



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA
DE AGUA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA
EN EL PERIODO 2020-2021**

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

Autor:

Álvarez Bustillos Erick Damián

Tutor:

Mogro Cepeda Yenson Vinicio Mg.

Tutor Externo:

Lara Landázuri Renán Arturo Ing.

LATACUNGA - ECUADOR

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

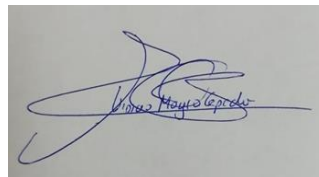
Erick Damián Álvarez Bustillos, con cedula de ciudadanía No. 1725352072 declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA, EN EL PERIODO 2020-2021”**, siendo el Ingeniero Mg. Vinicio Mogro, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 05 de marzo del 2021



Erick Damián Álvarez Bustillos
Estudiante
C.C: 1725352072



Ing. Mg. Yenson Vinicio Mogro Cepeda
Docente Tutor
C.C: 0501657514

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 **Álvarez Bustillos Erick Damián** identificado con cédula de ciudadanía **1725352072**, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector encargado 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. - EL CEDENTES es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA, PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA EN EL PERIODO 2020-2021”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial académico. –

Fecha de inicio de carrera: septiembre 2015- Febrero 2016

Fecha de finalización: octubre 2020- marzo 2021

Aprobación del Consejo Directivo: 01 de julio del 2020

Tutor. – Ing. Mg. Yenson Vinicio Mogro Cepeda

Tema: **“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA EN EL PERIODO 2020-2021”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO 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, **EL CEDENTE** autoriza 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 **EL CEDENTE**, transfiere 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 **LA/EL CEDENTE** 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 **EL CEDENTE** 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 **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, 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 05 días del mes de marzo del 2021.



Erick Damián Álvarez Bustillos

EL CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

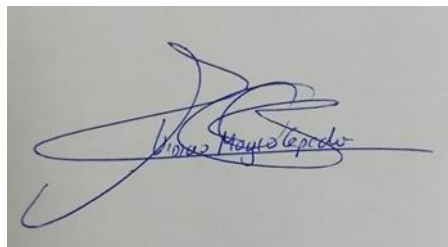
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA, EN EL PERIODO 2020-2021”, de Erick Damián Álvarez Bustillos, identificado, de la carrera de Ingeniería En 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, 05 de marzo del 2021



Ing. Mg. Yenson Vinicio Mogro Cepeda

DOCENTE TUTOR

C.C. 0501657514

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, al postulante: Erick Damián Álvarez Bustillos , con el título de Proyecto de Investigación: **“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA, PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 05 de marzo del 2021



Lector 1 (Presidenta)

Ing. MSc. Caterine Isabel Donoso

C.C. 0502507536



Lector 2

Ing. Mg Jaime Rene Lema

C.C.171375993-2



Lector 3

Ph D. Vicente de la Dolorosa Córdova

C.C. 180163492-2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por darme la vida con sus consejos y amor que me llenan de valor para seguir cumpliendo con objetivos de vida, a mi padre que ha sabido dar su apoyo incondicional, a mi hermana que siempre me ha protegido y ayudado y a mis abuelitos que con su confianza, cariño siempre han estado cuando los necesito.

A todos mis maestros por sus enseñadas compartidas en todo este proceso de aprendizaje las que me ayudaron a formarme de mejor manera en el ámbito profesional, gracias a toda mi familia porque día a día me llenan de esperanza para nunca rendirme.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a mis padres Irma Bustillos y Milton Álvarez, por su esfuerzo y sacrificio, me han sabido apoyar en mis estudios y confiar en mí.

A mis abuelitos Wilson Bustillos y América Calvopiña que me han llenado de motivación y firmeza para siempre luchar y nunca rendirme ante las adversidades y así poder culminar con mis estudios.

Damián

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Título: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA, EN EL PERIODO 2020-2021”.

AUTOR: Álvarez Bustillos Erick Damián

RESUMEN

El proyecto de investigación está ubicado en la parroquia San José de Poalo, se realizó un diseño de planta de tratamiento potabilizadora de agua para reducir la cantidad de arsénico 0.012 mg/l y coliformes fecales 5,1 NMP/100 presentes. Se comparó con los niveles máximos permisibles del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). En la investigación se aplicó una metodología descriptiva, la misma que permitió recolectar información sobre el suministro de agua, a partir de la visita in situ. Para el reconocimiento del área de estudio se empleó la técnica de observación. Con las entrevistas dirigidas a las autoridades de la Junta Administrativa de agua potable, se pudo obtener información sobre el estado del líquido vital que abastece a la comunidad y los distintos problemas que presenta. En el estudio se tomó en cuenta la normativa ecuatoriana INEN 2655, 1108, CEC, SENAGUA 612 y American Water Works Association AWWA, que tratan de sistemas públicos de agua potable y sus requisitos para mejorar la calidad del agua. Para el diseño de la planta de tratamiento, se tiene presente la aplicación de cálculos como, la población futura, caudal medio de dotación de 3,8 l/s, que se comparó con establecido por Ley Orgánica de Recursos Hídricos un valor de 3,7 l/s dándonos un valor similar. Se determinó el caudal máximo diario, caudal máximo hora, y caudal de diseño de 5,17 l/s. Este diseño contara con un proceso aireación por bandejas, filtración rápida y desinfección. Para la elaboración de planos se tuvo presente el software AutoCAD, para así presentar un diseño adecuado que permita remover coliformes fecales y el arsénico presente en el agua de consumo, de esta manera mejorar la calidad del recurso y satisfacer las necesidades humanas.

Palabras claves: Agua potable, arsénico, coliformes fecales, plantas de tratamiento

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "DESIGN OF A WATER PURIFICATION TREATMENT PLANT IN
THE SAN JOSÉ DE POALO PARISH LATACUNGA, PERIOD 2020-2021"**

AUTHOR

Álvarez Bustillos Erick Damián

ABSTRACT

This research is located in the “San José de Poaló” Parish, a water purification treatment plant design was carried out to reduce the amount of arsenic 0.012 mg/l and fecal coliforms 5,1 NMP/100. It was compared with the maximum permissible levels of the “Instituto Ecuatoriano de Normalización” (INEN). In the research, a descriptive methodology was applied to collect information on the water supply, from the in-situ visit. For the recognition of the study area, the observation technique was used. With interviews applied to the authorities of the Administrative Board of drinking water, through this, it was possible to obtain information about the vital liquid that supplies the community and the different problems it presents. The study took into account the Ecuadorian Regulations INEN 2655, 1108, CEC, SENAGUA 612 and American Water Works Association AWWA, which deal with public drinking water systems and their requirements to improve water quality. For the treatment plant design was taken into consideration the calculations application such as future population, average endowment flow of 3,8 l/s, which was compared with a value of 3,7 l/s established by the Organic Law of Water Resources, giving us a similar value. The maximum daily flow, maximum hourly flow, and design flow of 5,17 l/s were determined. This design will have a tray aeration process, rapid filtration and disinfection. For the preparation of plans, the AutoCAD software was taken into account, in order to present an adequate design that allows the removal of fecal coliforms and arsenic present in drinking water, thus improving the quality of the resource and satisfying human needs.

Keywords: Drinking water, arsenic, fecal coliforms, treatment plant.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
PROYECTO DE TITULACIÓN II.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. BENEFICIARIOS.....	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS.....	7
5.1. Objetivo General.....	7
5.2. Objetivos específicos.....	7
6. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	8
7. FUNDAMENTO CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
7.1. El Recurso Hídrico en el Ecuador.....	9
7.2. Servicio De Agua Potable.....	9
7.3. Calidad del Agua y Salud.....	10
7.4. Control y Vigilancia de la Calidad del Agua.....	11
7.4.1. Característica Física Agua.....	11
7.4.2. Características Químicas.....	13
7.4.3.- Características biológicas.....	16
7.5. Planta de Tratamiento de Agua.....	18
7.5.1. Plantas Potabilizadoras.....	18
7.5.2.1. Oxigenador.....	21

7.5.3. Torre de Oxidación y Aireación	21
7.5.4. Filtración.....	23
7.5.5. Partículas Coloidales	31
7.5.6. Desinfección	32
7.6. Marco Legal	36
8.- PREGUNTAS CIENTIFICAS	39
9. METODOLOGÍA	40
9.1. Tipo de Investigación	40
9.2. Área geográfica	40
9.2.1. Ubicación Geográfica	40
9.2.2. Delimitación Geográfica.....	40
9.3. Técnicas.....	41
10.3.1. Entrevista.....	41
9.3.2. Observación	41
9.3.3. Libreta de Campo	42
9.2.3.4. GPS.....	42
9.3.5. Cámara Fotográfica.	42
9.4. Calidad de agua	42
9.4.1. Muestreo	42
9.4.2. Método.....	43
9.5. Método de tratamiento del Agua Residual	45
9.5. Método de Tratamiento	45
9.6. Herramientas	46
10. DISEÑO NO EXPERIMENTAL	46
10.1. Normativa de Ley Orgánica de Recursos Hídricos	46
10.2. Población de Diseño.....	47
10.2.1. Tasa de Crecimiento	47
10.2.2 Periodo de Diseño.....	47
10.2.3. Población Futura.....	48
10.2.4. Caudal medio de dotación	48
10.2.5. Dotación de agua	49

10.2.6. Caudal Máximo Diario	49
10.2.7. Caudal Máximo Horario	50
10.2.8. Caudal de Diseño	50
10.2.9. Caudal de Captación y Conducción.....	50
10.2.11. Caudal de Planta de Tratamiento.....	51
10.2.12. Volumen de Regulación	51
10.2.13. Red de Distribución	51
10.3. Proceso de Aireación.....	52
10.3.1. Área Total del Aireador	52
10.3.2. Área de cada Bandeja	53
10.3.3. Área de cada Bandeja Inferior	53
10.3.4. Orificios de Bandejas.....	53
10.3.5. Área total de orificios	53
10.3.6. Tiempo de Exposición	54
10.3.7. Medio de Contacto.....	54
10.4. Filtración	54
10.4.1. Volumen del Filtro.....	55
11.4.2. Área	55
10.4.3. Radio.....	55
10.4.4. Perímetro	55
10.4.5. Tiempo de Retención Hidráulica.....	55
10.5. Desinfección.....	56
10.5.1. Ley de Watson	56
10.5.2. Preparación de Soluciones.....	56
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	58
11.1. Situación Actual del Agua de Consumo Humano.....	58
11.1.1. Cobertura Vegetal.....	59
11.2. Análisis de la Calidad del Agua	60
11.2.1. Esquemas de comparación con la normativa vigente.....	63
11.3. Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento Potabilizadora	64
11.3.1. Normativa de Ley Orgánica de Recursos Hídricos	64

11.3.2. Población Futura.....	65
11.3.3. Distribuidos Hidráulico	67
11.3.4. Torre de Aireación.....	68
11.3.5. Filtración.....	70
11.3.6 Desinfección	78
11.3.7. Tuberías	79
12. IMPACTOS	82
12.1. Impacto Ambiental.....	82
12.2. Impacto Social.....	82
13. CONCLUSIONES	83
14. RECOMENDACIONES.....	84
15. BIBLIOGRAFÍA	85
16. ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficios del Proyecto	4
Tabla 2 Objetivos y Actividades.....	8
Tabla 3 Calidad Microbiológica del Agua.....	10
Tabla 4 Dureza del Agua	14
Tabla 5 Procesos de Tratamiento.....	19
Tabla 6 Tratamiento para Coliformes Fecales y Totales	20
Tabla 7 Proceso para Tratar el Arsénico.....	20
Tabla 8 Filtración.....	24
Tabla 9 Filtración.....	30
Tabla 10 Porcentaje de Sistema de Tratamiento de Agua	33
Tabla 11 Métodos de Caracterización Físico Química y Microbiológica	43
Tabla 12 Requisitos de conservación Físico químico.....	44
Tabla 13 Requisitos para la conservación Microbiológica.....	44
Tabla 14 Tasa de Crecimiento	47
Tabla 15 Vida Útil de los Elementos de un Sistema de Agua Potable	48
Tabla 16 Dotaciones Recomendadas	49
Tabla 17 Parámetros para el diseño de aireación de bandejas	52
Tabla 18 Clasificación de los Filtro Rápidos.....	55
Tabla 20 Coordenadas WGS84.....	58
Tabla 21 Caracterización del Agua de Consumo de Origen Superficiales.....	61
Tabla 22 Caracterización del Agua de Consumo de Origen Subterráneo	62
Tabla 23 Caudal de Abastecimiento	64
Tabla 24 Composición del Filtro	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Fuerza Impulsadora.....	25
Ilustración 2 Grava.....	26
Ilustración 3 Sílice	26
Ilustración 4 Zeolita	26
Ilustración 5 Calcita	27
Ilustración 6 Atrancita.....	27
Ilustración 7 Diatomea.....	28
Ilustración 8 Greesand	28
Ilustración 9 Proceso del Carbón Activado	29
Ilustración 10 Filtro Rápido Ascendente	30
Ilustración 11 Distribución de Tamaños de las Partículas en el Agua.....	31
Ilustración 12 Efecto del Cloro Residual	34
Ilustración 13 Ubicación de las Fuentes de la Parroquia San José de Poalo	41
Ilustración 14 Flujo grama de Proceso de Potabilización.....	45
Ilustración 15 Cobertura Vegetal	60
Ilustración 16 Niveles del Metaloide	63
Ilustración 17 Niveles De Contaminación Fecal	63
Ilustración 18 Tanque Mezclador	78
Ilustración 19 Flujo grama de Procesos	80
Ilustración 20 Área del Proyecto Vista Superior	81

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Tabla de Presupuesto.....	90
Anexo 2 Curriculum Vitae.....	92
Anexo 3 Diseño de la Planta de Tratamiento Potabilizadora	94
Anexo 4 Mapa Georreferenciado del Área del Proyecto	95
Anexo 5 Parámetros de Calidad del Agua de la Vertiente Soltero Guayco.....	96
Anexo 6 Parámetros de Calidad del Agua de Pozo	99
Anexo 7 Formulario de Preguntas para Desarrollar la Entrevista	102
Anexo 8 Registros Fotográficos De Las Entrevistas Efectuadas.....	103
Anexo 9 Área de la Bomba de Agua	103
Anexo 10 Tanque de Almacenamiento.....	104
Anexo 11 Red de Distribución del Agua de Consumo	105
Anexo 12 Subsecretaria de Saneamiento Ambiental	106
Anexo 13 Instituto de Normalización Ecuatoriano.....	107
Anexo 14 Aval de la Traducción	108

INDICE DE ABREVIATURAS

INEN: Instituto de Normalización Ecuatoriano
AWWA: American Water Works Association
OMS: Organización Mundial de la Salud
SSA: Subsecretaria De Saneamiento Ambiental
C.E.C: Código ecuatoriano de construcción
C.E.P: Código orgánico de participación
SENAGUA: Secretaria Nacional del Agua
SAE: Servicio de Acreditación Ecuatoriana
CO₂: Dióxido de Carbono
H₂S: sulfuro de hidrógeno
CH₄: Metano
COV: Compuestos orgánicos volátiles
As₂O₅: Pentóxido de arsénico
As₂O₃: Trióxido de arsénico
As⁺⁵: Arsénico pentavalente o arsenato
As⁺³: Arsénico trivalente o arsenito
V: Volumen de almacenamiento
 Q_{abast} : Caudal de abastecimiento
QMD: Caudal máximo día
QMH: Caudal máximo hora
 Q_{trat} : Caudal de Tratamiento
 H_{torre} : Altura de la torre de aireación
 H_a : Altura de la Cresta
TRH: Tiempo de retención hidráulica
PTP: Planta de tratamiento potabilización

PROYECTO DE TITULACIÓN II

TÍTULO DEL PROYECTO

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA, EN EL PERIODO 2020-2021”

Lugar de ejecución:

Centro de la Parroquia San José de Poalo- cantón Latacunga-provincia Cotopaxi

Instituto, unidad académica y carrera que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente

Nombre de equipo de investigación

Tutor: Ing. Vinicio Mogro

Lector 1: Ing. Katerine Donoso

Lector 2: Ing. Jaime Lema

Lector 3: MSc. Vicente Córdova

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera

Manejo y conservación del recurso hídrico

Línea de vinculación

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural de gran importancia para los seres vivos en especial para satisfacer las necesidades humanas, se debe proteger, conservar y manejar rigurosamente, por tanto, tiene que ser preocupación de las autoridades y la población. De tal manera es fundamental realizar un tratamiento a las diferentes fuentes de agua. El agua de consumo que es distribuida por la junta administrativa de agua potable de San José de Poalo a los moradores no es apta para su aprovechamiento, se vio la necesidad de diseñar una planta de tratamiento potabilizadora teniendo en cuenta los análisis físicos, químicos y microbiológicos, los que permitirán determinar la disfunción en los parámetros, los mismos que se comparan con la normativa ecuatoriana vigente.

Para el dimensionamiento de la planta de tratamiento potabilizadora se realizó mediante cálculos que permitieron determinar el caudal de medio diario, el que fue comparado con lo emitido por la ley orgánica de recursos hídricos para así establecer el caudal de diseño, posteriormente se aplicó softwares desarrollados como son: QGIS (Sistema de Información Geográfica), AutoCAD, etc. Para la elaboración del proyecto de investigación se tiene presente el Código Ecuatoriano de Construcción (CEC) para el diseño de la planta de tratamiento y mejorar la calidad del agua.

Para la potabilización del agua se tomó en cuenta procesos adecuados para tratar los parámetros alterados, los mismo que son: un sistema de aireación por bandejas como medio de contacto(carbón vegetal o piedra pómez), un filtro rápido de flujo ascendente con medios múltiples y un sistema de desinfección por medio de hipoclorito de sodio, a partir de los cálculos determinados se estableció que es un proceso factible donde permitirá la reducción de la concentración de los parámetros alterados que generan contaminación al recurso.

2. JUSTIFICACIÓN

El agua al ser esencial para satisfacer las necesidades de la población mundial debe encontrarse dentro de los estándares físicos, químicos y microbiológicos de calidad ya que es un derecho contar con un agua de buena calidad.

En la provincia de Cotopaxi existe la despreocupación por autoridades provinciales, trae consigo muchas problemáticas que afectan a la calidad de vida de las personas, siendo el caso del agua de consumo humano que resulta un problema por la contaminación que puede presentar y terminar afectando a la salud.

En la actualidad la parroquia San José de Poalo cuenta con fuentes de agua provenientes de origen subterráneo y otra de origen superficial que son aprovechadas para su consumo, en la caracterización se identifican parámetros como coliformes fecales y arsénico fuera de los límites permisibles, el único tratamiento que dan al recurso es semanal con la colocación de 2 libras de cloro lo que no garantiza que se considera salubre, ni de buena calidad.

Es fundamental contar con agua apta para su consumo encontrándose en buenas condiciones, protegiendo la salud de los moradores de la parroquia San José de Poalo. El diseño de la planta de tratamiento potabilizadora de agua contara con fases inexorables que se enfocan en tratamiento, distribución y diseño, de tal manera se debe aplicar un proceso factible para el tratamiento previa su distribución. Para garantizar a los habitantes de la parroquia un recurso optimo y así cumpla con la normativa ecuatoriana vigente.

3. BENEFICIARIOS

Tabla 1

Beneficios del Proyecto

Beneficiarios directos		Beneficiarios indirectos	
Barrios Beneficiado en la Parroquia San José		Provincia de Cotopaxi	
De Poalo			
Hombres	500	Hombres	198.625
Mujeres	600	Mujeres	210.580
Total=	1100	Total=	409.205

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Álvarez Erick

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El agua al ser esencial para la vida en el planeta puede contener enfermedades causantes de epidemias a nivel mundial. Se determinó 1.6 millones de personas que mueren anualmente por causa de diarrea, al estar contaminado el recurso por actividades agropecuarias (movilización de animales, cultivos, abonos orgánicos mal procesados) y por la disposición inadecuada de aguas residuales que terminan afectando a la calidad microbiológica de las fuentes de agua. Según (Sandra Ríos, 2017) establece los sistemas de dosificación (agua de pozo y construcciones de acueductos) de agua consumo que se ha implantado se han vistos afectados por problemas de higiene causados por residuos insalubres.

“En las aguas superficiales es un gran problema la contaminación por contaminación fecal, afecta de manera directa a la salud humana por la transmisión de microorganismos patógenos como bacterias, virus, protozoos y parásitos. Puede generar infecciones de alta morbilidad como la meningitis”, (Barrantes, 2013).

Las aguas subterráneas presentan normalmente contaminantes como hierro, manganeso, arsénico nitrógeno, y gases disueltos como dióxido de carbono y gas metano, entre otros. La presencia de estos contaminantes afecta las características fisicoquímicas relacionadas con el color, olor y sabor, por lo tanto, dichas aguas no pueden ser destinadas para el suministro de agua potable.

La salud de las personas y el medio ambiente se encuentra en riesgo por la contaminación del agua de pozo que presenta metaloides, se ha detectado más de 150 millones de personas a nivel mundial que se han visto afectadas. En Latinoamérica existen 4 millones de personas que se sustentan de aguas subterráneas hallándose contaminada, en países como Ecuador, México, Chile, Perú, Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, El Salvador y Guatemala, (Barrantes, 2013).

