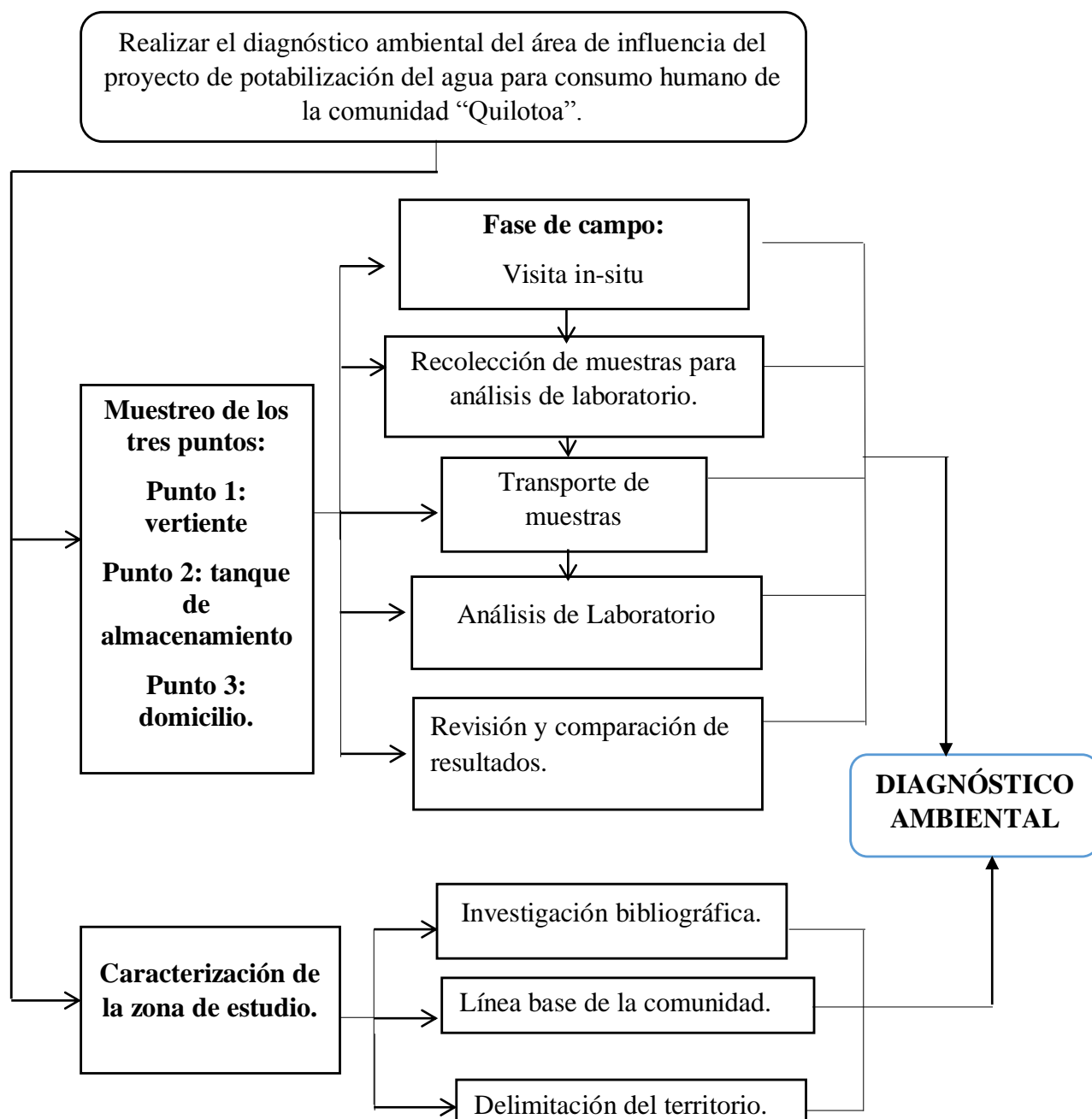
- 1) ¿La calidad del agua de la vertiente ubicada en la comunidad de Quilotoa será apta para el consumo humano?
  - ✓ Se determinará su calidad mediante la realización de los análisis físicos, químicos y microbiológicos, donde los resultados serán comparados específicamente con las Normas TULSMA de la calidad de agua para consumo humano la misma que esté vigente en el Ecuador.
- 2) ¿Las dimensiones de tanque de almacenamiento son suficientes para abastecer a la población de la comunidad de Quilotoa?
  - ✓ En base a la comparación de los análisis y los criterios de construcción se definirá las dimensiones exactas que contará el tanque de almacenamiento mismo que abastecerá a todos los habitantes.

## CAPITULO II

### 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO NO EXPERIMENTAL.

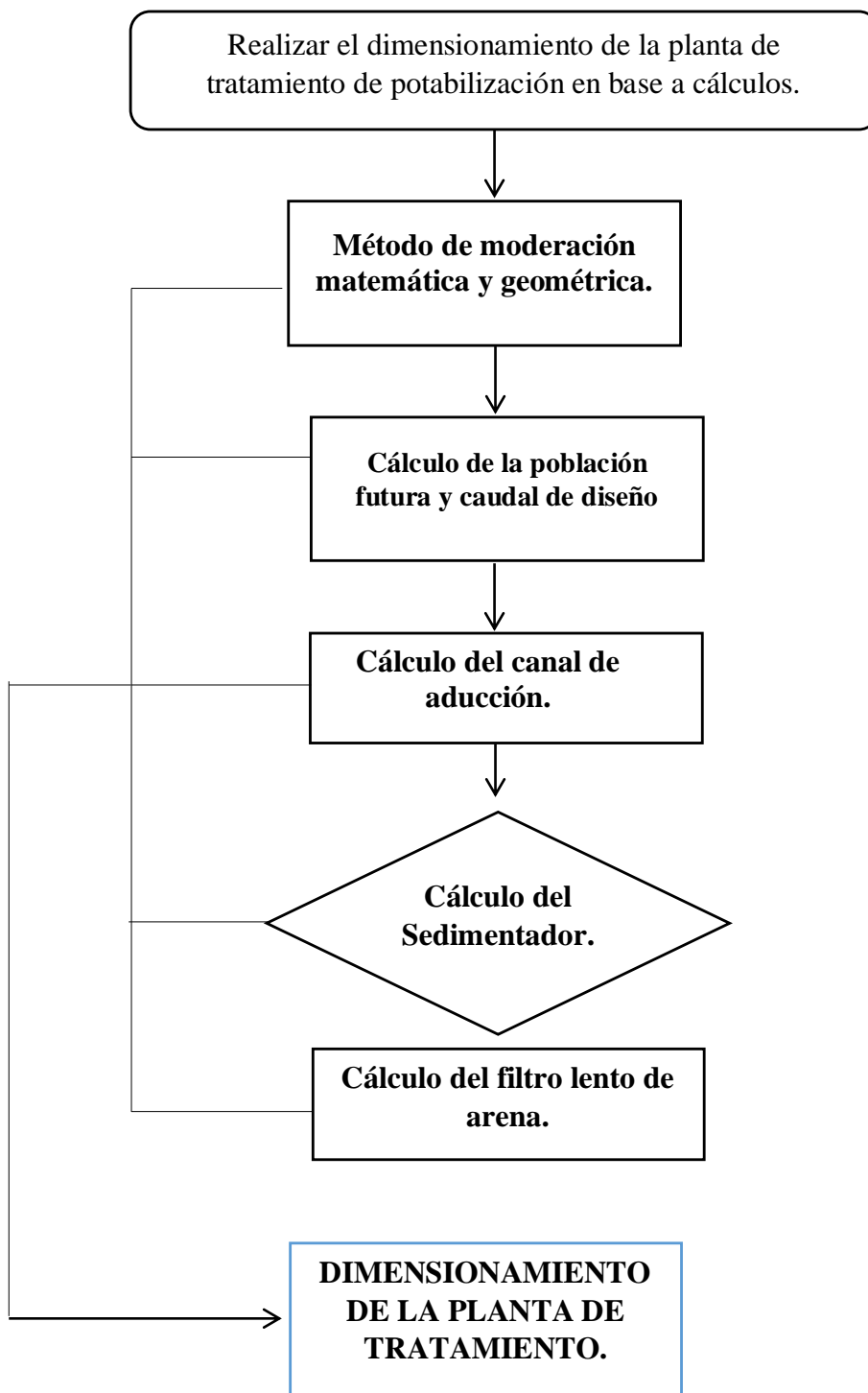
#### 10.1. Diagrama de flujo para el desarrollo de los objetivos.

*Figura 2.* Diagrama de flujo del objetivo 1.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

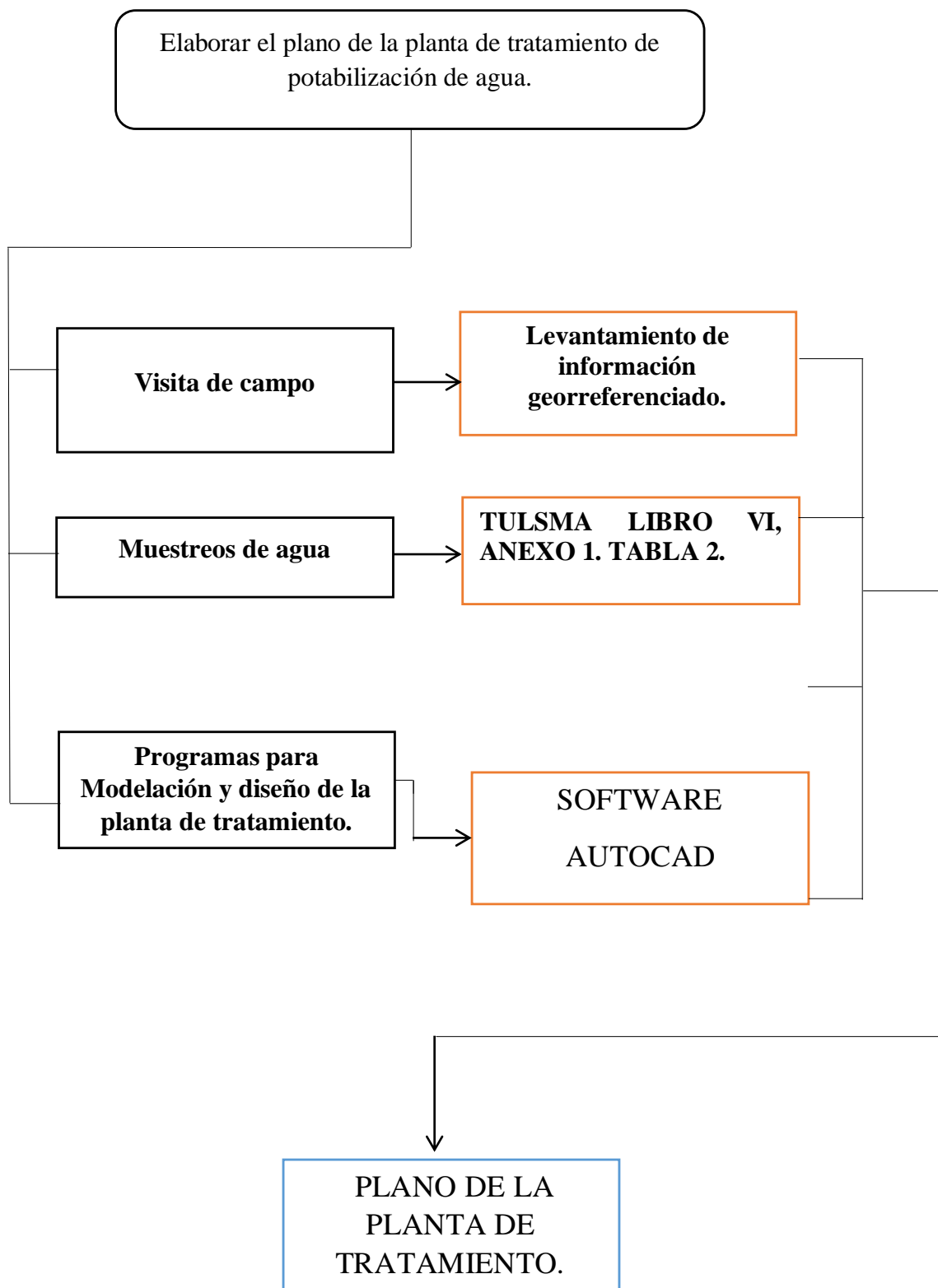
**Figura 3.** Diagrama de flujo del objetivo 2.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.



**Figura 4.** Diagrama de flujo del objetivo 3.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

## **10.2. Metodologías (técnicas, métodos instrumentos).**

La metodología que se utilizara para el diagnóstico ambiental (línea base del proyecto), se efectuara mediante:

La revisión bibliográfica existente sobre la zona de estudio, para cada uno de los componentes ambientales:

Mapas temáticos del INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR:

- Geológico
- Ecológico: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Ministerio del ambiente (MAE).
- Uso actual de los suelos obtenidos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Información bibliográfica sobre estudios puntuales realizados en el sitio donde se encuentra previsto el proyecto.

Anuarios del INAMHI, para determinar climatología y meteorología del lugar.

Para obtener la tasa de crecimiento de la población se utilizó la base de datos sociales del INEC.

### **10.2.1. Tipo de investigación.**

- **Investigación de campo.**

Mediante esta investigación se logró verificar el problema que existe en el área de estudio. De acuerdo a la información que los habitantes de la comunidad aportaron de cómo el agua de consumo humano está siendo tratada, para que sea de óptimas condiciones para su uso. Al igual que en la toma de muestras para el análisis pertinente del agua.

- **Investigación cuantitativa.**

Con la obtención de datos de los análisis pertinentes, esta investigación nos permitió realizar una comparación de los análisis obtenidos en base a la tabla 1 del Libro VI ANEXO 1 del TULSMA, que se refiere a la calidad de agua para consumo humano.

Además, con la obtención de datos matemáticos obtendremos resultados, que permitieron determinar la propuesta indicada para la solución al problema encontrado.

### 10.2.2. Métodos.

- **Método geométrico.**
- ✓ **Cálculo de la población futura.**

Mediante método aritmético se determinó la población futura, con base al periodo de diseño y la tasa de crecimiento anual, para obtener el caudal de diseño. Mediante la fórmula.

$$Pf = Po(1 + r)^t$$

**Donde:**

***Pf***: Población futura

***Po***: Población actual

***r***: Tasa de crecimiento

***t***: Periodo de diseño

### 10.2.3. Técnicas.

- **Observación**

Mediante esta técnica se obtuvo datos que en el transcurso del recorrido se logrará determinar si existe alguna contaminación, que pueda estar alterando al recurso agua. También se determinó la fauna, flora que existe alrededor del área de estudio.

### 10.2.4. Instrumentos.

- ✓ **GPS:** La georreferenciación, permito identificar y reconocer claramente los diferentes puntos de muestreo, para lo cual se utilizará el sistema de posicionamiento satelital (GPS), el mismo que se registrará en coordenadas UTM.
- ✓ **Cámara digital:** Dispositivo electrónico que se utilizado para capturar y almacenar fotografías electrónicamente en un formato digital, capturados en los diferentes puntos de muestreo del agua.
- ✓ **Libro de campo:** Permitted registrar toda la información pertinente que se observó en los puntos de muestreo, las mismas que se incluyeron como mínimo lo siguiente; georreferenciación de coordenadas; localización del sitio de muestreo, fecha y hora de recolección; número de identificación del recolector de la muestra.

### 10.2.5. Diseño no experimental.

A partir de los resultados físico, químicos y microbiológicos del agua se procedió a establecer la calidad del agua de cada una de la muestra mediante la comparación con TULSMA LIBRO VI, ANEXO 1, TABLA 2 calidad del agua, de acuerdo a estos resultados se determinó las operaciones unitarias necesarias para tratar esta agua y con la ayuda de la hoja de cálculo Excel permito desarrollar numerosas ecuaciones matemáticas, representa la solución para los cálculos de los sistemas de potabilización.

Para el cálculo del canal de aducción se utilizó la ecuación de Manning mediante tabla ver **Anexo (Tabla 2)**, mientras que para la determinar la velocidad de sedimentación y la velocidad de asentamiento de la partícula se utilizó la ley de Stokes.

