



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ”**

AUTORA: Jessica Dayana Mena Tigmaasa

TUTOR: Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solórzano

AMBATO - ECUADOR

Septiembre - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ”**, elaborado por la Srta. **Jessica Dayana Mena Tigmasa**, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 0550374847, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2022

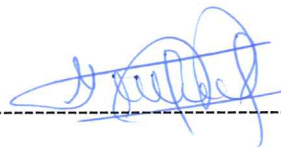


Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solórzano
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Jessica Dayana Mena Tigmasa**, con C.I. 0550374847, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



Jessica Dayana Mena Tigmasa

C.I. 0550374847

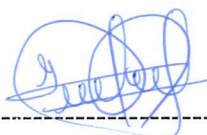
AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, septiembre 2022



Jessica Dayana Mena Tigmasa

C.I. 0550374847

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Jessica Dayana Mena Tigmasa de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ”**,

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con la mayor alegría y orgullo dedico este proyecto de titulación en primer lugar a Dios que ha sido mi fortaleza durante todo este proceso; guiándome en cada momento y motivándome a caminar por el camino correcto.

A mi madre Cristina Tigmasa que con su apoyo incondicional y amor me ayuda día a día a ser una gran persona, que en cada dificultad; me motiva, me impulsa a crecer y llegar lejos.

A mi padre Edwin Mena por cada consejo brindado, por la paciencia, el amor y por el apoyo incondicional no sólo en mi etapa estudiantil sino también en toda mi vida.

A mis hermanos Jonathan, Deysy y Dylan mi mayor orgullo, que son el pilar fundamental en mi vida, mi motivación y siempre me han acompañado en cada etapa por la que he atravesado.

A mis abuelitas Elvia y Florinda que con sus consejos, amor y vivencias me han motivado a ser una mujer que nunca se da por vencida.

A mi abuelito Fernando que desde el cielo siempre será una motivación en mi vida para salir adelante, sus palabras sabias, sus recuerdos y su amor, serán un infinito impulso para continuar por el mejor camino.

Jessica Mena

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por brindarme salud y vida en todas las actividades que he realizado durante mi vida, por brindarme la sabiduría para culminar mis estudios y permitirme ser una gran profesional. Agradezco a mis padres por ser una guía muy importante en mi vida y a mis hermanos por su tiempo invertido en mí para llegar a esta gran meta.

A la querida Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por inculcar mis conocimientos y enseñanzas que quedaron impregnados en mi vida, enriquecieron mi espíritu de conocimiento y valores, que serán puestos en práctica en mi vida profesional.

A mis amigos por compartir su cariño conmigo, brindarme apoyo en los momentos difíciles y hacer de mi etapa universitaria un lugar muy bonito.

Jessica Mena

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación	4
1.1.3. Fundamentación teórica	6
1.1.3.1 El agua	6
1.1.3.2. Parámetros de calidad	9
1.1.3.3. Sistemas de abastecimiento de agua potable	10
1.1.3.4. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable	11
1.1.3.5. Partes que conforman una planta de tratamiento de agua potable ...	15
1.1.4. Normativas Legales	19
1.2. OBJETIVOS:	24
1.2.3. Objetivo General	24

1.2.4. Objetivos Específicos	24
1.2.5. Hipótesis	24
1.2.6. Hipótesis nula	24
CAPÍTULO II	25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.1. Materiales y equipos	25
2.2. Metodología	26
CAPÍTULO III.....	28
LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	28
3.1. Plan de recolección de datos:.....	28
3.1.1. Fase 1: Levantamiento de la información.....	28
3.1.2. Fase 2 Levantamiento de campo.....	31
3.1.3. FASE 3 Investigación de laboratorio.....	37
3.1.4. FASE 4 Evaluación y verificación de funcionamiento.....	38
3.2. Análisis y discusión de los resultados.....	45
3.2.1. Análisis de la muestra de agua potable	45
3.2.2. Análisis comparativo de resultados con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 y TULSMA 2015.	46
3.3. Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia La Victoria, Cantón Pujilí.....	47
3.3.1. Diagnóstico técnico.....	47
3.3.2. Procesos unitarios de la planta de tratamiento de agua potable.....	48
3.3.3. Dimensiones actuales de la planta de tratamiento de agua potable	48
3.3.3.1. Electrocoagulador – floculador	48
3.3.3.2. Tanque decantador	50
3.3.3.3. Floculador de flujo vertical	51
3.3.3.4. Tanque sedimentador	52

3.3.3.5. Tanques de filtros	53
3.4. Resultados y discusión.....	54
3.4.1. Diagnóstico teórico de funcionamiento de la actual planta de tratamiento de agua potable	54
3.4.1.1. Determinación del caudal de diseño.....	55
3.4.1.2. Diagnóstico del funcionamiento del electrocoagulador – floculador.....	56
3.4.1.3. Diagnóstico del funcionamiento del tanque decantador.....	58
3.4.1.4. Diagnóstico del funcionamiento del tanque floculador vertical.....	61
3.4.1.5. Diagnóstico de funcionamiento del tanque sedimentador.....	63
3.4.1.6. Diagnóstico de funcionamiento de los filtros.....	64
3.4.1.7. Granulometría del material filtrante	66
3.5. Propuesta de mejora	67
3.6. Verificación de la hipótesis	77
CAPÍTULO IV	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
4.1. Conclusiones	78
4.2. Recomendaciones	80
Bibliografía	82
Anexos	87
ANEXO A	87
TABLA DE CAUDALES	87
ANEXO B	97
ANÁLISIS DE LABORATORIO	97
ANEXO C	98
ARCHIVO FOTOGRÁFICO.....	98
ANEXO D	105
PLANOS	105

ANEXO E.....	106
CÁLCULOS DE LA PROPUESTA DE CONDUCCIÓN	106
ANEXO G	110
APUS DE LA PROPUESTA	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Número de personas sin acceso al agua potable en la población (millones de personas por ciudad año 2017).....	2
Figura 2. Curva de ajuste (caudales de entrada)	34
Figura 3. Curva de ajuste (caudales de salida).....	34
Figura 4. Porcentaje de elementos tratados y no por la PTAP.....	47
Figura 5.- Datos censales	69
Figura 6.- Diagrama de Moody	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de agua en la Tierra.....	8
Tabla 2. Velocidad de asentamiento de partículas sedimentadas	15
Tabla 3. Velocidad de sedimentación	18
Tabla 4. Límite permisible para el consumo de agua potable.....	21
Tabla 5. Métodos de ensayo para determinas características bacteriológicas en el agua	21
Tabla 6. Niveles retiro para sistemas de abastecimiento de agua potable con referencia a la eliminación de excretas y residuos líquidos.	23
Tabla 7. Lista de materiales usados durante la evaluación	25
Tabla 8. Lista de equipos	25
Tabla 9. Datos de la planta de tratamiento de agua potable.....	30
Tabla 10. Caudales tomados al ingreso de la PTAP (m/seg).....	33
Tabla 11. Caudales tomados a la salida de la PTAP(m/seg).....	34
Tabla 12. Calidad de fuentes de agua para consumo según la Norma TULSMA Libro VI	38
Tabla 13. Calidad de fuentes de agua para consumo según la INEN 1108	38
Tabla 14. Resultados de los análisis de agua de ingreso a la PTAP	45
Tabla 15. Resultados de los análisis de agua de salida de la PTAP.....	45
Tabla 16. Cumplimiento de los límites del agua para consumo humano según la TULSMA Libro VI	46
Tabla 17. Cumplimiento de los límites del agua para consumo humano según la INEN 1108.....	46
Tabla 18. Dimensiones del electrocoagulador - floculador	49
Tabla 19. Dimensiones del tanque decantador.....	50
Tabla 20. Dimensiones del tanque sedimentador.....	52
Tabla 21. Dimensiones de los tanques de filtros.....	53
Tabla 22. Dimensiones recomendadas para el diseño de un tanque decantador.....	59
Tabla 23. Parámetros para el diseño de un tanque decantador	60
Tabla 24. Diámetros de las partículas usadas en los filtros.....	66
Tabla 25. Granulometría para filtros multimedia.....	66
Tabla 26.- Censos INEC	68
Tabla 27.- Tasas de crecimiento.....	69

Tabla 28.- Dotación media futura	70
Tabla 29.- Vida útil de los componentes hidráulicos.....	71
Tabla 30.- Coeficientes de rugosidad.....	72
Tabla 31.- Diámetros de tuberías	73
Tabla 32.- Velocidades por temperatura	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Imagen 1.- Ciclo hidrológico	7
Imagen 2. Captación de vertiente.....	13
Imagen 3. Sistema de abastecimiento por gravedad	13
Imagen 4. Bombas de succión.....	14
Imagen 5. Funcionamiento de la electrocoagulación.....	16
Imagen 6. Floculación.....	17
Imagen 7. Efecto de la sedimentación.....	17
Imagen 8. Filtro multimedia.....	19
Imagen 9. División política del cantón Pujilí.....	28
Imagen 10. Topografía de la parroquia La Victoria.....	29
Imagen 11. Planta de tratamiento de agua potable.....	31
Imagen 12. Tanque floculador y sedimentador.....	31
Imagen 13. Toma de caudales de entrada	36
Imagen 14. Toma de caudales de salida.....	36
Imagen 15. Toma de muestras del caudal de salida.....	37
Imagen 16. Toma de muestras del caudal de entrada.....	37
Imagen 17. Tanque de Electrocoagulación	39
Imagen 18. Funcionamiento del tanque electrocoagulador.....	40
Imagen 19. Tanque sedimentador	41
Imagen 20. Funcionamiento del tanque decantador.....	41
Imagen 21. Tanque floculador	42
Imagen 22. Tanque sedimentador	42
Imagen 23. Agua transportada a filtros	43
Imagen 24. Filtros	44
Imagen 25. Manejo de válvulas	44
Imagen 26. Diagrama de los procesos unitarios de la PTAP.....	48
Imagen 27. Dimensiones del electrocoagulador	49
Imagen 28. Vista en planta.....	49
Imagen 29. Dimensiones del tanque decantador.....	50
Imagen 30. Vista en planta.....	51
Imagen 31. Vista en planta del floculador	51
Imagen 32. Vista de perfil.....	52

Imagen 33. Vista en planta del sedimentador	52
Imagen 34. Vista de perfil.....	53
Imagen 35. Dimensiones de filtros.....	53
Imagen 36. Materiales dentro del filtro.....	54
Imagen 37.- Línea de conducción	76

RESUMEN

Durante años las plantas de tratamiento de agua potable se han diseñado de forma empírica y otras basándose en normas internacionales, la falta de información acerca de los avances tecnológicos para potabilizar el agua en el Ecuador es escasa y esto ha generado que varios sectores consuman agua con bacterias, parásitos o microorganismos que afectan la salud humana.

En el presente trabajo se evaluó la planta de tratamiento de agua potable de una parroquia rural del cantón Pujilí, para ello se utilizaron lineamientos teóricos, objetivos, justificativos y normativos. Dentro de la metodología se levantó la información del lugar, se tomó datos del estado operacional de la planta de tratamiento de agua potable, se analizó muestras del agua en un laboratorio que permitió comparar los límites permisibles para el consumo humano aplicando la norma INEN 1108 y TULSMA 2015. A continuación, se realizó: un estudio de cada elemento que compone la planta potabilizadora, su funcionamiento, el caudal de ingreso y salida, y se analizó sus dimensiones de acuerdo a los parámetros fundamentados por la norma RAS 2000 y CO 10.7-602. Finalmente, en base a los resultados se sugirió estrategias para optimizar el funcionamiento de la planta además de observaciones dentro de cada proceso y sus resultados servirán para próximos estudios que ayudarán a mejorar la calidad de vida de los moradores de la parroquia La Victoria.

Palabras clave: Planta de tratamiento, Agua potable, Consumo humano. Pujilí. La Victoria.

ABSTRACT

For years, drinking water treatment plants have been designed empirically and others based on international standards, the lack of information about technological advances for water purification in Ecuador is scarce and this has caused several sectors to consume water with bacteria, parasites or microorganisms that affect human health. In the present work, the drinking water treatment plant of a rural parish in Pujilí was evaluated using theoretical, objective, justification and normative guidelines. Within the methodology, the information of the place was collected, data was taken on the operational status of the drinking water treatment plant, water samples were analyzed in a laboratory that allowed comparing the permissible limits for human consumption by applying the INEN 1108 and TULSMA 2015 standards. Next, a study of each element that makes up the drinking water treatment plant, its operation, inlet and outlet flow, and its dimensions were analyzed according to the parameters based on the RAS 2000 and CO 10.7-602 standards. Finally, based on the results, strategies were suggested to optimize the operation of the plant as well as observations within each process and the results will be used for future studies that will help to improve the quality of life of the inhabitants of the parish of La Victoria.