En el Ecuador se ha identificado 12 millones de ecuatorianos que cuentan con un agua potable libre de enfermedades y 5 millones de habitantes están en constante riesgo a enfermarse por la ingerir un recurso hídrico contaminado (Cumbal, 2012)

En sectores como Toacazo, Guaytacama, Tanicuchi Saquisilí, San José de Poalo de la provincia de Cotopaxi se ha identificado contaminación del agua de consumo. Por metaloides causando enfermedades como el cáncer en sus habitantes y de bacterias *Escherichia coli* por contaminación fecal, poniendo en riesgo la salud de los moradores por agentes patógenos generadores de infecciones gastrointestinales que son causadas por virus y parásitos.

“Un contaminante que ha causado daño al recurso hídrico es el arsénico que se detectado en aguas geotermales, aguas subterráneas, superficiales y sedimentos que trae consigo consecuencias en la salud de una exposición al arsénico dependen del modo y la duración de la exposición, así como de la fuente y el tipo de arsénico”, (Castro, 2015).

En la parroquia San José de Poalo se ve afectado en la calidad de vida por la presencia de contaminantes de origen volcánico metaloides y de contaminación fecal en el agua de consumo. Ocasionando infecciones gastrointestinales, lesiones en piel de tipo agudas como máculas eritematosas, pápulas eritematosas, placas, escamas y liquenificación.

En la parroquia San José de Poalo se determinó contaminación del agua de consumo humano, por la presencia de arsénico de 0.012 ppm y Coliformes fecales 5,1 NMP/100, que superan límites permisibles de la norma INEN. Las fuentes de abastecimiento de agua, tiene origen superficial que está expuesto a contaminación fecal, sedimentos que puede presentar metales; otra fuente de abastecimiento procede de acuíferos subterráneos que está expuesta a minerales y metales. Esta contaminación del recurso termina poniendo en riesgo la salud de las personas, generando malestares, infecciones, transmisión de virus, bacterias, cambio de pigmentación, cáncer a la piel, estomacal y a largo plazo produce la muerte. Las principales personas afectadas son 1100 usuarios de los barrios; Poalo centro, Las parcelas, La mariscal y San Rafael, que aprovechan este recurso.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

“Diseñar una planta de tratamiento potabilizadora, a partir de un análisis de calidad de agua, para reducir las concentraciones de parámetros alterados en la parroquia San José de Poalo-Latacunga en el periodo 2020-2021”

5.2. Objetivos específicos

- Recolectar información disponible relativa al estado de la calidad del agua del recurso hídrico.

- Realizar el análisis físico-químico y microbiológico del agua para determinar su calidad mediante una comparación con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa técnica ecuatoriana INEN1108.

- Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño en Auto CAD del sistema de tratamiento de potabilización del agua.

6. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2

Objetivos y Actividades

Objetivos	Actividad	Resultado	Descripción
Recolectar información disponible relativa al estado de la calidad del agua del recurso hídrico.	Reconcomiendo del área de estudio Entrevistas a las autoridades de la junta admirativa de agua potable. Aplicación de la observación para analizar, identificar	Establecer el área del proyecto y la procedencia de las fuentes de agua de consumo humano de la parroquia	Para la obtención de información, y el análisis de los problemas de contaminación del agua, se empleó las siguientes técnicas e instrumentos: <ul style="list-style-type: none"> • Entrevista, • Observación • Preguntas • GPS • Libreta de campo
Realizar el análisis físico-químico y microbiológico del agua para determinar su calidad mediante una comparación con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa técnica ecuatoriana INEN1108.	Realizar el muestro del agua de consumo que suministra a la parroquia. Determinación de la calidad de agua de los parámetros analizados en laboratorio. Determinar el proceso de tratamiento	Establecer los parámetros que se encuentra con altas concentraciones, superando los límites permisibles establecidos por la normativa INEN1108	Para la determinación de la calidad del agua de consumo, se establecerá por medio de análisis de agua, realizado por laboratorios especializados para identificación del cumplimiento e incumpliendo de los parámetros de calidad.
Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño en Auto CAD del sistema de potabilización del agua.	Realizar cálculos dependiendo el proceso que se implantará para mejorar las condiciones del recurso Dimensionar el modelo de la planta de tratamiento utilizado Auto CAD	Determinar el proceso de tratamiento adecuado para realizar los cálculos que permitirán el dimensionamiento en Auto CAD	Establecer datos necesarios para el dimensionamiento de la planta de tratamiento Para el diseño se utilizó el software AUTO-CAD

Elaborado: Erick Damián Álvarez Bustillos

CAPÍTULO II

7. FUNDAMENTO CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. El Recurso Hídrico en el Ecuador

El Ecuador cuenta con una gran biodiversidad, es una nación que dispone una cantidad agua dulce de 22.500 m³/hab/año, siendo superior a 1.000 m³/hab/año considerados por la Organización Mundial de la Salud. Con el apoyo de organizaciones internacionales sobre el cuidado del medio ambiente conjuntamente con la subsecretaria del agua SENAGUA¹ establecen un valor de 1700 m³/hab/año. Bajo este escenario la Constitución de la República de Ecuador 2008 y el plan nacional del buen vivir, garantizan el uso y aprovechamiento para los seres vivos, de tal manera el cuidado de este recurso, (CEPAL, 2016)

7.2. Servicio De Agua Potable

Para el desarrollo del país un punto importante es contar con agua de buena calidad que sea potabilizada para prevenir posibles enfermedades en la población. Según la OMS el suministro de agua debe estar libre de todo tipo de contaminantes (infecciosos, tóxicos y radiológicos), ya que ponen en riesgo a la salud de las personas. Mediante las Guías para la calidad de agua potable establecidas por la OMS es necesario que cada nación plante normativa de cumplimiento para garantizar un agua de buena calidad para el consumo humano (ENCA, 2016).

¹ Secretaria Nacional del agua

7.3. Calidad del Agua y Salud

La contaminación del agua representa un gran problema de salud pública debido a que se usan fuentes de agua que no cumplen con los límites máximos permisibles; por ende, puede ocasionar enfermedades, (ENCA, 2016).

La (CEPAL, 2016) indica que la contaminación de los recursos hídricos es uno de los más grandes problemas que afecta al desarrollo sostenible y que superar los límites máximos permisibles de la normativa de calidad del agua provoca una afectación ambiental en las condiciones sanitarias y nutricionales de la población, que como consecuencia resulta en enfermedades de origen hídrico (ENCA, 2016)

Tabla 3

Calidad Microbiológica del Agua

Calidad de agua	Numero de gérmenes
Excesivamente pura	0 a 10
Muy pura	10 a 100
Pura	100 a 1000
Medianamente pura	1000 a 10000
Impura	10000 a 100000
Muy impura	Más de 100000

Fuente: (Romero J. , 2011)

7.4. Control y Vigilancia de la Calidad del Agua

La organización mundial de la salud a partir de la normativa vigente tiene como propósito un control de la calidad del agua mediante acciones que permitan un cumplimiento con todos sus estándares. Para la protección del ambiente y salud de las personas se debe tener en cuenta las zonas de recarga, usos, aprovechamientos, destino del agua y acciones en la fuente las mismas que son medidas de control, (SENAGUA, 2014).

7.4.1. Característica Física Agua

Se tiene presente los cambios de geomorfología² de causas, curso de agua, permeabilidad, alteraciones del caudal y fuentes de agua. Como también se estable las características físicas de manera cuantitativa y cualitativa (modificación del sabor, color, olor, turbiedad, solidos suspendidos o disueltos, aumento de la cantidad de sedimentos y solidos), (ENCA, 2016).

7.4.1.1. Temperatura

La temperatura puede presentar variaciones que terminan afectando la disolubilidad³ de gases y sales por ende alterando las propiedades químicas, microbiológicas; es de suma importancia para diferentes procesos de análisis y tratamiento del recurso ya que será el medio donde se ejecute dichos procesos, se resalta la importancia de la temperatura para varios procesos como puede ser en el análisis de muestras la importancia, (Ramos, 2018).

² Se basa en el estudio de la figura del globo terráqueo y la formación de los mapas

³ Es la capacidad de un cuerpo de disolverse al mezclarse con un líquido

7.4.1.2. Color

Se determina a partir de sustancias disueltas en el medio mediante materia orgánica en descomposición), la presencia de metabolitos⁴ orgánicos, se puede ver también un color peculiar en aguas por las presencias de sales de Fe y Mn en fuentes subterráneas y superficiales que cuentan con poca oxigenación. Su color natural es generado por las partículas coloidales⁵ con carga negativa, este argumento dictamina que el color tiene un rol de importancia para determinar el estado del agua que se encuentra, (Ramos, 2018).

7.4.1.3. Olor y sabor

Estas características son de mucha importancia ya que nos permite evaluar en qué condiciones se encuentra el agua y si es apta para su consumo, tiene relevancia en muchos procesos de tratamiento de agua ayuda a su verificación de contaminación y potabilización u de cumplimiento de descargas de recurso. Tanto el gusto como el olfato están conectadas entre sí y son particularmente indistinguibles, refleja que son parejas para determinar el estado está el recurso y si es apta para ingerir, (Ramos, 2018).

7.4.1.4. Turbiedad

Puede presentarse primordialmente por materia en suspensión como por partículas orgánicas lumínicas, partículas filamentosas⁶ y minerales. La identificación de la turbiedad es mucha importancia en el ámbito de un agua salubre ya que permite plantear el porcentaje de contaminación que cuenta el medio y el modo de tratamiento de un agua cruda para su potabilización, (Zuñiga Maldonado, 2015)

⁴ Son moléculas utilizada,, capaz o producida durante el metabolismo

⁵ Sistema conformado por dos o más fases normalmente una fluida otra dispersa

⁶ Bacterias que provienen de la actividad digestiva

7.4.1.5. Sólidos Totales

Se basa en la evaluación de la materia disuelta y suspendida detectada en el recurso para determinar su resultado se tiene presente una medición cuantitativa del incremento del peso que genera en un contenedor tratado por la evaporación de una muestra y por el tiempo de secado entre 103° a 105°C, (Zuñiga Maldonado, 2015).

7.4.1.6. Sólidos en Suspendidos

Trata de pequeñas partículas sólidas suspendidas en el agua funciona como un indicador de la calidad del agua, (Zuñiga Maldonado, 2015).

7.4.1.7. Sólidos Disueltos

Conocidos como residuo filtrante y se enfoca en la relación o diferencia entre sólidos totales y suspendidos, que se determinan de manera directa y mediante la evaporación para que seque a 103°-105° produciendo un incremento del peso del sólido disuelto, (Zuñiga Maldonado, 2015).

7.4.2. Características Químicas

Se enfoca en los malestares con propiedades químicas que se generan por la actividad humana a las aguas superficiales o subterráneas que presentan cambios en su composición sobrepasando los niveles planteados en la normativa vigente, (ENCA, 2016).

7.4.2.1. PH de Agua

Nos permite determinar la acidez siendo cero la más ácida un valor neutro de siete y la alcalinidad máxima es de catorce de sustancias o soluciones, por lo cual es mucha importancia en medios químicos y biológicos del agua naturales.

7.4.2.2. Nitritos y Nitratos

Tienen un origen natural, el nitrato tiene procedencia mediante la disipación de minerales, rocas y descomposición de materia orgánica (vegetal y animal), los niveles del mismo deben estar por 50 mg/l, los niveles nitritos pueden ser superiores de 5ppm resultan tóxicos, (Ramos, 2018).

7.4.2.3. Dureza de Agua

Este parámetro tiene presente las concentraciones de agregado de sales de magnesio y calcio que se pueden detectar en proporciones en el agua; puede forjar enfermedades cardiovasculares, poniendo en peligro a la población al momento de aprovechar aguas blandas, (OMS, 2012).

Tabla 4

Dureza del Agua

Rango	Mg/L CaCO₃
Blanda	0-75
Moderadamente dura	75-150
Suma calidad dura	150
Calidad media dura	300
Calidad aceptable dura	500
Calidad muy mala dura	600

Fuente: (Romero, 2017)

7.4.2.4. Metales

Son compuestos que cuentan con diferentes elementos metálicos y pueden estar presentes en el agua de consumo entre los más ellos están mercurio, níquel, cobre, plomo, cromo, hierro, cadmio y arsénico; pueden presentarse de manera natural o antropogénico⁷ y generan contaminación del recurso, este argumento se enfoca en el proceder de los metales y la importancia que tienen ya que pueden producir problemas en el recurso, (Zuñiga Maldonado, 2015) .

7.4.2.5. El Arsénico

La estructura química del arsénico es muy compleja cuenta con propiedad de metal y no metálico y esta dispersado por toda la corteza terrestre. El arsénico inorgánico este combinado con el azufre, cloro y oxígeno a diferencia que el arsénico orgánico que está mezclado con el carbono e hidrogeno, (Humanos, 2012).

7.4.2.5.1. Como Puede Aparecer el Arsénico

“El arsénico es un metal puede ser de origen natural y ubicua en el medio, es un compuesto orgánico e inorgánico, se puede presentar en estado sólido como líquido en el ambiente de modo omnipresente⁸, (Reyes, 2016)

7.4.2.5.2. La Toxicidad de un Compuesto con Arsénico

La presencia de arsénico inorgánico sea pentóxido o trióxido en el agua puede ser de manera natural o por las actividades humanas (contaminación industrial, plaguicidas, deposición atmosférica) produciendo toxicidad en el recurso, (Lippman, 2013).

⁷ Son procesos o materiales que son el resultado de la actividad humana

⁸ Trata que se encuentra presente en todas partes al mismo tiempo

Se puede encontrar al arsénico en el agua de manera natural, por descargas de efluentes industriales y sedimentación atmosférica. Podemos encontrar arsénico pentavalente o arsenato en aguas superficiales con alto contenido de oxígeno. Por ende, el arsénico trivalente o arsenito se puede encontrar en aguas subterráneas o lagos, (Alarcón, 2014).

7.4.2.5.3. Efectos en la Salud

“El arsénico interfiere con numerosas actividades fisiológicas⁹ esenciales, alteraciones cardíacas, vasculares y neurológicas, lesiones hepáticas y renales, repercusiones en el aparato respiratorio y lesiones cutáneas que avanzan progresivamente hasta las neoplasias¹⁰: estos son los riesgos a los que se expone quien consume agua con excesivo contenido de arsénico durante un tiempo prolongado” el gran daño que produce el arsénico en nuestro organismo es de alto riesgo al momento de consumirla por tiempo extenso. Según (Camacho-Cursio, 2008) comenta que se puede padecer enfermedades malignas por ingerir agua con arsénico con concentraciones de 0.05 a 0.100 mg/l durante un año.

7.4.3.- Características biológicas

Son alteraciones en la diversidad biológica (especies ictiológicas¹¹ y/o bióticas, aumento y disminución de macro bentos¹², algas) a partir de los cambios biológicos de agua sean superficiales o subterráneas (ENCA, 2016).

7.4.3.1. Contaminación Fecal de las Aguas

Se determinó que el 15% de los ríos de África, Asia y América latina existe la presencia de contaminación fecal, las aguas residuales son su principal medio de contaminación de procedencia doméstica por la

⁹ Funciones vitales de un organismo sano

¹⁰ Formación anormal en alguna parte del cuerpo de un tejido nuevo de carácter benigno

¹¹ Es el estudio de peses

¹² Son organismos que se encuentran asociados al sedimento

presencia de microorganismos patógenos que provienen de las excretas de las personas, animales y actividad agrícola, este escrito refleja el principal mecanismo de contaminación en el recurso hídrico y la composición de la amenaza, (Rios A. &-B., 2017).

7.4.3.2 Contaminación Fecal

“Tiene como finalidad la valoración de la calidad sanitaria de sedimentos, alimentos y agua destinada para el consumo humano, industrial, agricultura y de recreación” (Suarez Maritza, 2012)

7.4.3.3. Coliformes Fecales

Es conocida como termo tolerantes por la capacidad de soportar altas temperaturas, cuenta con un mecanismo de adaptación a las temperaturas del tracto entérico¹³ de los animales lo que se enfoca en una mejor estabilidad de las proteínas al calor. Tienen una capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotermos¹⁴ es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, refleja la procedencia de los contaminantes fecales y el tipo de reproducción que con el que se manejan (Rocío Calle, 2017).

El gran interés que por el personal médico es de suma importancia por el tipo de bacterias que pueden presentar ya que estas producen malestares en el tracto respiratorios como infecciones en la piel y tejidos, diarrea aguda que son severas en el ser humano (Garcia.M, 2012).

¹³ Controla el sistema digestivo

¹⁴ Mantiene temperatura corporal dentro de sus límites

7.5. Planta de Tratamiento de Agua

Plantas de tratamiento se enfoca en la eliminación y disminución de la contaminación del agua bien sean de origen natural, abastecimiento, residuales o de procesos, estas se pueden tratar mediante operaciones físicos, químico y biológicos, para la obtención de agua de buena calidad al uso que se le vaya dar. El tratamiento de potabilización y tratamiento de depuración de aguas residuales con operaciones similares, pero con finalidad distinta (Garcia, 2016).

7.5.1. Plantas Potabilizadoras

Es un sistema de tratamiento de agua para mejorar el recurso y se encuentre en normativa, su origen puede ser superficial o subterráneo, estas estructuras se tienen como finalidad la potabilización del recurso para que esté libre de bacterias y se apta para el consumo humano (Garcia, 2016).

7.5.1.1. Plantas Convencionales

El proceso en estas plantas de tratamiento que se genera mediante distintas estructuras, puede ser por canales, coagulador-floculador, sedimentador y filtros (Rios A. , 2013).

7.5.1.2. Planta Compacta

Los mecanismos de ejecución de procesos suceden en la misma estructura desde el inicio de entrada del agua cruda hasta la salida del agua potable (Rios A. , 2013).

7.5.1.3. Planta Presurizada

Se instala con facilidad, cuenta con un fácil manejo y mantenimiento siendo un excelente para el tratamiento de agua para poblaciones hasta 1500, cabe resaltar que ocupa poco espacio.

7.5.2. Procesos de Tratamiento

Para la obtención de agua potable y no sea una amenaza para la salud de las personas, se debe seguir un proceso acorde al tipo de contaminante que este puede presentar, puede proceder de fuentes subterráneas u superficiales por lo que es conveniente un tratamiento para asegurar la calidad.

Tabla 5

Procesos de Tratamiento

Tipos de contaminantes	Operación unitaria
Solidos gruesos	Desbastes
Partículas coloidales	Coagulación -floculación, decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia orgánica	Afino con carbón activado
Amoniaco	Cloración al breakpoint
Gérmenes patógenos	Desinfección
Metales no deseados (fe,Mn)	Precipitación por oxidación
Solidos disueltos	Osmosis inversa

Fuente: (AWWA, 2012)

Para establecer un proceso adecuado para el tratamiento de contaminación fecal y metaloide que se encuentran presentes en el agua de consumo que abastece a la parroquia San José de Poalo se tomó en consideración tabla 6 y 7.

Tabla 6*Tratamiento para Coliformes Fecales y Totales*

Procesos de tratamiento	Composición
Oxidación química	H ₂ O ₂ Agua cruda
Adsorción	
Filtración de flujo Ascendente	Lechos filtrantes
sedimentación	Solidos sedimentados
Filtración	Micro-solidos Carbón activado
Desinfección	Cloro cl ₂

Fuente: (Alvear, Leon, 2016)**Tabla 7***Proceso para Tratar el Arsénico*

Formas Arsenicales	Método tratamiento	Dosis del coagulante mg/l	Concentración inicial (mg/l)	Remoción (%)	PH inicial
As ⁺⁵	FeCl ³	5	0,050	100	7,0
As ⁺³	Fecl ³	18	0,005	84	8,0
*	Aeración, coagulación FeCl ₃ , sedimentar 10días y filtración	18,5	0,69	60	7,4
*	Aeración, coagulación con aluminia, sedimentar 12días y filtración	21	0,70	46	7,4
	Cloro(20mg/l), oxidación, aeración, coagulación FeCl ₃ , sedimentado 20días y filtración	51	0,83	100	7

Fuente: (Castro de esparza, 2014)

7.5.2.1. Oxigenador

La aplicación de oxígeno puro se puede justificar de dos maneras: cuando la temperatura en el cuerpo de agua es elevada y la concentración de oxígeno que se desea mantener está próxima o en saturación, y cuando el rendimiento de los aireadores mecánicos¹⁵ tiende a ser cero, dicho proceso es importante ya que permite tener una temperatura y concentración adecuada para la potabilización (Adrian, 2016).

- El Oxígeno gaseoso comprimido: está confinado en cilindros de metal, los que presentan un volumen de 3 a 7 metros cúbicos. El problema es su costo elevado y la utilización de espacio.
- El Oxígeno líquido: tiene una pureza de aproximadamente un 99 %. Es absorbido inmediatamente por los organismos y se encarga de dar un equilibrio alto al cuerpo; en cambio el oxígeno comprimido, es de menor costo, pero se requiere una cantidad más amplia para su utilización.