#### a) Cálculo del canal de aducción.

$$AH = b * h$$

$$X = b + 2h$$

$$R = \frac{AH}{X}$$

$$v = \frac{1}{n} * (R)^{\frac{2}{3}} * (i)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AH * v$$

**Donde:**

**AH:** área hidráulica.

**X:** perímetro mojado.

**R:** radio hidráulico.

**V:** velocidad (m/seg).

**n:** coeficiente de Manning

**Q:** caudal total (Lt/seg).

#### b) Cálculo de la velocidad de asentamiento.

$$LEY DE STOKES \quad v_s = \frac{g}{18} * \left( \frac{P_g - P_a}{n} \right) * (dg)^2$$

**Donde:**

**vs:** velocidad de asentamiento

**g:** gravedad

**Pg:** densidad del grano

**Pa:** densidad del agua

**n:** viscosidad del agua

**dg:** diámetro del grano

$$v_{asc} = \frac{Q}{A}$$

**Donde:**

**Vasc:** velocidad de asentamiento

**Q:** caudal

**A:** área

**c) Cálculo del filtro lento de arena.**

**Ecuación de la Continuidad.**

$$As = \frac{Qf}{Vf}$$

**As=** Área de asentamiento

**Qf=** Caudal de diseño.

**Vf=** velocidad de filtración (m/h)

**d) Diámetro de filtro.**

$$As = r^2 * \pi$$

**As=** Área superficial (m<sup>2</sup>)

**r<sup>2</sup>=**Radio

**d=2\*r**

**φ=**Diámetro

**e) Volumen de agua del Tanque de almacenamiento.**

$$V = l * a * h$$

**Donde:**

**l:** longitud

**a:** ancho

**h:** altura

## **11. HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS.**

Para el diseño se utilizó varias herramientas que se describen a continuación:

- ✓ **AUTOCAD:** Programa que permito diseñar la planta de tratamiento de agua potable, para visualizar y documentar en forma clara el proyecto, además permitió exportar e importar datos reales de otros programas.
- ✓ **Excel:** Mantener los datos para diseñar la planta de tratamiento de acorde al caudal que se obtiene y se calculara para eventos drásticos.
- ✓ **Arc-GIS:** Mediante este software permitirá obtener la localización del área del proyecto.

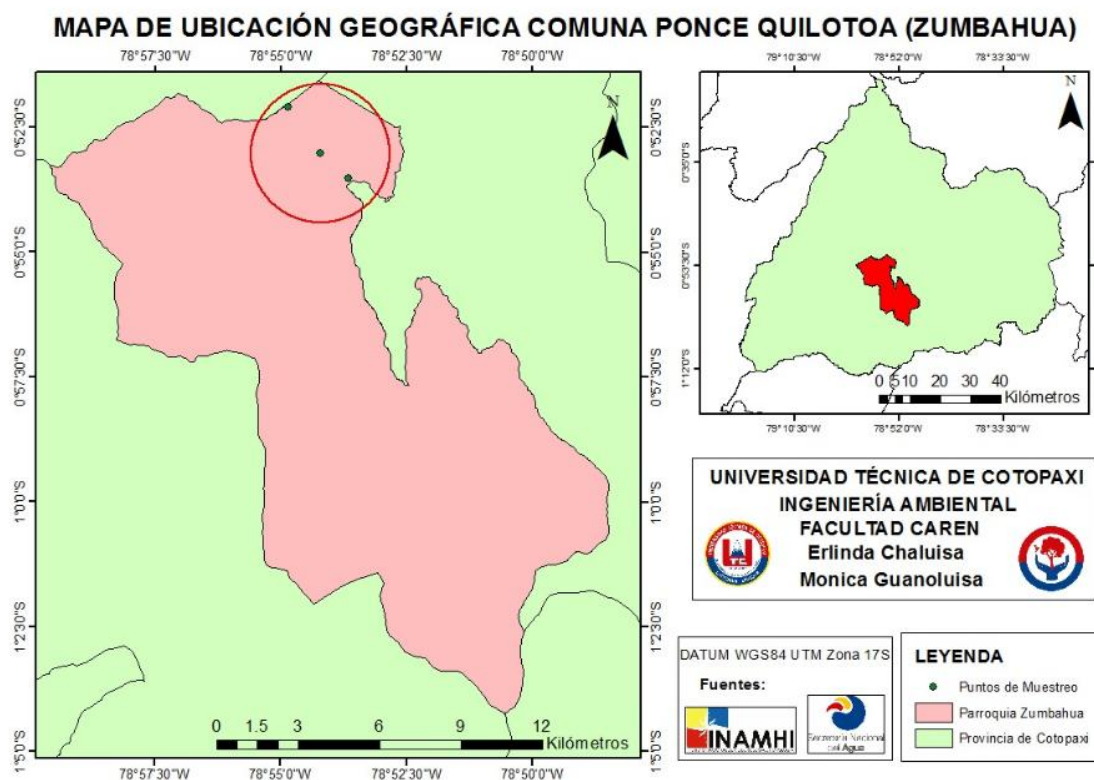
## **12. DESARROLLO METODOLÓGICO.**

### **12.1. Área de estudio.**

#### **12.1.1. Ubicación geográfica.**

La comunidad de Quilotoa, se encuentra ubicada en la cordillera occidental del Ecuador, provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí, parroquia Zumbahua, a casi 3.800 metros sobre el nivel del mar en las faldas del volcán Quilotoa, es una comuna conformada por alrededor de 585 familias esto es 3.510 habitantes según el censo 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, la temperatura promedio de 6°C a 13°C, es decir el frío marca una de las características primitivas de esta zona, en donde la neblina es otra de sus elementos habituales.

**Figura 5.** Ubicación Geográfica – Comuna de Quilotoa.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

En la Comunidad de Quilotoa, en la parte baja, se encuentra ubicado la vertiente Cañón río Toachi, con coordenadas UTM x: 0734311 y: 9901327, con una altura de 3332 m.s.n.m, al oeste de la provincia de Cotopaxi cerca del Río Toachi misma que nace en los alrededores del Quilotoa entre las cordilleras de Guangaje y Chugchilán y desembocan en el río Blanco, al noreste de la provincia de Pichincha; esta vertiente es captada para consumo humano y varias actividades que se generan en la comuna, esta es una unidad del territorio en donde funciona como un sistema hídrico que produce agua, simultáneamente con los subsistemas ecológico, económico, social y político, otro factor del sistema ambiental es el agua de la zona, la cual baja de los páramos y es utilizada para el consumo humano y para riego de sembríos.

La comuna de Quilotoa no dispone de agua 100% potable necesaria para la convivencia comunitaria, así como para la atención del turista. Esta área se encuentra rodeada en su mayoría de paramos que debido la cantidad y calidad de agua depende de la superficie y el estado de los páramos altos que a su vez es consecuencia de las actividades y del uso del suelo que se les esté dando.

**Tabla 6.** Coordenadas UTM de los puntos de muestreo.

<b>Lugar</b>	<b>Este</b>	<b>Sur</b>	<b>Altitud (m.s.n.m)</b>
Vertiente Cañón río Toachi	0734311	9901327	3332
Tanque de almacenamiento	0733270	9902278	3657
Domicilio	0732108	9903981	3876

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

**Vertiente Cañón río Toachi.** – está ubicada al oeste de la provincia de Cotopaxi cerca del río Toachi misma que nace en los alrededores del Quilotoa entre las cordilleras de Guangaje y Chugchilán y desembocando en el río Blanco, al noreste de la provincia de Pichincha, esta vertiente es captada 4,20 l/s para consumo humano y varias actividades que se generan en la comuna.

## **12.2. Diagnóstico ambiental.**

Para desarrollar el diagnóstico ambiental del área del proyecto se planteó tres etapas que permitieron obtener la información importante, las mismas que se enfocan en la recolección, interpretación y utilización de información.

Además, realizó un estudio bibliografía y cartografía con la utilización de los shps del Instituto Geográfico Militar, para determinar las características físicas y bióticas del área, componentes de clima, tipo de suelo, flora y fauna.

### **12.2.1. Trabajo Preliminar.**

En la Fase Preliminar se recopilaron, analizaron e interpretaron información básica sobre; climatología, geología, aspectos biológicos, aspectos sociales del área.

### **12.2.2. Trabajo de campo.**

Se recopiló información de primera mano que ha servido para caracterizar el área de estudio, permitiendo de esta manera, se pueda establecer las condiciones ambientales actuales del entorno. Las actividades cumplidas fueron las siguientes:

- Reconocimiento del sitio en donde se desarrollará el Proyecto.



- Descripción del área.
- Observación in situ.
- Muestreo de las vertientes.

### **12.2.3. Trabajo de oficina.**

Con los datos obtenidos de las anteriores etapas, se procedió al trabajo de oficina, en el cual se cumplió con las siguientes actividades:

- Análisis y procesamiento de la información
- Estimación de las estaciones meteorológica que se presencien dentro del proyecto a los 20 km en software QGIS,
- Establecimiento del diagnóstico ambiental.

### **12.3. Climatología.**

- **Precipitación, Temperatura, Nubosidad y la Humedad relativa**

Para la obtención de datos de precipitación, temperatura, nubosidad y humedad relativa del área del proyecto se realizó una compilación de anuarios del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI 1990-2015).

También se realizó hoja de cálculo en Excel para la completación de datos con el promedio mensual de 25 años, época con alta precipitación y la época seca.

### **12.4. Hidrología.**

Para la determinación cuencas, microcuencas y subcuencas cercanas al proyecto se trabajó con los archivos Shp los cuales contienen información de datos espaciales, obtenido de la plataforma del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAE).

Con la ayuda del software Arc-GIS se determinó el área del proyecto y la ilustración de los cauces cercanos a la vertiente que administran a la comunidad de Quilotoa.

### **12.5. Geología.**

Para el estudio de la cobertura vegetal, uso de suelo, tipo de suelo y textura que existe en el área de estudio, se verifico mediante shp, obtenidos de la plataforma del Ministerio del Ambiente (MAE) y del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para después ejecutar en el software QGIS.

## CAPITULO III

### 13. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 13.1. Diagnóstico ambiental.

La disponibilidad y calidad del agua dulce depende de la salud de los ecosistemas, mientras los ecosistemas se encuentren afectados, transformar el agua dulce en agua potable, será costoso para consumo humano y otros usos. Por ello, es necesario el manejo integrado de los recursos hídricos para procurar la integridad ecológica, la viabilidad de las poblaciones y la representatividad de las especies.

El uso del agua en varias actividades conlleva a la contaminación de las fuentes de suministro de agua y produce una degradación de la calidad de la misma, se produce un incremento en el número de enfermedades de tipo hídrico, efectos negativos en muchos de los casos irreversibles al medio ambiente y la degradación genética de fauna y flora.

Se partió de los componentes físicos del área, donde se apreció la situación climatológico y meteorológico para que el proyecto sea establecido, posteriormente se recopiló la información necesaria de los anuarios del INAMHI serie (1990 – 2015), y los datos topográficos del Instituto Geográfico Militar (IGM) y del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) serie (2015).

#### 13.2. Climatología.

Las estaciones más cercanas al área del proyecto son cuatro considerandos un radio de 20km y una altitud  $\pm 300$  m.s.n.m y de esta manera validar en el espacio tiempo las épocas lluviosas y secas del sector.

**Tabla 7.** Estaciones meteorológicas.

Código	Nombre	Tipo	Estado	Coordenadas			
				X	Y	Elevación (m.s.n.m)	
M0122	Pílalo	Climatológica ordinaria	CO	Activa	722882	9895271	2504
M0363	Sigchos	Pluviométrica	PV	Activa	734555	9922270	2880
M0529	Guangaje	Pluviométrica	PV	Inactiva	739959	9904509	3800
M0887	Huayrapungo			Inactiva	744596	9900081	3900

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

La estación que fue seleccionada fue la de Pílalo, misma que se encuentra a una distancia de 12,5 km del área de proyecto, cuenta con datos necesarios para el análisis de temperatura,

precipitación, nubosidad y humedad relativa, se trabajó con una sola estación debido a que las demás estaciones que se encuentran cerca del área de estudio no cuentan los datos completos y se encuentran inactivos.

**Tabla 8.** Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas.



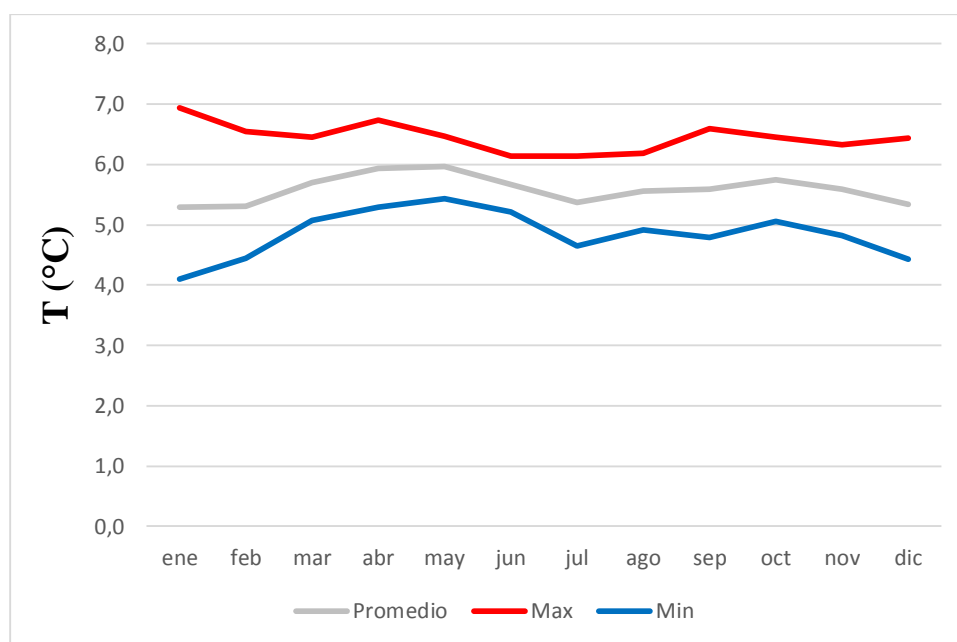
*Elaborado por:* Grupo de investigación.

A continuación, se presenta una descripción promedio anual del clima de la comunidad de Quiotoa, la estación meteorológica M0122 (Píllalo), posee características como se muestra en la Tabla 8 que son similares en geografía, altitud, y cercanía, además de que también contiene resultados representativos (series de más de 25 años) sobre variables tales como precipitación, temperatura, humedad relativa y nubosidad.

### 13.2.1. Temperatura.

Como resultado del análisis a los datos de la Estación M0122 (Pilaló), la más cercana a la zona del proyecto un periodo común (25 años), se determinó que el valor de la temperatura máxima anual fue 6,9°C en el mes de abril y temperatura mínima anual fue 4,1°C enero, el promedio anual de temperatura que se registró fue en el mes de abril con 5,3 °C.

**Figura 6.** Temperatura (°C)

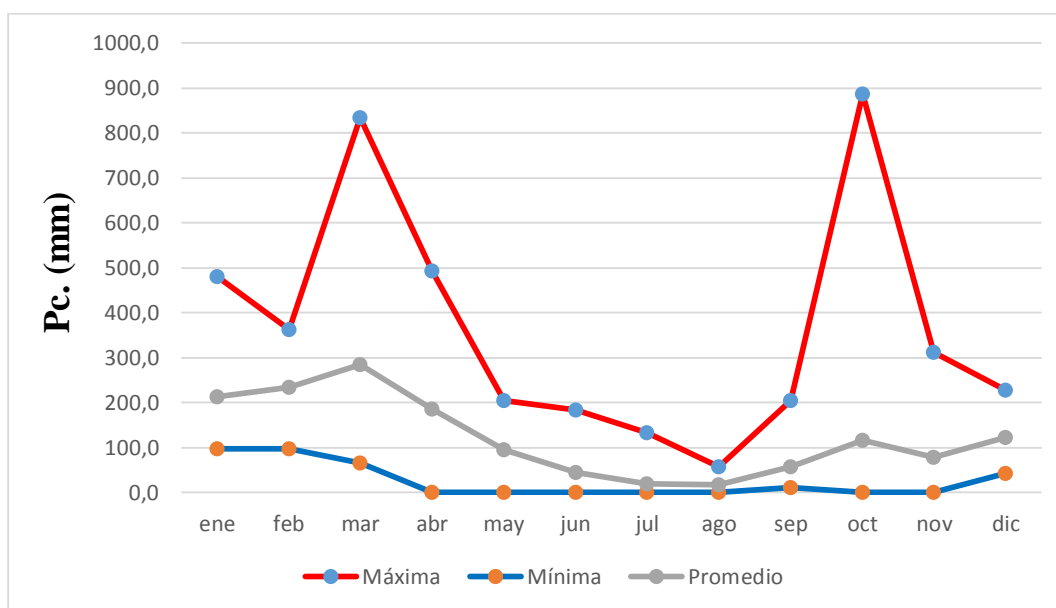


*Elaborado por:* Grupo de investigación.

En la comunidad de Quilotoa, el frío y la neblina son característicos de este lugar, que se generan por las tardes cubriendo así a muchas de las comunidades.