Key words: Treatment plant, Drinking water, Human consumption. Pujilí. La Victoria.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

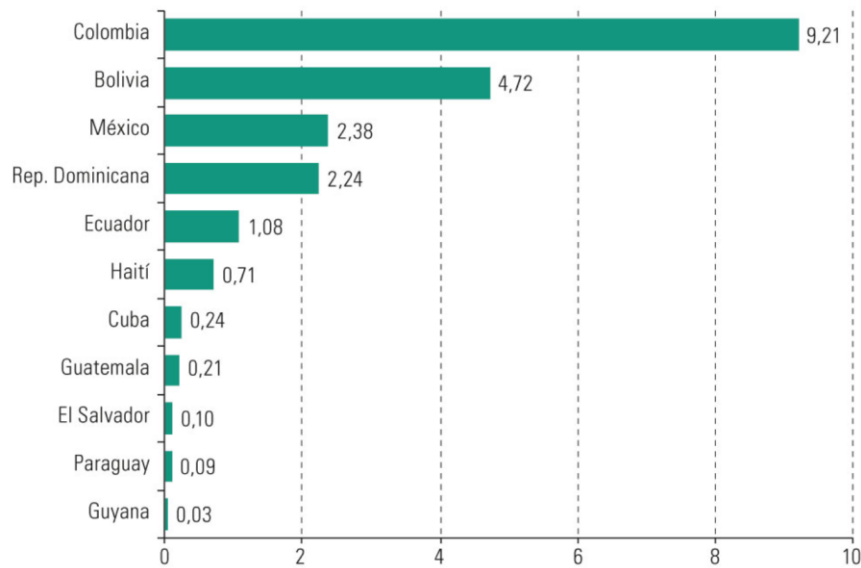
1.1. Antecedentes investigativos

Obtener agua potable libre de microorganismos nocivos para la salud y sin contaminantes se ha convertido en un reto para las entidades públicas, debido a que varios sectores no están al alcance de este elemento vital. Por este motivo, esta es una de las principales causas para determinar si las entidades gubernamentales están en la capacidad de resolver problemas regionales y globales con respecto al manejo del agua o no. Las diferentes regiones del mundo no cuentan con tratamientos adecuados para potabilizar el agua, la misma llega a hogares con contaminantes que aumentan el número de enfermedades y muertes a nivel mundial. La importancia que los gobiernos le dan a la crisis económica a dejado de lado la conservación y tratamiento del agua, recurso necesario para desarrollo poblacional [1].

1.1.1. Antecedentes

Según CEPAL en su estudio relacionado con las implicancias del COVID- 19 en los recursos naturales de América Latina emite que esta crisis sanitaria ocasionó que los habitantes generen mayor uso de recursos naturales, entre ellos el agua potable, debido al uso en lavado de manos y alimentos, convirtiéndose así en un servicio elemental y principal durante este período; donde se generó un aislamiento de la población en sus hogares. La falta de agua potable en América Latina alcanzado el 26% (166 millones de personas) que no cuentan con este servicio, y en sectores rurales esta cifra asciende a 58% [2].

Figura 1.- Número de personas sin acceso al agua potable en la población (millones de personas por ciudad año 2017)



Fuente: CEPAL, [2].

Para enfocarnos en el tema correspondiente a la evaluación de la planta de tratamiento de agua potable se tiene distintos artículos académicos e informes entre los que tenemos:

En la tesis de grado de Núñez, Klever, “Mejoramiento de la calidad sanitaria del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, mediante la mejora de la conducción y almacenamiento del sistema de agua potable”; investigó que la deficiente distribución del servicio de agua potable a nivel nacional ha provocado problemas de salud a los habitantes en general, además ha influido directamente con el desarrollo socio-económico de los moradores que no mantienen este servicio y añadiendo como otro factor el crecimiento poblacional afectando así la sobre demanda de los recursos hídricos. Su objetivo fue optimizar el almacenamiento y conducción del barrio en estudio, así como también determinar las zonas geográficas donde se encuentra el lugar de implementación del tanque de almacenamiento; con la finalidad de evitar errores futuros con referencia a la presión del agua y además dispuso especificaciones técnicas que corroboren el correcto funcionamiento de la misma [3].

En la tesis de grado de Camacho, Beatriz, “Control de la planta de tratamiento de agua potable del nuevo cantón de Caluma en la provincia de Bolívar”; mencionó

que la oferta hídrica que ofrece el Ecuador está siendo amenazada, refiriéndose a la calidad, por la falta de control en las plantas potabilizadoras. Al construir plantas de agua potable sin su debido sistema de funcionamiento pone en riesgo la adecuada operación de eliminar los problemas de salubridad. Tomando en cuenta que para que exista una correcta infraestructura es necesario seguir el siguiente proceso: fuente, desarenadores, conducción, coagulación, floculación, filtración, cloración, almacenamiento y dotación [4].

Según la tesis de grado de Toapanta, Joel, “Optimización de la red de agua potable del sector urbano durante el periodo marzo, abril y mayo 2020 en relación a meses anteriores”; menciona que, durante la crisis sanitaria del COVID-19 el acceso a servicios básicos se convirtió en un limitante, dado que las cifras no se asociaban a la realidad y no se pudo determinar quiénes se beneficiaban de estos recursos, y quienes no. Se comparó entre el uso de los servicios de agua potable durante la cuarentena del 2020 y los registros históricos de un lugar determinado, realizaron estudios del gasto aproximado de agua en nivel residencial durante sucesos críticos como lo fue la emergencia sanitaria. Compararon el consumo de agua potable en el año 2020 con algunos registros históricos [4].

Según la tesis de grado de Changoluisa y Cajamarca, “Control de la planta de tratamiento de agua potable de Nanegal parroquia perteneciente al cantón Quito”; menciona que, los indicadores de acuerdo a una línea base de un cierto porcentaje de población podrían padecer de enfermedades parasitarias por datos tomados por el SCS de Nanegal, debido al agua turbia, las mismas que bajarían en un 7% consumiendo durante 1 año agua tratada de manera correcta. La investigación tiene importancia de carácter social, en cuanto a que mantener el sistema de agua potable en buen estado no sólo brindará la dotación correcta a todos los habitantes de un determinado barrio sino también, el índice de enfermedades nasogástricas descenderá con el transcurso del tiempo [5].

Por lo tanto, las investigaciones realizadas por diferentes organismos nacionales relacionándose con la temática del agua potable, nos proponen distintas resoluciones a la problemática a causa del uso de este servicio básico:

Según la Agencia de Regulación y Control del Agua, y el Ministerio del Ambiente, Estrategia Nacional de Calidad del Agua, nos propone el aprovechamiento y uso correcto del agua para mejorar y proteger su calidad, esto mediante el control de la contaminación, fuentes de agua protegidas y el control de los distintos sistemas de tratamiento de aguas, en sectores urbanos y rurales [6].

Tomando su estrategia con referencia al mejoramiento de los servicios públicos con relación al agua, incentivará el adecuado desempeño de los prestadores de servicios. Además, busca complementar diferentes acciones orientadas a la mejora del sistema operativo de tal manera que la distribución directa de aguas residuales, se eviten, y se genere un adecuado mantenimiento del agua para su consumo. Considerando que los responsables de la garantía, salubridad y control del agua son organismos que brindan servicios públicos y por lo tanto se convierten en un indicador principal para añadir prácticas adecuadas en la operación del sistema de abastecimiento de agua potable.

1.1.2. Justificación

El agua se considera un elemento esencial para los seres vivos. Es el líquido vital más importante para poder sobrevivir, por este motivo obtener agua potable es un factor muy importante. Mediante sistemas de potabilización como: plantas de tratamiento, desinfección química, filtros, entre otros métodos; se ha podido mejorar la calidad del agua para el consumo, sin embargo, algunas veces el desconocimiento de la gestión adecuada de los residuos sólidos, ha provocado que al llegar al consumidor esta se convierta en un medio portador de enfermedades.

El agua potable segura para consumo humano depende de su calidad y tiene varias características a nivel químico y microbiológico, mismas que se encuentran en la guía dictaminada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que hace referencia al nivel de agua potable que el ser humano debe consumir. En términos generales, para consumir agua segura se debe considerar que esté libre de patógenos y sustancias tóxicas, esto mediante el debido tratamiento y cumpliendo

con indicadores ODS para que el usuario tenga seguridad de lo que está ingiriendo con prioridad de que el agua esté libre de minerales que afecten la salud humana [7].

El Ecuador es uno de los países en donde la contaminación del agua representa un porcentaje elevado de problemas de salud, esto debido a que se utilizan fuentes de manantiales que no cumplen con límites máximos permisibles para su consumo. En el caso de brindar el servicio público se cuenta con agua que cambia constantemente entre las zonas rurales y urbanas, esto quiere decir que muchas veces el desconocimiento de su calidad en el área rural es un problema sustancial. Las autoridades encargadas de compartir este servicio, por desconocimiento, no le brindan el tratamiento necesario y tampoco se ha tomado en cuenta la importancia de una planta potabilizadora, como respuesta a esto se tiene como dato lo siguiente: población que hierven el agua 29%, agua directa de manantiales 39%, reciben agua potabilizada 46% y no siempre se recibe de buena calidad, Ninguno 32% [8].

Según los Índices de Priorización Territorial del ENIEP 2016 Cotopaxi está entre las provincias más críticas en cuanto al acceso de los derechos del Buen Vivir entre los cuáles se encuentra el uso de agua potable en viviendas, específicamente se menciona a la ciudad de Pujilí en donde sólo el 17% de la población tiene acceso a éste servicio público, ya sea por la mala cobertura de agua potable, falta de estudios para la implementación de plantas de tratamiento o por descuido de los municipios, ya que al universalizar estos servicios se consideraría que la tasa de extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas disminuirían de manera prolongada [9].

Según Segundo Espinosa actual presidente de la Junta de Agua potable de la parroquia La Victoria, el agua que consumen los moradores de las parroquias aledañas al cantón Pujilí no reciben el trato adecuado y esto se evidencia por la desconformidad de los mismos, las críticas negativas y las enfermedades gástricas que se han venido dando a través de los años. La parroquia La Victoria que a pesar de contar con manantiales de agua sólo para la región y tener una planta

potabilizadora, sigue presentando inconvenientes, el agua turbia es uno de ellos, el sabor y olor que contiene, y la presencia de microorganismos. El exceso o decadencia de volumen permisible de agua para el funcionamiento de la planta, no es el esperado, durante el invierno el agua se desperdicia y la misma es depositada en quebradas aledañas, y en verano el volumen de agua no abastece a toda la región. Realizar un estudio de la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia La Victoria permitirá minimizar posibles problemas mencionados, ya que la visión es obtener agua tratada de acuerdo a la norma ecuatoriana INEN, así se optimizará el servicio básico para uso de los habitantes y también su calidad de vida.

1.1.3. Fundamentación teórica

1.1.3.1 El agua

El agua es de las sustancias más nobles que existen dentro de la naturaleza, se presenta en tres estados que son: Líquido, gaseoso y sólido y su calidad se puede mantener durante años, si no está expuesta a la contaminación. El agua a mantenido su volumen durante los últimos 30mil o 40mil años, pero su calidad si se ve afectada por el crecimiento poblacional y las actividades asociadas. [10]

Estados del agua

Ciclo del agua

Gracias al ciclo del agua este líquido vital pasa de un estado a otro y se mueve constantemente de lugar. Conocer el ciclo del agua es esencial para tomar conciencia del uso racional de la misma y para entender el impacto dentro de las actividades humanas. Los elementos que componen su ciclo son:

Evaporación. - El agua pasa desde la superficie terrestre hacia la atmósfera en forma de vapor debido a la temperatura del ambiente.

Condensación. - El vapor del agua se condensa y enfría en forma de gotas, y se forman las nubes.

Transpiración. - La humedad del aire aumenta por la transpiración de las plantas.

Transporte. – El viento empuja las masas de aire húmedo y las nubes sobre los continentes.

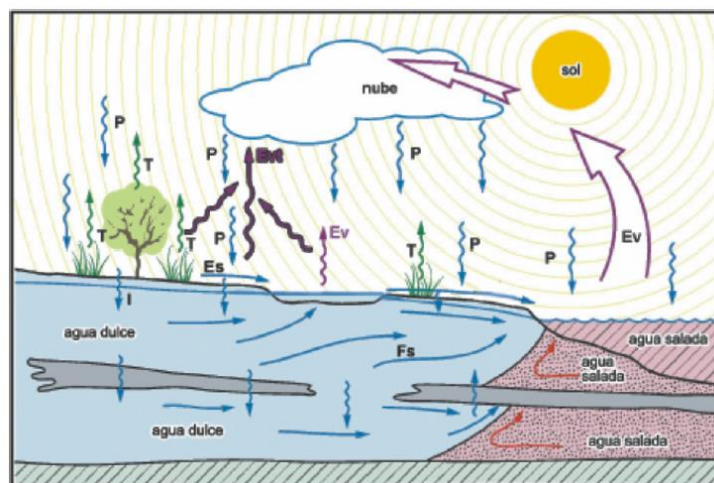
Precipitaciones. – Se producen cuando las nubes producen gotas demasiado pesadas, las mismas que caen a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo o nieve.