7.5.3. Torre de Oxidación y Aireación

Se encuentra en la parte superior de la planta, en la aireación debe ponerse en contacto el agua cruda con el aire, esto permitirá cambiar las concentraciones de compuestos volátiles, esta torre contara con bandeja por donde pasara el flujo del agua poniendo en contacto con el material de adsorción puede emplearse carbón vegetal o coke, piedra pómez los que permitirán adsorber metales pesados como el hierro y el magnesio, la idea da a entender que la torre de aireación cuenta con bandejas por donde fluye el agua y que en ellas contiene carbón vegetal el mismo que permite la aspiración de metales pesados, (C.E.C, 2014).

¹⁵ Se enfoca en una hélice montada sobre un eje hueco que permite aspirar aire atmosférico que se pulveriza en finas burbujas por debajo de la superficie

1. Transferir oxígeno al agua y aumentando con ello el oxígeno disuelto.
2. Reduce la concentración de dióxido de carbono
3. Reduce la concentración de sulfuro de hidrógeno
4. Disuelve el metano.
5. Oxidar hierro y manganeso.
6. Retira compuestos orgánicos volátiles¹⁶, generadores de olores y Sabores provenientes normalmente de aguas o acuíferos subterráneos.

7.5.3.1. Medio de Contacto

Es todo tipo de sólido que se encuentre en las condiciones para la finalidad, se puede utilizar piedra pómez, carbón vegetal; para la adsorción de sustancias orgánicas y generar el aumento de microorganismos oxidantes de sulfuro y de la materia orgánica disuelta, este contexto se tomó en consideración, el medio de contacto más confortable para las diferentes finalidades que se puede emplear. (C.E.C, 2014).

7.5.3.2. Adsorción

Se utiliza para remover compuestos orgánicos que causan olores, sabores y color en el agua, así como químicos orgánicos tóxicos peligrosos para la salud, tales como insecticidas, herbicidas y solventes. Se puede emplear también para la adsorción con resinas sintéticas o con alúmina activada para remoción de flúor o arsénico (C.E.C, 2014).

¹⁶ Son hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal

“Es un proceso por medio el cual un gas se adhiere a un sólido, comúnmente un material poroso. El sólido que adsorbe es el adsorbente y el material gaseoso adsorbido en la superficie es el adsorbato” esta idea refleja la importancia que tiene el medio de contacto en el proceso de aireación que se basa en la adsorción, (C.E.C, 2014).

7.5.4. Filtración

Es un proceso que se enfoca en la mezcla de un sólido-fluido a partir de un medio poroso, reteniendo los sólidos al momento del paso del fluido.

Se usan para la purificación y tratamiento de aguas residuales con mensurados contenidos de sólidos, estos lechos filtrantes están formados por arena, grava que permite atrapar partículas que penetran los intersticios¹⁷. Uno de los problemas que se han encontrado es al momento de efectuar un retro lavado con flujo en sentido inverso de aire continuamente de agua, (Perez & Urrea, 2018).

7.5.4.1. Cámara de Filtración

“La cámara de filtración debe contar con una capacidad adecuada para contener el sistema de drenaje, lecho filtrante y altura del agua sobre el lecho (carga hidráulica); las dimensiones del ancho de la unidad, están condicionadas por el caudal disponible para el lavado superficial y la velocidad superficial de flujo “el enunciado refleja la importancia de la cavidad y sus magnitudes que la conforman con respecto al caudal a tratar (Perez & Urrea, 2018).

¹⁷ Es el espacio pequeño que hay entre dos cuerpos o entre dos partes de un mismo cuerpo

7.5.4.2. Mecanismos de Retención

Filtros en superficie: en gran magnitud de partículas retenidas en superficie

Filtros de profundidad: pequeñas dimensiones de partículas adsorbidas mediante medio poroso.

Filtros tangenciales: el agua circula paralelamente a la superficie.

Velocidad de filtración: filtración lenta, rápida.

7.5.4.3. Sistema de Filtración

Gravedad: Es el proceso donde el agua pasa por el filtro y su mecanismo se efectúa por gravedad.

Presión: Son filtros donde el agua pasa de manera forzada por efecto de la presión por el medio filtrante.

Tabla 8

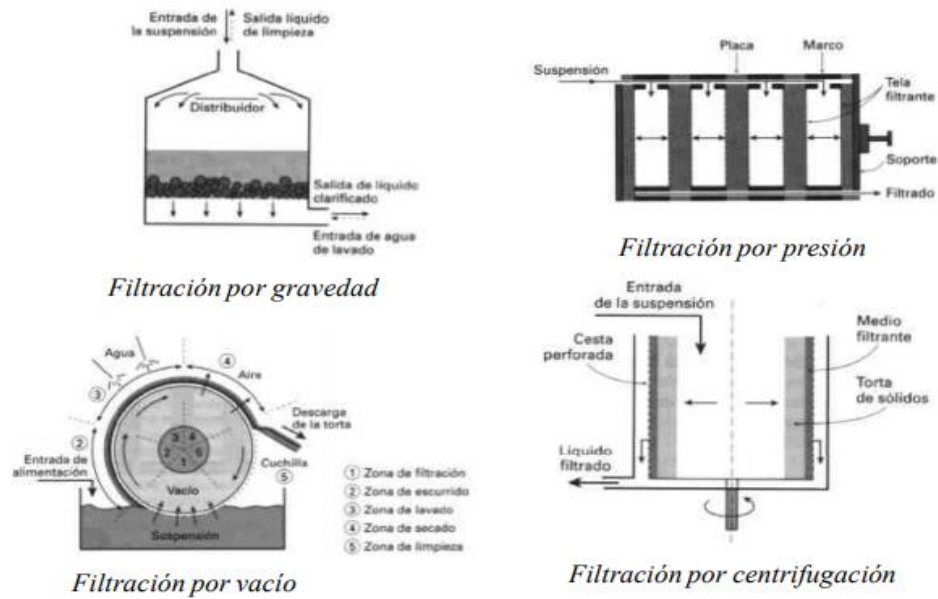
Filtración

Parámetro de clasificación			
Lecho filtrante	Sentido de flujo	Carga sobre lecho	Control operacional
Simple (arena o antracita)	Descendente	A gravedad	Tasa constante y nivel variable
	Ascendente		Tasa constante y nivel constante
Lechos dobles o múltiples	Ascendente	A presión	Tasa declinante
	Descendente		

Fuente: (Segovia Cinthia, 2017)

Ilustración 1

Fuerza Impulsadora



Fuente: (Segovia Cinthia, 2017)

7.5.4.4. Lecho Filtrante

7.5.4.4.1. Piedra de Rio

Este componente se emplea en mecanismos de filtración por su composición al momento de la adsorción de las partículas en suspensión, puede ser la primera capa en la composición de un filtro (Bisbal, 2015).

7.5.4.4.2. Grava Sílice

Su composición se basa en la trituración de piedra sílice molida y lavado. Es utilizado como medio de soporte en el proceso de filtración (Bisbal, 2015).

Ilustración 2 Grava

Tamaño en pulgadas	1/8 x 1/6 “ – 3.175 x 1.58 mm ¼ x 1/8 - 6.35 x 3.175 mm (cuarzo)
Materia prima	Sílice Natural
presentación	Sacos de 50 kg

Fuente: (Carbotecnia, 2019)

7.5.4.4.3. Arena Sílice

Se emplea para la potabilización del agua en un lecho filtrante mediante la retención de flóculos pequeños, está compuesto de la sílice con oxígeno (Bisbal, 2015)

Ilustración 3 Sílice

Fuente: (Carbotecnia, 2019)

7.5.4.4.4. Zeolita Natural

Es un componen que filtra el agua sin la necesidad de otros medios filtrantes, puede retener partículas hasta 5 micras, tiene una mayor capacidad de retención debido a que posee una mayor área superficial (Vizcaino, 2015).

Ilustración 4 Zeolita

<i>Zeolita Nacional</i>	12 x 30
<i>Flujo de servicio</i>	10 a 20 gpm/ft ²
<i>Flujo de retro lavado</i>	12 a 22 gpm/ft ²
<i>Duración del retro lavado</i>	5 a 15 mn

Fuente: (Carbotecnia, 2019)

7.5.4.4.5. Calcita

Es utilizado como medio de filtración lo que permitirá la absorción de carbonato de calcio que corrige el PH para conseguir una estabilidad no corrosiva, con lo cual se tendrá una remoción de una tercera parte del contenido de hierro férrico y ferroso del agua (Ramon, 2017).

Ilustración 5 *Calcita*



Fuente: (Carbotecnia, 2019)

<i>Materia prima</i>	12 x 30
<i>Numero de malla</i>	16 x 40
<i>Presentación</i>	50 libras

7.5.4.4.6. Arena Atrancita

Es excelente para la purificación del agua, está compuesta por ruptura y tamizado del carbón atrancita natural (Ramon, 2017).

Ilustración 6 *Atrancita*



Fuente: (Carbotecnia, 2019)

<i>Contenido de carbón</i>	95%
<i>Gravedad especifica</i>	1.65 +05
<i>Dureza</i>	3.0.3.5 MOH
<i>Densidad</i>	750-800kg/m3
<i>Tamaño</i>	0.60 – 10.00 mm

7.5.4.4.7. Tierra Diatomea

Son considerados un pre manto donde se obtiene grandes resultados en el tratamiento del recurso ya que son sustancias como yeso prefabricada con restos arcaicos¹⁸ y molidos, (Diatomeas, 2017).

¹⁸ Cuerpo orgánico, transformación en su composición

Ilustración 7 *Diatomea*



<i>% absorción (H2O)</i>	210
<i>Humedad</i>	2.60%
<i>Densidad</i>	0.3 0.5 gr/cm ³
<i>Granulometría</i>	<38 micras

Fuente: (Carbotecnia, 2019)

7.5.4.4.8. Greesand

Se puede emplear como material filtrante ya que sirve para remover metales pesados entre ellos hierro, magnesio radio, arsénico y sulfuro de hidrogeno, sirve como cloro regenerante. Está compuesta con minerales de glauconita y zeolita, (Redazione, 2019)

Ilustración 8 *Greesand*



<i>color</i>	Arena verdosa Marrón claro- rojizo
<i>Tamaño</i>	0.45 – 0.55 mm
<i>Coefficiente uniformidad</i>	1.6 o menos
<i>Acido solubilidad</i>	0.3-1.6%

Fuente: (Carbotecnia, 2019)

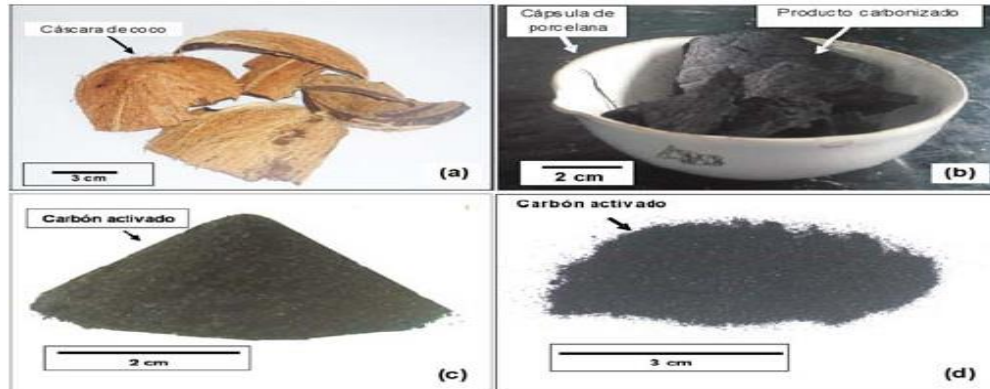
7.5.4.4.9. Carbón Activado

“Tiene como finalidad tratamiento de agua para la eliminación de contaminantes presentes en el agua, permite remover el olor peculiar que pueda tener el recurso y dando un sabor agradable”. Su elaboración es mediante la concha de coco y se activa térmicamente en una atmósfera minimizarte, saturada con vapor de agua, (Carrizo & Saabedra, 2011).

Adsorber los residuos orgánicos que, por la naturaleza de estos recursos, son de corto peso molecular y se encuentran en bajas concentraciones.

Ilustración 9

Proceso del Carbón Activado



Nota: Carbón activado obtenido a partir de desechos domésticos

Fuente: (Carrizo & Saabedra, 2011).

La velocidad de filtración dependerá del grado de contaminación del afluente con lo cual con más polución¹⁹ menor será su velocidad de filtración; la velocidad de filtración puede variar de 2.0 a 3.0 m/h (Perez F. , 2018).

Se determina mediante el diámetro del material filtrante y la resistencia que tendrá los floculos o sólidos. Entre más resistente el sólido para un poro del lecho, más alta puede ser la velocidad de filtración sin producir romperse por que se necesitara una menor superficie (Perez F. , 2018).

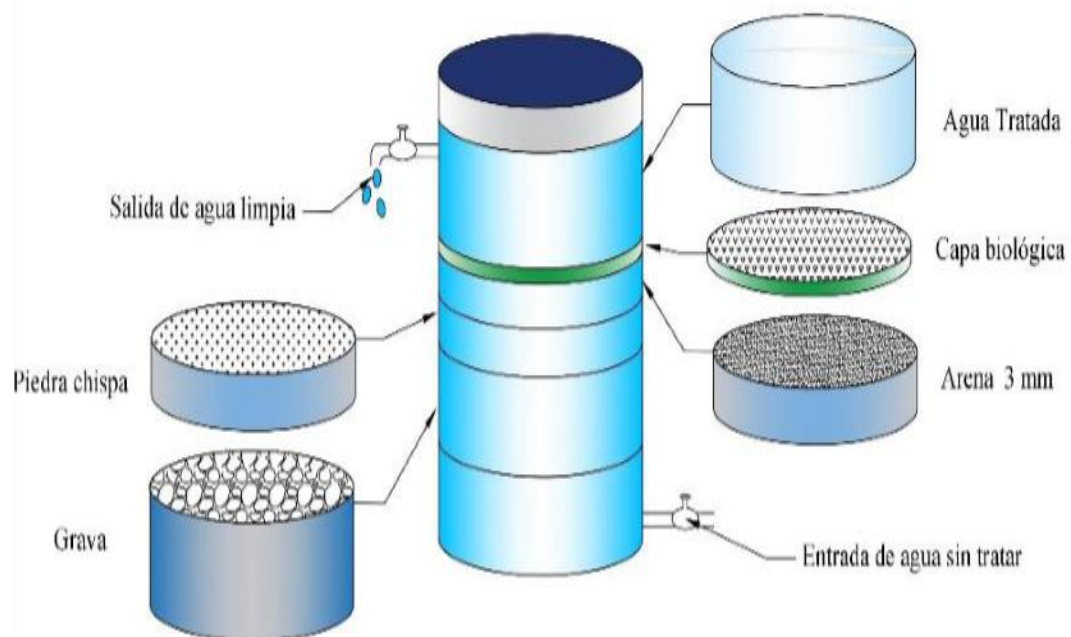
¹⁹ Es la contaminación del medio ambiente, en especial del aire o del agua

Tabla 9*Filtración*

Velocidad	
Lenta	0,1 – 0,2 m/h
Rápida	5 - 20 m/h

Fuente: (Segovia Cinthia, 2017)

“Para esta fase de potabilización del agua contaminada el filtro lento con flujo ascendente cuenta con un alto grado de efectividad para los niveles de turbiedad que no sobrepasan los 100 NTU y cuando el color no es superior que 50 Hazen” la idea refleja el mecanismo de tratar de los filtros lentos con referencia a la potabilización de agua, (Ortiz, 2018)

Ilustración 10*Filtro Rápido Ascendente*

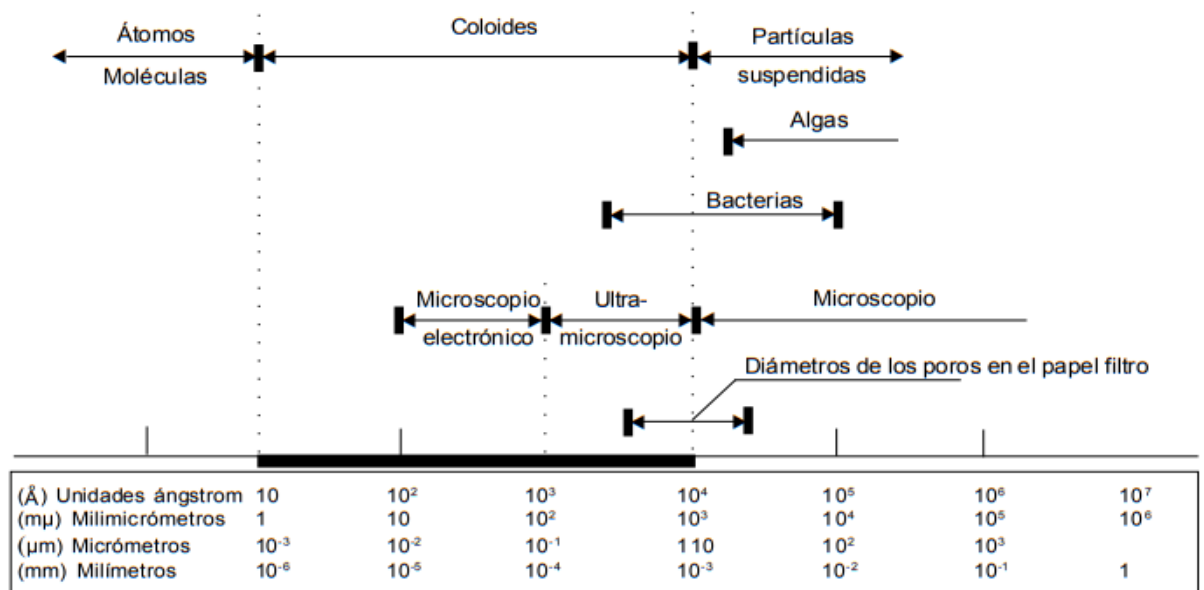
Fuente: (Ortiz, 2018)

7.5.5. Partículas Coloidales

Las partículas coloidales²⁰ se presentan en una carga superficial negativa, que impide que las partículas se aproximen unas a otras y que las lleva a permanecer en un medio que favorece su estabilidad. Para ser removidas, es necesario alterar algunas características del agua, mediante técnicas de coagulación, floculación, sedimentación y filtración, la finalidad de este fragmento es dar a notar la importancia de dar un tratamiento a las partículas coloidales que se encuentran en el agua, (Ada Barrenechea Martel, 2018).

Ilustración 11

Distribución de Tamaños de las Partículas en el Agua



Fuente: (Ada Barrenechea Martel, 2018)

²⁰ Sistema conformado por una fase de fluido otra dispersa

7.5.6. Desinfección

La desinfección del agua se refiere a la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que se presentan en el agua. La destrucción, desactivación de los microorganismos supone la culminación de la reproducción y crecimiento de estos microorganismos, el enunciado establece la importancia del proceso de desinfección del agua como último tratamiento para una eliminación completa de todos los organismos para que así no pueda ocasionar daño a la salud de las personas, (Sela, 2019)

“La desinfección es considerada la última fase en un tratamiento de agua donde se eliminan todos los agentes patógenos y organismos que produzcan malestares a la salud de ser humano, este proceso se ejecuta mediante una planta potabilizadora”.

Esta etapa tiene la finalidad de dar el último tratamiento a organismos infecciosos, después de haber pasado un proceso de coagulación, filtración y desinfección donde se dio un tratamiento a todos estos organismos en cada una de estas etapas hasta que culmine fase de desinfección, (Sela, 2019).

Tabla 10*Porcentaje de Sistema de Tratamiento de Agua*

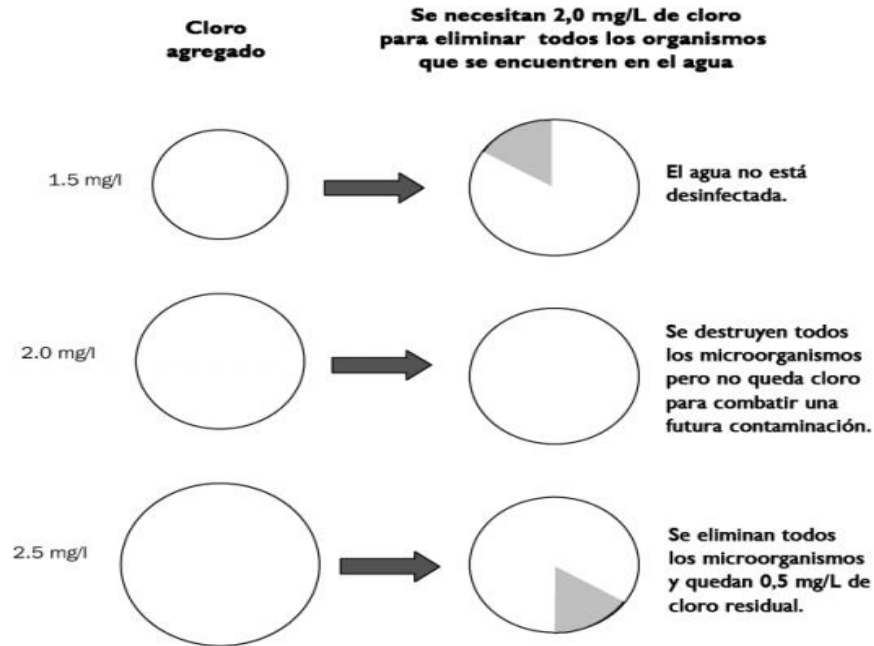
Proceso de desinfección	% de sistema mayores de 10.000 hab	% de sistema menores de 10.000 hab
Cloro gas	87	70
Hipoclorito de sodio	7	17
Generación in-situ de hipoclorito de sodio	0	2
Hipoclorito de calcio (en polvo)	1	9
Dióxido de cloro	3	2

Fuente: (Solsona, 2013)**Adaptado:** Erick Damián Álvarez Bustillos**7.5.6.1. Cloro Residual**

Permite la eliminación de los organismos que producen enfermedades a las personas, su utilización garantiza un agua segura al momento de beber. La cantidad que se debe verificar de cloro residual debe ser (0.5 – 0.2 mg/l), si se encuentre en concentraciones inferiores se debe aplicar más cloro. Se debe revisar con frecuencias las concentraciones cloro que se encuentren en el rango para su rendimiento

Ilustración 12

Efecto del Cloro Residual



Fuente (OMS, 2012)

7.5.6.2. Cloración

Para la cloración del agua se puede emplear diferentes maneras entre ellas está el gas cloro licuado, soluciones de hipoclorito sódico, hipoclorito calcio, esta se mezcla con el agua puede ser por gravedad, presión o automáticas.