### 13.2.2. Precipitación.

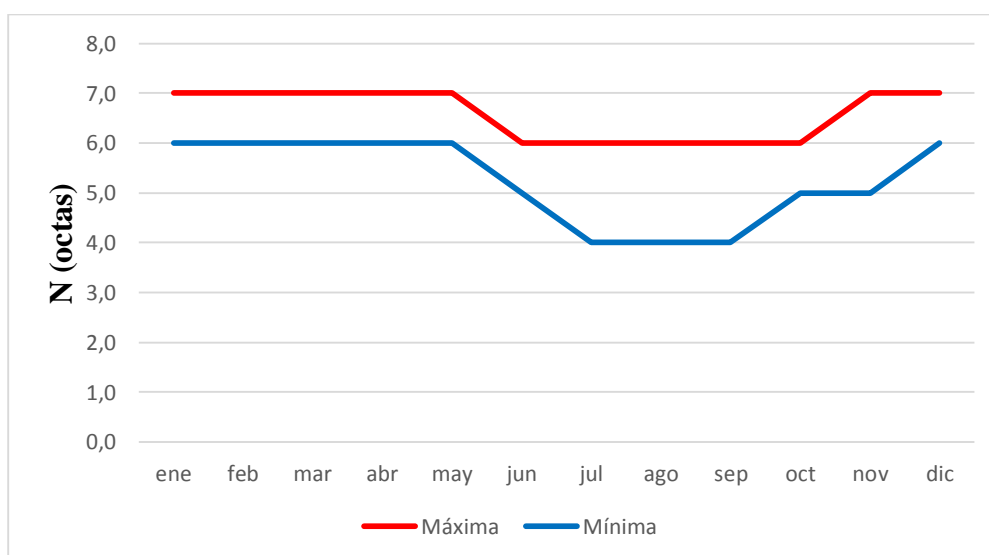
Según información de datos de la estación Pilaló en un periodo común (25 años), éstos indican que hay dos meses lluviosos bien definidos, la mayor precipitación se produce entre los meses de marzo y octubre, mientras que los valores mínimos de precipitación se producen en los meses de abril- agosto. La precipitación promedio de la zona fue 885,6 mm al año, el promedio anual donde hubo mayor precipitación fue en el mes de marzo 284,8 mm.

**Figura 7.** Precipitación (mm)

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

### 13.2.3. Nubosidad.

Los valores del promedio máximo anual se producen en los meses de enero a mayo y noviembre a diciembre, siendo estos meses con mayor nubosidad que cubre a las comunidades.

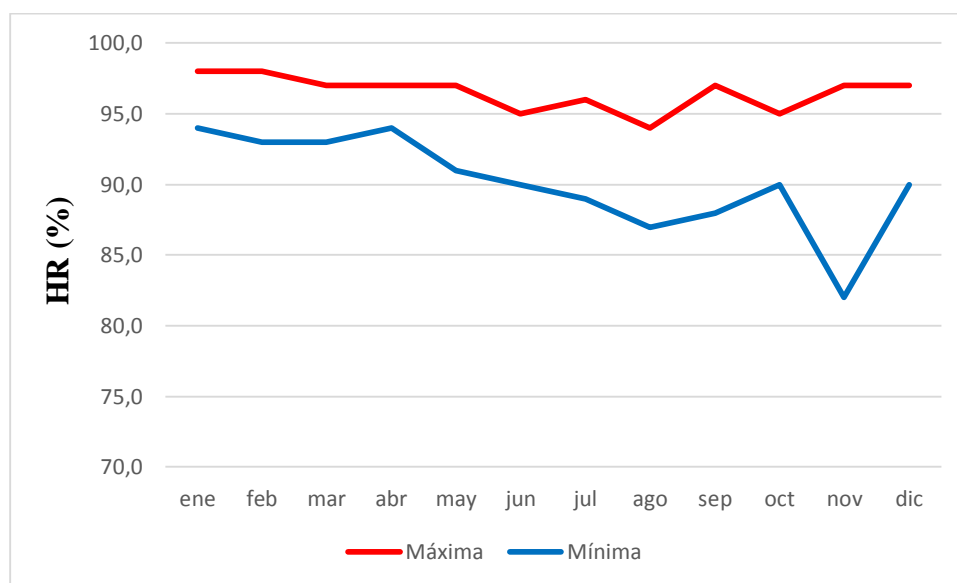
**Figura 8.** Nubosidad (octas).

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

### 13.2.4. Humedad relativa.

La humedad relativa se obtuvo de los datos de la estación Pílalo, donde se puede observar en el gráfico el valor máximo es de 98% en los meses de enero a febrero, mientras que el valor mínimo es de 82% en el mes de noviembre.

**Figura 9.** Humedad relativa (%).



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

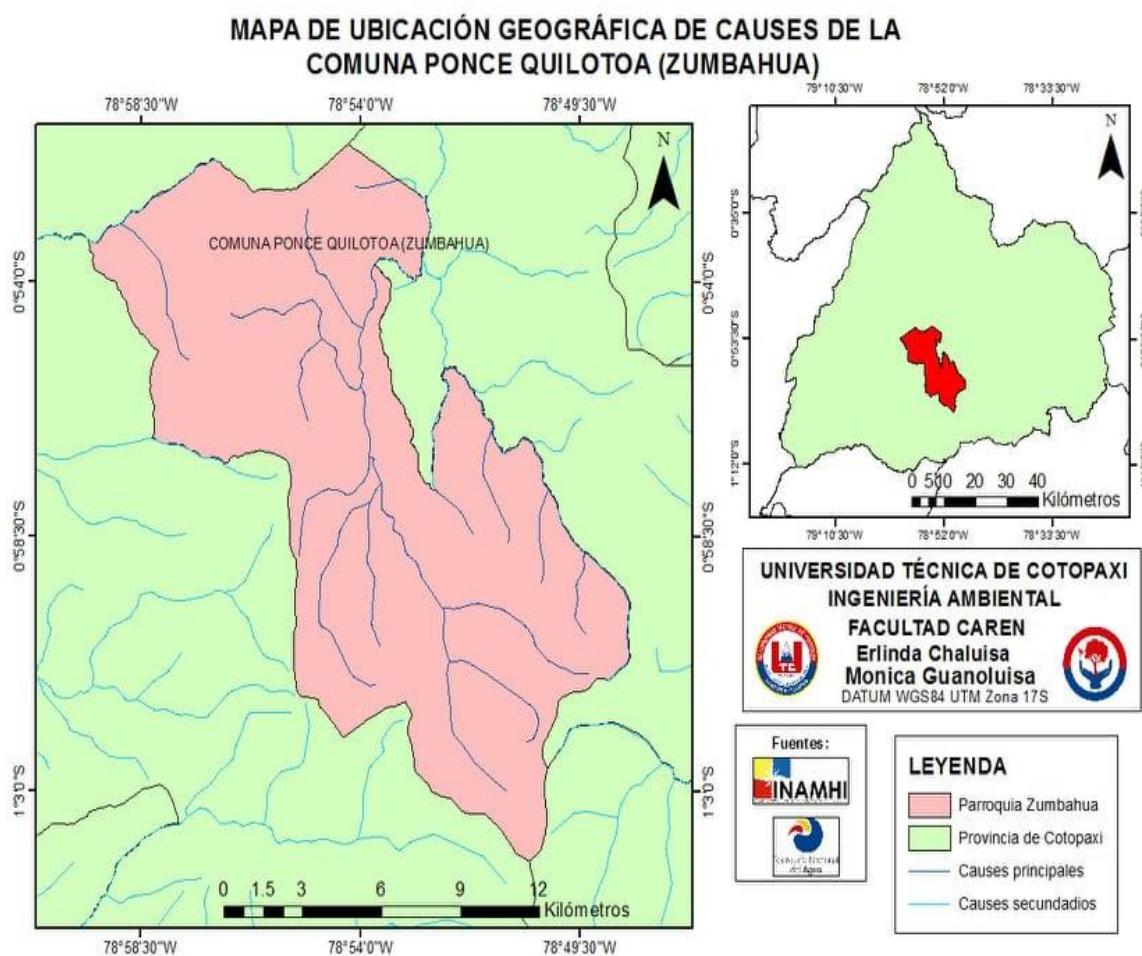
### 13.3. Hidrología.

El río Toachi es un gran accidente geográfico a manera de una gigantesca quebrada que es visible desde un mirador natural en las cercanías de la Parroquia Zumbahua, es un sitio con un bello paisaje en cuyo interior profundo corre el río Toachi, principal eje hidrográfico de la zona.

Su extensión, este cañón tiene alrededor de 40 metros de alto con una pendiente de 60 grados, nace en los alrededores del Quilotoa entre las cordilleras de Guangaje y Chugchilán, al norte de la provincia de Cotopaxi, y bajando por el valle de Sigchos corre en dirección norte para unirse entonces con el río Pilatón.

Posteriormente riega con sus aguas importantes zonas agrícolas de Santo Domingo de los Colorados, hasta desembocar en el río Blanco, al noreste de la provincia de Pichincha.

**Figura 10.** Ubicación de los cauces.



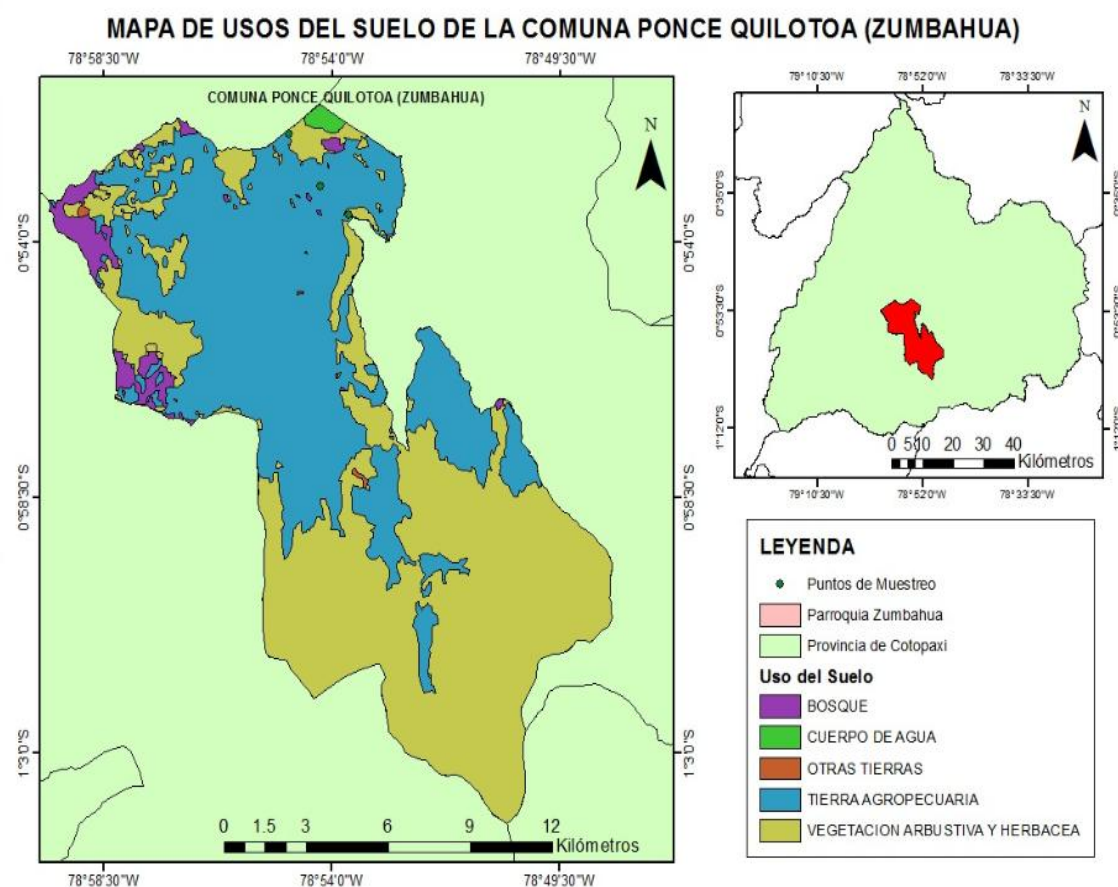
*Elaborado por:* Grupo de investigación.

## 13.4. Geología.

### 13.4.1. Uso del suelo.

En el área delimitada se observa que existen en su mayoría cultivos de cebada que cultivan en tierras en proceso de erosión, cultivos de ciclo corto, 50% vegetación arbustiva, 50% de pasto natural y en 100% de paramo con el 35,6% de la superficie parroquial es el páramo concentrado mayoritariamente en el sur de la parroquia, en la cabecera de la unidad hidrográfica del Río Toachi, seguido con el 32,98% de áreas destinadas a cultivos.

**Figura 11.** Mapa uso de suelo.



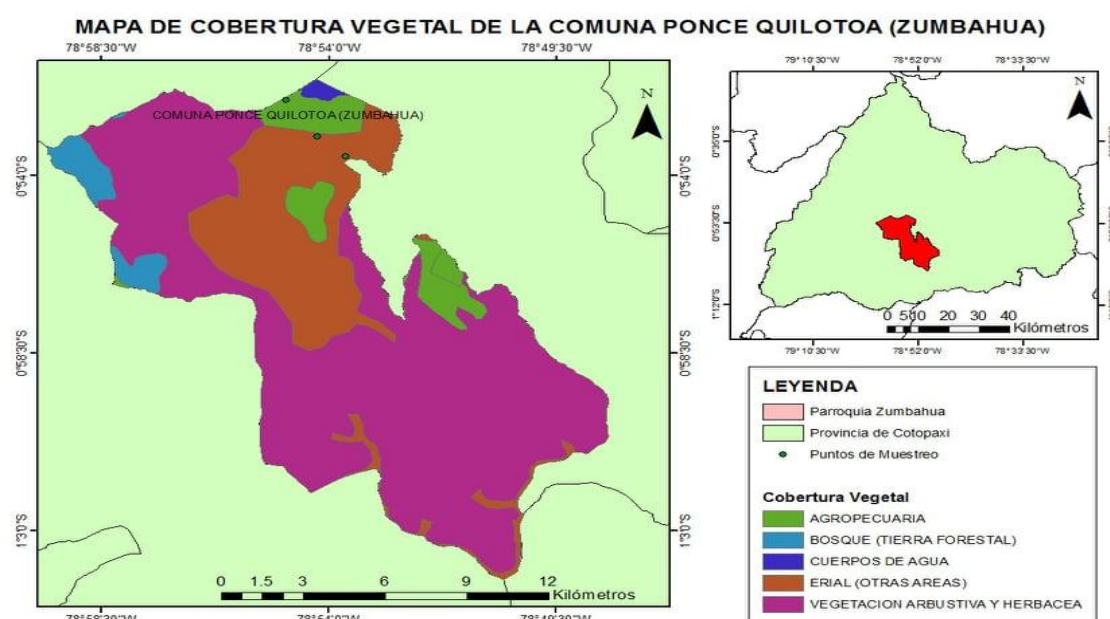
Elaborado por: Grupo de investigación.

#### 13.4.2. Cobertura vegetal.

En el área se encuentra cubierta de vegetación arbustiva, bosque natural, pastos plantados y pastos naturales, que en su gran mayoría está cubierta de páramo. Pero las superficies de páramo están siendo constantemente amenazadas por el avance de la frontera agrícola y el sobrepastoreo de todo tipo de animales, lo cual transforma esta importante y estratégica vegetación natural en cultivos y pastos. Los cultivos y pastos que se realizan reemplazando al páramo, se localizan sobre todo a lo largo de las vías de acceso que se utilizan para sacar los productos, es así que el páramo se conserva en los lugares de difícil acceso.



**Figura 12.** Mapa cobertura vegetal.

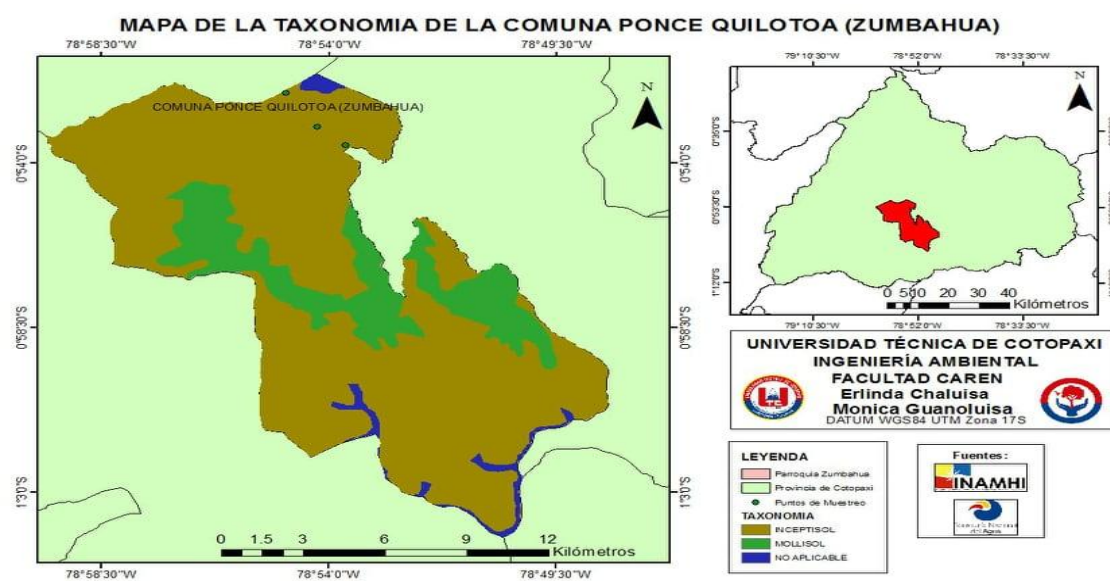


*Elaborado por:* Grupo de investigación.