Absorción. – Cuando el agua que cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, nieve o granizo es absorbida por el suelo, dos grandes circuitos devuelven la misma al mar.

Filtración. – El agua penetra por los distintos estratos bajo la tierra.

Escurrimiento. – El agua que llega a la superficie terrestre se evapora y continúa hacia ríos, lagos o lagunas. [11]

Imagen 1.- Ciclo hidrológico



Fuente. – AGUA FUENTE DE VIDA, Auge Miguel, [10]

Químicamente el agua es la combinación de dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno (H₂O). En la naturaleza no existe el agua pura, siempre se encontrarán sólidos, gases y disueltos, la misma sólo se puede preparar en un laboratorio por destilación. Sin embargo, es difícil conservarla pura por mucho tiempo debido a la presencia de gases en la atmósfera [12].

Se estima que en la tierra existen 1358 millones de kilómetros cúbicos los cuales se han distribuido de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución de agua en la Tierra

FUENTE	VOLUMEN (Km³)	PORCENTAJES
Océanos	1320500000	97.22
Capas de hielo	29000000	2.13
Agua subterránea	8300000	0.611
Glaciales	210000	0.015
Lagos de agua dulce	125000	0.009
Mares internos (salados)	104000	0.008
Humedad de la tierra	67000	0.005
Atmósfera	13000	0.001
Ríos	1250	0.001
Total	1358320250	100.00

Fuente: Manual para el diseño de agua potable y alcantarillado, Jimenez, [13]
Dibujó: Autor

La distribución del agua se divide en varios tipos de consumo entre ellos tenemos:

Consumo público

Está constituido por el consumo público en general y de instituciones, comprende a escuelas colegios, edificios, complejos deportivos, universidades, etc. Hace referencia a la limpieza de calles, baños públicos, riego de plantas en parques, no tiene costo para los que reciben este beneficio [14].

Consumo doméstico

Este consumo se refiere a el uso de agua en cada vivienda o uso personal, ya sea en agua para cocinas, baños, lavado de ropa, limpieza y carros, regadío de jardines.

Se considera al consumo doméstico como el mayor dentro de un proyecto de distribución [14].

Consumo comercial

Este tipo de consumo varía de acuerdo al tipo de comercio o industria que le de uso, está entre el 15% y 60% del consumo total. Depende del tipo de área donde se encuentre existirá el consumo comercial [14].

Fugas y desperdicios

Este tipo de pérdidas es inevitable debido a que se da dentro de la red a causa de la instalación de medidores, conexiones clandestinas, fugas en las tuberías de la red o válvulas, y una de las principales causas en el desperdicio por descuido de los usuarios. Este valor varía entre 10% y 20% del total de consumo [14].

1.1.3.2. Parámetros de calidad

La calidad del agua se mide por la cantidad de sus impurezas. Se mide de forma directa e indirecta.

Ph

Sirve para detectar cuando el agua es alcalina y cuándo es ácida, en aguas ácidas es necesario adicional cal para optimizar su coagulación, se considera que el pH de aguas crudas y tratadas debe estar entre 0,5 – 9,0.

Para el agua potable la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2006 nos dice que su pH debe estar entre 6,5 y 8,5. [15]

Turbidez

La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2006 nos da 5 NTU como un máximo permisible y un índice de calidad de 1 NTU.

Olor y sabor

Son las características principales por la cual el consumidor rechaza o acoge el consumo de agua potable directa, cuando existe indicios de compuestos orgánicos en el agua tiene un característico olor a sulfuro de hidrógeno. Cuando existe la presencia de compuestos orgánicos fenólicos la cloración produce un mal sabor en el agua.

Para eliminar este tipo de olores se ha utilizado el método de aireación o añadir carbón activado.

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO

Es la cantidad de oxígeno necesario que necesita el agua para descomponer la materia orgánica, esta demanda se da gracias a las sustancias nitrogenadas, carbonadas y varios compuestos químicos reductores.

Demanda Química de Oxígeno DQO

Es la cantidad de oxígeno que consumen los cuerpos presentes en el agua sin la mediación de organismos vivos.

Se considera como la eliminación de materia orgánica y esta se da por los procesos de floculación, sedimentación y filtración.

1.1.3.3. Sistemas de abastecimiento de agua potable

Sistema convencional

Toman agua directamente de vertientes como: ríos, pozos subterráneos, luego entra a un proceso de tratamiento la misma se almacena y se potabiliza, llevando así agua a cada hogar mediante una red de tuberías.

Estos sistemas se encuentran mediante bombeo o gravedad. Cuando se aprovecha la caída por gravedad los costos por mantenimiento y de inversión son más bajos, el agua puede ser cruda o tratada, pero llegará de manera directa a la población.

Los sistemas de gravedad por bombeo acogen el agua cruda de vertientes o ríos, pasa por un tanque de abastecimiento luego por la etapa de floculación, sedimentación, filtrado almacenamiento y finalmente su distribución. A diferencia

del sistema por gravedad el de bombeo tiene costos de mantenimiento y consumo de energía muy altos, pero su abastecimiento abarca a poblaciones grandes.

Sistemas no convencionales

Se consideran sistemas individuales ya que no tienen una red de distribución. Se obtiene el agua por medio de tanqueros, transporte o barriles por mular. Se utiliza más a menudo en lugares de población muy bajas.

1.1.3.4. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable

Caudal de diseño

Para continuar con el cálculo del caudal de diseño es necesario conocer sus coeficientes de variación:

Coefficiente de consumo máximo diario (k1)

Se lo define como el consumo máximo durante un día tomando en cuenta varios registros de un año, el coeficiente se obtiene mediante la relación:

$$k1 = \frac{\text{Máximo consumo diario}}{\text{Consumo medio diario}}$$

Varios autores señalan que se puede ocupar los coeficientes 1,30 – 1,50.

Coefficiente de consumo máximo horario (k2)

Se lo define como la hora en donde existe mayor consumo durante el día tomado de registros durante un año. Para obtener este coeficiente se realiza la siguiente relación.

$$k2 = \frac{\text{Caudal máximo horario}}{\text{Consumo medio diario}}$$

Se puede ocupar los coeficientes 2,00 – 2,30.

Gasto medio diario (Qmd)

Es la cantidad de agua que un usuario necesita en un día promedio, se expresa en litros por segundo (l/s) y para su cálculo se tiene la siguiente fórmula:

$$Qmd = \frac{q * N}{86400}$$

Qmd: Gasto medio diario

N= Población futura (Hab)

q= Dotación (l/hab/día)

Gasto máximo diario (QMD)

Se define como la ecuación para calcular el máximo consumo de agua en un día.

$$QMD = Qmd * k1$$

Qmd: Gasto medio diario

K1= Coeficiente de consumo máximo diario

QMD= Gasto máximo diario

Gasto máximo horario (Qmh)

Se define como la ecuación para calcular el máximo consumo de agua en una determinada hora.

$$Qmh = Qmd * k2$$

Qmh: Gasto máximo horario.

K2= Coeficiente de consumo máximo horario.

QMD= Gasto máximo diario.

Captación

Asimila la reserva de los niveles del río en las distintas épocas del año, alberga una cantidad significativa de agua necesaria para la demanda de una población.

Toda la reserva de agua dependerá de la fuente que se va a aprovechar para ser tratada [16].

Imagen 2. Captación de vertiente

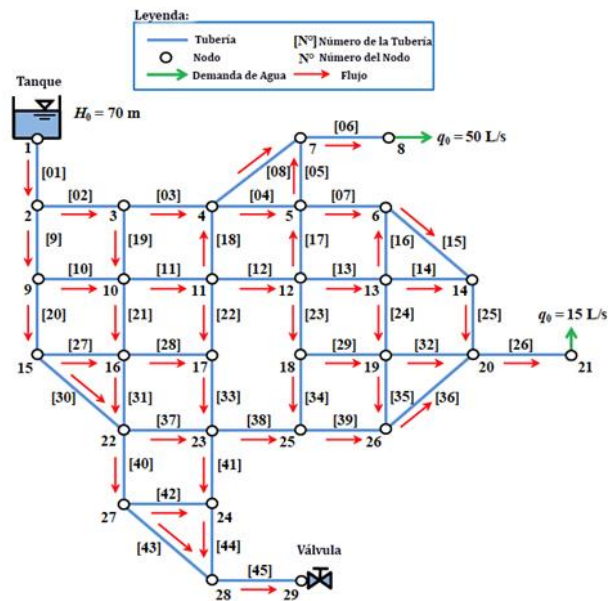


Fuente: Revista Construir, Calero, [17]

Líneas de conducción o distribución

Son tuberías que contribuyen con la conducción del agua hacia un determinado sistema de bombeo. Dentro de este sistema podemos encontrar varios accesorios como: codos, tee, caja rompe presión, válvulas de compuertas, etc. Es la encargada de distribuir las 24 horas del día el agua a la población [16].

Imagen 3. Sistema de abastecimiento por gravedad



Autor: Twyman Ingenieros Consultores, Rancagua, [18]

Estación de bombeo

Es la unidad donde se encuentran bombas hidráulicas las cuales son calculadas de acuerdo al caudal necesario y a su altura dinámica. Esta unidad permite llevar agua a la planta de tratamiento.

Imagen 4. Bombas de succión



Fuente: Revista PQ, [19]

Coagulación

Al ingresar agua turbia a un tanque esta debe tratarse con sulfato de aluminio ya que mediante esta solución se producen coágulos o sólidos gelatinosos que se acumulan al fondo de cualquier recipiente o tanque, a este proceso lo llamamos coagulación.

La floculación depende mucho del tamaño de las partículas por eso es importante conocer la clasificación de estas, ya que dependiendo del tamaño se deducirá la velocidad de asentamiento. A continuación, se presenta una tabla del tamaño típico que se floclula en el agua [20].

Tabla 2. Velocidad de asentamiento de partículas sedimentadas

MATERIAL TÍPICO	DIAMETRO DE LA PARTICULA	VELOCIDAD DE ASENTAMIENTO (m/seg)
Mármol pulverizado	10	0,73
Arena	1	0,23
Arena Fina	0,1	1,0 x 10-2
Coloides grandes	0,0001	1,0 x 10-8
Coloides pequeños	0,000001	1,0 x 10-13

Fuente: Protección del medio ambiente, Emil T., [21]

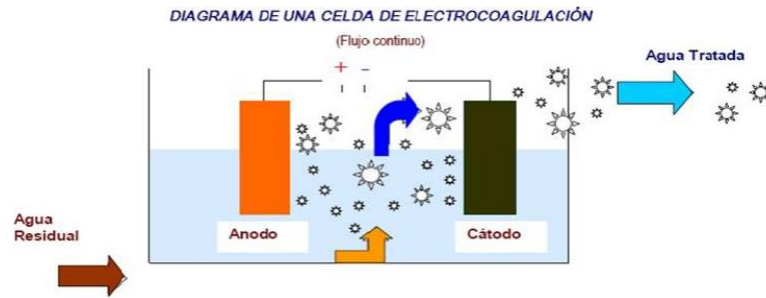
1.1.3.5. Partes que conforman una planta de tratamiento de agua potable

Electrocoagulación

La electrocoagulación se considera un proceso dónde mediante descargas eléctricas se forman sedimentos, ya que al producir este efecto las partículas se desestabilizan provocando así la concentración del coagulante y pH. Un tanque electrocoagulador está conformado por reactores, bombas de entrada, cátodos, ánodos, fuente de poder DC, agitador magnético y celda EC, dependiendo el tipo de electrocoagulador.

Las ventajas de usar este modelo para la coagulación del agua son: el bajo costo de adquisición, su construcción es sencilla y los materiales son de fácil operación, los lodos se producen 50 veces menos que en un tratamiento fisicoquímico, los sólidos formados o coágulos tienen una dimensión más grande que con la coagulación normal, puede producir aguas inodoras, incoloras y hasta agua potable sin necesidad de otro tratamiento, también producen burbujas de oxígeno que hace que los flóculos floten hacia la superficie y sea fácil su remoción [22].