7.5.6.3. Hipoclorito

Se pueden presentar de manera sólida y líquida, contienen un exceso de álcali lo que aumenta el PH. El hipoclorito de sodio se comercializa de manera líquida frecuentemente y el hipoclorito de calcio de manera sólida, se emplea para el tratamiento de aguas. Se recomienda su utilización para abastecer poblaciones hasta 200p habitantes.

7.5.6.3.1. Hipoclorito de Sodio

Es un compuesto oxidante de vertiginosa acción es empleado para el proceso de desinfección agua, superficies, ropa hospitalaria, desinfectar equipos y permite la eliminación de olores (Figueroa, 2018).

7.5.6.4. Sistema de Dosificación de Cloro en Pastilla

Tiene la finalidad de disolver una cantidad fija de cloro en pastilla a partir del contacto directo con el agua que se está tratando. Se pueden encontrar varios diseños entre los que destacan los cloradores flotantes, los cloradores en línea y fuera de línea, ambos cuentan con depósito de pastillas y válvula reguladora, la idea nos refleja el mecanismo de funcionamiento del dosificador de cloro de pastillas que cuenta con diferentes medios para su tratamiento al momento que entra en contacto con el agua (Orozco, 2012).

Por Gravedad: Cuando se enfoca en sistemas abiertos, siendo el caso de cisternas o de tanques de captación.

Por Inyección: Cuando se realiza labores con sistemas presurizados, es fundamental captar la solución clorada en un tanque o contenedor para que por medio de una bomba se inyecte la solución en el caudal principal (SPIN Industrial, 2019).

7.5.6.5. Bomba Dosificadora

El mecanismo de funcionamiento se basa en bombas donde succionan la solución clorada del recipiente y la inyecta a partir de pulsaciones en la línea de impulsión en el flujo del sistema de agua potable, esto permite la regulación del caudal de dosificación de cloro en función a la dosis de cloro,(Pacheco & Dias, 2018).

7.6. Marco Legal

República del Ecuador

Constitución Política de la República Ecuador.

Constitución de la República del Ecuador; lunes 20 de octubre de 2008 R. O. No. 449.

Título II

Capítulo II del derecho del buen vivir; Sección II ambiente sano en él

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, suma kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

Título V Organización territorial del estado.

Capítulo IV régimen de competencia en él;

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

Numeral 4. “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley

Art 318 de la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua y determina que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria y que el servicio de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias; prescribe además, que el Estado a través de la Autoridad Única del Agua, será responsable directa de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano y riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, de acuerdo con la Ley

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Título I Disposiciones Preliminares

Capítulo I de los Principios

Art 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos descentralizados, de conformidad con la Ley.

Art 3.- Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Art 6.- Prohibición de privatización. Se prohíbe toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente; por lo mismo esta no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral o empresa privada nacional o extranjera.

f) El otorgamiento de autorizaciones perpetuas o de plazo indefinido para el uso o aprovechamiento del agua.

Art 10.- Dominio hídrico público. El dominio hídrico público está constituido por los siguientes elementos naturales:

- a) Los ríos, lagos, lagunas, humedales, nevados, glaciares y caídas naturales;
- b) El agua subterránea;
- c) Los acuíferos a los efectos de protección y disposición de los recursos hídricos;

d) Las fuentes de agua, entendiéndose por tales las nacientes de los ríos y de sus afluentes, manantial o naciente natural en el que brota a la superficie el agua subterránea o aquella que se recoge en su inicio de la escorrentía.

Sección Cuarta Servicios Públicos

Art 37.- Servicios públicos básicos. Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de uso. La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento.

Título III Derechos, Garantías y Obligaciones

Capítulo I Derecho Humano Al Agua

Artículo 57.-Definición. El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Forma parte de este derecho el acceso al saneamiento ambiental que asegure la dignidad humana, la salud, evite la contaminación y garantice la calidad de las reservas de agua para consumo humano.

Artículo 58.- Exigibilidad del derecho humano al agua. Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades, colectivos y comunas podrán exigir a las autoridades correspondientes el cumplimiento y observancia del derecho humano al agua, las mismas que atenderán de manera prioritaria y progresiva sus pedidos. Las autoridades que incumplan con el ejercicio de este derecho estarán sujetas a sanción de acuerdo con la ley.

8.- PREGUNTAS CIENTIFICAS

¿De qué manera aportaría el diseño de una planta de tratamiento potabilizadora en la parroquia San José de Poalo?

Al determinar que el metaloide arsénico y el contaminante fecal produce gran cantidad enfermedades en el cuerpo humano la elaboración de una planta potabilizadora de agua aporta de manera positiva con el mejoramiento de la calidad del agua y con ello salud de las personas ya no estaría en riesgo por ingerir el recurso; por lo tanto la planta de tratamiento y sus procesos deben estar acorde para la eliminación del arsénico y coliformes fecales del agua sea apta para el consumo y pueda satisfacer las necesidades humanas.

¿De qué manera se podrá eliminar el arsénico y coliformes fecales presente en el agua de consumo humano de la parroquia San José de Poalo?

Para remover el arsénico y coliformes fecales del recurso hídrico se debe aplicar la metodología adecuada conjuntamente con un proceso que sea acorde para su remoción, los sistemas de tratamiento tienen como propósito corregir las condiciones del agua a partir de la eliminación de contaminantes presentes en el recurso mediante procesos físicos, químicos y biológicos. Para expeler el arsénico y coliformes fecales del agua de consumo, se debe implantar una planta potabilizadora que cuente métodos acordes que son oxidación adsorción, filtración, sedimentación y desinfección para generar un agua saludable y libre de contaminantes.

CAPÍTULO III

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de Investigación

Se aplicó una metodología de investigación descriptiva en la parroquia San José de Poalo que consistió en la obtención de información principalmente del recurso hídrico de dicha zona, para obtener un diseño de planta de tratamiento acorde a sus necesidades.

9.2. Área geográfica

9.2.1. Ubicación Geográfica

La parroquia San José de Poalo se encuentra localizada en el cantón Latacunga provincia Cotopaxi entre las coordenadas: 00°51 07" - 005°4 45" latitud sur y 00°08 21" - 00°17 28" longitud Oeste, situada a una altitud de 3100 msnm, su temperatura media anual es de 10°C y su precipitación de 625 mm.

9.2.2. Delimitación Geográfica

Norte: cantón Saquisilí

Sur: La parroquia 11 de noviembre del cantón Pujilí

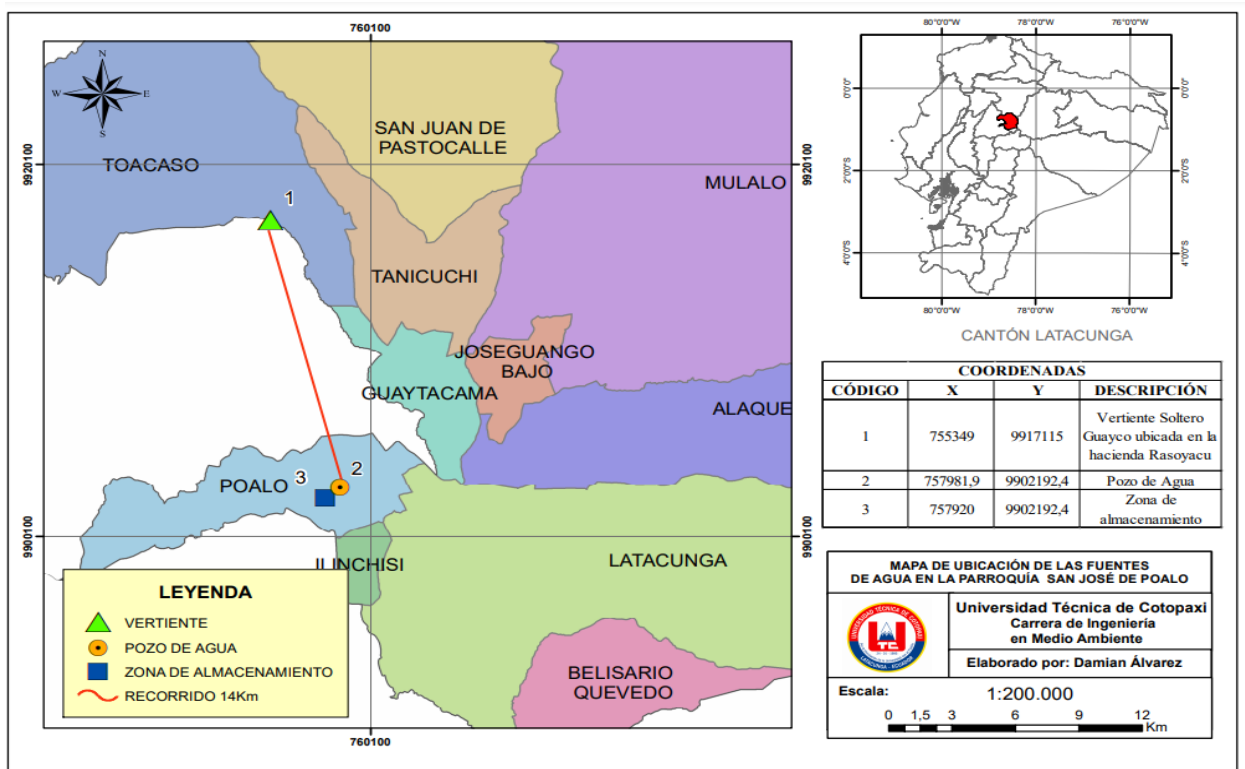
Este: Parroquia Eloy Alfaro de Latacunga

Oeste. Parroquia Guangaje.

La zona de estudio se ubica en la parroquia San José de Poalo siendo la zona de beneficio mientras que la zona de abastecimiento hídrico superficial se encuentra en la parroquia Toacaso del cantón Latacunga, provincia Cotopaxi.

Ilustración 13

Ubicación de las Fuentes de la Parroquia San José de Poalo



Elaborado: Erick Álvarez

9.3. Técnicas

10.3.1. Entrevista

Permitió el acercamiento directo con autoridades de la Junta Administrativa de Agua Potable y moradores con la cual se pudo conocer la realidad del estado en el que se encuentra el recurso hídrico del área de estudio.

9.3.2. Observación

Se determinó las condiciones en las que se encuentra el área del pozo de agua y tanque de almacenamiento, así como también sus alrededores.

9.3.3. Libreta de Campo

Este instrumento permitió el registro de datos esenciales para la investigación que ayudaron a la solución de problemas.

9.2.3.4. GPS

Instrumento con el cual se registró las coordenadas del área de estudio tanto de la vertiente Soltero Guayco como del pozo de agua.

9.3.5. Cámara Fotográfica.

Ayudó a registrar las diferentes actividades que se realizaron en el área de estudio.

9.4. Calidad de agua

Se determinó a partir del análisis físico, químico y microbiológico del agua, el mismo que fue comparado con los límites máximos permitidos para agua potable establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1108.

9.4.1. Muestreo

El muestreo se realizó en los puntos de monitoreo del pozo de agua y la vertiente soltera Guayco ya que son las principales fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano de la parroquia.

Para la recolección de la muestra, manejo y conservación de la misma, se consideró los requisitos establecidos en las diferentes normativas técnicas ecuatorianas INEN mencionadas en la Tabla 11.

9.4.2. Método

En análisis físico, químico y microbiológico del agua subterránea y superficial en el laboratorio se lo realizó mediante el método standard (método estándar) y método EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).

Tabla 11

Métodos de Caracterización Físico Química y Microbiológica

Parámetro	Metodología de muestreo	Método de conservación	Tiempo de conservación
Alcalinidad	Standard Methods Ed. 2320B	INEN 2169	24h
Cadmio	EPA. 6020 ^a	INEN 982	-
Color aparente	Standard Methods Ed. 2120A	INEN 970	24h
Nitratos	Standard Methods Ed.4500 NO ₃ -E	INEN 975-995	24h-48h
Nitritos	Standard Methods Ed. NO ₂ -E	INEN 2169	24h
Magnesio	EPA/6020A	INEN 1 103	-
Sulfatos	EPA 375.4 SO ₄ ²	INEN 978	1 semana
Turbidez	Standard Methods Ed. 2130A – 2130B	INEN 2169	-
Hierro	EPA3010 A.	INEN 979	24h
Aluminio	Standard Methods Ed 3111B EPA3010 A.	INEN 2169	1mes
Manganeso	Standard Methods Ed. 3111B EPA 3050B	INEN 1 104	-
Plomo	EPA 6020A	INEN 1 102	-

Fuente: (INEN, 2014)

Adaptado: Erick Álvarez

La conservación de la muestra del arsénico, se realizó con el método estándar con dietildiocarbamato de plata, establecido en la normativa INEN 980.

Tabla 12

Requisitos de conservación Físico químico

Arsénico	
Método	Standard methods 3114b PA-87.00- INEN 980
Técnicas de conservación	Acidificar PH < 2
Tiempo de conservación	1 mes, se conserva sin dificultad
Instrumento	Espectrometría De Absorción Atómica
Tipo de	Plástico
Recipiente	Vidrio

Fuente: (INEN, 2014)

Adaptado: Erick Álvarez

El muestreo de Coliformes fecales se efectuó de acuerdo a la normativa INEN 1105 y la conservación de la muestra según la normativa INEN 1205.

Tabla 13

Requisitos para la conservación Microbiológica

Coliformes fecales	
Método	Standard Method
Técnica	Refrigeración entre 2°C a 5°C
Tiempo máximo de conservación	8h
Requisitos de calidad	Cultivos de control Análisis duplicados Control de esterilidad

Fuente: (INEN, 2014)

9.5. Método de tratamiento del Agua Residual

9.5.1. Método Geométrico

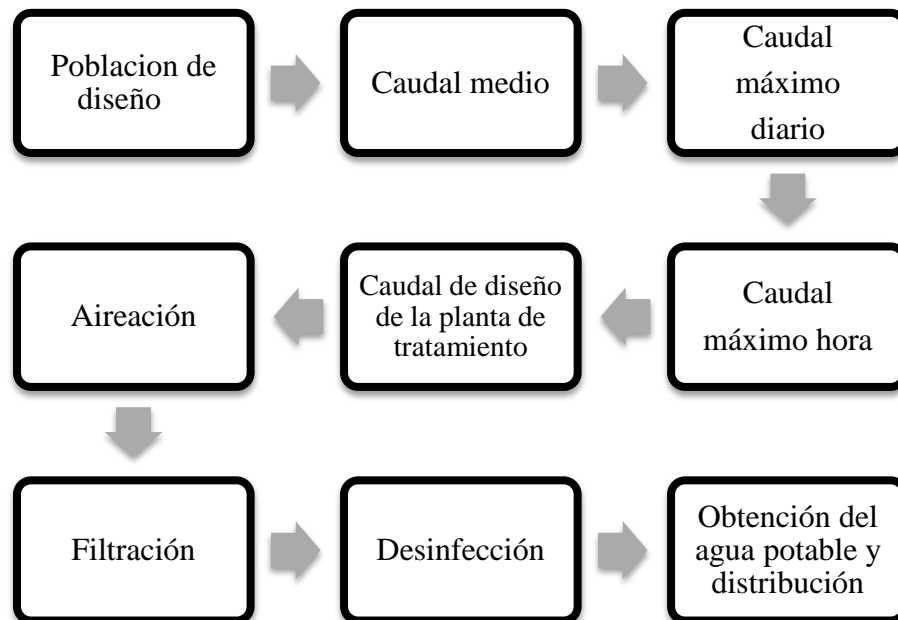
Con este método se puede determinar la población futura mediante la aplicación del periodo de diseño y la tasa de crecimiento poblacional para llegar a identificar el caudal de diseño de la planta de tratamiento potabilizadora.

9.5. Método de Tratamiento

Para establecer el proceso de tratamiento de agua de consumo, se tuvo presente la metodología de América Wáter Association para el sistema de potabilización. De tal manera se determinó un sistema de aireación, filtración y desinfección del agua, que esté libre de contaminantes y sea apta para su consumo, se tomó como referencia la tabla de tratamiento de arsénico y contaminación fecal.

Ilustración 14

Flujo grama de Proceso de Potabilización



Elaborado: Erick Álvarez

9.6. Herramientas

En el presente proyecto de investigación se tomó en cuenta las siguientes herramientas:

QGIS: El software de Sistemas de Información Geográfica permite representar de una manera gráfica la ubicación de las fuentes de abastecimiento de agua de consumo mediante una respectiva georreferenciación.

Auto CAD: Software con el cual se realizó el diseño de la planta de tratamiento.

10. DISEÑO NO EXPERIMENTAL

Para el dimensionamiento de la planta de tratamiento potabilizadora se debe tener presente la normativa de ley orgánica de recursos hídricos.

10.1. Normativa de Ley Orgánica de Recursos Hídricos

Para el diseño de la planta potabilizadora se tendrá presente las diferentes concesiones tanto de la fuente superficial y como de la subterránea según lo estipulado por la ley orgánica de recursos hídricos en disposiciones transitorias que establece el derecho del uso y aprovechamiento del agua. El artículo 57 de la ley orgánica establece el derecho humano al agua de disponer un recurso suficiente, aceptable, accesible, asequible y salubre para el uso personal. Para el diseño se verificará si el caudal concedido abastece a la población, para los cálculos se considera la población actual determinada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC, permitiéndonos identificar la población futura que nos permitirán establecer el caudal a tratamiento.

10.2. Población de Diseño

Para la determinación de la población futura se toma en consideración los siguientes aspectos.

10.2.1. Tasa de Crecimiento

Permite conocer la evolución poblacional el aumento o decrecimiento en la localidad en un determinado periodo, en otras palabras, es la tasa de crecimiento²¹ que se enfoca en la diferencia entre las tasas brutas de natalidad y de mortalidad (Fernandez, 2012)

Tabla 14

Tasa de Crecimiento

Región geográfica	R (%)
Sierra	1.0%
Costa, Oriente Y Galápagos	1.5%

Fuente: (C.E.C, 2014).

Adaptado: Erick Álvarez

10.2.2 Periodo de Diseño

“Se debe tener presente el tiempo de utilidad de los elementos de un sistema de agua potable, la capacidad de los sistemas será suficiente para atender las necesidades actuales y futuras de una localidad”, (C.E.C, 2014).

²¹ C.E.C-Calidad de agua- población de diseño numeral 4.2. tabla 5.1.

Tabla 15*Vida Útil de 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
Pozo	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: hierro dúctil	40 a 50
Tuberías principales y secundarias de la red: Asbesto cemento o PVC.	20 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Fuente: (C.E.C, 2014)**Adaptado:** Erick Álvarez**10.2.3. Población Futura**

$$P_f = P_A(1+r)^n$$

 P_f = población futura P_A = población actual

R = tasa de crecimiento

N = tiempo en años

10.2.4. Caudal medio de dotación

$$Q_m = P_f * D$$

 Q_m = Caudal medio P_f = Población futura

D = dotación de agua

10.2.5. Dotación de agua

“Las dotaciones de agua se encaminan en rangos poblacionales y características de clima dependiendo la zona geográfica de acuerdo a la tabla V.3²², del C.E.C, este concepto refleja los fundamentos necesarios, así como la comprensión sobre el clima tomando en cuenta las ideas principales; el clima, variación de tiempo y elementos indispensables (Fernandez, 2012).