### 13.4.3. Tipo de suelo.

En el área delimitada se observa que en su mayoría la taxonomía del suelo es Inceptisol y en minoría ocupa Mollisol, su origen es por los depósitos de ceniza volcánica acumulados durante años.

**Figura 13.** Mapa de taxonomía.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

- **Inceptisoles.**

Suelos que están empezando a mostrar el desarrollo de los horizontes puesto que los suelos son bastante jóvenes todavía en evolución. Es por ello, que en este orden aparecerán suelos con uno o más horizontes de diagnóstico cuya génesis sea de rápida formación, con procesos de translocación de materiales o meteorización extrema.

En algunas zonas los Inceptisoles son suelos con un mínimo desarrollo del perfil (aunque eso sí, más desarrollados que los Entisoles), mientras que en otras son suelos con horizontes de diagnóstico que no cumplen los requisitos exigidos para otros órdenes de suelos (Gisbert, J. & Ibañez, S. 2010).

Los factores más importantes que influyen en la formación de los inceptisoles es el tiempo puesto que se necesita el paso de éste para que los suelos se desarrollen.

El clima es otro de los factores de influencia, destacando el hecho de que los inceptisoles se desarrollan en cualquier tipo de clima excepto en zonas con condiciones áridas. El régimen de humedad del suelo puede ser variable, desde suelos pésimamente drenados hasta suelos muy bien drenados en pendientes abruptas. De este modo un clima que inhiba el desarrollo del suelo, tanto por bajas temperaturas como por escasas precipitaciones favorece el desarrollo de los Inceptisoles (Gisbert, J. 2002).

- **Mollisol.**

Son los suelos cuya principal característica es la existencia de un epipedón móllico rico en materia orgánica. Así pues y a primera vista los podríamos diferenciar claramente por la oscuridad del epipedión, aunque tenemos que tener en cuenta que también pueden darse epipedones oscuros en otros órdenes de suelos. Los Molisoles ocupan una superficie de 9,01 MKm<sup>2</sup>, lo que representa el 6,89% de las tierras emergidas y el 8,02% de los suelos del mundo (Gisbert, J. & Ibañez, S. 2010).

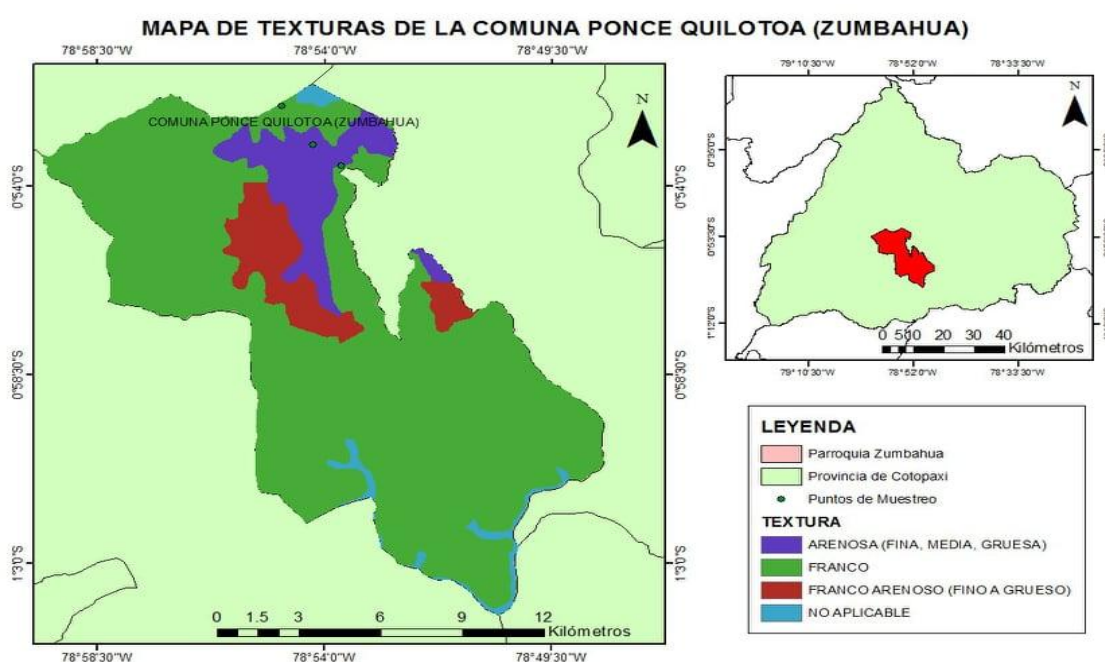
Los factores de formación de los Mollisoles no son especialmente “estrictos”. Estos suelos se dan en una gran variedad de zonas climáticas, pero es de destacar que no pueden poseer nunca una capa permafrost, puesto que pasarían a ser Gelisoles. En cuanto a la vegetación, destacar que son suelos de praderas de herbáceas perenne que anualmente aportan una gran cantidad de materia orgánica. Se encuentran en latitudes altas, y en cuanto al tiempo como factor de formación es de destacar que los suelos pueden tardar en desarrollarse en función de la combinación de otros factores ambientales, siendo el clima el más limitante. Por lo que respecta

a material paretal, tampoco es un factor limitante pudiéndose formar Mollisoles por alteración de cualquier material (Soil, S. 2006).

#### 13.4.4. Textura.

En el área se observa que en su mayoría una textura del suelo franco, los factores formadores de los suelos que influyen son: el clima, la topografía, la composición, permeabilidad de la ceniza, la edad de formación (tiempo) y biológico (flora y fauna).

*Figura 14.* Mapa de textura.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

- **Franco.**

Se considera la textura ideal, porque tiene una mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla. Esto supone un equilibrio entre permeabilidad al agua y retención de agua y de nutrientes.

- **Franco arenoso.**

Es un suelo que presenta bastante arena pero que cuenta también con limo y arcilla, lo cual le otorga algo más de coherencia entre partículas.

- **Suelo arenoso.**

Se denominan suelos sueltos que se caracterizan por tener una elevada permeabilidad al agua y por tanto una escasa retención de agua y de nutrientes.

### 13.5. Aspectos bióticos.

El componente biótico se contempla las especies de fauna y flora más comunes en la zona de estudio.

#### a) Flora.

Las condiciones del páramo han generado una flora especial adaptada a los cambios drásticos de temperatura diarios, la baja temperatura general y la alta irradiación UV (rayos ultravioletas) especialmente, las principales especies que se dan en la Comunidad de Quilotoa son las que se detallan en el siguiente cuadro:

**Tabla 9.** Componente Fauna.

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Rosetas gigantes	Euphorbia	Olivo	Podocarpus oleifolius podocarpea
Achupallas	Ananas comosus	Puca casa	B.macrantha H.B.K
Chuquiragua	Chuquiragua lancifolia	Yanaquero	T. ramosissima Krause
Chilca	Baccharis	Cipres	Cupressus
Almohadillas	Silene Acaulis	Eucaliptos	Eucalyptus
Guantug	Guantise	Sigse	Cortadeira nítida
Tilo	Tilia	Milga	Mirabilis jalapa
Pinos silvestre	Pinus sylvestris	Arrayan	Merciantes aleaternifolia myrtacea
Sacha mortiños	Sacha Vaccinium meridionale	Tifo	Tifus

*Fuente:* GAD parroquial Zumbahua 2015.

#### b) Fauna.

La fauna en el área en su gran mayoría está representada por las aves y especies más comunes de mamíferos, al igual que en el resto de las comunidades andinas, Quilotoa es rica en fauna, los animales con los que cuenta la comuna ya están desapareciendo debido a que los páramos y bosques están siendo invadidos por el hombre.

**Tabla 10.** Componente Fauna

<b>Nombre común</b>	
Quilicos	Alpacas
Curiquingues	Yuto
Gorriones	Zorros
Zumbador	Raposas
Condor	Ardillas
Conejos	Lobos de paramo
Venados	Ligli

*Fuente:* GAD parroquial Zumbahua 2015.

### 13.6. Aspectos sociales.

#### a) Demografía: tamaño y composición.

Considerando que es de uso para abastecimiento hídrico de las comunidades, abastece a 280 socios, considerando un promedio de 5 miembros por familia, tiene una población aproximada de 1400 habitantes.

Según el Censo Nacional de Población y de vivienda el crecimiento de población de todo el cantón, es de 1.8% entre 1990 y 2010.

**Tabla 11.** Población INEC – 2010.

<b>POBLACIÓN DEL PROYECTO</b>			
COMUNIDAD	<b>TOTAL</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
QUILOTOA.		129	151
• SHALALA	280		
• PONCE			

*Fuente:* INEC (2010).

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

#### b) Población.

La población étnica es indígena Kichwa hablante, originaria del grupo Panzaleo, lo que da una característica peculiar en el mantenimiento de sus pautas culturales.

Las principales actividades económicas de la zona que generan ingresos son:

- ✓ La agricultura, en la cual se cultivan los tubérculos más comunes como papas, cebada,

ocas, ajo, cebolla, habas y arveja, las mismas que son cultivadas una vez por año y se venden en las ciudades más cercanas.

- ✓ La ganadería como una actividad cotidiana donde las especies más comunes son: las ovejas, cabras, llamas, alpacas, caballos, porcinos, ganado manso y bravo que se encuentran comúnmente en el páramo, una vez que alcanzan su nivel de crecimiento son sacrificados y expuestos a la venta en la feria indígena de Zumbahua.
- ✓ El turismo como una actividad nueva e incipiente donde varios pobladores obtienen sus ingresos económicos, aprovechando de las potencialidades culturales y naturales que ofrece la zona y en especial la laguna del Quilotoa. (GAD parroquial Zumbahua 2015).

#### **c) Forma de vida de los pobladores.**

Los pobladores de la zona actualmente se dedican a la agricultura, pastoreo, ganadería, venta de artesanías, comerciantes y otros. Debido a las potencialidades turísticas con las que cuenta la zona, actualmente diversos pobladores han empezado a trabajar implementando restaurantes y alojamientos ya que han entendido que el turismo es una fuente de ingresos económicos con los cuales pueden vivir.

#### **d) Organización social.**

Antiguamente en la Parroquia de Zumbahua y en la Comunidad de Quilotoa, las personas no estaban organizadas, pero si existía el respeto mutuo entre los habitantes, A raíz de la Reforma Agraria empezaron a organizarse poco a poco e ir reconociendo sus comunidades, que actualmente tienen vida jurídica por ser Comunas y cada una de ellas con sus respectivos sectores, con una directiva a la cabeza; la gente se reúne en su propia comunidad, buscan proyectos y financiamiento de los mismos por cuenta propia para buscar el progreso. A las reuniones de la Parroquia asisten los presidentes como representantes de cada comuna, y es el mismo que trasmite a los comuneros lo tratado en las reuniones. A la parroquia asisten la mayoría de personas en caso de alguna minga o levantamiento en contra de la Administración pública encabezada por un político.

Para el desarrollo comunitario se reúnen todas las familias y las Juntas Directivas, es muy peculiar el trabajo unido, en caso de incumplimiento por parte de los moradores se imponen multas ya sea en dinero o bienes materiales. (GAD parroquial Zumbahua 2015).

#### **e) Características educacionales.**

Actualmente el casco urbano es un centro de poder cultural. Se halla la presencia de la iglesia católica mediada:

- Por la Congregación Salesiana dedicada al servicio de la pastoral parroquial, la educación desde el nivel de los Wawa Wasi, el Sistema de Escuelas Indígenas de

Cotopaxi, el Colegio Jatari Unancha y la Universidad Politécnica Salesiana a través del Programa Académico Cotopaxi y,

- Por la Organización Mato Grosso, de origen italiano, se halla a cargo del colegio “Don Bosco” el cual imparte la especialidad de Ebanistería y tallado en madera en el caso de los varones y el bordaje en el caso de las mujeres.

En las comunidades aledañas existen escuelas bilingües y pocas hispanas, las cuales están dirigidas por la Dirección Provincial de Educación de Cotopaxi. (GAD parroquial Zumbahua 2015).

**f) Salud.**

Actualmente los mayores problemas que se presentan en la zona son la Tuberculosis y la desnutrición, enfermedades gastrointestinales y diarreicas, dichas enfermedades son muy comunes debido a la falta de recursos económicos y la forma de vida que llevan los pobladores. Otra de las causas es el olvido y la falta de atención por parte del Ministerio de Salud Pública que no destina los recursos suficientes para atender las necesidades de los pobladores, debido a esta problemática existen organismos internacionales como es la Organización “Operazione Mato Grosso” que se dedica hacer proyectos para el bienestar de los indígenas en varios campos como son : vivienda , educación ,servicios básicos .La misma que viendo los problemas de salud ha implementado un Hospital “Claudio Benati” dirigido por el señor Mauro Bleggi, director del mismo, en convenio con el Ministerio de Salud y la Diócesis de Latacunga; el Hospital atiende a más de 60 personas por día, posee un servicio de emergencia, hospitalización que atiende las 24 horas del día, también tiene un programa de visitas comunitarias y campañas de vacunación . (GAD parroquial Zumbahua 2015).

## 14. EVALUACIÓN DE LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL AGUA EN LA COMUNIDAD DE QUILOTOA.

En el Instituto Nacional de Meteorología Hidrología, Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos Lancas INAMHI, se realizaron los análisis de cada una de las muestras tomadas. Está institución se encuentra acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”. Los parámetros analizados en el laboratorio fueron: pH, arsénico, hierro, nitratos, sólidos totales disueltos, turbidez, fosfatos, coliformes fecales, DBO5, OD.

**Tabla 12.** Parámetros de calidad del agua considerando la norma TULSMA 2015 de la zona de captación.

Parámetros	Unidades	Captación	Tanque de almacenamiento	Domicilio	Límites máximo permisible
Potencial hidrogeno (pH)	UpH	6,55	6,85	7,53	6-9
Arsénico (As)	mg/l	0,006091	0,00665	0,00512	0,05
Nitratos (NO3)	mg/l	3,88	4	4	10
Hierro (Fe)			0,014	0,08	0,3
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	604	566	570	500
Turbidez	NTU	0,44	0,48	0,18	10
Fosfatos (PO4)	mg/l	1,328	1,471	1,185	0,1
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8	<1,8	<1,8	50*
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/l	1,3	1,3	1,3	2
Oxígeno disuelto (OD)	mg/l	7,4	7,4	7,4	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l

*Elaborado por.* Grupo de investigación.



Según los análisis de calidad de agua obtenidos de los tres puntos muestreados, se identificó que los parámetros que se encuentra fuera de los límites máximos permisibles son los sólidos totales disueltos (STD) y fosfatos (PO<sub>4</sub>), de acuerdo al TULSMA LIBRO VI, ANEXO 1, TABLA 2 el límite permisible de los STD es de 500 mg/l, mientras que en el resultado se observa un valor de van desde 5066 mg/l hasta los 604 mg/l sobrepasando los límites.

Con lo que respecta a los PO<sub>4</sub> el límite permisible es de 0,1 mg/l, la concentración de fosfatos que se obtuvo en el análisis se encuentra fuera de los límites con un valor de 1,328 mg/l hasta 1,471mg/l.

**Tabla 13.** Sólidos totales disueltos (STD).

Parámetros	Unidad	Captación	Tanque de almacenamiento	Domicilio	Límite máximo permisible
<b>STD</b>	Mg/l	604	566	570	500

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

Los Sólidos totales disueltos (STD) obtenidos en el Cañón del río Toachi (captación) es de 604 mg/l, Ponce-Quilotoa en el (tanque de almacenamiento) es de 566 mg/l, Quilotoa (Domicilio) es de 570 mg/l, en el TULAS libro VI establece que el parámetro máximo permisible es 500 mg/l los valores obtenidos no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, por lo cual requieren de un tratamiento adecuado para disminuir su concentración.