Imagen 5. Funcionamiento de la electrocoagulación



Fuente: DISEÑO MECATRÓNICO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN ENTORNOS DE INDUSTRIAS TEXTILES CON ÉNFASIS EN TINTORERÍAS, Pañuela y Leyes, [23]

Floculación

El método de la floculación permite separar partículas muy finas coloidales que están presentes constantemente en el agua, el mismo que consiste en añadir aditivos químicos en el agua con la finalidad de obtener sedimentos fácilmente, así como también la rapidez de la sedimentación. Este proceso trata de unir los flóculos que se forman y así aumentar el peso, tamaño y forma para que de esta manera puedan decantarse, este proceso puede ser estudiado en laboratorios mediante la prueba de jarras.

Para que exista una correcta floculación depende mucho del tipo de coagulante que se utilice, el pH presente en el agua y el tiempo con que se agite la mezcla con el agua. Los coagulantes más utilizados son el cloruro férrico y la alúmina, debido a su costo y demanda en el mercado, además que los beneficios obtenidos han sido muy favorables en el uso de aguas residuales, además que existen varios ensayos con estas soluciones químicas.

El agua al pasar por este proceso perderá un poco la turbidez y se observará con facilidad los sólidos flotando o hundiéndose respectivamente [24].

Imagen 6. Floculación



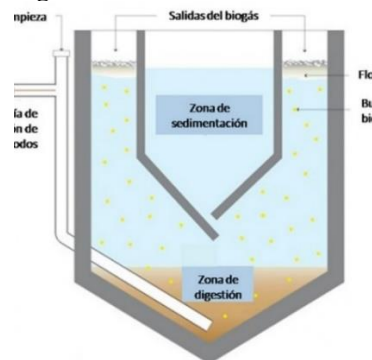
Fuente: COAGULACION Y FLOCULACION: DEFINICION, TIPOS Y FACTORES, Fibras y Normas de Colombia S.A.S, [25]

Sedimentación

En el proceso de sedimentación las partículas por fuerza de la gravedad se dirigen al fondo de un tanque llamado sedimentador, para luego ser extraídas por una caída de diferentes formas que se encuentra en la parte inferior. La partícula se depositará más rápido si su densidad es más grande. La sedimentación nos ayuda a la eliminación de turbiedad en el agua, así como también de su color, a la eliminación de virus, organismos patógenos y bacterias acumuladas, mejorará el sabor y olor.

Las plantas de tratamiento de agua potable están destinadas a brindar excelencia en su producto, para ello mientras más rápida sea la velocidad de sedimentación se prestará un servicio más eficiente, la calidad del agua que se distribuya dependerá de los tipos de sedimentadores y floculadores que se use [26].

Imagen 7. Efecto de la sedimentación



Autor: COAGULACION Y FLOCULACION: DEFINICION, TIPOS Y FACTORES, Fibras y Normas de Colombia S.A.S. [25]

Tabla 3. Velocidad de sedimentación

MATERIAL	DENSIDAD RELATIVA	D(cm)	T agua (°C)	SEDIMENTACIÓN (cm/seg)
Microfloc	1,01	0,001	10	4,16x10 ⁻⁷
			15	4,637x10 ⁻⁷
Floc	1,03	0,001-0,01	10	1,25x10 ⁻² - 1,25x10 ⁻⁴
			15	1,39x10 ⁻² - 1,39x10 ⁻⁵
Partículas Orgánicas	1,5	0,01	10	2,08x10 ⁻¹
			15	2,31x10 ⁻¹
Arenas finas	2,6	0,01	10	6,11x10 ⁻¹
			15	6,75x10 ⁻¹
Arenas finas	2,6	0,2	10	27,76
			15	28,16

Fuente: Diseño y construcción de una planta modelo de tratamiento para la potabilización de agua, Triana y Briceño, [27]

Filtración

El proceso de filtración consiste en el paso de agua mientras se retienen partículas coloidales y suspendidas a través de un medio poroso, se considera a la filtración como la última etapa de potabilización ya que al pasar el agua por esta fase se considera que ya está libre de cualquier virus o bacteria, cumpliendo así con los estándares de potabilidad dictados por normas.

La filtración contiene dos mecanismos importantes como son la adherencia y a su vez el transporte que al complementarse cumplen con la función de transportar las partículas por remover a la superficie de los filtros, y mantenerlas adheridas por un estimado tiempo. Para evitar problemas de atascamiento es importante elegir la dimensión del lecho filtrante para así mantener las partículas en su interior y no en la superficie. Si el uso de filtros es dentro de un tanque cerrado, es importante realizar periódicamente los autolavados para evitar la acumulación de sólidos en los filtros y la descomposición del material.

Purificación con carbón activo

Una vez que el agua ha sido filtrada tiene como siguiente proceso el paso por el carbón activo, al ser absorbida por este permitirá la desaparición de lo que queda de materia orgánica, además que mejora su aspecto, color, olor y sabor.

El carbón activado se construye a partir de un análisis de agua, así como también para su uso y definiendo cuantos litros por minuto necesitamos, el tamaño del carbón influye en la potabilización ya que cada tipo de carbón tiene distintas funciones dependiendo el tipo de contaminantes que estén presentes en el agua, mientras mejor sea el carbón activado la calidad del agua también lo será.

Imagen 8. Filtro multimedia



Fuente: Revista Construir, Calero, [17]

Desinfección

La etapa de potabilización concluye con la desinfección, esta puede ser física, química o radioactiva. En algunas plantas es el único proceso que se realiza [28]

1.1.4. Normativas Legales

Dentro de la constitución del Ecuador tenemos tres artículos referentes a la normativa del agua:

El artículo 264 de la Constitución del Ecuador recalca que, cada nivel de gobierno debe cumplir con el contexto de la normativa en cuanto a la prestación de servicios de alcantarillado y agua potable, retal de aguas residuales, acciones para el saneamiento ambiental y manejo de los desechos sólidos. Durante todo el proceso

se debe hacer un seguimiento y los gobiernos autónomos descentralizados son los encargados de hacer cumplir esta norma. [29]

El artículo 314 de la Constitución del Ecuador se refiere a la provisión de los servicios públicos del agua potable y regadío, saneamiento y energía eléctrica. El estado deberá proveer estos servicios de manera pública y responde a los principios de generalidad, obligatoriedad, responsabilidad, eficiencia, universalidad, accesibilidad, regularidad, uniformidad, continuidad y calidad. El estado dispondrá estos servicios a precios que sean accesibles a todos los usuarios, establecerá su control y regulación. [29]

El artículo 318 de la Constitución del Ecuador menciona que el agua es un patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio imprescriptible del Estado, constituye un elemento vital para la existencia de los seres humanos y la naturaleza. Toda forma de privatización está prohibida, la gestión del agua potable será exclusivamente comunitaria o pública. La prestación de servicios de saneamiento y agua potable serán prestados únicamente por personas estatales, comunitarias o jurídicas. [29]

El artículo 37 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua con respecto a los servicios públicos básicos, hace énfasis al agua potable y saneamiento ambiental como elementos fundamentales que deben tener provisión sin ninguna restricción. Así como también poner a disposición todo lo que conlleva a brindar un buen servicio, eso incluye: procesos de captación, conducción, mantenimiento y operación, impulsión, consumo, etc, Bajo el cumplimiento de esta norma será emitido un certificado de calidad para el consumo humano mismo que será entregado por la secretaría nacional de salud [30].

Para considerar si el agua es óptima para el consumo humano la norma NTE INEN 1108 propondrá rangos permisibles en la presencia de minerales presentes en el agua, así como también los requisitos para su distribución. También toma en cuenta las características químicas, microbiológicas y físicas para ofrecer un

consumo apto a la población. Dentro de las características químicas y físicas se presenta una tabla con los límites permitidos [31].

Tabla 4. Límite permisible para el consumo de agua potable

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total [□] *	Bq/l	0,1
Radiación total [□] **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos
* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁸Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu
** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra

Fuente: NTE INEN 1108, [31]

La norma también señala los ensayos que se deben realizar para determinar las medidas microbiológicas del agua potable [31].

Tabla 5. Métodos de ensayo para determinar características bacteriológicas en el agua

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo ^a
Coliformes fecales	Número/100 mL	Ausencia	Standard Methods 9221 ^b Standard Methods 9222 ^c
<i>Cryptosporidium</i>	Número de ooquistes/ L	Ausencia	EPA 1623
<i>Giardia</i>	Número de quistes/ L	Ausencia	EPA 1623

^a En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.
^b La ausencia corresponde a "< 1,1 NMP/100 mL".
^c La ausencia corresponde a "< 1 UFC/100 mL".

Fuente: NTE INEN 1108, [31]

La norma NTE INEN 2655:2012 tiene como objeto señalar recomendaciones para la implementación de plantas de agua potable prefabricadas, para que estas sean de calidad y con recursos económicos no tan elevados. Los requisitos señalados

en la norma están ligados a la construcción y diseño, así como también a la clasificación de los procesos que deben cumplir las plantas potabilizadoras en caso de ser plantas de ciclo completo o plantas de filtración directa. De esta manera se tendrá claro los parámetros a cumplir si se desea realizar una planta de tratamiento de agua potable prefabricada a un mínimo de 10 años y su capacidad hidráulica, los accesorios que se deben usar para su instalación y todo lo que compete dentro de la planta [32].

La norma CO 10.7-602 tiene como finalidad definir las etapas para el diseño y la elaboración de estudios del agua potable, así como también el correcto manejo de residuos líquidos y excretas. Cada actividad detalla cómo se debe ir adecuando cada uno de los procesos para la construcción y diseño de sistemas potabilizadores, así como también la guía para seleccionar un área del proyecto y red de distribución. La norma también señala los cálculos que se deben implementar al realizar la memoria técnica para cada fase de diseño, desde el periodo de diseño hasta el abastecimiento de agua potable [33].

Tabla 6. Niveles retiro para sistemas de abastecimiento de agua potable con referencia a la eliminación de excretas y residuos líquidos.

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario
<p>Simbología utilizada:</p> <p>AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas ERL: Eliminación de residuos líquidos</p>		

Fuente: CPE INEN 5, [33]

1.2. OBJETIVOS:

1.2.3. Objetivo General

- Evaluar la planta de tratamiento de agua potable de la Parroquia La Victoria, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, mediante un estudio técnico que permita plantear soluciones para su correcto funcionamiento y brinde un recurso hídrico de calidad.

1.2.4. Objetivos Específicos

- Recaudar información de la planta de tratamiento de agua potable.
- Analizar el proceso de ingreso de agua cruda y salida de agua potable.
- Evaluar la funcionalidad operacional y de proceso para el correcto funcionamiento de la planta potabilizadora de acuerdo a la Norma IEOS, al igual que su calidad de acuerdo a la norma vigente INEN 1108 y TULSMA Libro VI.

1.2.5. Hipótesis

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la parroquia La Victoria, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi; en sus condiciones actuales, no funciona de manera óptima en cada una de sus fases.

1.2.6. Hipótesis nula

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la parroquia La Victoria, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi; en sus condiciones actuales, funciona de manera óptima en cada una de sus fases.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Materiales y equipos

En las siguientes Tabla 7 y Tabla 8 se detallan los materiales y equipos que se usaron durante la investigación.

Tabla 7. Lista de materiales usados durante la evaluación

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Computadora	1	Unid.
Cámara	1	Unid.
Cronómetro	1	Unid.
Cinta métrica	1	Unid.
Flexómetro	1	Unid.
Galón transparente	5	Unid.
Balanza digital	1	Unid.
Envases de vidrio oscuro	3	Unid.
Envases para test de jarra	5	Unid.
Ph metro	1	Unid.
Colorímetro	1	Unid.
Pipeta	1	Unid.
Probeta	1	Unid.
Batrax	1	Unid.

Fuente: Autor

Tabla 8. Lista de equipos

EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Casco	1	Unid.
Zapatos de seguridad	1	Par
Mandil	1	Unid.
Guantes de Nitrilo	1	Par
Mascarilla	3	Unid.

Fuente: Autor

2.2. Metodología

El trabajo experimental sobre la evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia La Victoria, Cantón Pujilí de la provincia de Cotopaxi se va a realizar respaldando las siguientes fases:

Fase 1: Levantamiento de la información.

En la presente fase se describe de manera bibliográfica la ubicación geográfica, actividad económica e histórica del cantón Pujilí y su parroquia La Victoria, el número de habitantes, al igual que la descripción de la planta de tratamiento ubicada en dicho sector. Se elabora una recopilación de datos generales como son caudales de diseño, tiempo de retención, tipo de agua tratada por la PTAP y el diseño de la misma.

Fase 2: Investigación de campo.