Tabla 16

Dotaciones Recomendadas

Población (Habitantes)	Clima	Dotación
Hasta 5000	Frio	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
De 5000 a 50000	Frio	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frio	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: (C.E.C, 2014)

Adaptado: Erick Álvarez

10.2.6. Caudal Máximo Diario

Es el caudal máximo diario es calculado para obtener el valor del volumen de extracción del tanque de abastecimiento de la población. Para ello el KMD se encuentra establecido en un valor de 1,25 como se menciona en, (C.E.C, 2014).

$$QMD= Qmd * KMD$$

KMD = coeficiente máximo diario 1.25

Qm= caudal medio

²² C.EC. calidad del agua-estudios para la factibilidad del agua numeral 4.1.4.2. tabla V.3

10.2.7. Caudal Máximo Horario

Para el factor de mayorización FM se empleó el valor de 2.5 de acuerdo a criterio técnico mencionado en (C.E.C, 2014).

$$Q_{MH} = FM * Q_m$$

Q_{MH} = Caudal máximo horario (l/s)

FM = Factor de mayorización máximo horario (2-3)

Q_m = Caudal medio anual diario (l/s)

10.2.8. Caudal de Diseño

Para el cálculo del caudal de diseño cuando requiere bombeo, se determina en función del caudal máximo diario QMD, por la cantidad de tiempo de bombeo de acuerdo a la siguiente ecuación establecida en (C.E.C, 2014).

$$Q_B = QMD * N^{\circ}h$$

Q_B = caudal de bombeo en m³/día

QMD = caudal máximo diario l/s

$N^{\circ}h$ = número de horas de bombeo al día (24) adimensional

10.2.9. Caudal de Captación y Conducción

El área de captación del agua debe tener una capacidad mínima equivalente a 1,2 veces del caudal máximo diario, para emanar al sistema de agua potable (C.E.C, 2014).

$$Q_{capt} = 1,2 * QMD$$

$Q_{captación}$ = caudal de captación

QMD = caudal máximo diario (l/s)

10.2.11. Caudal de Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento o potabilizadora será diseñada en función de 1,10 veces el caudal máximo diario QMD, (C.E.C, 2014).

Q_{trat} : Caudal de la planta de tratamiento l/s

QMD: caudal máximo diario l/s,

10.2.12. Volumen de Regulación

El volumen de regulación es necesario en una planta de tratamiento, puesto que ayuda en la regulación del agua para abastecer la demanda, en las pequeñas poblaciones no se consideran los volúmenes contra incendio y de emergencia (Gavilanes Carrillo, 2015; Vásquez Solís, 2013).

$$Vr = 0,25 * QMD$$

Volumen de regulación=0.250

QMD: caudal medio diario 1,822 l/s

10.2.13. Red de Distribución

La red de distribución se encuentra formada por diferentes tuberías, accesorios, con la finalidad de entregar agua potable a los usuarios beneficiados del servicio. El caudal en la red de distribución es diseñado en función del caudal máximo horario QMH (C.E.C, 2014).

Q_{dist} : Caudal de la distribución l/s

$$Q_{dist} = QMH$$

10.3. Proceso de Aireación

La aeración puede se emplea en aguas superficiales o en aguas subterráneas, con la finalidad de: oxidación del hierro y del manganeso; separación de gases tales como el bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y metano; remoción de sabor y olor; y, adición de oxígeno, (C.E.C, 2014).

Tabla 17

Parámetros para el diseño de aireación de bandejas

Parámetro	Valor	Unidad
Carga hidráulica	500-1800 <100	$m^3/m^2 \times dia$
Numero de bandejas	4-6	
Altura total del aireador	1.2-3	m
Separación entre bandejas	0.30-0.50	Cm
Profundidad de agua en la bandeja	0.10-0.15	m
Espesor	0.15-0.30	cm
Piedra pómez, carbón vegetal	0.15-0.2	m

Fuente: (C.E.C, 2014)

Adaptado: Erick Damián Álvarez Bustillos

10.3.1. Área Total del Aireador

$$At = \frac{QD}{Ch}$$

AT: Área total del aireador

QD: Caudal de diseño

Ch: Carga hidráulica

10.3.2. Área de cada Bandeja

$$A_{bandeja} = l * l = l^2$$

AI: Área de cada bandeja del aireador,

L: Lado de cada unidad de bandeja,

10.3.3. Área de cada Bandeja Inferior

$$l_{inf} = \text{lado de la bandeja superior} - \text{dimensiones del talud 1:1}$$

AI: Área de cada bandeja del aireador, (m²).

l: Lado de cada unidad de bandeja, (m)

θ: Ángulo de inclinación 45° talud 1:1

h: Altura de la bandeja 0,10m

10.3.4. Orificios de Bandejas

$$N = \frac{db - Eo}{Do + Eo}$$

db: dimensiones de Bandejas

N: Numero de orificios en bandejas

Do: Diámetro de orificio 2,5cm

Eo: espacios entre orificios 0,5cm

10.3.5. Área total de orificios

$$A_o = \frac{\pi(Do)^2}{4} Nf * Nc$$

Ao: Área total de orificios por bandeja

π: constante pi

Do: Diámetro de orificios

Nf: número de filas

Nc: número de columnas

10.3.6. Tiempo de Exposición

$$teA = \sqrt{\frac{2xHtxNb}{g}}$$

teA: Tiempo de exposición, (s).

HT: Altura total de la torre, (m)

NB: Número de bandejas, (unidad).

g: Gravedad

10.3.7. Medio de Contacto

El medio de contacto podrá ser cualquier objeto sólido que sea adecuado para el objetivo perseguido, para promover la adsorción de sustancias orgánicas y promover el desarrollo de microorganismos oxidantes de sulfuros y de la materia orgánica disuelta, se utilizarán trozos de piedra pómez o de carbón vegetal (INEN, 2014).

10.4. Filtración

El proceso de filtración es la siguiente fase de tratamiento después del sistema de aireación, el agua tratada de esta fase ingresa al tanque de filtración por medio de un tubo de 3" y 3 m de largo, la que está conectada a la última bandeja de la torre de aireación en el centro de gravedad y esta ingresa al fondo del filtro.

En el proceso de filtración se implementará un filtro rápido que contara con un tratamiento directo de flujo ascendente su medio filtrante serán medio múltiples para una mejor remoción y su modo de operación se efectuara por gravedad.

10.4.1. Volumen del Filtro

$$V = \pi * r^2 * h$$

R: radio
H: altura
 π : 3.14

11.4.2. Área

$$A = \frac{v}{h}$$

10.4.3. Radio

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

10.4.4. Perímetro

$$P = 2 * \pi * r$$

10.4.5. Tiempo de Retención Hidráulica

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

V: volume m³
Q: caudal m³/h

Tabla 18

Clasificación de los Filtro Rápidos

Características	Tipo de filtro
Tipo de pre tratamiento	Convencional Filtración directa
Tipo de flujo	Descendente Ascendente Mixto
Medio filtrante	Arena solo Arena antracita Medios múltiples
Tasa de filtración	Constantes Declinante
Modo de operación	Gravedad Presión

Fuente: (C.E.C, 2014)

10.5. Desinfección

El proceso de desinfección tiene como finalidad la destrucción de organismos patógenos que producen enfermedades, entre ellos están bacterias, virus, nematodos y protozoarias. Para el uso del agua para consumo humano se debe desinfectar (C.E.C, 2014).

10.5.1. Ley de Watson

Trata de la relación entre el desinfectante, el tiempo en contacto y la concentración para reducir un determinado porcentaje de microorganismos de cierto tipo.

$$t = \frac{K}{C^n}$$

t: tiempo de contacto

K: constante de la desinfección

C: Concentración del desinfectante en mg/l

n: coeficiente que expresa la eficiencia bactericida del desinfectante y que se conoce como el coeficiente de disolución.

10.5.2. Preparación de Soluciones

Peso del producto a disolverse en el tanque.

$$P = \frac{D * V}{\% * 10}$$

D: Dosis del cloro libre de solución a prepares (miligramos por litro-ppm)

V: Volumen de agua de la estructura a desinfectar (l)

%: porcentaje de cloro libre del compuesto clorado

10: factor para que el resultado sea expresado en gramos del producto

$$V = \frac{C * V}{C. \text{cloro}}$$

V = Cantidad de cloro líquido que se agregará al agua (l).

C = Concentración de cloro libre de la solución a prepararse (mg/l).

V = Volumen del agua a desinfectar en litros (l)

C.cloro = Concentración del producto de cloro indicado por el fabricante expresado en (mg).

El rendimiento del desinfectante, influye en la naturaleza y concentración de las bacterias de interés y en el ambiente del agua a ser desinfectada.

CAPÍTULO IV

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Situación Actual del Agua de Consumo Humano

La parroquia San José de Poalo actualmente se ve abastecida por dos fuentes de aguas, una de origen superficial y la otra de origen subterráneo. Se almacenan y se distribuyen a la población sin un tratamiento previo.

Tabla 19

Coordenadas WGS84

Origen	Fuente	Este	Norte
Superficial	Vertiente Guaico	Soltero 755349	9917115
Subterráneo	Pozo de agua	757981,9	9902192,4
	Taque de almacenamiento	757920	9902192,4

Elaborado: Erick Álvarez

Los habitantes de la parroquia san José de Poalo ocupan el servicio de agua de consumo humano de dos fuentes:

Soltero Guayco

Es una vertiente superficial ubicada en la hacienda Rasuyacu en la parroquia Toacaso, esta vertiente abastece a la parroquia Tanicuchi y a la parroquia San José de Poalo ubicada a 17km desde la vertiente. En el año 2002 el presidente de la junta administrativa de agua potable el Sr. Marcelo Herrera busco vertientes alternas para abastecer las necesidades de la población con la ayuda del ministerio de vivienda MIDUVI que otorgo un presupuesto de 62.000\$ a la comunidad poalence, lo que permitió la construcción de la red de agua de consumo humano procedente de la vertiente Soltero Guayco y de un

tanque de almacenamiento, la obra se realizó mediante mingas de agua realizado por los habitantes de comunidad teniendo una duración de 16 meses hasta su culminación en el año 2004.

Pozo de agua

El agua de pozo es una fuente subterránea se encuentra ubicada en la parroquia de San José de Poalo a una profundidad de 105m. En el año 2015 el presidente de la junta administrativa el Sr. Milton Quishpe busco una fuente alterna de agua para cumplir con la demanda poblacional existente, solicitando al Gad parroquial un presupuesto para detectar agua en el sector para posteriormente la perforación del pozo, la obra finalizo en el año 2016.

Tanque de almacenamiento

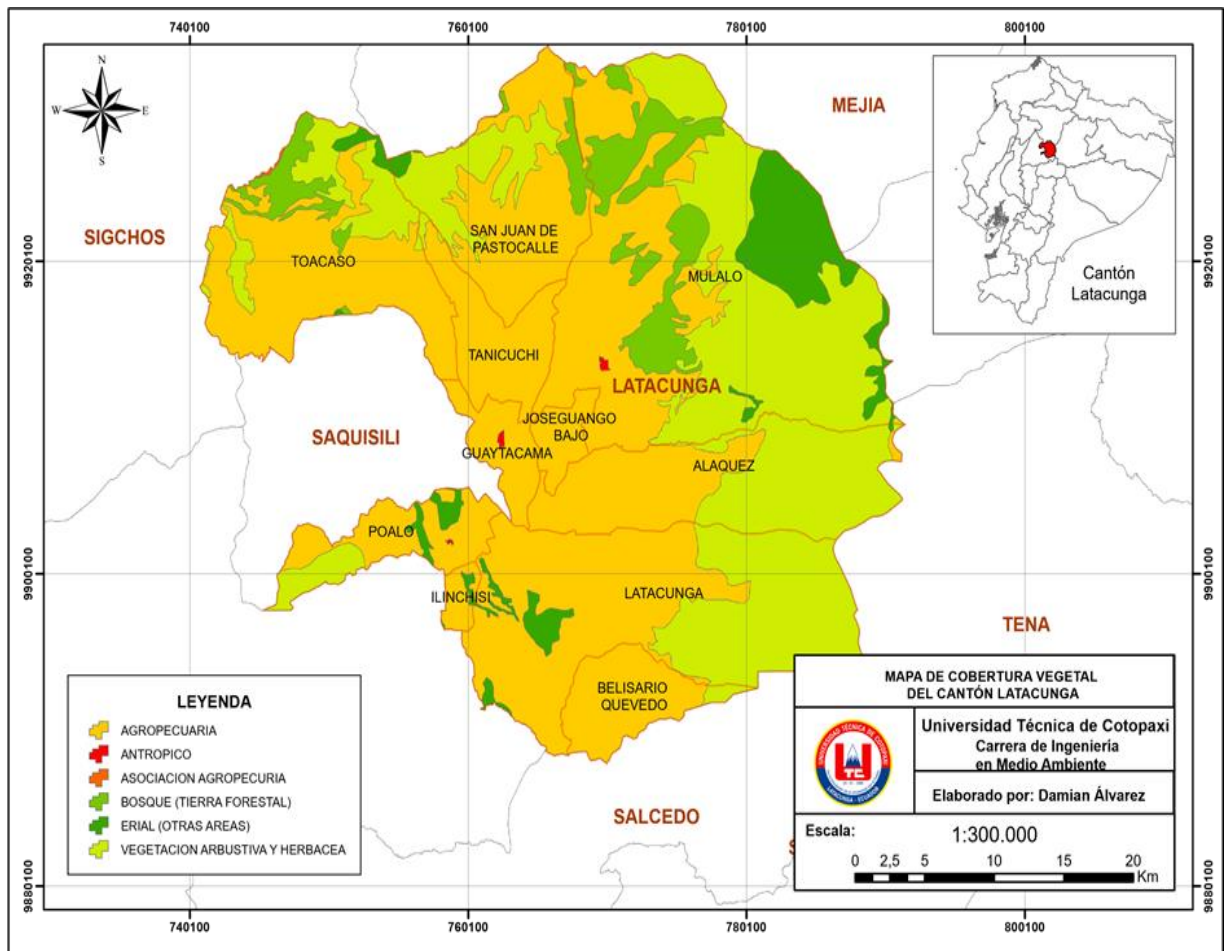
El tanque de reserva conjuntamente con el pozo de agua se encuentra situadas a 950 m del centro de la parroquia con una diferencia de 20 m del punto 1 y punto 2. El trayecto que dirige hasta el área de estudio es por medio de chaquiñanes que llegan a una ladera, donde hay gran presencia de insectos y árboles de eucaliptos. En la zona se puede observar las conexiones de tubería del pozo hasta el tanque de almacenamiento. Se puede divisar la caceta de control y tanque, las condiciones que se encuentran; el área de cada uno está rodeado por una cerca.

11.1.1. Cobertura Vegetal

En la parroquia San José de Poalo se ha identificado tres zonas agroecológicas donde existe una diferencia en los procesos ecológicos tanto de sistema agrícola, pecuario, alimentario y forestal. En la parte baja del territorio parroquial se puede encontrar cultivos (maíz, papaz, quinua, cebada, alfalfa, brócoli), en la parte media donde se encuentran las laderas se encuentra

pequeños lotes (cebada, arveja, papa, cebolla, arbustos y algo de vegetación nativa) y en la parte alta de la comunidad existe laderas cubiertas de pajonal.

Ilustración 15 Cobertura Vegetal



Elaborado: Erick Álvarez

11.2. Análisis de la Calidad del Agua

Con los análisis Físico-Químico y microbiológico realizados por el laboratorio ALS CORPLABEC S.A, y la comparación con la norma técnica ecuatoriana INEN 1108, se pudo determinar que los parámetros Coliformes fecales en la vertiente Soltero Guayco (Tabla 20) y arsénico en el pozo de agua (Tabla 21) superan los límites máximos permisibles establecidos en la normativa.

Tabla 20*Caracterización del Agua de Consumo de Origen Superficiales*

Parámetro	Unidades	Vertiente Soltero Guayco	Máximos Permisibles INEN 1108
Alcalinidad	Mg/L	No aplica	No aplica
Arsénico	Mg/L	0.009	0.01
Cadmio	Mg/L	<0.000010	0.003
Color aparente	Pt-Co	<5.51	15
Coliformes Fecales	NMP/100	5,1	<1.1
Nitratos	Mg/L	2,27	50
Nitritos	Mg/L	<0.010	3.0
Magnesio	Mg/L	17,8	No aplica
Manganeso	Mg/L	<0.05	No aplica
Potencial Hidrogeno	U Ph	7.29	No aplica
Plomo	Mg/L	<0.00010	0.01
Sulfatos	Mg/L	14.1	No aplica
Turbidez	NTU	<4.0	5
Hierro	Mg/L	<0.20	No aplica
aluminio	Mg/L	<0.25	No aplica

Fuente: ALS CORPLABEC S.A**Adaptado:** Erick Álvarez

Tabla 21*Caracterización del Agua de Consumo de Origen Subterráneo*

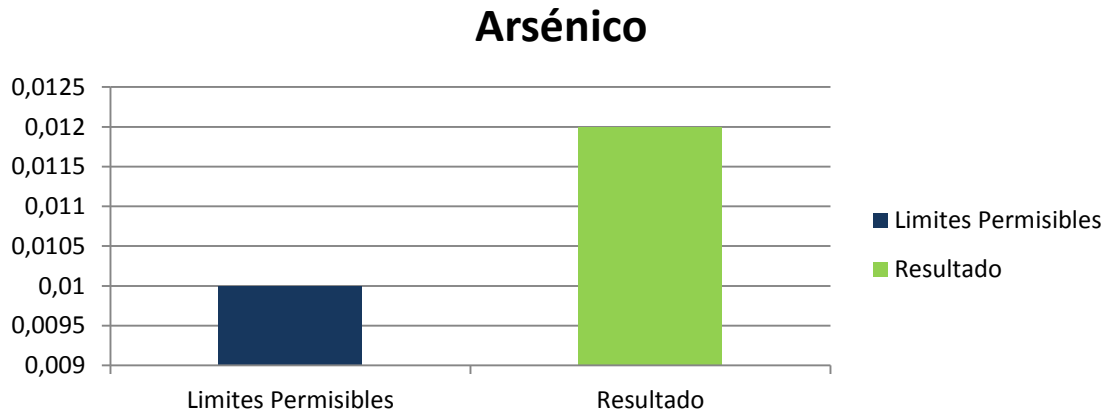
Parámetro	Unidades	Agua pozo	Máximos Permisibles
Alcalinidad	Mg/L	255.1	No aplica
Arsénico	Mg/L	0.012	0.01
Cadmio	Mg/L	<0.000010	0.003
Color aparente	Pt-Co	<5.51	15
Coliformes Fecales	NMP/100	<1.1	<1.1
Nitratos	Mg/L	14.20	50
Nitritos	Mg/L	<0.010	3.0
Magnesio	Mg/L	24.7	No aplica
Manganeso	Mg/L	<0.05	No aplica
Potencial Hidrogeno	U Ph	7.91	No aplica
Plomo	Mg/L	<0.00010	0.01
Sulfatos	Mg/L	192.2	No aplica
Turbidez	NTU	<4.0	5
Hierro	Mg/L	<0.20	No aplica
aluminio	Mg/L	<0.25	No aplica

Fuente: ALS CORPLABEC S.A**Adaptado:** Erick Álvarez

11.2.1. Esquemas de comparación con la normativa vigente.

Ilustración 16

Niveles del Metaloides

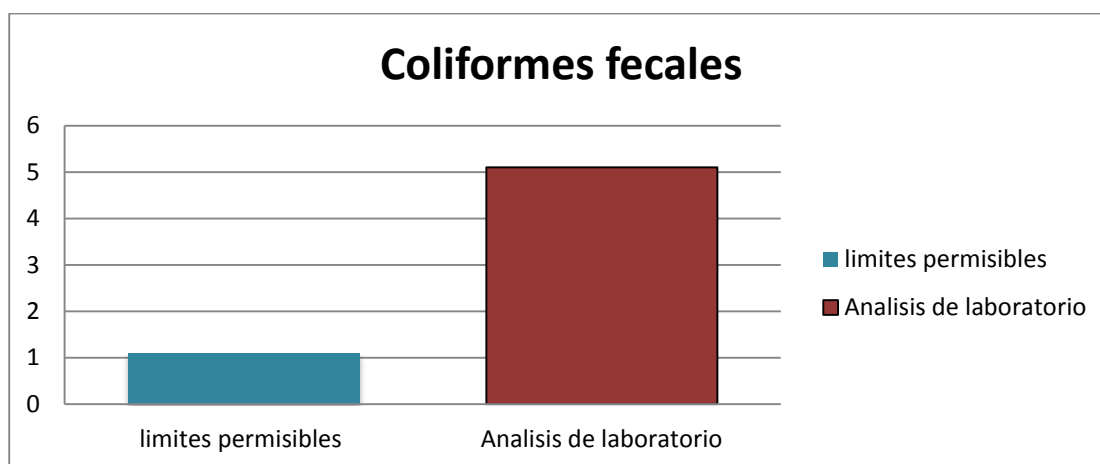


Elaborado por: Erick Álvarez

En el gráfico de barras se puede observar los niveles de concentración de arsénico que presenta el agua de pozo siendo de 0,012 mg/L, el mismo que se encuentra fuera de los límites permisibles, establecido por el Instituto de Normalización Ecuatoriana INEN 1108.

Ilustración 17

Niveles De Contaminación Fecal



Elaborado por: Erick Álvarez

En el gráfico de barras se puede observar los niveles de concentración de Coliformes Fecales que presenta la vertiente Soltero Guayco siendo 5,1 NMP/100, el mismo que se encuentra fuera de los límites permisibles, establecido por el Instituto de Normalización Ecuatoriana INEN 1108.

11.3. Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento Potabilizadora

Para el tratamiento de agua cruda que abastece a la población poalence se determinó un proceso de aireación por bandejas, filtración rápida y desinfección, que permitirán la reducción, eliminación del arsénico y coliformes fecales.