**Tabla 14.** Fosfatos (PO<sub>4</sub>).

Parámetros	Unidad	Captación	Tanque de almacenamiento	Domicilio	Límite máximo permisible
<b>PO<sub>4</sub></b>	mg/l	1,328	1,471	1,185	0,1

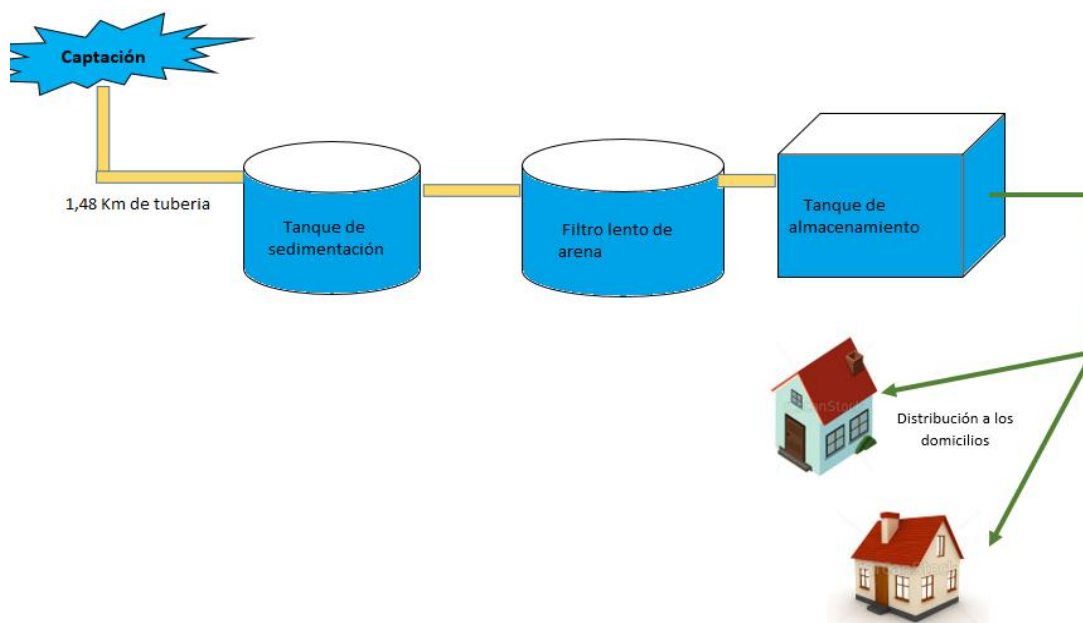
*Elaborado por:* Grupo de investigación.

Los fosfatos (PO<sub>4</sub>) obtenidos en el Cañón del río Toachi (captación) es de 1,328 mg/l, Ponce-Quilotoa en el (tanque de almacenamiento) es de 1,471 mg/l, Quilotoa (Domicilio) es de 1.185 mg/l, en el TULAS libro VI establece que el parámetro máximo permisible es de 0,1 mg/l los valores obtenidos no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, por lo cual requieren de un tratamiento adecuado para disminuir su concentración.

## 15. DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

Una vez identificado los parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles se determinó las operaciones que son necesarias para mejorar la calidad de agua que consumen los habitantes de la comunidad de Quilotoa a continuación se presenta el diagrama de bloques que está conformado la planta de agua.

*Figura 15.* Diagrama de bloques.



*Elaborador por:* Grupo de investigación.

### 15.1. Período de diseño.

El periodo de diseño se estableció en base a la norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable, estableciendo un período de 30 años para plantas de tratamiento y tanques de almacenamiento según el Instituto Nacional de Obras Sanitarias INEN 5 (tabla 16).

*Tabla 15.* Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.

Componente	Vida útil(años)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25

Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	40 a 50
De hierro dúctil	
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

*Fuente:* Instituto Nacional de Obras Sanitarias "INEN 5 parte 9-1:1992"

## 15.2. Cálculo de la Población futura.

La población futura se determinó con base a los siguientes datos:

DATOS:

Tasa de crecimiento ( $r$ ) = 1.8%

Población actual ( $P_0$ ) = 1400 Hab.

Período de diseño ( $t$ ) = 30 años.

$$r = \frac{\%}{100\%}$$

$$r = \frac{1.8\%}{100\%}$$

$$r = 0.018$$

$$Pf = P_0(1 + r)^t$$

$$Pf = 1400 (1 + 0.018)^{30}$$

$$Pf = 2394 \text{ habitantes.}$$

Se realiza el cálculo de la población futura para determinar el número de beneficiarios durante el periodo de vida útil que tendrá la planta de tratamiento de agua potable, en base al cálculo se determinó 2394 habitantes serán beneficiarios en el periodo de vida de la planta de tratamiento.

### 15.3. Cálculo del canal de aducción.

Al existir un afluente continuo del agua se debe iniciar el diseño de un canal de aducción o transporte de agua desde el área de capación hasta la planta de tratamiento.

**Tabla 16.** Datos para el cálculo de canal de aducción.

Datos	Valor	Unidades
Manning n=	1/ 0,016	
Pendiente i=	0,001	
Base b=	0,15	m
Altura h=	0,11	m

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

- Área del canal:

$$A = b * h$$

$$A = 0,15 * 0,11$$

$$A = \mathbf{0,017m^2}$$

- Perímetro mojado

$$X = b + 2h$$

$$X = 0,15 + 2(0,11)$$

$$X = \mathbf{0,37m}$$

- Radio hidráulico

$$R = \frac{AH}{X}$$

$$R = \frac{0,017}{0,37}$$

$$R = 0,045 \text{ m}$$

- Velocidad

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

$$v = \frac{1}{0,016} * (0,045)^{\frac{2}{3}} * (0,001)^{\frac{1}{2}}$$

$$v = 62,5 * 0,128 * 0,032$$

$$v = \mathbf{0,25 \text{ m/seg}}$$

- Caudal

$$Q = AH * v$$

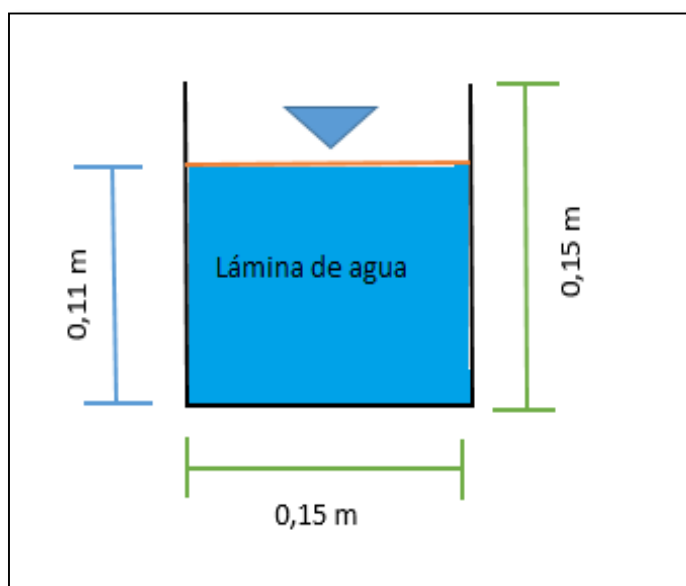
$$Q = 0,017 * 0,25$$

$$Q = 0,0042 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 4,20 \text{ lt/seg}$$

El canal de aducción una solera de 0.15 m y un calado de 0.15 m mientras que la altura de lámina de agua será de 0.11 m.

*Figura 16.* Canal de aducción.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

#### 15.4. Velocidad de sedimentación.

Para realizar el cálculo de la velocidad de sedimentación de la partícula primero se determinó que el material suspendido en agua es limo, debido a que en el área de captación existe un suelo con textura franco que está compuesto de limo, esto se determinó gracias a los archivos de Shps y con la ayuda de la herramienta Arc-Gis, una vez determinado el material se procedió a determinar la densidad del grano, la densidad del agua y su viscosidad, teniendo en cuenta que la temperatura del agua fue de 14 °C, todos estos datos se determinaron mediante tablas ver en el **Anexo (Tabla 2 a 5)**, para este cálculo se utilizó ley de STOKES.

**Tabla 17.** Datos para el cálculo de la velocidad de sedimentación.

Datos	Valor	Unidades
Diámetro del grano $D_g =$	50	Micra
Densidad del limo $P_g =$	1490	$kg/m^3$
Densidad el agua $P_a =$	999,33	$kg/m^3$
Viscosidad $n =$	0,001170	$\frac{kg}{m} \cdot seg$
Temperatura del agua =	14	$^{\circ}C$

*Elaborado por.* Grupo de investigación.

#### 15.4.1. Cálculo de la velocidad de sedimentación.

$$LEYDE STOKES \quad v_s = \frac{g}{18} * \left( \frac{P_g - P_a}{n} \right) * (d_g)^2$$

$$v_s = \frac{9,8}{18} * \left( \frac{1490 - 999,33}{0,001170} \right) * (0,00005)^2$$

$$v_s = 0,54 * 419376,07 * 0,0000000025$$

$$v_s = 0,00052 \text{ m/seg}$$

#### 15.4.2. Cálculo de la velocidad de asentamiento.

$$v_{asc} = \frac{Q}{A}$$

$$v_{asc} = \frac{0,0042 \text{ m}^3/\text{seg}}{20 \text{ m}}$$

$$v_{asc} = 0,00021 \text{ m/seg}$$

$$v_s > v_{asc}$$

$$v_s 0,00052 > v_{asc} 0,00021$$

El sedimentador es una figura geométrica por el que circula una corriente que tienen una entrada y una salida cuyas partículas localizadas en esta corriente sedimentan al área de sedimentación, si la velocidad de la corriente es mayor que la de sedimentación las partículas caerían fuera de sedimentación en cambio si la velocidad de sedimentación es mayor que la velocidad de paso

de las partículas cae en el área de sedimentación. Es decir que en los resultados la velocidad de sedimentación es mayor que la velocidad de asentamiento:

Para el determinar el área de asentamiento se utilizó la formula  $v_{asc} = \frac{Q}{A}$  donde el caudal es de  $0,0042m/seg$  y A= se determinó al tanteo, dando como resultado que el área de asentamiento será de  $20m^2$ .

#### 15.4.3. Cálculo del radio.

$$A = r^2 * \pi$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{20}{3,1416}}$$

$$r = 2,50 m$$

#### 15.4.4. Cálculo del diámetro.

$$d = 2 * r$$

$$d = 2 * 2,50$$

$$d = 5 m$$

#### 15.4.5. Área del círculo.

$$A = \pi * r^2$$

$$A = \pi * (2.50)^2$$

$$A = 19.634m^2$$

#### 15.4.6. Cálculo de la longitud de la circunferencia.

$$l_c = 2\pi * r$$

$$l_c = 2\pi * (2.50)$$

$$l_c = 15.70 m$$

#### 15.4.7. Cálculo de la altura del Tanque de Sedimentación.

Igualando proporciones

$$(2\pi * r) * h = \pi * r^2$$

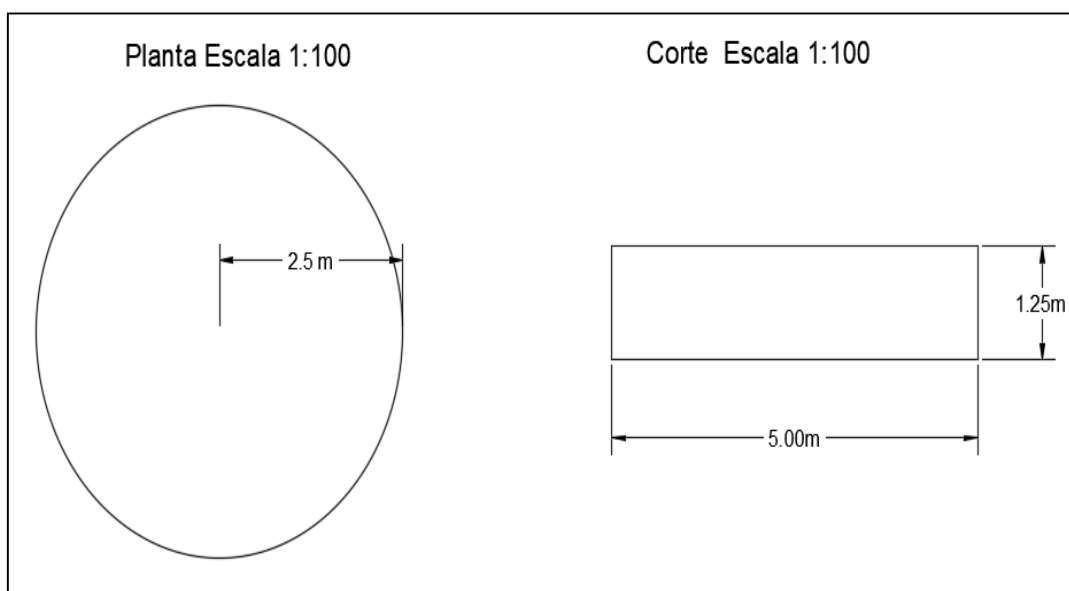
$$h = \frac{\pi * r^2}{(2\pi * r)}$$

$$h = \frac{\pi * (2.50)^2}{(2\pi * 2.50)}$$

$$h = 1.25m$$

En base al cálculo de la velocidad de asentamiento se determinó el radio del sedimentador, siendo 2,52 m y el diámetro total es 5,00 m, para determinar la altura que tendrá el tanque de sedimentación se realizó la igualación de proporciones de las fórmulas  $(2\pi * r) * h$  y  $\pi * r^2$ , obteniendo como resultado que la altura del Tanque de Sedimentación será de 1,25 m.

**Ilustración 17.** Planta y corte del Tanque de Sedimentación.

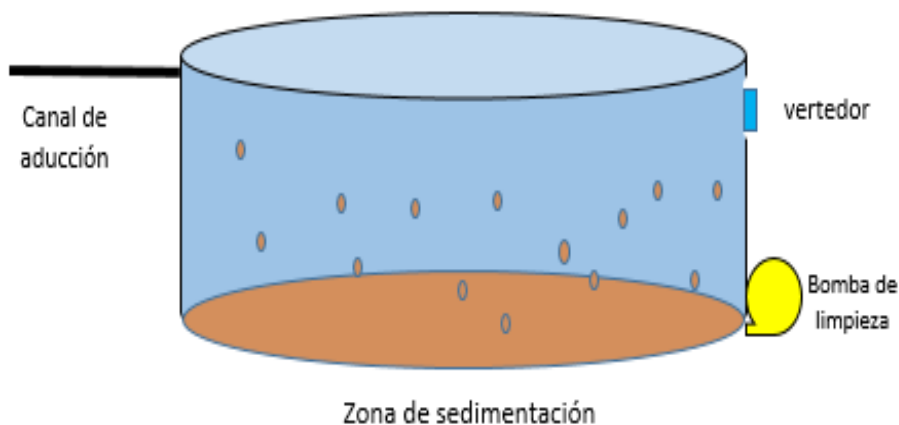


*Elaborado por:* Grupo de investigación.

El principal propósito del sedimentador es facilitar la sedimentación de partículas inferiores a 0.2 mm y superiores a 0.05 mm, está conformado de cuatro partes: un canal de aducción que permite el ingreso del agua con una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador; una zona de sedimentación; una zona de salida constituida por un vertedero que permite descargar el agua asía superficie libre y una bomba de limpieza que permitirá el repito de los sólidos sedimentados.



**Figura 18.** Tanque de sedimentación.



*Elaborado por.* Grupo de investigación.

### 15.5. Cálculo del filtro lento de arena.

La filtración lenta en arena es un tipo de sistema de purificación de agua centralizado o semicentralizado mediante la cual permitirá la eliminación muy efectiva de bacterias, protozoos, turbidez y metales pesados en agua dulce contaminada. (Spuhler, 2018).

Mediante los cálculos realizados se determina el dimensionamiento del filtro de arena, el área de asentamiento, radio y diámetro de filtro con la conformación de 4 capas, grava, arena gruesa, zeolita y arena fina el fin de utilizar para retener la cantidad de partículas, bacterias, microorganismos en el agua de consumo de la comunidad de Quilotoa.

El material para el filtro será las arenas puzolánicas son bancos de arena volcánica que al mezclarla con cal adquiere una resistencia igual a la del concreto. Generalmente son usadas para hacer tabiques o ladrillos.

#### **Filtro Zeolita.**

Las zeolitas permiten llevar a cabo el tratamiento de aguas de una forma más eficiente y económica que otros materiales conocidos para estos efectos.

La zeolita es el medio filtrante más durable (más de 5 años) solo requiere de un simple retro lavado periódico para mantener su eficiencia y su desempeño, tiene una capacidad de flujo 4 veces superior a la de los medios filtrantes convencionales.

Reducen la concentración de fosfatos hasta niveles deseados, retienen la mayoría de sólidos suspendidos. (Bekum, 1991).