En la presente fase se realiza una visita técnica directa para visualizar el estado actual de la planta de potabilización y cada uno de los procesos que la conforman, así como también su respectivo dimensionamiento; para compararlo con sus planos de diseño. Durante este proceso se toma los diferentes caudales en cada etapa para conocer el estado de la PTAP. Y para terminar se toma muestras de agua durante su ingreso para conocer el estado en que se va a mejorar y a la salida para conocer la calidad de agua a distribuirse para consumo humano.

Fase 3: Investigación de laboratorio.

En esta fase las muestras tomadas son enviadas a un laboratorio químico especializado para evaluar los parámetros permitidos correctos para el consumo del agua según la Norma NTE INEN 1108 Agua para el Consumo Humano, requisitos.

Fase 4: Evaluación y verificación de funcionamiento.

Durante esta fase se elabora un diagnóstico detallando cada proceso de la PTAP y como se encuentra en la actualidad, en caso de que existan falencias se realizará la toma de evidencias para realizar un informe que permita analizar cada una de las etapas de la planta de potabilización.

CAPÍTULO III

LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1. Plan de recolección de datos:

3.1.1. Fase 1: Levantamiento de la información.

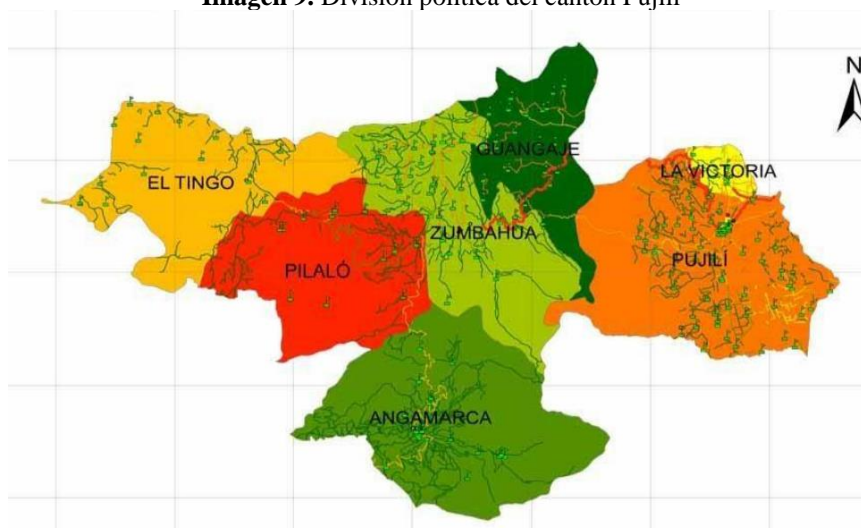
Pujilí es un cantón perteneciente a la provincia de Cotopaxi ubicado en el centro sur, sus límites son: al norte con los cantones Latacunga, Saquisilí y Sigchos, al sur con el cantón Pangua y también limita con las provincias de Bolívar y Tungurahua. Al oeste con los cantones Pangua y La Maná.

El cantón Pujilí cuenta con 1.289 km² de superficie, mantiene un clima mesotermal-semiárido y su temperatura mantiene 12°C, su altitud es de 2980 msnm.

Cuenta con una parroquia urbana llamada Pujilí o La Matriz conocida como la cabecera cantonal.

Asu vez también cuenta con seis parroquias rurales que son: Guangaje, La Victoria, Tingo La Esperanza, Zumbahua, Angamarca y Pilaló_[34] .

Imagen 9. División política del cantón Pujilí



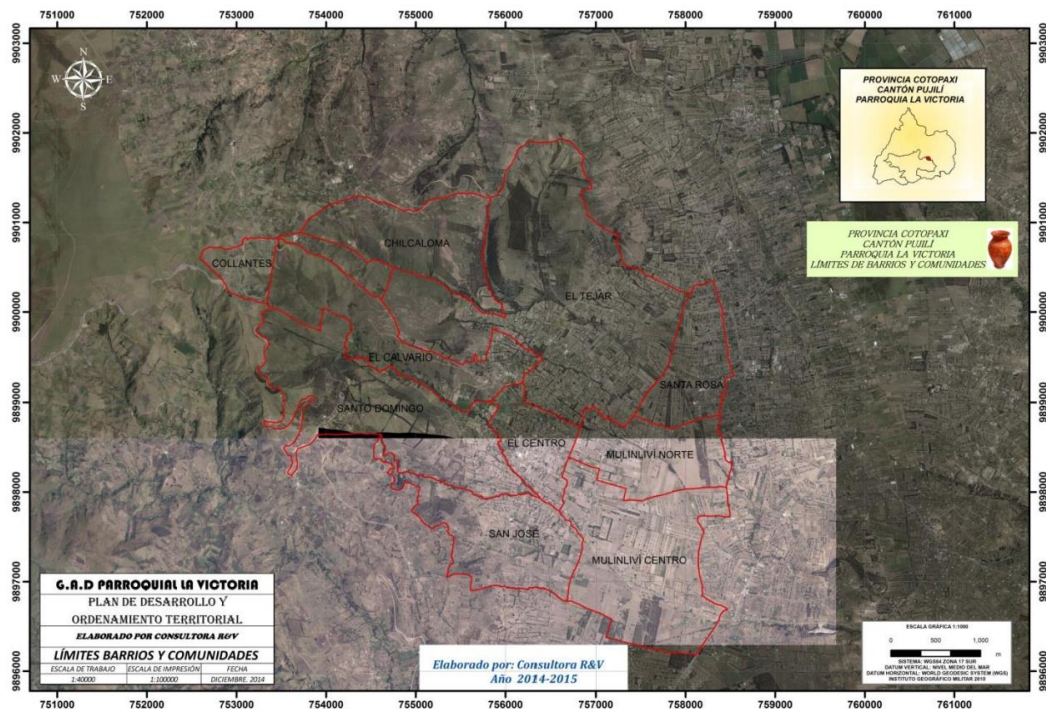
Fuente: Gad parroquial La Victoria, [35]

Pujilí se encuentra asentada en un valle y esto le ha permitido caracterizarse por tener abundante producción agrícola, así como también ganadera. La mayoría de pobladores se encargan de la producción de tubérculos y granos, los mismos que

son ofrecidos en ferias semanales que se realizan en el centro del cantón. También se define por el arte y la cultura que también a servido como beneficio económico, la alfarería y la pintura son fuentes sostenibles en las parroquias aledañas [35]

La parroquia La Victoria tiene una superficie de 21,6 km² y forma parte de 1,68% del área total del cantón Pujilí, su temperatura varía periódicamente de 7 a 15°C. La capital Alfarera como se le conoce a la parroquia La Victoria está ubicada a 6 km del cantón Pujilí. Se limita al Norte con la parroquia Poaló, al sur con la parroquia La Matriz cabecera cantonal de Pujilí y al Oeste con la parroquia 11 de noviembre. Su población alcanza un aproximado de 3.500 habitantes según la asamblea parroquial, de los cuales el 9,3% se considera población indígena del área rural, el 60% se dedica a la alfarería, el 25% a la agricultura y el porcentaje restante 15% tiene una profesión con educación superior [36].

Imagen 10. Topografía de la parroquia La Victoria



Fuente: Gad parroquial La Victoria [35]

La planta de tratamiento de agua potable se encuentra ubicada en el Barrio El Calvario en la parte alta del centro de la parroquia, la misma se encuentra en funcionamiento actualmente.

La planta de potabilización fue diseñada en el año 2012 por la Junta de Agua Potable elegida por los pobladores el mismo año y fue construida un año después. La planta fue diseñada por el Ing. Patricio Vasco con el apoyo de la Junta de Agua Potable de la Parroquia La Victoria y el Municipio de Pujilí. Con estas referencias se pudo obtener los siguientes datos que se visualizan en la Tabla 9.

Tabla 9. Datos de la planta de tratamiento de agua potable

DATOS DE LA PTAP DE LA PARROQUIA LA VICTORIA	
Población beneficiada	700 hab
Empleo de agua potable	Doméstico
Tanques de almacenamiento	1 unidad
Pozos de revisión	1 unidad
Costo total del proyecto	120 000 \$
Inicio de funcionamiento	01 de enero de 2012

Fuente: Autor

La Junta de Agua Potable actual no cuenta con planos y una memoria técnica que refleje el funcionamiento de cada elemento que contiene la planta, se puede evidenciar también que algunos elementos hidráulicos no están en funcionamiento. Al no contar con estos datos es necesario realizar un cálculo que demuestre el estado actual de la PTAP y así conocer su funcionalidad operacional en la actualidad.

La PTAP cuenta con varios procesos unitarios que ayudan al mejoramiento del agua cruda como son: electrocoagulador – floculador, decantador, sedimentador, filtración.

Imagen 11. Planta de tratamiento de agua potable



Fuente: Autor

Imagen 12. Tanque floculador y sedimentador



Fuente: Autor

3.1.2. Fase 2 Levantamiento de campo

La planta de tratamiento de agua potable se encuentra en funcionamiento las 24 horas del día, cada etapa está realizando su respectivo proceso presentando algunos inconvenientes.

Medición de caudales

Dentro del diseño de la PTAP existen factores importantes entre ellos la toma de caudales, una planta potabilizadora se dimensiona de acuerdo al caudal máximo horario el cual es fundamental para el dimensionamiento del resto de procesos y operaciones, según autores el mismo se considera como caudal máximo el mismo que se puede encontrar en un período de 24 horas.

Ya que la planta de agua potable de la parroquia no cuenta con un registro se debe tomar determinadas veces caudales en cada hora. Sin embargo, la junta de agua potable actual facilitó información acerca del funcionamiento de la planta durante la noche, concluyendo que el caudal es constante durante este período, por lo cual se tomará los caudales desde las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde y a partir de esa hora se considerará un caudal constante. A su vez también se tomará en cuenta el punto climatológico ya sea verano o invierno y para esto se escogió una semana completa ya que de esta manera se verificará el comportamiento de la planta durante distintos períodos.

Cómo se mencionó en el párrafo anterior se debe tomar caudales durante las 24 horas del día sin embargo por los motivos mencionados y por seguridad en la toma de muestras, se descartará los caudales durante la noche.

Para medir caudales de manantiales o caudales pequeños se recomienda utilizar el método volumétrico, este método se utiliza cuando la corriente mantiene una caída de agua y se pueda usar un recipiente con un volumen conocido para recibir el flujo. Para esto necesitamos un balde graduado en litros o galones. La ventaja de usar el presente método es la veracidad y sencillez que tiene, sin embargo, se debe asegurar que todo el volumen de agua llegue al recipiente, al aforar no debe existir pérdida de agua.

En este método es importante calibrar los materiales, si fuese necesario se debe nivelar el suelo donde se asentará el recipiente para que el mismo no pierda equilibrio o se mueva al momento de tomar el flujo.

Bajo la corriente de agua vamos a colocar el recipiente, desde ese momento debemos tomar el tiempo con un cronómetro. Una vez que llegue a la capacidad requerida retiramos el recipiente y paramos el cronómetro. Para estimar un valor promedio se tomará dos muestras por cada hora.

Para calcular el caudal usamos la siguiente fórmula:

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

En donde:

Q= Caudal a calcularse en litros por segundo (l/s)

V= Volumen del recipiente (l)

t= tiempo estimado en que se llenó el recipiente (s)

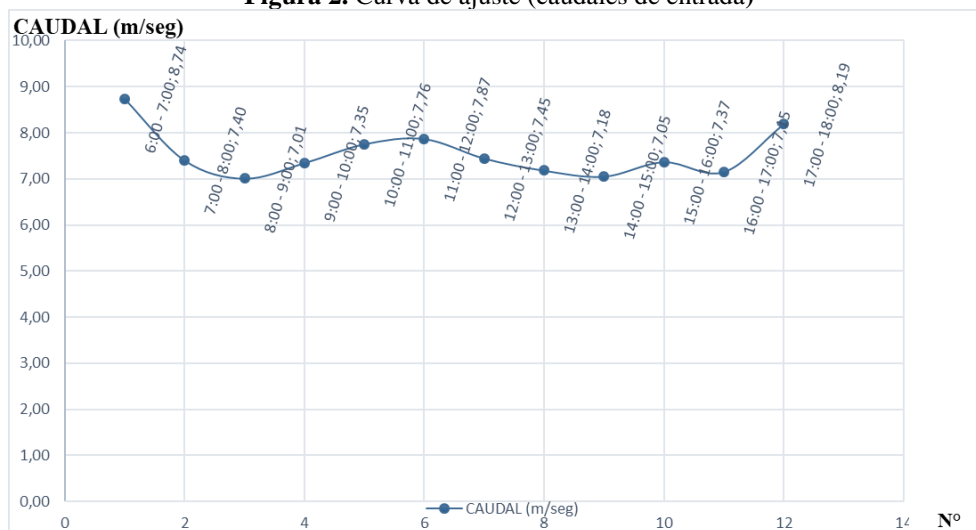
Para representar los distintos caudales de entrada tomados durante un período de doce horas, se presenta la siguiente Tabla 10 y Figura 1.