11.3.1. Normativa de Ley Orgánica de Recursos Hídricos

El agua de consumo que abastece a la parroquia San José de Poalo proviene de una fuente superficial y una subterránea, lo emito por la normativa de Ley Orgánica de Recursos Hídricos, cada fuente cuenta con un caudal de abastecimiento con el siguiente porcentaje.

Tabla 22

Caudal de Abastecimiento

Fuente	Porcentaje
Vertiente Soltero Guayco	2.93 l/s
Pozo de Agua	0.80 l/s
Caudal de abastecimiento	3,7 l/s

Elaborado: Erick Álvarez

11.3.2. Población Futura

$$Pf = P_A(1+r)^n$$

$$Pf = P_A(1+r)^n$$

$$Pf = 1100ha (1+0.01)^{25}$$

$$Pf \approx 1410 \text{ habitantes}$$

11.3.2.1. Caudal Medio de Dotación

$$Qm = Pf * D$$

$$Qmd = 1410ha * 120 \frac{l}{ha \cdot día} * \frac{1día}{86400 \text{ seg}}$$

$$Qmd \approx 1,9 \frac{l}{s} * 2 = 3,8 \frac{l}{s}$$

El caudal obtenido con esta metodología de cálculo es similar al concedido por Ley Orgánica de Recursos Hídricos, que plantea un caudal de $3,7 \frac{l}{s}$ procedentes de la vertiente Soltero Guayco con un caudal de 0,80 l/s y de la fuente de agua de pozo con un caudal 2,93l/s.

11.3.2.2. Caudal Máximo Diario

$$QMD = Qmd * KMD$$

$$QMD = 3,8 \frac{l}{s} * 1.25$$

$$QMD \approx 4.7 \frac{l}{s}$$

11.3.2.3. Caudal Máximo Horario

$$QMH = FM * QMD$$

$$QMH = 2.5 * 3.8 \frac{l}{s} = 9.5 \frac{l}{s}$$

Por lo tanto, las necesidades de consumo de agua en la comunidad de San José de Poaló serán cubiertas por un periodo de 25 años, con una proyección poblacional futura de 1410 habitantes.

11.3.2.4. Caudal de Diseño

$$Q_B = QMD * N^{\circ}h$$

$$Q_B = 4,7 \frac{l}{s} * \frac{24h}{1día} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{3600 s}{1h}$$

$$Q_B \approx 406,08 \frac{m^3}{día}$$

En 24 horas de bombeo tiene un caudal de diseño aproximado de $406,08 \frac{m^3}{día}$.

11.3.2.5. Caudal de Captación y Conducción

$$Q_{capt} = 1,2 * QMD$$

$$Q_{capt} = 1,2 * 4,7 \frac{l}{s}$$

$$Q_{capt} \approx 5,6 \frac{l}{s}$$

El caudal de captación puede ser utilizado como caudal de conducción de acuerdo a la metodología emplea por (Vásquez Solís, 2013).

$$Q_{conducción} = 5,6 \frac{l}{s}$$

Fuente de abastecimiento

Q_{abast} = caudal de la fuente de abastecimiento l/s

QMD= caudal máximo diario 4,7 l/s

$$Q_{abast} = 2veces * QMD$$

$$Q_{abast} = 2 * 4,7 \frac{l}{s} = 9,4 \frac{l}{s}$$

11.3.2.6. Caudal de Planta de Tratamiento

$$Q_{trat} = 1,10veces * QMD$$

$$Q_{trat} = 1,10veces * 4,7 \frac{l}{s}$$

$$Q_{trat} \approx 5,17 \frac{l}{s}$$

11.3.2.7. Volumen de Regulación

$$Vr = 0,25 * QMD$$

$$Vr = 0,25 * 3,8 \frac{l}{s}$$

$$Vr \approx 0,95 m^3$$

11.3.2.8. Red de Distribución

$$Q_{dist} = QMH$$

$$Q_{dist} = 9,5 \frac{l}{s}$$

11.3.3. Distribuidos Hidráulico

El distribuidor hidráulico es un tubo ranurado PVC de 2" de 95cm de longitud, de igual manera se puede realizar orificios de $\frac{1}{2}$ " y separación cada 3cm en un largo de 94 cm el fluido cae directamente a las bandejas del aireador entrando en contacto con el medio de adsorción.

11.3.4. Torre de Aireación

Para el diseño de la torre de aireación se consideró las especificaciones técnicas de la normativa.

11.3.4.1. Área Total del Aireador

$$5,17 \frac{l}{s} = \frac{3600s}{1h} \times \frac{24h}{1dia} \times \frac{1m^3}{1000l} = 427,68 \frac{m^3}{dia}$$

$$At = \frac{QD}{Ch}$$

$$At = \frac{427,68 \frac{m^3}{dia}}{500 \frac{m^3}{m^2 \cdot dia}}$$

$$At \approx 0,89 m^2$$

11.3.4.2. Área de Cada Bandeja

La forma de las bandejas será cuadrada y el área será el resultado de multiplicar lado por lado.

$$A_{bandeja} = l * l = l^2$$

$$l^2 = 0,89m^2$$

$$l = \sqrt{0,89m^2}$$

$$l \approx 0,94m \leftrightarrow 94cm$$

11.3.4.3. Orificios de Bandejas

Para determinar el número de orificios se utilizan los siguientes criterios, 0,5cm separados en 2,5cm entre sí, empleando la siguiente expresión mencionado en (Guerrero Bermeo, 2015).

$$N = \frac{74 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm}}{0,5 \text{ cm} + 2,5 \text{ cm}}$$

$$N \approx 23$$

11.3.4.4. Área Total de Orificios

Para determinar el área total de orificios se emplea 0,5cm de diámetro mencionado en (Guerrero Bermeo, 2015).

$$A_o = \frac{\pi(D_o)^2}{4} N_f * N_c$$

$$A_o = \frac{3.14(0.05m)^2}{4} 23 * 23$$

$$A_o = 0,00103m^2 \leftrightarrow 1,03mm$$

11.3.4.5. Ultima Bandeja de la Torre

La última bandeja de la torre de aireación será diferente en su interior, no contará con orificios, pero en su centro de gravedad tendrá una perforación de 3” que estará acoplado a un tubo PVC de la misma magnitud, permitiéndonos el paso del caudal hasta la fase de filtración, sus funcionamientos serán por el interior del tanque.

$$\text{Centro de gravedad} = \frac{b}{2}$$

$$\text{Centro de gravedad} = \frac{0.94}{2} = 0.47m - 47cm$$

11.3.4.6. Tiempo de Exposición

El tiempo de exposición que habrá entre el agua y con el medio de contacto:

$$teA = \sqrt{\frac{2 \times H \times N_b}{g}}$$

$$teA = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 5}{9.8}} = 1.4 \text{ segundos}$$

11.3.5. Filtración

Para determinar el volumen del filtro se debe considerar una planta fisicoquímica de $5m^3$ donde se realiza proceso de tratamiento; al tanque de mezclador rápido 5%, coagulación-floculación 20%, sedimentación 60%, filtración 15%. De tal manera que por cada litro de agua se estable un valor de 1.5 m. teniendo presente un caudal de 5,17 dándonos un volumen a proyectar de $7.75m^3$.

11.3.5.1. Filtro Rápido

11.3.5.1.1. Volumen

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 3m$$

$$V = 9.42m^3$$

11.3.5.1.2. Área

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{9.42m^3}{3m}$$

$$A = 1m^2$$

11.3.5.1.3. Radio

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

$$r = \sqrt{\frac{3.14}{3.14}} 1m$$

11.3.5.1.4. Diámetro

$$d = r * 2$$

$$d = 1 * 2$$

$$d = 2m$$

11.3.5.1.5. Perímetro

$$P = 2 * \pi * r$$

$$P = 2 * 3.14 * 1m$$

$$P = 6.28m$$

11.3.5.1.6. Tiempo de Retención Hidráulica

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

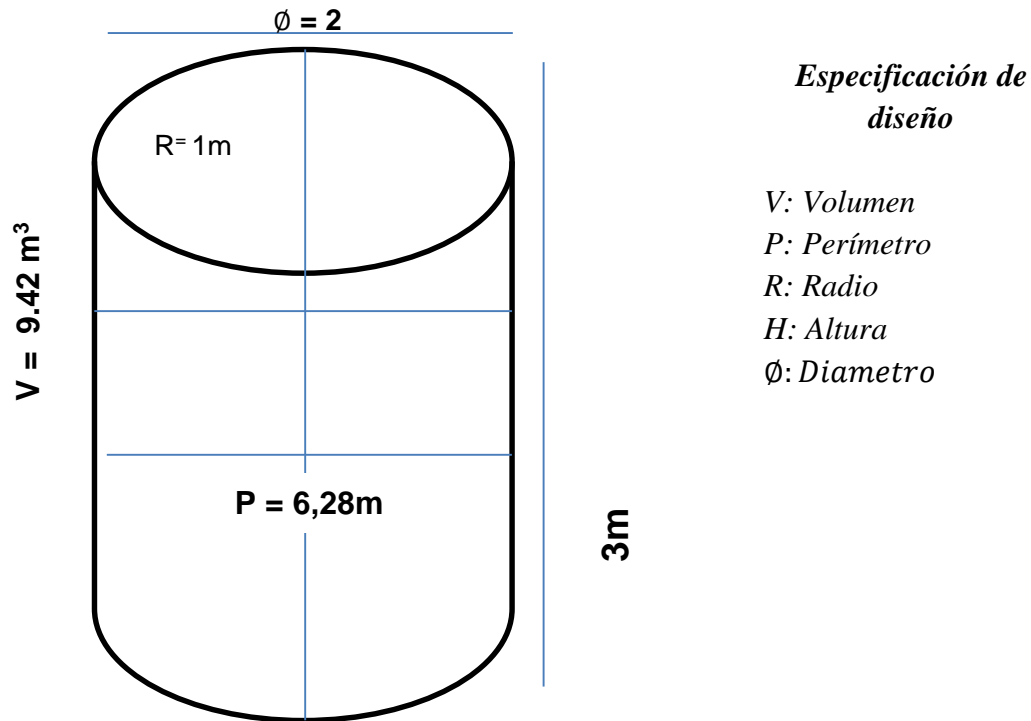
$$TRH = \frac{9.42m^3}{18,6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.42H$$

$$0.50H = \frac{60min}{1H} = 30minutos$$

Transformación

$$517 \frac{l}{s} = \left[\frac{1m^3}{1000l} \right] \left[\frac{3600s}{1h} \right] = 18,6 \frac{m^3}{h}$$



11.3.5.2. Medio Filtrante

El medio de filtración múltiple contará con varias capas de medio de contacto que permitirán un mejor tratamiento.

La primera capa del tanque de filtración es el agua que se almacena en el fondo del tanque a una altura de 60cm la que procede del proceso de aireación mediante un tubo de 3" que está conectada a la torre de aireación.

11.3.5.2.1. Agua Almacenada en el Filtro

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.6m$$

$$V = 1.88m^3 = 188cm^3$$

Tiempo de Retención Hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{1.88m^3}{18,6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.10h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 6min$$

11.3.5.2.2. Capa de Piedra de Rio

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.4m$$

$$V = 1,256m^3 = 125.6cm^3$$

Tiempo de Retención Hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{1,256m^3}{18.6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.06h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 3.6 min$$

11.3.5.2.3. Capa de Grava

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.25m$$

$$V = 0.785m^3 = 78.5cm^3$$

Tiempo de Retención Hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{0.785m^3}{18,6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.042h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 2.52 \text{ min}$$

11.3.5.2.4. Capa de Arena Sílice

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.35m$$

$$V = 1.099m^3 = 109.9cm^3$$

Tiempo de retención Hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{1.099m^3}{18.6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.059h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 3.54 \text{ min}$$

11.3.5.2.5. Capa de Greensand

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.15m$$

$$V = 0.471m^3 = 47.1cm^3$$

Tiempo de Retención Hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{0.471m^3}{18.6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.025h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 1.5 \text{ min}$$

11.3.5.2.6. Capa de Arena Sílice

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.15m$$

$$V = 0.471m^3 = 47.1cm^3$$

Tiempo de Retención Hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{0.471m^3}{18,6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.025h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 1.5 \text{ min}$$

11.3.5.2.7. Capa de Carbón Activado

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.30m$$

$$V = 0.942m^3 = 94.2cm^3$$

Tiempo de Retención Hidráulico

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{94.2m^3}{18,6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.050h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 3 \text{ min}$$

11.3.5.2.8. Capa de Agua Superior

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.50m$$

$$V = 1.57m^3 = 157cm^3$$

Tiempo de Retención Hidráulico

$$TRH = \frac{1.57m^3}{18,6 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 0.084h \left[\frac{60min}{1h} \right] = 5.06 \text{ min}$$

11.3.5.2.9. Capa de Aire Superior

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * 1m^2 * 0.25m$$

$$V = 0.785m^3 = 78.5cm^3$$

El tiempo de retención hidráulico que se determinó en el tanque de filtración desde que entra y pasa por el lecho filtrante hasta la salida, fue de 26 minutos con 8 segundos sin considerar la capa de aire que tiene un espesor de 25cm, se debe considerar que el tiempo de retención hidráulico determinado en el filtro fue de 30 minutos.

Tabla 23*Composición del Filtro*

Parámetro	Altura	TRH	Diámetro
capa de aire	0.25m – 25cm		
Capa de agua superior	0.50m - 50cm	5 minutos con 6 segundos	
Carbón Activado	0.30m – 30cm	3 minutos	2mm-15cm
Arena sílice	0.15m-15cm	1 minuto 5 segundo	1.5 - 2 mm
Greensand	0.15m – 15cm	1 minuto 5 segundo	1 - 1.5 mm
Arena sílice	0.35m – 35cm	3 minutos con 54 segundo	1.5 – 2 mm
Grava sílice	0.25m – 25cm	2 minuto con 52 segundos	2 -3 -6 mm
Piedra de rio	0.40m – 40cm	3 minutos con 6 segundo	3 – 6 mm
Agua entrante	0.60m – 60cm	6 minutos	

Elaborado: Erick Álvarez

11.3.5.2.10. Separación de la Capa de Agua y la Capa de Piedra de Rio

Sera mediante una plancha de acero naval que separa el medio de contacto con el agua almacenada, las mismas que se encontraran ranuradas en toda su área para el paso del flujo de agua por gravedad.

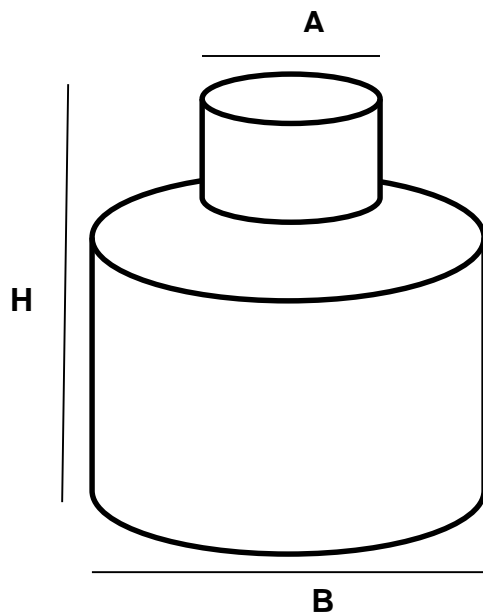
$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.14 * r^2 * 0.0015m = 0.00471m^3 - 4.71mm$$

11.3.6 Desinfección

El proceso de desinfección se realizará mediante cloro residual (hipoclorito) que se colocará en un tanque tipo botella de 250 litros.

Ilustración 18 Tanque Mezclador



Tanque de 250 L	
A	550 mm - 55cm - 0.55m
B	695 mm - 69.5cm - 0.695m
H	880mm - 88cm - 0.880m

11.3.6.1. Concentración de Cloro Mezclada en el Agua

$$P = \frac{D * V}{\% * 10}$$

$$P = \frac{2.5l * 250L}{5 \% (10) * 10}$$

$$P = 1.25 \text{ gramos}$$

11.3.6.2. Cantidad de Cloro Líquido que se Agrega

$$V = \frac{C * V}{C\%}$$

$$V = \frac{5 * 250L}{50000} = 0.025l$$

11.3.7. Tuberías

12.3.7.1. Tubería de Ingreso

Esta tubería estará conectada al tanque de almacenamiento de donde procederá el agua a cruda, se instalará una tubería de 3” PVC que conectará hasta el sistema del distribuidor hidráulico por donde saldrá el flujo, con una caída lluviosa hacia la torre de aireación.

11.3.7.2. Tubería de Conexión

La tubería que conecta al sistema de aireación con el tanque de filtración estará colocada en el centro de la última bandeja y permitirá la circulación del flujo de agua, la dimensión de la tubería debe ser de 3” PVC.

11.3.7.3. Tubería de 3”

Se seleccionó esta dimensión de tubería, si fuera de menor magnitud produjera bolsas o burbuja de aire que puede producir que se tapone la tubería ocasionando un desborde. Por lo tanto, la tubería de 3” no formaría el colchón de aire.

11.3.7.4. Válvula y Tubería de Retro lavado

Esta válvula estará ubicada en la parte posterior de la tubería de salida a unos 10 cm de la base. Estará acoplada a un neplo de acero carbón de 3” con el tanque, permitirá controlar el flujo al momento del retro lavado.

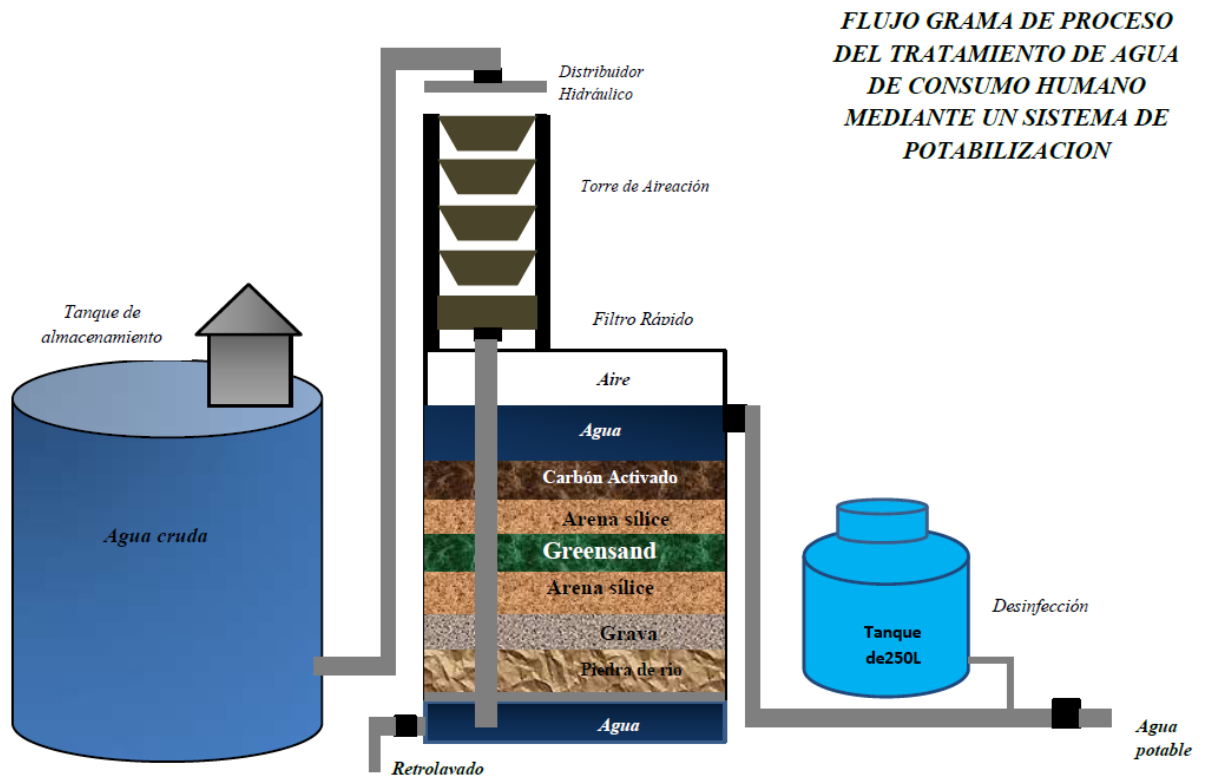
Esta válvula de limpieza debe estar abierta la primera vez de funcionamiento del sistema, al momento del paso del agua de la torre de aireación hasta el tanque de filtración para desfogar todo el aire que se quedó en el tanque, posteriormente se procede a cerrar.