Los criterios de diseño para el cálculo del filtro lento de arena están basados en los siguientes parámetros:

*Tabla 18* . Criterios de diseño para filtros lentos de arena.

Parámetros	Nivel otorgado
Periodo de operación (h/d)	24
Periodo de diseño (años)	8 – 12
Velocidad de filtración (m/h)	0.1 – 0.3
<b>Altura de arena (m)</b>	
Inicial	0.8
Mínima	0.5
Diámetro efectivo	0.15 – 0.30
Altura de lecho de soporte, incluye drenaje (m)	0.25
Altura de agua sobrenadante (m)	0.75
Borde libre (m)	0.1
Área superficial máxima por modulo (m <sup>2</sup> )	<100

*Fuente.* Cinara 1999.

El lecho que se recomienda para los Filtros lentos de arena.

*Tabla 19.* Lecho recomendado para Filtros Lentos de Arena.

Capa de grava	Espesor	<b>0,12m</b>
Capa de arena gruesa	Tamaño efectivo	14mm
	Espesor	0,05m
Capa de arena de filtro	Tamaño efectivo	1,2mm
	Espesor	0,8m
	Tamaño efectivo	0,22mm

*Fuente.* Cinara 1999.

**Ecuación de la continuidad.**

**Transformación.**

$$Q_f = 0,0042 \frac{m^3}{seg} * \frac{3600seg}{1hora}$$

$$Q_f = 15,1 \frac{m^3}{hora}$$

$$V_f = 0,30 \frac{m^3}{hora}$$

(Arena puzolámica)

**a) Área superficial (m<sup>2</sup>).**

$$A_s = \frac{Q_f}{v_f}$$

$$A_s = \frac{15,12m^3/hora}{0,30m/hora}$$

$$A_s = 50,40m^2$$

**b) Radio del filtro.**

$$A_s = r^2 * \pi$$

$$50,40 m^2 = r^2 * \pi$$

$$r = \sqrt{\frac{50,40}{3,1416}}$$

$$r = 4,005 \quad r = 4m$$

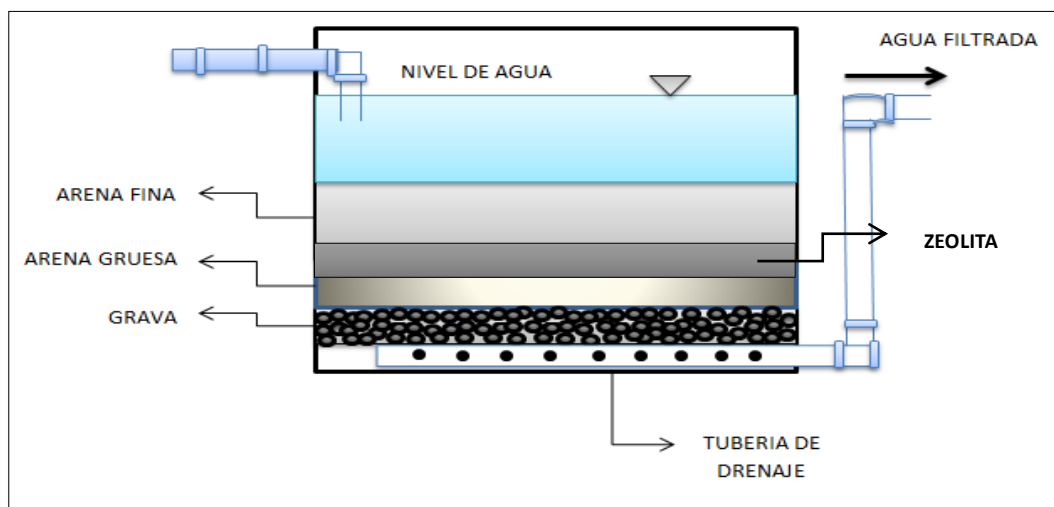
**c) Diámetro del filtro.**

$$d = 2 * r$$

$$d = 2 * 4$$

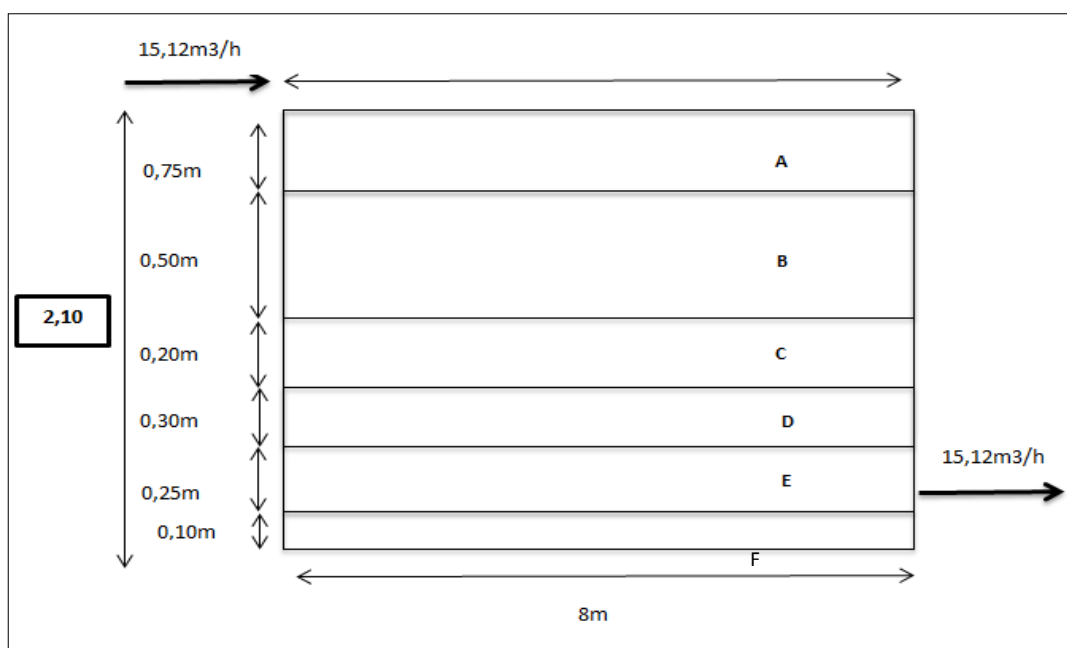
$$d = 8 m$$

**Figura 13: Filtro de arena.**



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

**Figura 14: Dimensiones de capas de FLA.**



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

**Donde:**

**A:** 0,75m de agua

**B:** 0,50m de arena fina

**C:** 0,20m de zeolita

**D:** 0,30m de arena gruesa

**E:** 0,25m de grava

**F:** 0,1m de borde libre

**Medida total:** 2,10 m

**Capa de grava:** En el literal E se observa la capa de grava de 0,25 m con un tamaño efectivo de 14 mm, la cual se adicionó con un espesor de 0,12 m de altura y su función es dar soporte y ayudar a retener arena e impurezas para que no se acumulen en el tanque de almacenamiento.

**Capa de arena gruesa:** En el literal D se observa la capa de arena gruesa de 0,30 m, con un espesor de 0,05 m. El objetivo de esta capa es regular la capacidad o velocidad de filtración del agua y ayuda a retener partículas mayores.

**Capa de zeolita:** En el literal C se observa la capa de zeolita, la cual se encarga de retener partículas de hasta 5 micras y remueve sustancias inorgánicas como el fosfato, hierro; también ayuda a remover toda clase de patógenos como coliformes fecales y totales. El espesor de la capa fue de 0,05 m

**Capa de arena fina:** En el literal B se observa la capa de arena fina de 0,50 m, con un espesor de 0,8 m. El objetivo de esta capa es eliminar o retener las partículas suspendidas en el agua.

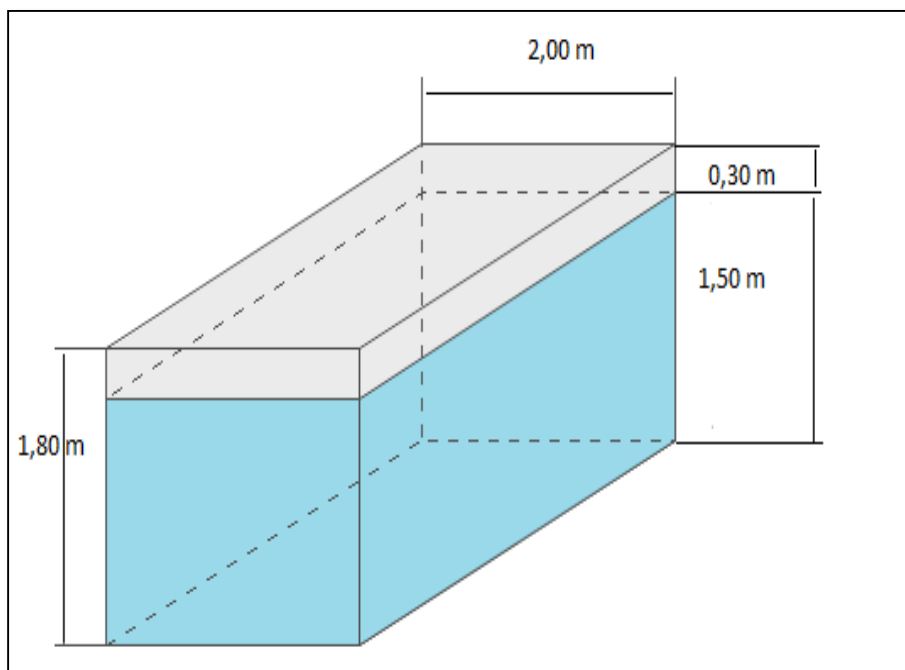
La filtración en medios granulares, es la forma más económica y eficiente de separar sólidos suspendidos que no son removidos por sedimentación, esta operación unitaria es de gran importancia dentro de un sistema de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Generalmente la filtración se efectuará después de la separación de la mayoría de los sólidos suspendidos por sedimentación, aunque dependiendo de las características del agua, es posible que esta entre directamente a la etapa de filtración, sin ser sedimentada previamente.

El filtro más ampliamente usado para remover sólidos suspendidos es el filtro de grava y arena y se le llama así precisamente porque es un lecho de grava y arena el que retiene las partículas suspendidas en el agua. La calidad de la filtración depende de varios parámetros, entre otros, la forma del filtro, altura del lecho filtrante, características y granulometría de la masa filtrante, velocidad de filtración, etc.

### **15.6. Desinfección.**

El tanque de almacenamiento se encuentra en buen estado por lo cual se decidió realizar la desinfección en esta área, primero se determinó la capacidad del tanque.

**Figura 19.** Dimensiones del tanque de almacenamiento.



*Elaborado por:* Grupo de investigación.

#### 15.6.1. Cálculo de la capacidad del tanque.

$$V = l * a * h$$

$$V = 2,50 * 2,00 * 1,80$$

$$V = 9 \text{ m}^3$$

$$V = 9000 \text{ Lt}$$

#### 15.6.2. Cálculo cantidad de líquido.

$$V = l * a * h$$

$$V = 2,50 * 2,00 * 1,50$$

$$V = 7,5 \text{ m}^3$$

$$V = 7500 \text{ Lt}$$

#### 15.6.3. Cálculo del Volumen libre.

$$V_l = 9000 - 7500$$

$$V_l = 1500 \text{ Lt}$$

El tanque de almacenamiento tiene una capacidad 900 Lt de agua, pero la cantidad de líquido existente es de 7500 Lt, tiene un volumen libre de 1500 Lt, por lo que la desinfección se lo realizará en los 7500 Lt de agua, misma que se lo realizará con el hipoclorito de sodio.

#### 15.6.4. Cálculo de la dosis de hipoclorito de sodio.

Para el cálculo de la dosis de hipoclorito de sodio se realizó una regla de tres en base a los datos obtenidos en la tabla 21 del ministerio de salud pública y asistencia social.

**Tabla 20.** Si la concentración es de 0,5% (5000mg/l)

Volumen de agua a desinfectar	Cantidad de cloro a agregar en tiempo normal	Cantidad de cloro líquido a agregar en emergencia
1 litro	4 gotas	8 gotas
2 litro	8 gotas	16 gotas
1 galón	15 gotas	30 gotas
5 litros	20 gotas	40 gotas
10 litros	40 gotas	4 mililitros
20 litros	4 mililitros	8 mililitros
100 litros	20 mililitros	40 mililitros
200 litros	40 mililitros	80 mililitros
1000 litros	200 mililitros	400 mililitros

*Fuente:* Ministerio de salud pública y asistencia social. Guatemala 2006.

1000 litros → 200 mililitros  
 7500 litros → X

$$x = \frac{7500 * 200}{1000}$$

$$x = 1500 \text{ ml}$$

Se inyectará 1500 ml para desinfectar los 7500 litros que existe en el tanque de almacenamiento, esto se realizara con una bomba dosificadora, permitiendo la dosificación proporcional y automatizada del hipoclorito de sodio.

### 15.7. Costos de la construcción de la planta de tratamiento.

La Planta de tratamiento propuesta es un sistema que consistente en un pretratamiento integrado por un sedimentador circular, asegurando el asentamiento las partículas del agua, seguido por el filtro de arena lenta que es un sistema de purificación de agua centralizado o semicentralizado mediante la cual permitirá la eliminación muy efectiva para remover sustancias inorgánicas como el fosfato, hierro; también ayuda a remover toda clase de patógenos como coliformes fecales y totales en agua dulce contaminada y finalmente la desinfección del agua con hipoclorito de sodio para eliminar cualquier microorganismo que se encuentre presente en el agua. La planta de tratamiento esta dimensionada de la siguiente manera:

**Tabla 21.** Dimensiones de la Planta de Tratamiento diseñada.

<b>Proceso</b>	<b>Dimensiones (m)</b>
<b>Canal de aducción</b>	Largo:0,15 Ancho:0,15
<b>Sedimentador</b>	Diámetro: 5 Altura: 1,45
<b>Filtro lento de arena</b>	Diámetro: 8 Altura: 1,40

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

La presente propuesta, no sólo pretende satisfacer una necesidad, sino establecer un precedente para que las poblaciones futuras de la comunidad, cuenten con el abastecimiento de agua más limpia y de calidad.

Como en el desarrollo de cualquier proyecto de este tipo, una vez que se cuenta con el arreglo general de la planta de tratamiento, de las dimensiones de los procesos, el siguiente paso es obtener los volúmenes de obra. Dichos volúmenes son generados a partir del diseño básico de la planta y contemplan los materiales necesarios para la adecuada realización de la obra.



**Tabla 22.** Materiales de construcción para el Sedimentador.

<b>N</b>	<b>Rubro</b>	<b>U</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Hormigón f c= 210kg/cm2	M 3	12.37	270.00	3339.90
2	Hierro de 12mm	Kg	714.13	2.80	1999.56
3	Válvula de limpieza	U	1	250.45	250.45
					<b>5589.91</b>
<b>SON: CINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE DÓLARES CON 91/100</b>					

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

**Tabla 23.** Materiales de construcción para el Filtro lento de arena.

<b>N</b>	<b>Rubro</b>	<b>U</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Hormigón f c= 210kg/cm2	m3	12.37	270.00	3339.90
2	Hierro de 12mm	Kg	714.13	2.80	1999.56
3	Tubería de HG de 3	M	24.00	15.00	360.00
					<b>5699.46</b>
<b>SON: CINCO MIL SEIS CIENTOS NOVENTA Y NUEVE DÓLARES CON 46/100</b>					

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

**Tabla 24.** Costo total de la Planta de tratamiento.

<b>Proceso</b>	<b>Valor</b>
<b>Sedimentador</b>	5589.91
<b>Filtro lento de arena</b>	5699.46
<b>Bomba dosificadora de hipoclorito de sodio</b>	1980,23
<b>Subtotal</b>	13266,65
<b>10% imprevistos</b>	1326,67
<b>Total</b>	14593,32

*Elaborado por:* Grupo de investigación.

La inversión requerida para la realización del proyecto general denominado: “Diseño Preliminar de una Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano en la comunidad de Quilotoa - parroquia Zumbahua - cantón Pujilf”, mediante los procesos mencionados

anteriormente el cual pretende potabilizar el agua que consumen los habitantes de las comunidades la inversión es de \$ 14.593,32.

Por tratarse de una obra con sentido social y ambiental, no se contempla un período de retorno de la inversión desde el punto de vista económico propiamente dicho; sin embargo, con el desarrollo del proyecto se pretende proteger la salud de la población y de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, que seguramente si se tradujeran a términos económicos los beneficios derivados del proyecto en toda su vida útil serían altamente significativos, por lo que el criterio de decisión sería la aceptación total del proyecto.