Tabla 10. Caudales tomados al ingreso de la PTAP (m/seg)

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	PROMEDIO
6:00 - 7:00	7,04	9,80	8,40	8,62	9,26	8,70	9,35	8,74
7:00 - 8:00	7,58	7,81	6,76	7,81	7,75	6,41	7,69	7,40
8:00 - 9:00	6,29	6,41	7,87	6,33	7,41	6,94	7,81	7,01
9:00 - 10:00	6,80	8,40	7,52	7,63	6,17	8,13	6,76	7,35
10:00 - 11:00	8,62	6,90	7,63	8,55	8,26	7,87	6,45	7,76
11:00 - 12:00	9,71	7,52	8,40	6,85	6,67	8,70	7,25	7,87
12:00 - 13:00	7,69	7,81	7,63	7,75	7,52	7,09	6,62	7,45
13:00 - 14:00	6,94	7,14	7,75	6,99	6,80	7,75	6,90	7,18
14:00 - 15:00	8,47	6,21	6,37	7,14	6,17	7,25	7,75	7,05
15:00 - 16:00	7,94	6,37	8,55	6,33	8,40	6,41	7,58	7,37
16:00 - 17:00	7,58	7,09	7,04	7,14	6,94	8,13	6,13	7,15
17:00 - 18:00	7,09	8,77	6,90	8,70	8,40	8,85	8,62	8,19
TOTAL								7,54

Fuente: Autor

Figura 2. Curva de ajuste (caudales de entrada)



Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 10 y en la Figura 2 no se identifica un horario determinado para que el caudal permanezca constante. Esto se debe al comportamiento variable del clima, ya que es un elemento fundamental para entender este papel, la vertiente al ubicarse en un páramo o montaña tiende a cambiar su caudal, ya sea por el viento o efecto de lluvias. Por este motivo no se identifica un caudal máximo horario dentro de un mismo periodo de tiempo.

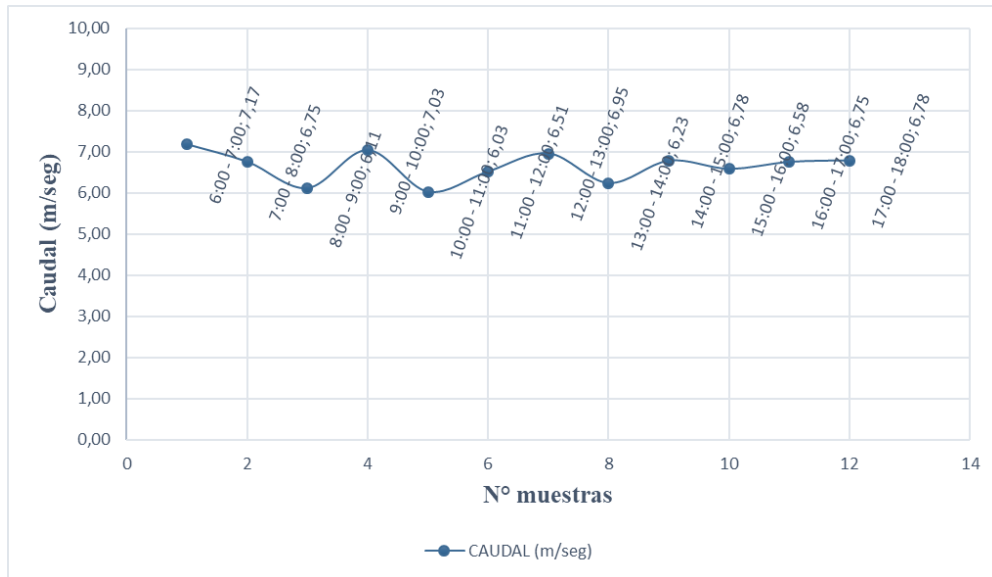
Para representar los distintos caudales de entrada tomados durante un período de doce horas, se presenta la siguiente Tabla 11 y Figura 2.

Tabla 11. Caudales tomados a la salida de la PTAP(m/seg)

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	PROMEDIO
6:00 - 7:00	6,58	7,41	7,14	6,45	7,25	7,75	7,63	7,17
7:00 - 8:00	4,02	7,04	7,04	7,25	7,46	7,35	7,09	6,75
8:00 - 9:00	7,19	4,05	7,35	4,00	6,90	6,62	6,67	6,11
9:00 - 10:00	7,25	7,19	6,33	7,04	7,41	6,71	7,30	7,03
10:00 - 11:00	6,67	6,37	4,33	6,94	6,71	7,14	4,02	6,03
11:00 - 12:00	6,99	6,71	6,41	6,58	6,37	6,25	6,29	6,51
12:00 - 13:00	6,90	7,41	7,14	6,90	6,49	6,85	6,99	6,95
13:00 - 14:00	6,49	6,76	6,67	6,62	6,41	4,00	6,29	6,18
14:00 - 15:00	7,09	6,67	6,67	6,25	6,99	7,14	6,62	6,78
15:00 - 16:00	6,90	6,94	6,80	6,54	5,05	7,25	6,58	6,58
16:00 - 17:00	6,62	6,45	7,41	6,58	6,54	6,33	7,30	6,75
17:00 - 18:00	6,71	6,99	6,76	6,41	7,09	6,62	6,90	6,78
TOTAL								6,64

Fuente: Autor

Figura 3. Curva de ajuste (caudales de salida)



Fuente: Autor

La Tabla 11 y la Figura 3 se observa que los caudales en los diferentes periodos no son constantes y a comparación del caudal de ingreso, el promedio de los caudales de salida es menor. Una de las razones principales para que ocurra esta variación es debido a la retención de masa que ocurre en cada proceso del tratamiento del agua. Sin embargo, aunque exista variación los caudales no suben o bajan de un rango entre 4lt/seg y 8 lt/seg. Se puede observar también que el caudal baja representativamente en una hora específica todos los días, esto se debe a que todos los días se realizan autolavados de los filtros y el agua ocupada en este proceso va directo al desaguedero.

La Imagen 14 e Imagen 15 representa fotográficamente cómo se realizó la toma de caudales tanto de ingreso como de salida respectivamente.

Imagen 13. Toma de caudales de entrada



Fuente: Autor

Imagen 14. Toma de caudales de salida



Fuente: Autor

Toma de muestra de agua potable

En la toma de muestras se usó las siguientes normas:

NTE INEN 2176:2013. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO. La respectiva norma nos presenta guías para el

correcto manejo de muestras para su respectivo análisis y así obtener datos sobre el control de calidad de los distintos tipos de agua: contaminadas, residuales y naturales.

NTE INEN 2 169:98 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS. Esta norma nos dirige hacia las medidas precautelares que se debe seguir para transportar y conservar las muestras de agua y a su vez también define las técnicas de conservación más importantes.

Imagen 15. Toma de muestras del caudal de salida



Fuente: Autor

Imagen 16. Toma de muestras del caudal de entrada



Fuente: Autor

3.1.3. FASE 3 Investigación de laboratorio

El análisis de muestras se elaboró laboratorio de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Ambato, donde se basan en la norma INEN 1180 Agua

para Consumo Humano y la Norma TULSMA Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano, sus criterios se presentan a continuación:

Tabla 12. Calidad de fuentes de agua para consumo según la Norma TULSMA Libro VI

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	TULSMA-INEN LIMITE PERMITIDO
ALCALINIDAD	mg/L	Standard Methods-2320B	-
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	Standard Methods-9221-C	1000
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH-8025	75
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	mg/L	HACH 8000	< 4
FLORUROS	mg/L	HACH-8029	1,5
HIERRO	mg/L	HACH-8008	1
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	Standard Methods-2540-C	500
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	100

Fuente: TULSMA 2015, [37]

Tabla 13. Calidad de fuentes de agua para consumo según la INEN 1108

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	INEN LIMITE PERMITIDO
ARSENICO	μ g/L	APHA-3114B	10
COLOR RESIDUAL	mg/L	HACH-8021	0,3 - 1,15
COBRE	mg/L	HACH-8506	2
COLOR APARENTE	Ufc/100mL	Standard Methods-9222-D	Ausencia
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	Standard Methods-9222-D	15
FLORUROS	mg/L	HACH-8029	1,5
MONOCLARAMINAS	mg/L	HACH-10172	3
NITRATOS	mg/L	HACH-8039	50
NITRITOS	mg/L	HACH-8507	3
pH	U pH	4500H+B	6,5 - 8,0
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	5

Fuente: Norma INEN 1108, [15]

3.1.4. FASE 4 Evaluación y verificación de funcionamiento

La planta de tratamiento que existe actualmente cumple con los procesos de filtración en distintas etapas electrocoagulación y floculación, decantación, filtración y finalmente distribución, donde su infraestructura cuenta con un área de 124 m² completamente cerrado por una construcción de hormigón. Su

estructura está algo deteriorada debido a la oxidación y falta de mantenimiento mecánico y la tubería no presenta ningún daño notorio aparentemente.

Electrocoagulación y floculación

En la primera etapa que es la electrocoagulación y floculación se observó que la máxima capacidad del sistema es de 3 lt/seg, sin embargo, existe un desperdicio cuando el caudal aumenta y el agua sobrante se mezcla con la tratada. Sobrellevando un gran problema para el resto de etapas. El electrocoagulador es funcional en gran porcentaje y no presenta ningún fallo en la parte estructural, sin embargo, como se observa presenta oxidación en la parte inferior del tanque y en sus paredes en la parte externa e interna.

Imagen 17. Tanque de Electrocoagulación



Fuente: Autor

Imagen 18. Funcionamiento del tanque electrocoagulador



Fuente: Autor

Decantación

La segunda etapa que es la decantación el tanque se encuentra en buen estado y cumple con la función de transportar los sólidos sedimentados a un tanque de desperdicios y el agua al siguiente proceso, el tanque está diseñado para acoger 3 lt/seg, la parte estructural es funcional, sin embargo, presenta en ciertos puntos de la parte externa oxidación al igual que en la parte interna. Por dentro también se puede observar una notoria presencia de hongos por falta de mantenimiento.

Imagen 19. Tanque sedimentador



Fuente: Autor

Imagen 20. Funcionamiento del tanque decantador



Fuente: Autor

Tanque floculador vertical

En la presente etapa el agua se mantiene en tanques divididos por placas, los tanques ayudan a eliminar todo tipo de sólidos, aceites, entre otros materiales que el agua pueda llevar. Sostiene una cantidad de 16,85 lt, los tanques son de hormigón y se nota un deterioro en la parte externa e interna, al igual que la acumulación de hongos y bacterias.

Imagen 21. Tanque floculador



Fuente: Autor

Tanque de sedimentación

Para esta etapa se observó que la condición del tanque no es salubre ya que presenta hongos y posiblemente bacterias alrededor del mismo, además muestra degradación en las paredes. Su volumen abarca 12,8 lt y las tuberías presentes transportan el agua hacia los filtros mediante dos bombas para continuar con el siguiente proceso, también se encuentran dos tuberías de 2 pulg, las mimas que tienen un color rojizo por falta de mantenimiento sin embargo al no estar directamente en contacto con el agua no presentarían ninguna dificultad.

Imagen 22. Tanque sedimentador



Fuente: Autor

Imagen 23. Agua transportada a filtros



Fuente: Autor

Filtración

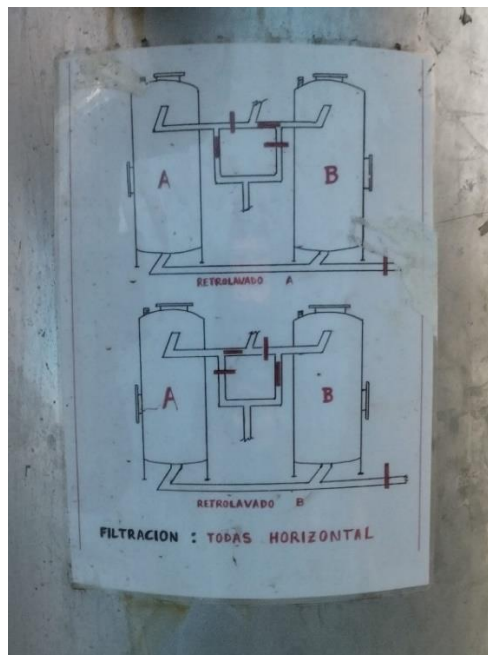
Para la cuarta etapa se cuenta con dos tanques de acero que cumplen con el proceso de filtración, en su interior cuentan con grava de diferentes granulometrías, arena y carbón activado; el estado de los tanques es en un gran porcentaje funcional, reciben todos los días un autolavado que es programado por válvulas ubicadas en la parte superior de cada tanque y se conectan a tuberías para su respectiva distribución. Este es el último proceso por el que pasa el agua. El estado de los tanques no está en excelentes condiciones, presenta oxidación en la parte inferior y además el carbón activado dentro de las mismas se encuentra desgastado por lo que no se lo ha reemplazado en tres años.