11.3.7.5. Tubería de Salida del Filtro

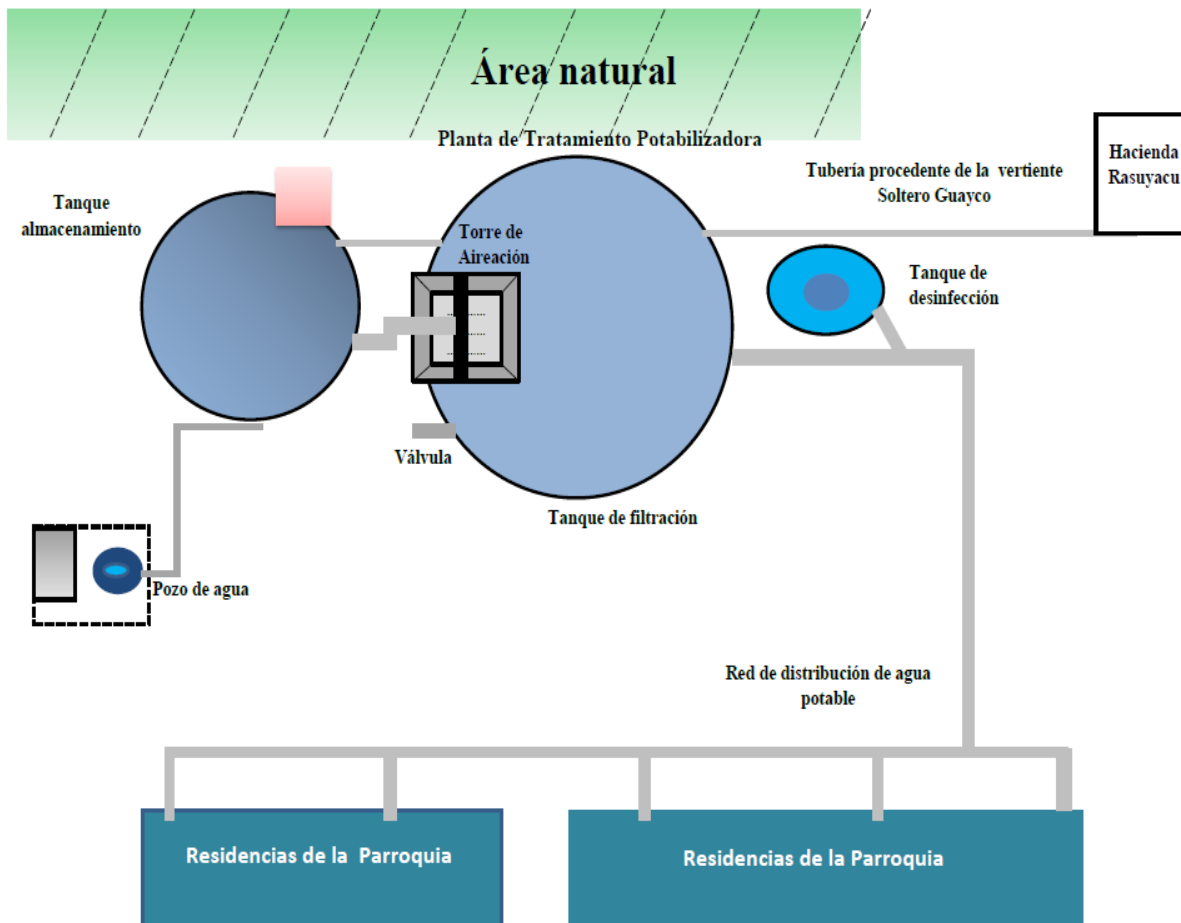
La tubería de salida del filtro estará ubicada a 25cm de la parte superior del filtro y 2.75m de la parte inferior del filtro, donde se colocará una tubería de 3" conjuntamente con un sistema de accesorios que permita llegar hasta la fase de desinfección.

Ilustración 19

Flujo grama de Procesos



Elaborado: Erick Álvarez

Ilustración 20*Área del Proyecto Vista Superior***Elaborado:** Erick Álvarez

12. IMPACTOS

El presente proyecto tiene la finalidad de proponer un diseño de planta de tratamiento que aporte a la solución de la problemática presente en la Parroquia San José de Poalo, además durante su ejecución tendrá distintos impactos tanto el en ámbito económico, social y ambiental de manera positiva como negativa.

12.1. Impacto Ambiental

En el ámbito ambiental como todo tipo de construcción tiene distintos aspectos negativos hacia los elementos (aire, agua, suelo, flora y fauna) donde se establece el proyecto, en este caso en la fase de construcción se generará degradación del suelo, altos grados de decibeles, emisión de gases y más, mismo que afectan a la flora y fauna aledaña y algunos moradores que habitan cerca.

12.2. Impacto Social

Se produce gran impacto positivo debido a que con el proyecto se generará empleo durante la construcción de la planta, así como el uso de transporte para traslado de materiales, por otra parte, dinamiza la economía de la parroquia pues en el tiempo de construcción los restaurantes, tiendas ferreterías y más serán beneficiados por las ventas al personal de construcción durante la obra. Pero el impacto más grande es que con la puesta en marcha de la planta se mejorará la calidad del agua y por ende disminuirá el riesgo de enfermedades en la población y así mejoran su la calidad de vida.

13. CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de las técnicas de observación y entrevista realizada a las autoridades de la junta administrativa del agua potable de la parroquia San José de Poalo, se estableció que las fuentes de abastecimiento de agua de consumo humano para la parroquia, proviene de la vertiente Soltero Guayco de la parroquia Toacaso y la fuente procede de un pozo de agua ubicado a 105m de profundidad, cuya agua se emplea para consumo humano sin ningún tratamiento previo.
2. Según la normativa INEN 1108 para agua potable los parámetros arsénicos con 0,012 mg/l y Coliformes fecales con 5,1 NMP/100 superan los límites máximos permisibles produciendo contaminación al recurso y poniendo en riesgo la salud de la población.
3. Se concluye que el diseño apropiado para la planta potabilizadora de agua, requiere de etapas de aireación empleando una torre a una altura de 2m con 5 bandejas que en su base tendrán orificios de $0,001\text{m}^2$, el tanque de filtración poseerá un volumen de $9,42\text{m}^3$; con 6 capas de medio filtrante un TRH de 27 minutos. Para la desinfección del agua se aplicó 0,025l de hipoclorito de sodio en un tanque de 250L, al mezclarse con el agua genera una concentración de 1,3g de hipoclorito de sodio.

14. RECOMENDACIONES

1. En la captación de la vertiente Soltero Guayco, se recomienda realizar un cerramiento de 15 m de diámetro, para evita el ingreso de ganado vacuno, y solucionar el parámetro de los coliformes fecales
2. Como medio de adsorción se recomienda utilizar carbón vegetal o piedra pómez, ya que son biodegradables y no contaminan al ambiente.
3. Al implantar este diseño en la parroquia San José de Poalo para mejorar las condiciones del agua de consumo, se recomienda un área de 6mx6m para establecer la planta de tratamiento compacta.
4. Capacitar al personal operativo, para un control, manejo y mantenimiento de la planta de tratamiento, para su óptimo funcionamiento.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Ada Barrenechea Martel. (2018). partículas coloidales. En *Sistemas de tratamiento*. Colombia: Universidad Tecnica de Cartagena. Recuperado el 10 de 09 de 2020
- Adrian, B. (2016). Proceso natural y artificial. En *Oxigenación del agua*. Colombia: Universidad Tecnica de Bogota. Recuperado el 20 de 06 de 2020, de Reposito.
- Alarcón. (2014). Arsénico en las aguas continentales subterráneas. En *Centro de Investigacion en Materiales Avanzados* (pág. 9). España, Argentina, Mexico: Universidad de Castilla.
- Alvear, Leon. (2016). coliformes Fecales. En *En eliminación de coliformes totales y fecales de aguas crudas mediante electro-oxidación*. Colombia: Universidad EAFIT.
- AWWA. (2012). Calidad y tratamiento del agua. En *Procesos de tratamiento del agua*. U.S.A: American Water Works Association.
- Barrantes. (2013). Contaminantes en el agua. En *Contaminación fecal del agua superficial de la microcuenca del río Purires, Costa Rica, 2010-2011*. Caracas: Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología. Recuperado el 18 de 2020
- Bisbal, R. (2015). Medio de filtracion para el tratamiento de agua. En *Evaluación de las características y propiedades* (págs. pp. 95-110, 2015). Facultad de Ingeniería U.C.V., Vol. 30, N° 3. Obtenido de <http://ve.scielo.org/pdf/rfiucv/v30n3/art10.pdf>
- Bundschuh. (2013). *Ready*. Recuperado el 20 de 12 de 2020, de Salud de la poblacion.
- C.E.C. (2014). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. En *Codigo Ecuatoriano de construccion*. Ecuador: Subsecretaria de saenamiento ambiental. IOSS, SENAGUA.
- Camacho-Cursio, D. F. (2008). Efectos en la salud. En *Reduccion de arsenico en agua de uso de un metodo domestico*. Argentina: Universidad Tecnologica Nacional UTN.
- Carbotecnia. (10 de 12 de 2019). Purficacion del agua. En *medios de tratamiento*. Mexico: <https://www.carbotecnia.info/producto/medio-filox-fierro-y-manganeso/>. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de <https://www.carbotecnia.info/producto/medio-filox-fierro-y-manganeso/>
- Carrizo, J., & Saabedra, M. (2011). carbon activado . En *Propiedades adsortivas de un carbón activado*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carrizo, S. M. (2010). *Propiedades adsortivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo*. Recuperado el 20 de 07 de 20, de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000300007

- Castro de esparza. (24 de 06 de 2014). Concentracion del arsenico. En *Remoción del arsénico en el agua para bebida y biorremediación de suelos*. Mexico: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS-SB/SDE/OPS). Recuperado el 16 de 07 de 2020, de International Congress: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/remocion-agua.pdf>
- Castro, G. (2015). contaminacion con arsenico. En *Nivel de contaminacion de metales y arsenico en aguas residuales y suelos en la subcuenca del alto balsas en Tlaxcala y puebla* (págs. 335-348). Revista internacional de contaminacion ambiental, <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.02.06>.
- CEPAL. (2016). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. En *El proceso de la formulacion de la politica y estrategia de manejo de los recursos hidricos en el Ecuador*. Quito-Ecuador: Revista Induambiente, Asociacion Mundial del Agua.
- Cumbal. (2012). Recursos Hidricos Ecuador. En *Contaminacion del agua*. Ecuador: Secretaria del Agua . Recuperado el 20 de 12 de 2020, de Recurso Hidrico en el Ecuador.
- Diatomeas. (2017). determinacion filtrante. En *Tierra de Diatomeas*. Diamoteas siberia, <https://diatomeasiberia.com/tierra-de-diatomeas/>.
- Diseprosa. (2017). *Planta de tratamiento potabilizadora*. Madrid-España: Diseño y Proyectos de residuos.
- Eadic. (2017). planta potabilizadora. <https://www.eadic.com/comunidad-eadic/>.
- ENCA. (2016). Calidad del agua . En S. d. potable, *Estrategia Nacional de Calidad del Agua* (pág. 43). Quito- Ecuador: Secretaria de Agua.
- Fernandez, F. (2012). Meteorología y climatología. En *Aspecos generales* (pág. 6.9). Revista de Estadística y Sociedad.
- Figueroa, S. (2018). Desinfeccion del agua. En *El hipoclorito y el cloro*. Mexico: Universidad de Guanajuato, <https://www.ugto.mx/eugreka/contribuciones/262-el-hipoclorito-y-el-cloro-dos-tipos-de-cuidado>. Recuperado el 15 de 12 de 2020, de <https://www.ugto.mx/eugreka/contribuciones/262-el-hipoclorito-y-el-cloro-dos-tipos-de-cuidado>
- Garcia, A. (2016). Plantas Potabilizadoras de Agua. En *Abastecimiento de agua*. Tijuana, Baja california: Instituto Tecnológico de Tijuana, https://www.academia.edu/28321162/Plantas_Potabilizadoras_de_Agua.
- Garcia.M. (2012). contaminacion del agua . En *Vol. II Personal Laboral de la Comunidad Autonoma de madrid*. España: Temario Especifico (S. L. Editorial Mad Ed.).
- Gavilanes Carrillo, M. (2015). Plantas potabilizadoras. En *Diseño de una planta potabilizadora de agua para la zona urbana del cantón guano provincia de chimborazo*. Escuela Politecnica de Chimborazo. Recuperado el 12 de 09 de 2020

- Guerrero Bermeo, V. G. (01 de 12 de 2015). Sistema de aireacion. En *Diseño definitivo de la alternativa óptima de una planta de tratamiento de agua potable ubicado en la región costa*. Machala: Universidad De Machala. Recuperado el 16 de 07 de 2020, de Repositorio UTMACH.
- Humanos, D. d. (2012). Resumen de Salud Pública. En *Determinacion de minerales y metales contaminantes en el agua* . Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
- INEC. (2010). Datos poblacionales de Cotopaxi. En *Fascículo Provincial Cotopaxi*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INEN. (13 de 09 de 2014). Determinacion de la calidad de agua . En *Instituto de Normalizacion Ecuatoriano*. Ecuador : Subsecretaria de Saenamiento, Ambiental, Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias,Secretaria del Agua. Recuperado el 2020
- Lippman. (2013). Human Exposures an their health effects. En *Environmental toxicants*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- OMS. (2012). La importancia del cloro en el agua . En *Medición del cloro residual*. Organizacion Mundial de la Salud . Recuperado el 12 de 01 de 2021, de <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>
- Orozco, L. (2012). *Sistemas de dosificacion*. Recuperado el 10 de 08 de 2020, de Reposito.
- Ortiz, D. (2018). Sistemas de filtracion. En *Diseño de un filtro potabilizador ecológico*. Revista lasallista de investigación-Vol. 15.
- Pacheco, H., & Dias, N. (2018). Dosificador de cloro con bomba eléctrica. En *Manual de instalación, operación y mantenimiento*. Lima- Peru: Modelo de Saenamiento Basico Integral. Recuperado el 15 de 12 de 2020, de Manual de instalación.
- Perez, F. (2018). adsorcion . En *Abastecimiento de agua*. Colombia: Universidad Politecnica de Cartagena.
- Perez, J., & Urrea, M. (2018). Filtracion. En *Abastecimiento de agua*. Colombia: Universidad Politecnica de Cartegena. Recuperado el 2020, de http://ocwus.us.es/arquitectura-e-ingenieria/operaciones-basicas/contenidos1/tema6/pagina_08.htm/skinless_view
- Porras, D. (2018). *Monitoreo del agua*. Latacunga.
- Ramon, M. (2017). composicion de medios cabonatados. En *Minerales carbonatados*. España-Valencia: Universidad de Valencia.
- Ramos. (2018). Calidad del agua. En *Calidad del agua y su control*. España: Universidad de Castilla, Escuela de ingenieros del camino,canales y puertos de la ciudad. Recuperado el 2020
- Redazione. (2019). Greensand. En *Come usare Greensand*. Generazionepost, <file:///C:/Users/DOCENTE/Zotero/storage/S5AVD3H8/come-usare-greensand-in-giardino.html>.

- Reina, S. &. (2012). *Recursos Hidricos*. Ecuador.
- Reyes, R. (2016). Toxicidad . En *Introduccion a la toxicologia*. Zaragoza : Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rios, A. &-B. (2017). contaminantes del agua de consumo. En *Patogeno e indicadores microbiologicos de calidad del agua para consumo humano*. Revista Facultad Nacional de Salud Publica, <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>. Recuperado el 01 de 12 de 2020, de Revista Facultad Nacional de Salud Publica: <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Rios, A. (2013). plantas potabilizadoras. En *Diagnostico de la planta de tratamiento de agua del municipio de guataquí cundinamarca. Guataquí cundinamarca: universidad distrital francisco jose de caldas*. Guanataqui Cundinamarca A: Univesidad distrital Francisco Jose de Caldas. Recuperado el 20 de 12 de 2020, de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7146/Rodr%EDguezTafurAnderssonDavid2017.pdf;jsessionid=551B9ED58FB40E0F06E3CC24287C77DD?sequence=1>
- Rocío Calle. (2017). *Contaminacion fecal*. Recuperado el 02 de 12 de 2020
- Rodriguez, Ortiz, Santos. (2018). Diseño de un filtro potabilizador ecológico para comunidades rurales, utilizando la Moringa Oleifera. *LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN–Vol. 15* , 118-130.
- Romero. (2017). Calidad del agua. En *Dureza del agua* . Colombia.
- Romero, J. (2011). Identificacion microbiologica. En *Purificacion del Agua 3.ed* (págs. 117-259). Mexico: Alfaomega grupo editor, S.A.
- Sandra Ríos. (2017). enfermedades microbilogicas . En *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*. Colombia : Revista de los Factores Nacionales de la Salud Pública.
- Segovia Cinthia. (2017). Lechos filtrantes. En *Filtracion* (pág. 25). Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- Sela, G. (2019). Sistema de desinfeccion. En *Desinfeccion del agua*. España: Cropaia, <file:///C:/Users/DOCENTE/Zotero/storage/54AW3L3X/la-desinfeccion-del-agua.html>.
- SENAGUA. (2014). Calidad del agua. En *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Secretaria del agua. Recuperado el 12 de 09 de 2020, de SENAGUA.
- Solsona, F. (2013). *Desinfeccion del agua*. Lima-Peru: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- SPIN Industrial. (2019). *Densifecion en linea*. Recuperado el 15 de 07 de 2020, de cloracion automatizada.

- Suarez Maritza. (2012). contaminacion fecal. En *Tendencia actual del estreptococo como indicador*. Cuba: Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Recuperado el 2020, de Contaminacion Fecal: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032002000100007
- Vásquez Solís, F. R. (2013). *Rediseño de la planta de tratamiento de aguapotable “chaquishca” de la ciudad de guaranda*. Recuperado el 12 de 09 de 2020, de Repositorios ESPOCH.
- Vizcaino, E. (2015). Composicion de la zeolita. En *Identificación y caracterización de la zeolita natural*. Peru: Universidad tecnica de Peru.
- Zuñiga Maldonado, E. L. (2015). Caracteristicas del agua. En *Determinacion de los parametros del agua*. Quito: Escuela politecnica nacional.

16. ANEXOS

Anexo 1

Tabla de Presupuesto

Parámetro	Valor Unitario	Valor Total
<i>TORRE DE AIREACIÓN</i>		
Tol 1.20 Acero Carbón (negro), incluido ángulos	400	400
Carbón coke 50kg	80	80
<i>FILTRACIÓN</i>		
2 planchas de 1,50m	400	800
2 Tubo 3" PVC 128 MPA	30	60
Arena filtrante ¼	50	50
Carbón activado m ³	80	80
Greensand	80	80
<i>DESINFECCIÓN</i>		
Tanque 250L	100	100
Válvulas de media pulgada PVC	5	5
2 Neplos corridos 8cm	0.90	1.80
1 tubo de media pulgada	1,50	1,50
Codo de media pulgada PVC	0.30	0,30
<i>EXTRAS</i>		

Electrodos	50	50
Grata para limpieza de tanque	25	25
2 Tarros de pintura Epoxica grado alimento	100	200
3Valvulas 3"	20	60
6 codos 3"	5	30
Teflón y pega	20	20
Adaptadores machos 3"	10	10
2neplos 3" x10cm acero carbón grosor celula40	10	10
2 tubos 1.1/4 2mm redondo de 2 m	17	17
Pintura anticorrosiva	5	5
Monto Total	\$ 1489,7	\$ 2010,6

Elaborado: Erick Álvarez

Anexo 2*Curriculum Vitae***UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI****DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** MOGRO CEPEDA**NOMBRES:** YENSON VINICIO**ESTADO CIVIL:** CASADO**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0501657514**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** Dos**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Latacunga 22 de febrero de 1968**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Urbanización San Gregorio Calle los Arupos casa N° 2**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 2818520 **TELÉFONO CELULAR:** 0987061018**EMAIL INSTITUCIONAL:** vinicio.mogro@utc.edu.ec**TIPO DE DISCAPACIDAD:** NINGUNA**# DE CARNET CONADIS:****ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	Ing. Civil	29-04-2004	1005-04-499276
CUARTO	Diplomado En Didáctica de la Educación Superior	2016-05-31	1020-2016-1683494
CUARTO	Maestría En Gestión de la Producción	29-10-2007	10020-07-668518

HISTORIAL PROFESIONAL**UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:** CAREN**ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:** CIENCIAS**FECHA DE INGRESO A LA UTC:** Abril – septiembre 2001

HOJA DE VIDA DEL ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

Nombres: Erick Damián Álvarez Bustillos

Fecha de nacimiento: 24 de septiembre de 1996

Lugar de nacimiento: La matriz-Latacunga-Cotopaxi

Estado civil: soltero

Edad: 24 años

Numero de cedula: 172535207-2

Dirección: Joaquín Borja en la parroquia San José de Poalo-Latacunga

Teléfono celular: 0984521479

Email: erick.alvarez2072@utc.edu.ec -- eral1996@hotmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

Instrucción primaria: Escuela Republica del Brasil

Instrucción secundaria: Colegio Experimental Amazonas

Instrucción superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TITULO OBTENIDO