## **16. PLANOS**



## 17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 17.1. CONCLUSIONES

- El área de estudio se encuentra a 3800 m.s.n.m., clima templado anual en promedio; temperatura de 6,9°C en el mes de abril y la temperatura mínima de 4.1°C su precipitación 885,6 mm promedio. La precipitación es bimodal el primer periodo de lluvia ocurre de abril- agosto. El tipo y textura del suelo en su mayoría la taxonomía del suelo es Inceptisol y en minoría ocupa Mollisol, su origen es por los depósitos de ceniza volcánica acumulados durante años, en su mayoría una textura del suelo moderadamente franco.
- A partir del resultado de los parámetros analizados, físicos: sólidos totales disueltos y turbidez, químicos: pH, nitratos, fosfatos, DBO5 y oxígeno disuelto y microbiológicos: coliformes fecales, además de metales pesados: arsénico y hierro, los cuales establecen la calidad del agua, como buena cumpliendo con la normativa de cada una de la muestra mediante la comparación TULSMA LIBRO VI, ANEXO 1, TABLA 2 sobre Agua Potable, de acuerdo a estos resultados se determinó que los parámetros de Fosfatos (PO<sub>4</sub>) captación 1,328 mg/l, tanque de almacenamiento 1,471 mg/l, domicilio 1,185 mg/l, sólidos totales disueltos captación 604 mg/l, tanque de almacenamiento 566 mg/l, domicilio 570 mg/l se encuentran fuera de los límites permisibles.
- La planta de tratamiento está conformada por un sedimentador y un filtro lento de arena, cada uno de estos procesos cumplen una función específica, donde el sedimentador reduce la cantidad de partículas no deseadas en el agua y el filtro lento de arena retiene las partículas suspendidas en el agua mediante un proceso biológico, los cuales permiten tratar los parámetros que no se encuentran dentro de los límites permisibles tales como: sólidos totales disueltos y fosfatos, con un caudal de 4,2 lt/s.
- En base a los resultados obtenidos en el análisis de agua, se realizó el dimensionamiento de la planta de tratamiento, mediante cálculos matemáticos y geométricos y con la ayuda del software AutoCAD se realizó el diseño preliminar.

## 17.2. RECOMENDACIONES

- Es importante el monitoreo y control periódico de la calidad del agua tanto en la fuente y en los domicilios, para garantizar el perfecto funcionamiento del sistema implementado y así evitar posibles brotes de enfermedades relacionadas con el agua que consume.
- Realizar estudios de factibilidad de una cobertura en el punto de la captación debido a que su estructura no es la adecuada para su aprovechamiento, por la cual puede permitir el acceso de microorganismos que produzcan contaminación microbiológica.
- Capacitaciones sobre mantenimiento y operación al personal encargado y a toda la comunidad acerca del funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Realizar un nuevo análisis del agua en la época de estiaje en los meses de Julio-agosto ya que es la época donde existe un nivel más bajo o caudal mínimo de una corriente en épocas de sequía.

## 18. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, J., Panta, J. E., Ayala, C. R., & Acosta, E. H. (2008). Calidad integral del agua superficial. *Información tecnológica*, 19(6), 21-32.
2. Ansola G. (2000). Aspectos ambientales en las nuevas Fuentes de suministro de agua. Caudales ecológicos y reutilización. *Química e Industria*.
3. Agostini A, Arango J, Yaafar M, López C. (1997) Final microbiological quality of foods prepared in community restaurants. *35(284): 45-8*.
4. Albade y Aramendía. (2005) “control de la calidad del agua procesos fisicoquímico”. Editorial Reverté S. A. (Barcelona España) 654 paginas.
5. Código Ecuatoriano de la construcción INEN 5 parte 9-1 (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
6. Contreras. K. (2008); El agua un recurso para preservar. <http://eventos.ula.ve/ciudadesostenible/documentos/pdf/agua.pdf>
7. Consejo nacional de investigación. (1997). Agua segura. De cada grifo: Mejorar los servicios de agua para Pequeñas comunidades. Washington DC.: Prensa de la Academia Nacional.
8. Chamba, F. (2013). “Fortalecimiento del consume de agua segura en la comunidad de El Aguacate perteneciente al cantón Gualatiza, Zamora, año 2012”. [online]. Disponible en:  
<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6842/1/Chamba%20Cango,%20Fanny.pdf> [Visitado 10/11/2013].
9. Elefteriou P. (2001). Boron in groundwater of the island of Cyprus. [en línea]. <http://www.hydroweb.com/jehabs/eleftabs>. 12/11/2007.

10. Estrela C et al. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite [en línea]. Enero de 2002 [citado julio 30 de 2003]. Disponible en [http://www.forp.usp.br/bdj/bdj13\(2\)/v13n2a07/v13n2a07.html](http://www.forp.usp.br/bdj/bdj13(2)/v13n2a07/v13n2a07.html).
11. Guerrero, E. (2006). La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos: un análisis de estudios de caso en América Latina. UICN, Quito, Ecuador. 78 p.
12. Gobierno Autónomo Descentralizado parroquia de Zumbahua (2015). Actualización del plan de desarrollo de plan de desarrollo territorial Zumbahua pg.25,30,34, 40,45.
13. Gisbert, J. & Ibañez, S. (2010). “Génesis del suelo” Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
14. Gisbert, J. (2002). “Taxonomía de suelos. Soil Taxonomy-99” Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
15. Hernández, k., & Ortez C. (2006). Descontaminación por el método de adsorción en agua de pozos y agua lluvia destinada al consumo humano en comunidades rurales ubicadas al sur del departamento de la libertad, Revista Uniandes, San Salvador.
16. Heising, K. (2009). Agentes Patógenos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos. (pág. 26). Corporación Técnica Alemania.
17. Hawley, G. (1991). diccionario de química y productos químicos. edición omega. 1991.
18. Jenkins, M. (2009). Índice biológico de calidad Tecnología del Agua. pg 75, 25-32, 1990.
19. López, M. 2002. Manual de muestreo. EMAAP-Q.
20. Madigan M. (2010). Brock Biology of microorganisms, 13th edition, UK, Pearson Benjamin Cummings, pg 42.
21. Ministerio de salud pública y asistencia social (2006). Tratamiento y desinfección de agua para consumo humano por medio de cloro. Departamento de regulación de los programas de la salud y ambiente. Pag.7.



22. Muñoz, H., & Cenicerros, N. (2011). Nitrate in the groundwater of the Valle de Huamantla, Tlaxcala, Mexico. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 20(3), 91-97.
23. Norma Venezolana COVENIN. N° 2187 – 84. Agua Potable. Determinación de Acidez.
24. N Silva, S Palma - 2006 - cona.mil.cl
25. OMS (Organización Mundial de la Salud, CH). 1996. Guidelines for Drinking-Water Quality. Second edition. Volume 2: Health Criteria and Other Supporting Information. Geneva.
26. OMS (Organización Mundial de la Salud, CH). 2012. Agua, saneamiento y salud: Progresos sobre el agua potable y saneamiento (Informe 2012 OMS/UNICEF) (en línea). Ginebra, CH. Consultado 2 dic. 2012.
27. OPS (2005): Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores. Lima (Perú): Organización Panamericana de la Salud (OPS). URL [Visita: 15.10.2018].
28. Prat, N. (1998). "Bioindicadores de calidad de las aguas," Memorias del curso de bioindicadores de Calidad del Agua. Medellín: Universidad de Antioquia.
29. Régulo, A. (2007). Densidad aparente. Los suelos y la vida.
30. RIVAS, William Antonio. (2004), Una nuevamanera de potabilizar el agua. *Revista Acodal*, No. 206, pg . 25-29.
31. Santafé, M. F. (2009). upcommons. Recuperado el 30 de 11 de 2016, de upcommons: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03\\_Mem%C3%B2ria.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03_Mem%C3%B2ria.pdf)
32. Santos, E. (2016). Procesos de sedimentación. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.
33. SANREM- ANDES, (2005) monitoreo de agua comunidades UNORCAC.
34. Sawyer, (1978) C.N. and McCarty. *Chemistry for Environmental Engineering (3rded)*, McGraw-Hill Book Company, New York.

35. Sierra, C. (2019). Textura, la principal propiedad física del suelo. EL MERCURIO.
36. Soil, S. (2006). Keys to Soil Taxonomy, 10th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
37. Sotelo, G. (2002), Hidráulica de canales. México.
38. Spuhler, M. A. (2018). Filtración lenta de arena. BID Mejorando vidas.
39. Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA). Vol. II: 203-213.
40. Tóth, J. (2000). Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones. Boletín Geológico y Minero, 111(4), 9-26.
41. U.S. EPA Expert Workshop: Nutrient Enrichment Indicators in Streams. 2014. Link: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/2013documents/indicatorsworkshop.pdf>.
42. VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques. (1997), Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. Eclética Química. Fundação Editora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, v. 22, p. 49-66. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11449/27>.

## 19. ANEXOS

### Anexo 1: Fotografías de los puntos muestreados.



Área de captación



Cañón río Toachi.



Tanque de almacenamiento



Tuberías.

**Anexo 2:** Recolección de las muestras de agua.



Muestreo del agua (Vertiente).



Verificación de burbujas de aire.

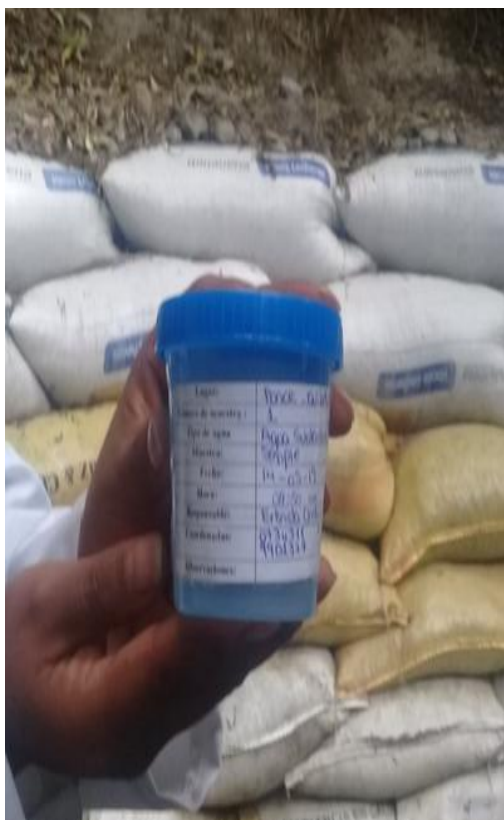


Homogenización del recipiente.



Muestra en el (Tanque de almacenamiento).

### Anexo 3: Etiquetado y conservación de las muestras de agua.



Etiquetado de la muestra.



Kooler.



Preservación da la muestra (hielo).

**Anexo 4:** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en Hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd CN <sup>-</sup>	mg/l mg/l	0,001
Cianuro (total)			0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de Color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml Cl <sup>-</sup>		50*
Totales Cloruros		mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no

			menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag Pb	mg/l	0,05
Plomo (total)	pH	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	Se Na SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>		6-9
Selenio (total)		mg/l	0,01
Sodio		mg/l	200
Sulfatos	□C	mg/l	250
Sólidos disueltos Totales		mg/l	500
Temperatura	Sustancias activas al azul de metileno		Condición Natural +/- 3 Grados
Tensoactivos	V Zn C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total	Concentración de órgano clorado s totales	mg/l	0,02
Vanadio		mg/l	0,1
Zinc	Concentración de órgano fosfora dos y carbamatos, totales.	mg/l	5,0
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
Benceno		mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
<b>Pesticidas y Herbicidas</b>			
Organoclorados Totales		mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos		mg/l	0,1
Toxafeno		□g/l	0,01
<b>Compuesto s Halogenado s</b>		mg/l	0,003
Tetracloruro de carbono			
Dicloroetano (1,2- )		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

**Anexo 5:** Coeficiente de Manning para cunetas y canales revestidos.**CUNETAS Y CANALES REVESTIDOS**

<b>Material de revestimiento</b>	<b>Coeficiente de Manning</b>
Hormigón	0,013 – 0,016
Hormigón revestido con gunita	0,017 – 0,022
Encachado	0,020 – 0,030
Paredes de hormigón, fondo grava	0,017 – 0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023 – 0,033
Revestimiento bituminoso	0,013 – 0,016

*Fuente:* (Sotelo G, Hidráulica de canales, Mexico.2002).

**Anexo 6:** Clasificación de las partículas del suelo.

<b>NOMBRE</b>	<b>DIÁMETRO (MM)</b>
<b>ARCILLA</b>	<0,0020
<b>LIMO</b>	0,002 - 0,05
<b>ARENA</b>	0,005 - 2,0
<b>GRAVAS</b>	2,0 - 20,0
<b>GUIJARROS</b>	>20

*Fuente:* (Sierra 2019).

**Anexo 7:** Característica y propiedades del suelo.

<b>GRUPO TEXTUAL</b>	<b>G/ cm<sup>3</sup></b>	
	<b>Da</b>	<b>Dr</b>
Franco arenoso	1.35 – 1.44	2.53 – 2.63
Franco	1.34 – 1.50	2.56 – 2.66
Limoso	1.35 – 1.49	2.45 – 2.65
Franco limoso	1.24 – 1.54	2.49 – 2.58
Franco arcilloso	1.35 – 1.49	1.74 – 2.78
Franco arcillo arenoso	1.34 – 1.49	2.58 – 2.66
Arcilloso limoso	1.24 – 1.46	2.49 – 2.59
Arcilla	1.18 – 1.34	2.54 – 2.64

*Fuente:* (Regulo, 2007)



**Anexo 8:** Viscosidad dinámica del agua líquida a varias temperaturas.

<b>Temperatura °C</b>	<b>Viscosidad dinámica kg/(m-s)</b>
1	0,001792
2	0,001731
3	0,001674
4	0,001620
5	0,001520
6	0,001473
7	0,001429
8	0,001386
9	0,001346
10	0,001308
11	0,001271
12	0,001236
13	0,001202
14	0,001170
15	0,001139
16	0,001109
17	0,001061
18	0,001064
19	0,001028
20	0,001003

**Fuente:** Libro Ingeniería-Claudio Matalx- Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas-2da edición).

**Anexo 9:** Densidad del agua líquida entre 0°C y 14°C.

<b>Temperatura °C</b>	<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>
0(hielo)	917,00
0	999,82
1	999,89
2	999,94
3	999,98
4	1000,00
5	1000,00
6	999,99
7	999,96
8	999,91
9	999,85
10	999,77
11	999,68
12	999,58
13	999,46
14	999,33

**Fuente:** Libro Ingeniería-Claudio Matalx- Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas-2da edición).

*Anexo 10:* Informe de resultados del análisis del agua emitida por el INAMHI, Laboratorio Nacional de Calidad de agua y Sedimentos.



### INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº. 19-110  
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Chaluisa Erlinda		
PERSONA DE CONTACTO:	Chaluisa Erlinda		
DIRECCIÓN:	Barrio El Portal		
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	9871585577	Email: maribel_chaluisa@hotmail.com
MÉTODO DE MUESTREO:	No Aplica		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/05/2019	16H40	OT: 19-036
LUGAR DE ANÁLISIS:	INAMHI, Nuñez de Vela N36-15 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	14/05/2019		17/05/2019
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	22/05/2019		

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-19-110	Agua Natural	Ponce-Quilotoa captación	Ponce-Quilotoa	14/05/2019	06H40	0734311 9901327 3332masm
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
La muestra para metales no se encuentra conservada con ácido nítrico.						

#### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación Nº SAE LE C 15-005"  
 El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.  
 El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario.  
 Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.  
 NR: No Reporta  
 NA: No Aplica

Autorizado por:

Dra. Jeaneth Cartagena  
 Coordinador de Laboratorio





Laboratorio Nacional de Calidad de  
Agua y Sedimentos

## INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 19-110

Pág. 2 de 3

Párametros	Método interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
pH	PE01	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-H <sup>+</sup> B	UpH	6.55
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B	ug/L	6,091 <sup>(M)</sup>
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO <sub>3</sub> B	mg/L	3.88
Sólidos Totales Disueltos	PE23	Standard Methods Ed 23, 2017. 2540 B y C	mg/L	604.0
Turbidez	PE24	Standard Methods Ed 23, 2017. 2130 B	NTU	0,44 <sup>(M)</sup>
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-P C.	mg/L	1,328
Coliformes fecales	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,8

### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

<sup>(M)</sup> Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

Autorizado por:  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Coordinador de Laboratorio

INAMHI  
LABORATORIO NACIONAL  
DE CALIDAD DE AGUA  
Y SEDIMENTOS - LANCAR

### INFORME DE RESULTADOS

RC38-08

N°. 19-111  
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Chakasa Erlinda		
PERSONA DE CONTACTO:	Chakasa Erlinda		
DIRECCIÓN:	Barrio El Portal		
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	9971585577	Email: <a href="mailto:maribel_chakasa@hotmail.com">maribel_chakasa@hotmail.com</a>
MÉTODO DE MUESTREO:	No Aplica		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/05/2019	10:40	OT: 19-036
LUGAR DE ANÁLISIS:	INAMHI, Puente de Vela N36-15 y Correa		
FECHA DE ANÁLISIS:	14/05/2019		17/05/2019
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	22/05/2019		

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Muestra	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-19-111	Agua Natural	Puente Tarque de Almacenamiento	Puente	14/05/2019	10:05	0733210 9902278 3057.mam
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
La muestra para metales no se encuentra conservada con ácido nítrico.						

#### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 19-006\*

El informe no podrá ser reproducido total o parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario.

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

NR: No Reporte

NA: No Aplica

  
 Autorizado por:  
**Dra. Jeaneth Cartagena**  
 Coordinador de Laboratorio  
  
**LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS**



Laboratorio Nacional de Calidad de  
Agua y Sedimentos

## INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 19-111

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
pH	PE01	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-H <sup>+</sup> B	UpH	6,85
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B	ug/L	6,560
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B	mg/L	4,00
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,14 <sup>(*)</sup>
Sólidos Totales Disueltos	PE23	Standard Methods Ed 23, 2017. 2540 B y C	mg/L	566,0
Turbidez	PE24	Standard Methods Ed 23, 2017. 2130 B	NTU	0,48 <sup>(*)</sup>
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-P C.	mg/L	1,471
Coliformes fecales	PEMI02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,8

### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

<sup>(\*)</sup> Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE

Autorizado por:  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Coordinador de Laboratorio

INAMHI  
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA  
LABORATORIO NACIONAL  
DE CALIDAD DE AGUA  
Y SEDIMENTOS - LANCAS

## INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 19-112

Pág. 1 de 3

USUARIO:	Chaluisa Erlinda				
PERSONA DE CONTACTO:	Chaluisa Erlinda				
DIRECCIÓN:	Barrio El Portal				
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	9871585577	Email:	maribel_chaluisa@hotmail.com	
MÉTODO DE MUESTREO:	No Aplica				
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/05/2019	16H40	OT:	19-036	
LUGAR DE ANÁLISIS:	INAMHI: Núñez de Vela N36-15 y Corea				
FECHA DE ANÁLISIS:	14/05/2019		a 17/05/2019		
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	22/05/2019				

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-19-112	Agua Natural	Quilotoa centro domicilio	Quilotoa centro	14/05/2019	10H40	0732108 9903981 3876masm
<b>Observaciones / Condición de recepción de la muestra</b>						
La muestra para metales no se encuentra conservada con ácido nítrico.						

### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"*

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.*

*Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.*

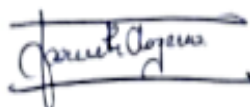
*Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.*

*El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario.*

*Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.*

NR: No Reporta

NA: No Aplica



Autorizado por:

**Dra. Jeaneth Cartagena**  
Coordinador de Laboratorio



**INAMHI**  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS  
LABORATORIO NACIONAL



Laboratorio Nacional de Calidad de  
Agua y Sedimentos

## INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 19-112

Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
pH	PE01	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-H <sup>+</sup> B	UpH	7,53
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B	ug/L	5,712 <sup>(M)</sup>
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B	mg/L	4,00
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,08 <sup>(M)</sup>
Sólidos Totales Disueltos	PE23	Standard Methods Ed 23, 2017. 2540 B y C	mg/L	570,0
Turbidez	PE24	Standard Methods Ed 23, 2017. 2130 B	NTU	0,18 <sup>(M)</sup>
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-P C.	mg/L	1,185
Coliformes fecales	PEM02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1	NMP/100 ml	<1,8

### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

<sup>(M)</sup> Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

Autorizado por:

Dra. Jeaneth Cartagena

Coordinador de Laboratorio

*Anexo 11* : Hoja de vida de la tutora de investigación: PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.

### MERCY LUCILA ILBAY YUPA



#### DATOS PERSONALES

<b>Apellidos:</b> ILBAY YUPA	<b>C.I.:</b> 0604147900
<b>Nombres:</b> MERCY LUCILA	<b>RUC.</b> 0604147900001
<b>Fecha de nacimiento:</b> 30 de octubre de 1983	<b>Lugar:</b> Archidona
<b>Dirección domiciliaria:</b> Hermanas Páez y Quijano y Ordoñez	<b>Ciudad:</b> Latacunga
<b>E-mail:</b> <a href="mailto:merckyu@hotmail.com">merckyu@hotmail.com</a>	<b>Celular:</b> 0987533861

#### FORMACIÓN ACADÉMICA

Nº	Títulos de Pregrado	Universidad	País	Año
1	ING. AGRÓNOMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ECUADOR	2011
2	ASESORA EN EL MANEJO DE PARAMOS Y ZONAS DE ALTURA	CONSORCIO CAMAREN	ECUADOR	2012

Nº	Títulos de Posgrado	Universidad	País	Año
1	MAGISTER EN RIEGO Y DRENAJE	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	ECUADOR	2015
2	DOCTORIS PHILOSOPHI EN RECURSOS HÍDRICOS	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	Egresada

#### CURSOS Y SEMINARIOS RECIBIDOS

Nº	NOMBRE	INSTITUCIÓN	PAÍS	Año
1	Planificación y evaluación educativa UNIVERSITARIA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	ECUADOR	2018



2	Regionalización Hidrológica basada en los L-MOMENTOS	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2017
3	Como publicar un artículo exitoso en revistas internacionales	UNALM-WILEY	PERÚ	2016
4	Planificación Estratégica en Sistemas de Abastecimiento	AECID CENTRO DE FORMACIÓN-SANTA CRUZ DE BOLIVIA	BOLIVIA	2016
5	Gestión en Cuencas Hidrográficas	MINISTERIO DEL AMBIENTE-JICA	PANAMÁ	2016
6	Diseño y Sistemas de Riego por Aspersión con GESTAR V. 2014	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2016
7	Ordenamiento territorial ante el cambio climático	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2015
8	variabilidad climática y sus impactos en la hidrología	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2015
9	Ingeniería y Gestión del Agua para la Generación de Empleo	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2015
10	Introducción a La Meteorología y a la Climatología con Énfasis en la Agro meteorología	ESPOCH	ECUADOR	2014
11	Sistemas de Información Geográfica	ESPOCH	ECUADOR	2014

## EXPERIENCIA

### Profesional

Nº	EMPRESA-INSTITUCIÓN	POSICIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	MAGAP-DZ2RD	Analista de Riego y drenaje	11/2016	05/2017
2	SENAGUA	Analista de Estudios y Proyectos de Riego y Drenaje	3/2015	08/2015
3	GOBIERNO AUTÓNOMO DE LA PROVINCIA CHIMBORAZO	Técnica especialista de Hidrología-Riego	04/2011	12/2013
4	INIAP/Programa Nacional de Fruticultura	Técnica Agropecuaria	03/2010	02/2011

**Docente**

<b>N°</b>	<b>CURSOS – MATERIAS</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>DE MES-AÑO</b>	<b>A MES-AÑO</b>
1	Hidrología Manejo de Integrado de Recursos Hídricos Riego y drenaje Hidráulica	UTC-CAREM- Ingeniería de Medio Ambiente y Agronómica	Junio 2017	Presente fecha
2	Riego y drenaje Diseño de Sistemas de Riego Prácticas agrícolas	ESPOCH-FRN- Ingeniería Agronómica	Marzo 2014	Febrero 2015
3	Ayudante de cátedra de Genética y fitomejoramiento	ESPOCH-FRN- Ingeniería Agronómica	Marzo 2009	Agosto 2009
4	Ayudante de cátedra de Fisiología general	ESPOCH-FRN- Ingeniería Agronómica	Marzo 2008	Agosto 2008

**Ponente**

<b>N°</b>	<b>CURSO- SEMINARIO (ÁREAS)</b>	<b>ENTIDADES</b>	<b>DE MES-AÑO</b>	<b>A MES-AÑO</b>
1	I Congreso Internacional de Investigación Científica	Universidad Técnica de Cotopaxi	22-11-2017	24-11-2017
2	V Congreso REDU 2017	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado _Universidad de Cuenca	05-10-2017	06-10-2017
3	Convención Científica Internacional de la UTM 2017	Universidad Técnica de Manabí (aceptado)	18-10-2017	20-10-2017
4	I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable	UTC-Coordinación de Educación Continua	24-05-2017	26-05-2017
5	IV Congreso REDU (2016)	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado (ESPE)	01-12-2016	02-12-2016
6	XV Reunión Binacional Uruguay-Argentina de Agrometeorología	Asociación Argentina de Agrometeorología	01-10-2014	03-10-2014

## Investigación

No.	TIPO DE EXPERIENCIA	PROGRAMA	DURACIÓN
1	Evaluación espacio – temporal de la calidad del agua de la microcuenca del río Cutuchi	Universidad Técnica de Cotopaxi-ECUADOR	2018
2	Regionalización de precipitaciones en el Ecuador	Universidad Agraria La Molina-PERÚ	2016-2017
3	Impactos del cambio climático en la Hidrología de la cuenca del Río Ramis, Puno-Perú	Universidad Agraria La Molina-PERÚ	2015-2016
4	Efectos del riego deficitario en el rendimiento y eficiencia del uso del agua en el cultivo de papa bajo varios regímenes riego de alta frecuencia	Universidad Agraria del ECUADOR	2014-2015
5	Implementación del control Biológico para mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores de los Andes ecuatorianos	INIAP-MAGAP-AgResearch-Nueva Zelanda	2011-2013

## Consultoría en general

Nº	NOMBRE DEL PROYECTO	INSTITUCIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	Evaluación de la calidad del agua del río Tiliche	GAD de Cotopaxi		2017
2	“Estudio de factibilidad del sistema de riego del directorio de aguas de la comunidad la Moya - parroquia Guasuntos- cantón Alausí-provincia de Chimborazo”	GAD de Chimborazo		2016
3	Producción y Comercialización Sana, Justa y sustentable para el Sistema de Riego Chambo-Guano	Junta General De Usuarios Del Sistema De Riego Chambo-Guano- Chimborazo		2012
4	Economía agraria con la capacitación especializada en análisis de rentabilidad agropecuaria	H. Gobierno Provincial de Tungurahua		2012

**CAPACITADOR, CONFERENCISTA, PONENTE, EXPOSITOR O EVALUADOR EXTERNO EN PROGRAMAS ACADÉMICOS DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.**

<b>CAPACITADOR</b>			
<b>TÍTULO</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>LUGAR</b>	<b>HORAS DE CAPACITACIÓN</b>
Curso-Taller de “Manejo de instrumentación Ambiental”	Universidad Técnica de Cotopaxi	Latacunga	40
<b>CONFERENCISTA, PONENTE O EXPOSITOR (CHARLA, POSTER)</b>			
<b>TÍTULO</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>LUGAR</b>	<b>MODALIDAD (CONFERENCISTA, PONENTE, EXPOSITOR ORAL O POSTER)</b>
VI Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado	Ibarra	Ponente
II Convención Científica Internacional (Aceptado)	Universidad Técnica de Manabí	Manabí	Ponente
I Congreso Internacional de Investigación Científica	Universidad Técnica de Cotopaxi	Latacunga	Expositor
I Convención Científica Internacional	Universidad Técnica de Manabí	Manabí	Ponente
V Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado	Cuenca	Ponente
I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable	Universidad Técnica de Cotopaxi- CIDE	Latacunga	Ponente
IV Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para	Quito	Conferencista1

	Investigación y postgrado	
<b>EVALUADOR EXTERNO EN PROGRAMAS ACADÉMICOS DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR</b>		
<b>TITULO</b>	<b>TIPO DE PROGRAMA (TERCER NIVEL, MAESTRÍA, DOCTORADO)</b>	<b>UNIVERSIDAD EVALUADA</b>
I Convocatoria para presentar proyectos de Investigación 2018	Evaluadora Externa	Universidad Técnica de Manabí

**IDIOMAS**

No.	IDIOMA	HABLADO %	ESCRITO %	COMPRENSIÓN %
1	Español	100	100	100
2	Portugués	50	60	80
3	Inglés	50	50	50

**INFORMACIÓN ADICIONAL QUE CONSIDERE ÚTIL**

OEA, Beca para estudios de doctorado
JICA-MIAMBIENTE, Beca para un curso en Panamá
AECID, Beca para un curso en Bolivia
ESPOCH, Beca para estudios de tercer nivel (Ingeniería)
Universidad, Mejor egresada y 2° Mejor Graduada del año ESPOCH –FRN-EIA
Colegio, Abanderada de la Provincia ITES “RIOBAMBA”.

**Anexo 12:** Hoja de vida del autor: Erlinda Maribel Chaluisa Ante**Datos Personales:**

**Nombre:** Erlinda Maribel

**Apellidos:** Chaluisa Ante

**Cedula de ciudadanía:** 050387140-2

**Fecha Nacimiento:** 03/09/1992

**Estado Civil:** Soltera

**Móvil:** 0987158577

**Ciudad:** Pujili, Barrio “El Portal”

**Dirección:** Av. Velasco Ibarra

**E-mail:** erlinda.chaluisa2@utc.edu.ec  
maribel\_chaluisa@hotmail.com

**Formación Académica:**

<b>PRIMARIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuela Fiscal “Pedro Vicente Maldonado”</li> </ul>
<b>SECUNDARIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colegio Experimental “Provincia de Cotopaxi”</li> </ul>
<b>NIVEL SUPERIOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Técnica de Cotopaxi</li> </ul>

**Títulos Obtenidos:**

- Bachiller en Químico Biólogo.
- Competente nivel B1 del idioma Inglés.

**Seminarios – cursos Realizados:**

- Gobierno autónomo descentralizado provincial de Cotopaxi, seminario de capacitación ambiental
- Gobierno autónomo descentralizado provincial de Cotopaxi y la Universidad
- Técnica de Cotopaxi, Seminario nacional ambiental.
- Seminario científico internacional de cooperación universitaria para el desarrollo sostenible-ecuador 2017.
- Seminario “fundamentos de evaluación de impacto ambiental” iii seminario científico internacional de cooperación universitaria para el desarrollo sostenible-ecuador 2017.
- Seminario “comité organizador” III seminario científico internacional de cooperación universitaria para el desarrollo sostenible-ecuador 2017.
- Capacitación a los sujetos der control en planes de manejo ambiental, planes de acción, planes de emergencia, informes de cumplimiento, y auditorias en el cantón Latacunga, enfocado en la educación sobre los problemas de cambio Climático.

FIRMA: \_\_\_\_\_

**Chaluisa Ante Erlinda Maribel**

**CI: 050387140-2**

**Anexo 13:** Hoja de vida del autor: Mónica Alexandra Guanoluisa Pullupaxi.**Datos Personales:**

**Nombre:** Mónica Alexandra

**Apellidos:** Guanoluisa Pullupaxi

**Cedula de ciudadanía:** 050364235-7

**Fecha Nacimiento:** 02/04/1994

**Estado Civil:** Soltera

**Móvil:** 0987437778

**Ciudad:** Latacunga

**Dirección:** Barrio Pilleg Loma

**E-mail:** monica.guanoluisa7@utc.edu.ec

**Formación Académica:**

<b>PRIMARIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuela Fiscal “Francisco Calderón”</li> </ul>
<b>SECUNDARIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidad Educativa Artesanal “Latacunga”</li> </ul>
<b>NIVEL SUPERIOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Técnica de Cotopaxi</li> </ul>



**Títulos Obtenidos:**

- Título de Bachiller en Belleza y Cosmetología.
- Competente nivel B1 del idioma Inglés.

**Seminarios – cursos Realizados:**

- Capacitación a los sujetos de control en planes de manejo ambiental, planes de acción, planes de emergencia, informes de cumplimiento y auditorias en el cantón Latacunga, enfocado en la educación sobre los problemas de cambio climático.
- Guías de control y seguimiento de parámetros técnicos mineros, ambientales y legales de la competencia para la explotación de materiales de construcción.

FIRMA: \_\_\_\_\_

**Guanoluisa Pullupaxi Mónica Alexandra**

**CI: 050364235-7**

**Anexo 14: Aval de traducción.**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

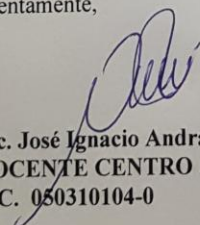
***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por las señoritas Egresadas de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, **CHALUISA ANTE ERLINDA MARIBEL, GUANOLUISA PULLUPAXI MÓNICA ALEXANDRA**, cuyo título versa “**DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD QUILOTOA, PARROQUIA ZUMBAHUA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2018-2019.**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio del 2019

Atentamente,

  
**Lic. José Ignacio Andrade Msc.**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 050310104-0**



CENTRO  
DE IDIOMAS