Imagen 24. Filtros



Fuente: Autor

Imagen 25. Manejo de válvulas



Fuente: Autor

3.2. Análisis y discusión de los resultados

3.2.1. Análisis de la muestra de agua potable

Con el resultado de las muestras entregadas por el laboratorio de la EMAPA de entrada y salida de la planta potabilizadora, se observa lo siguiente:

Tabla 14. Resultados de los análisis de agua de ingreso a la PTAP

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	ENTRADA	TULSMA-INEN LIMITE PERMITIDO
ALCALINIDAD	mg/L	Standard Methods-2320B	168,1	-
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	Standard Methods-9221-C	< 1,8	1000
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH-8025	13	75
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	mg/L	HACH 8000	7	< 4
FLORUROS	mg/L	HACH-8029	0,12	1,5
HIERRO	mg/L	HACH-8008	0,86	1
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	Standard Methods-2540-C	195	500
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	5	100

Fuente: Autor

Tabla 15. Resultados de los análisis de agua de salida de la PTAP

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	SALIDA	INEN LIMITE PERMITIDO
ARSENICO	µg/L	APHA-3114B	2,5	10
COLOR RESIDUAL	mg/L	HACH-8021	NO DETECTADO	0,3 - 1,15
COBRE	mg/L	HACH-8506	0,04	2
COLOR APARENTE	Ufc/100mL	Standard Methods-9222-D	4	Ausencia
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	Standard Methods-9222-D	182	15
FLORUROS	mg/L	HACH-8029	0,21	1,5
MONOCLARAMINAS	mg/L	HACH-10172	0	3
NITRATOS	mg/L	HACH-8039	0	50
NITRITOS	mg/L	HACH-8507	0	3
pH	U pH	4500H+B	8,35	6,5 - 8,0
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	25,2	5

Fuente: Autor

3.2.2. Análisis comparativo de resultados con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 y TULSMA 2015.

Los análisis entregados por la EMAPA del agua al entrar y salir de la PTAP se compararon con los límites permitidos por la NORMA INEN 1180 para el consumo humano y la NORMA TULSMA para la calidad de la vertiente de agua.

Tabla 16. Cumplimiento de los límites del agua para consumo humano según la TULSMA Libro VI

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	ENTRADA	TULSMA-INEN LÍMITE PERMITIDO	CUMPLE
ALCALINIDAD	mg/L	Standard Methods-2320B	168,1	-	SI
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	Standard Methods-9221-C	< 1,8	1000	SI
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH-8025	13	75	SI
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	mg/L	HACH 8000	7	< 4	NO
FLORUROS	mg/L	HACH-8029	0,12	1,5	SI
HIERRO	mg/L	HACH-8008	0,86	1	SI
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	Standard Methods-2540-C	195	500	SI
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	5	100	SI

Fuente: Autor

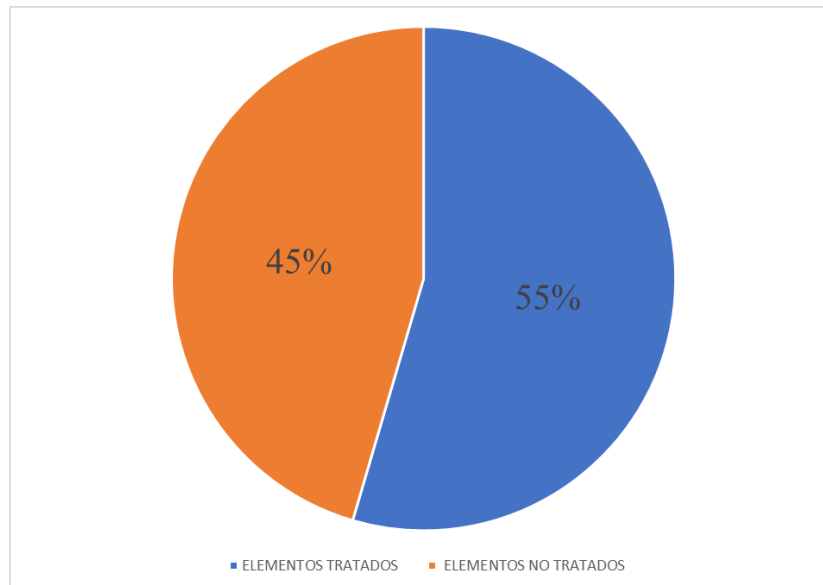
Tabla 17. Cumplimiento de los límites del agua para consumo humano según la INEN 1108

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	SALIDA	INEN LÍMITE PERMITIDO	CUMPLE
ARSENICO	µg/L	APHA-3114B	2,5	10	SI
COLOR RESIDUAL	mg/L	HACH-8021	NO DETECTADO	0,3 - 1,15	NO
COBRE	mg/L	HACH-8506	0,04	2	SI
COLOR APARENTE	Ufc/100mL	Standard Methods-9222-D	4	Ausencia	NO
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	Standard Methods-9222-D	182	15	NO
FLORUROS	mg/L	HACH-8029	0,21	1,5	SI
MONOCLARAMINAS	mg/L	HACH-10172	0	3	SI
NITRATOS	mg/L	HACH-8039	0	50	SI
NITRITOS	mg/L	HACH-8507	0	3	SI
pH	U pH	4500H+B	8,35	6,5 - 8,0	NO
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	25,2	5	NO

Fuente: Autor

A continuación, se presenta la Figura 3 que garantiza mejor comprensión con respecto al porcentaje de remoción de contaminantes que está recibiendo el agua en la PTAP y el porcentaje de elementos que no son tratados por la planta potabilizadora.

Figura 4. Porcentaje de elementos tratados y no por la PTAP



Fuente: Autor

En base a los resultados entregados por la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Ambato en comparación con las normas INEN NTE 1180 Y TULSMA podemos observar que el 55% de parámetros que debe tratar la planta potabilizadora incumplen con los límites y el 45% corresponde a parámetros que están dentro de las normas de agua para consumo humano.

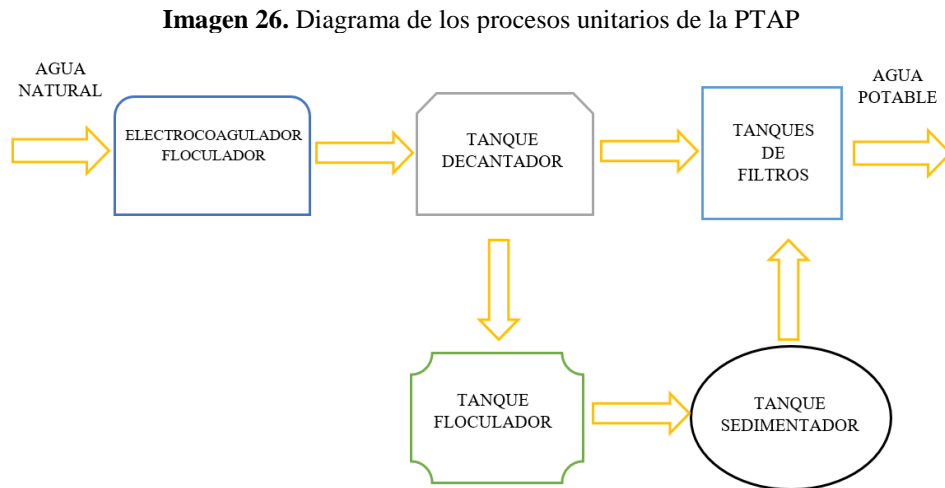
3.3. Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia La Victoria, Cantón Pujilí.

3.3.1. Diagnóstico técnico

Mediante la información obtenida de la planta potabilizadora de la parroquia La Victoria, así como la caracterización del agua que ingresa a la misma y las dimensiones de cada uno de los procesos, se verifica su respectivo funcionamiento.

3.3.2. Procesos unitarios de la planta de tratamiento de agua potable

El diagrama a continuación presenta los procesos que abarca la planta actualmente, se demuestran en la siguiente Imagen 28.



Fuente: Autor

3.3.3. Dimensiones actuales de la planta de tratamiento de agua potable

3.3.3.1. Electrocoagulador – floculador

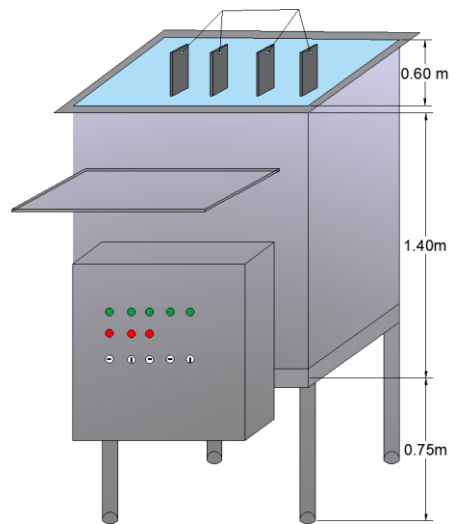
El electrocoagulador – floculador es un tanque rectangular de acero que acoge el agua natural que proviene de vertientes por medio de una tubería de 2 pul de diámetro, tiene un caudal de ingreso de 3 m³/s. En la parte superior cuenta con cuatro placas de hierro de 4cm x 35 cm x 1cm, las mismas que funcionan para desestabilizar los contaminantes presentes en el agua a través de una corriente eléctrica de voltaje bajo. El electrocoagulador – floculador se sitúa al inicio del tratamiento, aquí es dónde mediante una reacción química el cátodo descarga carga negativa desprendiendo hidrógeno y el ánodo carga positiva desprendiendo oxígeno, durante este proceso se genera una carga alta de cationes que producen la electrocoagulación y a su vez se genera turbulencia por el gas producido, provocando así que los flóculos salgan a flote a la superficie o se hundan. En el fondo se observa una salida de tubería de 2 pul la cual contiene sólidos atrapados los mismos que son depositados a un desagadero.

Tabla 18. Dimensiones del electrocoagulador - floculador

DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Espesor	1.5	cm
Largo	1.25	m
Ancho	0.61	m
Alto	1.40	m

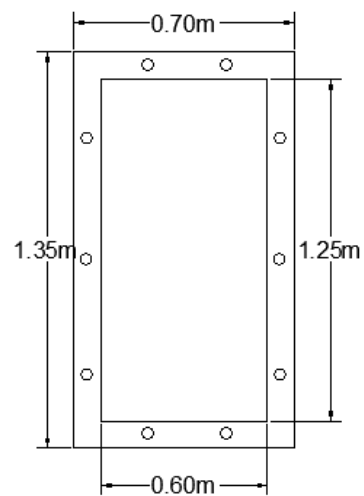
Fuente: Autor

Imagen 27. Dimensiones del electrocoagulador



Fuente: Autor

Imagen 28. Vista en planta



Fuente: Autor

3.3.3.2. Tanque decantador

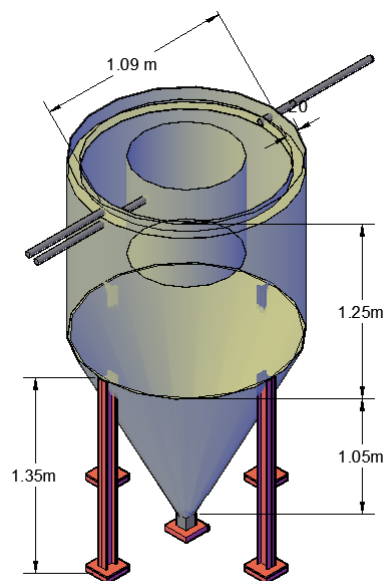
El tanque decantador o sedimentador estático circular, es una estructura de acero en forma de cilindro que contiene un escurridor radial. En la parte superior tiene una tubería de 2 pulg para el ingreso del agua cruda y tiene un período de retención de 60 minutos. El tanque remueve el 45% de los sólidos suspendidos presentes que se depositan en la parte inferior del tanque, los cuales son trasladados a un desagüe mediante una tubería de D= 2 pul, la tubería contiene una válvula de control que se abre en un tiempo determinado. La recolección del agua sedimentada se realiza de manera periférica y se traslada por una tubería de 2 pulg hacia el siguiente proceso.