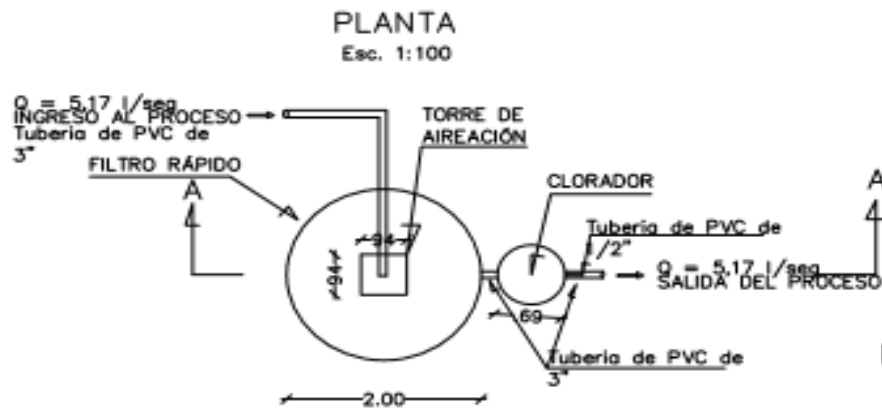
Bachillerato: Ciencias Generales

CURSANDO

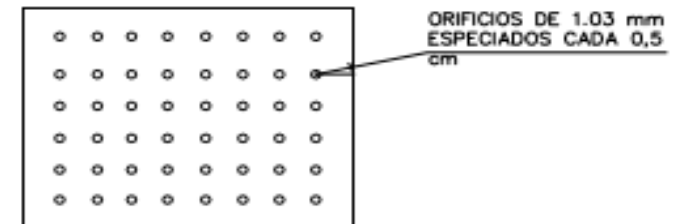
Especialidad: Ingeniería de Medio Ambiente

Anexo 3

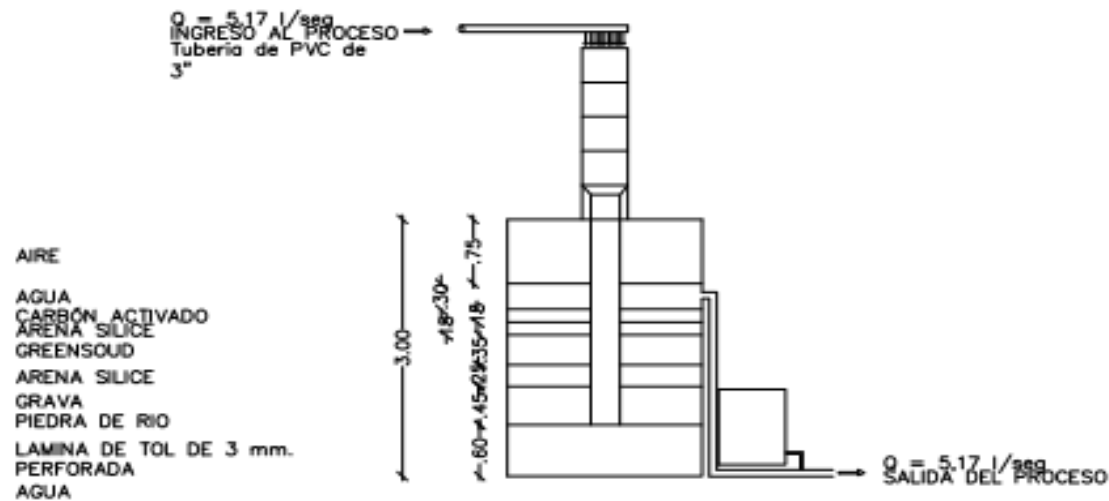
Diseño de la Planta de Tratamiento Potabilizadora



DETALLE DE LA BANDEJA
Esc. S/E



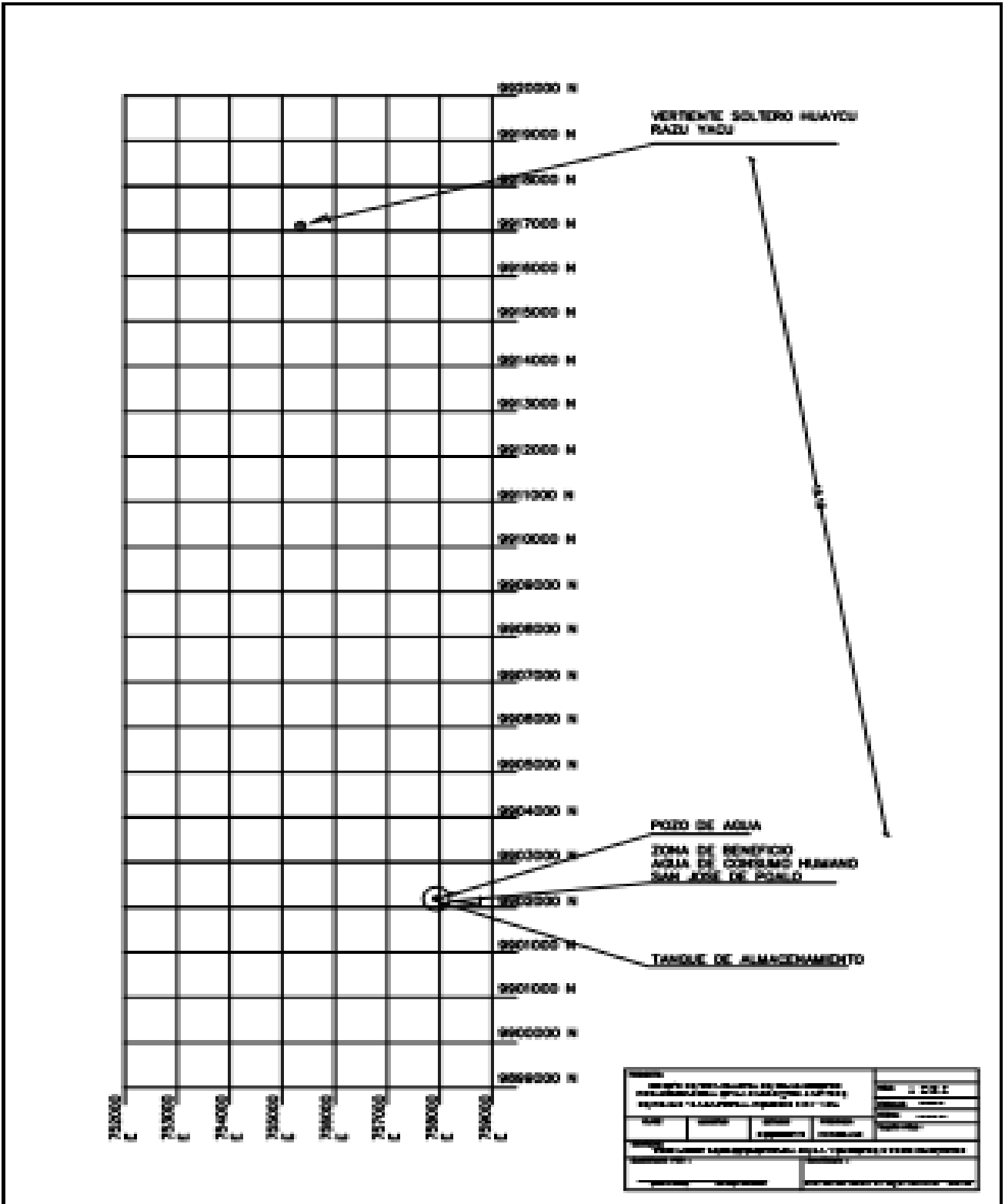
CORTE A - A
Esc. 1:100



PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA EN LA FERRERÍA SAN JOSE DE FOALO - LATACUNGA, PERIODO 2020 - 2021				HOJA 2 DE 2
ELABORADO:				FECHA:
CLASE:	USUARIO:	ESTADO:	PROMIDA:	TÍTULO:
OBJETIVO:				TÍTULO:
OBJETIVO:				TÍTULO:
OBJETIVO:				TÍTULO:

Anexo 4

Mapa Georreferenciado del Área del Proyecto



Anexo 5*Parámetros de Calidad del Agua de la Vertiente Soltero Guayco*

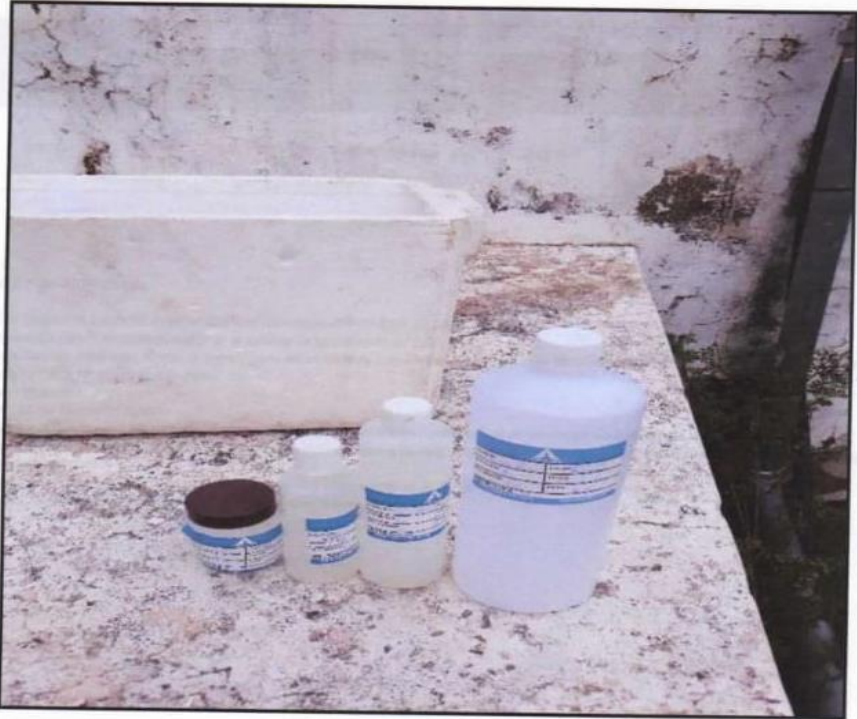
ALS

PROTODOLÓGICO METODOS Y EQUIPOS PARA EL MONITOREO DE AGUA

ALS

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA POALÓ

MONITOREO DE AGUA



CLIENTE: JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA POALÓ
ATENCIÓN: LICENCIADO MILTON QUISHPE LEMA
PROYECTO: MONITOREO DE AGUA
DIRECCIÓN: PARROQUIA: POALÓ / PROVINCIA: COTOPAXI



ALS Ecuador
 Rigoberto Heredia Oe6-157 y Huachi
 Quito, Ecuador
 T: +59 3 2341 4080

PROCOLO N°: 548012/2017-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 10
	Página 1 de 5

NOMBRE DEL CLIENTE: JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA POALÓ
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: LICENCIADO MILTON QUISHPE LEMA
NOMBRE DEL PROYECTO: MONITOREO DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA: POALÓ / PROVINCIA: COTOPAXI
MUESTREO REALIZADO POR: CORPLABEC S.A. / QUÍMICO DIEGO PORRAS
PROCEDIMIENTO MUESTREO: POS-04.00 "MUESTREO DE AGUAS", SM 1060 A, B y C
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: DICIEMBRE, 21 DEL 2017 / 14:37 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0019407
LUGAR DE ANÁLISIS: CORPLABEC S.A. / QUITO - RIGOBERTO HEREDIA OE6-157 Y HUACHI
FECHA DE ANÁLISIS: DICIEMBRE 21 DEL 2017 AL 19 DE ENERO DEL 2018
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 19 DE ENERO DEL 2018

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA					
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
60813-2	A2	Vertiente Rasuyacu	21/12/2017	10:00	17M0757913 9902185 ± 5m	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE 2C 05-005.

Los ítems marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Los resultados Cadmio, Magnesio, Plomo no forman parte del alcance de acreditación de ALS y fueron suministrados por el Laboratorio ALS CANADÁ - WATERLOO / ACREDITACIÓN CALA N° A3149 (ILAC - MRA)

SM - Standard Methods

EPA - Environmental Protection Agency

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

"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe"

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS.

Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ALS, este informe no es válido.



Químico Miguel Maliza
 Gerencia Técnica ALS



ALS Ecuador
Rigoberto Heredia Oe6-157 y Huachi
Quito, Ecuador
T: +59 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 548012/2017-1.0

RJ-49

Revisión: 10

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

Página 2 de 5

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	60813-2	⁽¹⁾ LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A2		
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	175,2	NO APLICA	NO APLICA
ARSÉNICO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 3114 B	PA - 87.00	mg/l	0,009	0,01	CUMPLE
CADMIO ^(*)	EPA 200.2 / 6020A	ALS WATERLOO (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,000010	0,003	CUMPLE
COLOR APARENTE	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	<5,51	15	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	5,1	⁽³⁾ <1,1	NO CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₃ ⁻ E	PA - 48.00	mg/l	2,27	50	CUMPLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₂ ⁻ E	PA - 13.00	mg/l	<0,010	3,0	CUMPLE
MAGNESIO ^(*)	EPA 200.2 / 6020A	ALS WATERLOO (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	17,8	NO APLICA	NO APLICA
MANGANESO	EPA 3050 B, Rev. 02, 1996 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 B	PA - 56.00	mg/l	<0,05	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,29	NO APLICA	NO APLICA
PLOMO ^(*)	EPA 200.2 / 6020A	ALS WATERLOO (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,00010	0,01	CUMPLE
SULFATOS	EPA 375.4 SO ₄ ²⁻ , 1978	PA - 17.00	mg/l	14,1	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	<4,0	5	CUMPLE
HIERRO	EPA 3010 A, Rev. 01, 1992 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 B	PA - 20.00	mg/l	<0,20	NO APLICA	NO APLICA
ALUMINIO	EPA 3010 A, Rev. 01, 1992 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 D	PA - 27.00	mg/l	<0,25	NO APLICA	NO APLICA



Acreditación N° CAE LE 20 05-005
LABORATORIO DE ENSAYOS

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1108:2014 Quinta Revisión 2014-1, Agua Potable. Requisitos.

⁽²⁾ Significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo.

⁽³⁾ Criterio de resultados.



ALS Ecuador
Rigoberto Heredia Oe6-157 y Huachi
Quito, Ecuador
T: +59 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 548010/2017-1.0	RU-49
	Revisión 10
	Página 1 de 5
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	

NOMBRE DEL CLIENTE: JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE LA PARRÓQUIA POALÓ
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: LICENCIADO MILTON QUISHPE LEMA
NOMBRE DEL PROYECTO: MONITOREO DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA: POALÓ / PROVINCIA: COTOPAXI
MUESTREO REALIZADO POR: CORPLABEC S.A. / QUÍMICO DIEGO PORRAS
PROCEDIMIENTO MUESTREO: POS-04.00 "MUESTREO DE AGUAS", SM 1060 A, B y C
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: DICIEMBRE, 21 DEL 2017 / 14:37 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0019407
LUGAR DE ANÁLISIS: CORPLABEC S.A. / QUITO - RIGOBERTO HEREDIA OEB-157 Y HUACHI
FECHA DE ANÁLISIS: DICIEMBRE 21 DEL 2017 AL 19 DE ENERO DEL 2018
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 19 DE ENERO DEL 2018

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA					
	CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84
60613-1	A1	Agua Pozo Profundo	21/12/2017	9:15	17M0757913 9602185 ± 5m	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE 2C 05-005

Los ítems marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Los resultados Cadmio, Magnesio, Plomo no forman parte del alcance de acreditación de ALS y fueron suministrados por el Laboratorio ALS CANADÁ - WATERLOO / ACREDITACIÓN CALA N° A3149 (ILAC - MRA)

SM - Standard Methods

EPA - Environmental Protection Agency

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

"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS, éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe"

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS.

Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ALS, este informe no es válido.



[Firma]
Químico Miguel Maliza
Gerencia Técnica ALS



ALS Ecuador
 Rigoberto Heredia Oe6-157 y Huachi
 Quito, Ecuador
 T: +59 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 548010/2017-1.0	RJ-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 10
	Página 2 de 5

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	60813-1	⁽¹⁾ LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	⁽²⁾ CRITERIO DE RESULTADOS
				A1		
ALCALINIDAD	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2320 B	PA - 42.00	mg/l	255,1	NO APLICA	NO APLICA
ARSÉNICO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 3114 B	PA - 87.00	mg/l	0,012	0,01	NO CUMPLE
CADMIO(*)	EPA 200.2 / 8020A	ALS WATERLOO (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,000010	0,003	CUMPLE
COLOR APARENTE	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 C	PA - 75.00	Ps-Co	<5,51	15	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F	PA - 86.00	NMP/100ml	<1,1	⁽³⁾ <1,1	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₃ ⁻ E	PA - 48.00	mg/l	14,20	50	CUMPLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₂ ⁻ E	PA - 13.00	mg/l	<0,010	3,0	CUMPLE
MAGNESIO(*)	EPA 200.2 / 8020A	ALS WATERLOO (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	24,7	NO APLICA	NO APLICA
MANGANESO	EPA 3050 B, Rev. 02, 1996 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 B	PA - 56.00	mg/l	<0,05	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,91	NO APLICA	NO APLICA
PLOMO(*)	EPA 200.2 / 8020A	ALS WATERLOO (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,00010	0,01	CUMPLE
SULFATOS	EPA 375.4 SO ₄ ²⁻ , 1978	PA - 17.00	mg/l	192,2	NO APLICA	NO APLICA
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	<4,0	5	CUMPLE
HIERRO	EPA 3010 A, Rev. 01, 1992 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 B	PA - 20.00	mg/l	<0,20	NO APLICA	NO APLICA
ALUMINIO	EPA 3010 A, Rev. 01, 1992 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 D	PA - 27.00	mg/l	<0,25	NO APLICA	NO APLICA



REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1108:2014 Quinta Revisión 2014-1, Agua Potable. Requisitos.

⁽²⁾ Significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo.

⁽³⁾ Criterio de resultados.

Anexo 7 Formulario de Preguntas para Desarrollar la Entrevista

Entidades: Geovanny Mera	Cargo: presidente de la junta administrativa del agua potable	Fecha: 06/06/2020
Preguntas		
1.- ¿Qué función desempeña usted en la junta administrativa del agua potable y cuánto tiempo lleva a cargo?		
2.- ¿Conoce usted la situación actual del agua que suministra a los diferentes barrios para el consumo humano para la parroquia San José de Poalo		
3.- ¿Tienes usted presente las condiciones actuales del agua de consumo, me podría detallar?		
4.- ¿Conoce usted el riesgo de consumir agua no potabilizada y que enfermedades trae consigo esta problemática?		
5.-¿Qué alterativas ustedes han tomado para dar solución a la problemática del agua no potabilizada en la parroquia?		
6.-¿Cree usted que se debe dar una importancia a las diferentes iniciativas de proyectos presentadas por estudiantes enfocadas al ambiente, tomando como ejemplo el cuidado de las fuentes hídricas y el tratamiento del agua?		
Entidad: Lic. Milton Quishpe	Cargo: Ex presidente de la junta de agua potable	Fecha: 10/02/2020
Preguntas		
1.- ¿Qué función desempeña usted en la junta administrativa del agua potable y cuánto tiempo lleva a cargo?		
2.-¿ Me podría usted dar a conocer la evolución del agua de consumo hasta la actualidad que abastece a la parroquia San José de Poalo?		
3.-¿Cuál es el propósito del pozo de agua y a que profundidad se encuentra?		
4.- ¿Tienes usted presente las condiciones actuales del agua de consumo, me podría detallar?		
5.- ¿Conoce usted el riesgo de consumir agua no potabilizada y que enfermedades trae consigo esta problemática?		
6.- ¿Han buscado alternativas que mejoren la calidad de agua de consumo?		
Entidad: Sr. Segundo Robalino	Cargo: Plomero encargado	Fecha: 15/07/2020
Preguntas		
1.- ¿Qué función desempeña usted en la junta administrativa del agua potable y cuánto tiempo lleva a cargo?		
2.- ¿Me podría usted dar a conocer la evolución del agua de consumo hasta la actualidad que abastece a la parroquia San José de Poalo?		
3.- ¿Han buscado alternativas que mejoren la calidad de agua de consumo las autoridades que han estado a cargo?		
4.- ¿Me podría dar a conocer que tratamiento del agua es el que se está efectuando actualmente?		

Anexo 8

Registros Fotográficos De Las Entrevistas Efectuadas



Sr. Geovanny Mera: Presidente de la junta administrativa del agua potable

Lic. Milton Quishpe. P.A.P.

Sr: Segundo Robalino. Encargado de plomería de la parroquia

Anexo 9

Área de la Bomba de Agua



Anexo 10

Tanque de Almacenamiento



Anexo 12

Subsecretaría de Saneamiento Ambiental



**CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX
OBRAS SANITARIAS**

CO 10.07 - 601

**NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA
POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA
POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES**

R. O. No. 6-1992-08-18

CO 10.07 - 601

Anexo 13*Instituto de Normalización Ecuatoriano*

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**NTE INEN 2169:2013**
Primera revisión

**AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y
CONSERVACIÓN DE MUESTRAS****Primera Edición**

WATER. WATER QUALITY. SAMPLING. HANDLING AND CONSERVATION OF SAMPLES.

First Edition

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.
AL 01.06-202
CDU: 614.777.620.113
CIIU: 4100
ICS: 13.060.01

Anexo 14*Aval de la 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 proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: ÁLVAREZ BUSTILLOS ERICK DAMIÁN**, cuyo título versa “**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO POTABILIZADORA DE AGUA EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE POALO-LATACUNGA EN EL PERIODO 2020-2021**”, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, MARZO del 2021

Atentamente,

LIC. MARÍA FERNANDA AGUAIZA IZA
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
050345849-9