Tabla 19. Dimensiones del tanque decantador

DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Espesor	1.5	cm
Ángulo de inclinación del cono	60	grados
Diámetro	1.09	m
Alto	2.30	m

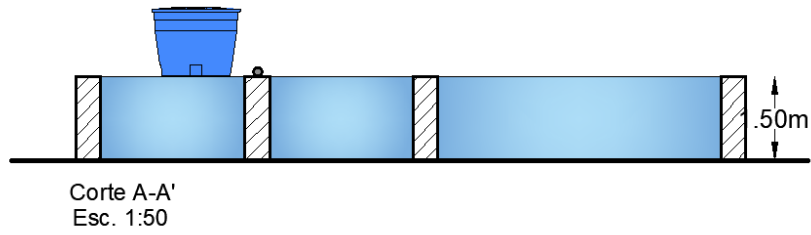
Fuente: Autor

Imagen 29. Dimensiones del tanque decantador



Fuente: Autor

Imagen 32. Vista de perfil



Fuente: Autor

3.3.3.4. Tanque sedimentador

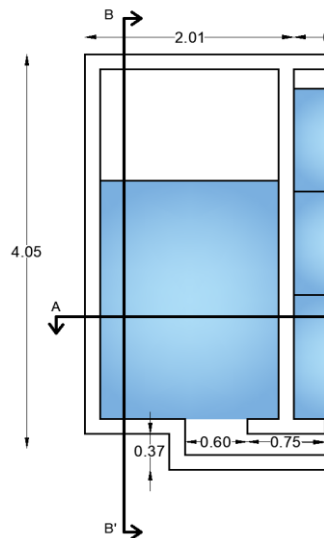
Es un tanque de hormigón ciclópeo que sirve para sedimentar el agua, luego el agua pasa a través de un azud, la misma que es aspirada por dos bombas hacia los últimos procesos como son tanques de filtros y desinfección mediante una tubería de 2 pul.

Tabla 20. Dimensiones del tanque sedimentador

DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Espesor	10	cm
Largo	4.15	m
Ancho	2.00	m
Profundidad	1.60	m

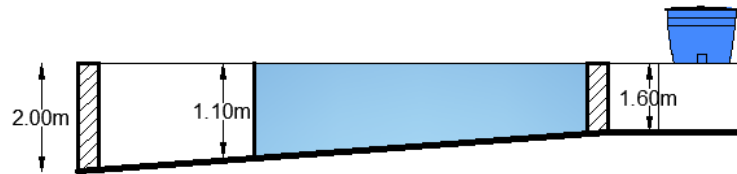
Fuente: Autor

Imagen 33. Vista en planta del sedimentador



Fuente: Autor

Imagen 34. Vista de perfil



3.3.3.5. Tanques de filtros

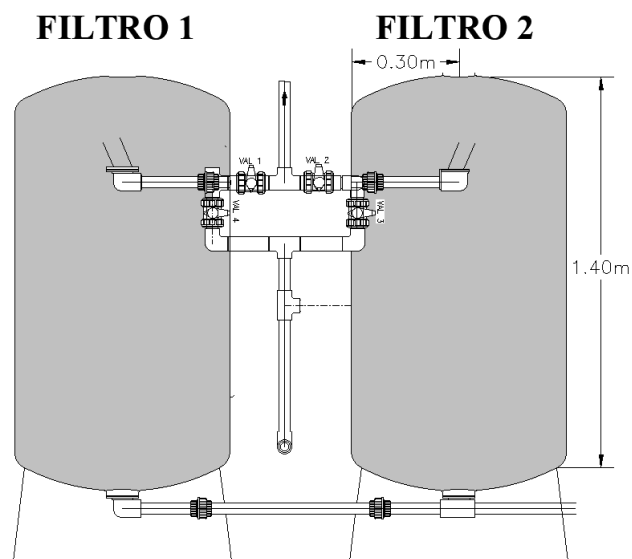
Esta etapa cuenta con dos tanques cilíndricos de acero, separados por una distancia de 0.80 cm. Cada unidad consta de una tubería de entrada y salida de 2 pulg, lecho filtrante, sistema de drenaje, válvulas de control y regulación, filtro distribuidor y brida en la parte inferior que conecta la tubería con el tanque. Durante esta fase el agua pierde el olor y sabor, además los filtros utilizan 3 capas de grava sílica de diferentes granulometrías, una capa de carbón activado y un espacio vacío, el cambio de material filtrante se hizo por última vez hace seis meses.

Tabla 21. Dimensiones de los tanques de filtros

DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Espesor	1.00	cm
Diámetro	0.60	m
Alto	1.40	m

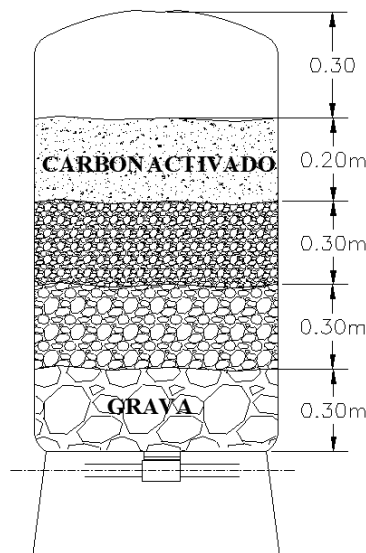
Fuente: Autor

Imagen 35. Dimensiones de filtros



Fuente: Autor

Imagen 36. Materiales dentro del filtro



Fuente: Autor

3.4. Resultados y discusión

3.4.1. Diagnóstico teórico de funcionamiento de la actual planta de tratamiento de agua potable

Para el diagnóstico de las diferentes fases de la PTAP se tomó criterios de normas de diseño ecuatorianas existentes y válidas en la actualidad, entre ellas tenemos: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2655:2012. – esta norma presenta los criterios principales para la formación de una planta de tratamiento de agua potable prefabricada en lugares públicos dentro del territorio ecuatoriano, también establece requisitos de construcción y diseño que las empresas deben cumplir para la fabricación de los procesos de tratamiento dentro de la planta. Para realizar el marco técnico, económico y ambiental la norma toma en cuenta la realidad ecuatoriana, enfatizando la sostenibilidad y enfoque hacia el futuro.

NORMA CO 10.7 – 602.- la presente norma define cuáles son las etapas que debe cumplir un sistema de agua potable dentro de la zona rural, además de los parámetros de diseño, la operación, administración y mantenimiento de los

sistemas potabilizadores, y las tecnologías adecuadas para su correcto funcionamiento.

Norma IEOS. – presenta previos estudios de diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de agua potable, además nos brinda especificaciones con respecto a las dimensiones cada proceso de potabilización con el objetivo de brindar agua de calidad a la población ecuatoriana.

Norma RAS 2000. – se basa en la recolección y evacuación de aguas de uso doméstico y sanitario, mediante recomendaciones mínimas para el diseño correcto y construcción de plantas de tratamiento, además de la cantidad adecuada para el uso de químicos en el agua.

3.4.1.1. Determinación del caudal de diseño

Dado a que los valores de los caudales tomados no tienen similitud en un mismo período y día, se calculará el caudal máximo mediante la estadística para así lograr obtener un caudal promedio en conjunto con la desviación típica.

Numero de la muestra

$$N = \sum \text{caudales}$$

$$N = 84$$

Promedio de caudales

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

$$\bar{x} = 7,54 \frac{lt}{seg}$$

Desviación

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = 0,874 \frac{lt}{seg}$$

Caudal máximo horario determinado estadísticamente

$$Q_{MH'} = \bar{x} + 2 \cdot \sigma$$

$$Q_{MH'} = 7,54 \frac{lt}{seg} + 2 \cdot 0,874 \frac{lt}{seg}$$

$$Q_{MH'} = 9,29 \frac{lt}{seg}$$

El caudal máximo horario calculado estadísticamente con respecto a la toma de muestras nos da el valor de 9,29 lt/seg y el valor más aproximado a este, dentro de la Tabla 10 es 9,26 lt/seg, caudal real de entrada, a la planta potabilizadora.

3.4.1.2. Diagnóstico del funcionamiento del electrocoagulador – floculador

La tubería que conecta al electrocoagulador – floculador está regulada para 3 lt/seg. El volumen de agua restante es desperdiciado en una quebrada y otra tubería va directo hacia los filtros sin ser tratada.

Para evaluar el tanque electrocoagulador necesitamos el tiempo de retención, el cual se lo calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Medidas del tanque} = 1,40m \times 1,25m \times 0,61m$$

$$\text{Volumen del tanque} = 1,07 m^3 = 1070 lt$$

$$\text{Caudal para el que fue diseñado el tanque} = 3 lt/seg$$

$$t_{retención} = Vt/Qt$$

$$t_{retención} = \frac{1070 \frac{lt}{seg}}{3 \frac{lt}{seg}}$$

$$t_{retención} = 356,67 \text{ seg} = 5,94 \text{ min}$$

Volumen de agua a tratar

A continuación, realizaremos el cálculo del volumen del agua que debería ser tratada por el tanque electrocoagulador – floculador. Según [22], el cálculo del volumen de agua a ser tratada se determina con la siguiente ecuación:

$$V_{wr} = t_r \times Qd \times f$$

Donde:

$Qd = \text{Caudal de diseño}$

$t_r = \text{tiempo de retención}$

$f = \text{factor de seguridad } 30\%$

$$V_{wr} = 356,67 \text{ seg} \times 9,26 \text{ lt/seg} \times 1.3$$

$$V_{wr} = 4724,81 \text{ lt}$$

Volumen de agua que trata la planta potabilizadora

La siguiente fórmula nos presenta el volumen de agua que trata actualmente el tanque electrocoagulador – floculador.

$$V_{wp} = 356,67 \text{ seg} \times 3 \text{ lt/seg} \times 1.3$$

$$V_{wp} = 1391,013 \text{ lt}$$

Desperdicio de agua

$$V_d = 4724,81 \text{ lt} - 1391,013$$

$$V_d = 2902,58 \text{ lt}$$

Cómo se puede observar el volumen del tanque electrocoagulador - floculador no abastece con el volumen del agua que se va a tratar en un tiempo de retención de 5,94 minutos, y el desperdicio de agua es evidente. El agua que no se trata es

enviada a una quebrada mediante una tubería de 2 pul y la otra parte se mezcla con el agua tratada en la etapa de filtración.

3.4.1.3. Diagnóstico del funcionamiento del tanque decantador

Las condiciones del tanque sedimentador se evaluarán mediante los criterios de Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas residuales, dónde nos presenta los parámetros de diseño del sedimentador para su correcto funcionamiento. Los tanques decantadores presentados por estos autores coinciden con los expuestos en la planta potabilizadora.

Datos del tanque decantador

Caudal de diseño = 3 lt/seg

Diámetros de partículas a remover = 0.0005 m = 0,005 cm

Grado de remoción = 75%

Viscosidad cinemática (20°C) = 0.01004 $\frac{cm^2}{seg}$

Peso específico de la partícula = 2,65 gr/cm³

Diámetro = 1,09 m

Altura del tanque = 2,30 m

Altura del cono = 1,05 m

Altura del cilindro = 1,25 m

Volumen del cilindro = 1,19 m³ = 1190 lt

Volumen del cono = 0,36 m³ = 360 lt

Volumen total del tanque = 1,55m³ = 1550 lt

Perímetro del tanque = 3.42 m

Tabla 22. Dimensiones recomendadas para el diseño de un tanque decantador

PARÁMETROS	INTERVALO	TÍPICO
RECTANGULAR		
Profundidad (m)	3-4,5	3,6
Longitud (m)	15-90	25-40
Anchura (m)	3-25	5-10
Velocidad de los rascadores (m/min)	0,6-1,2	0,9
CIRCULAR		
Profundidad (m)	3-3,4	3,6
Longitud (m)	3-60	12-45
Anchura (m)	6,25-16	8
Velocidad de los rascadores (m/min)	0,02-0,05	0,03

Autor: INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION, METCALF & EDDY, INC., [38]

Cómo se observa las dimensiones del tanque la longitud cumple con las condiciones de diseño, sin embargo, la profundidad y su diámetro no coinciden con los datos presentados en la Tabla 22.

Evaluación de las consideraciones de diseño de sedimentadores primarios.

Según Metcalf & Eddy los tanques sedimentadores son diseñados bajo estándares cómo el tiempo de retención, la carga superficial y la carga sobre vertedero.

$$At = \pi x r^2$$

$$At = \pi x (0,55m)^2$$

$$At = 0,95$$

Carga superficial

Para calcular la carga superficial transformamos el caudal en $m^3/día$.

$$Q = 3 \frac{lt}{seg} = 259,2 \frac{m^3}{día} = 10,8 \frac{m^3}{h}$$

$$Cs = \frac{Qt}{At}$$

$$Chs = \frac{259,2 m^3/día}{0,95 m^2}$$

$$Chs = 246,24 \left(\frac{m^3}{\frac{día}{m^2}} \right)$$

$$t_r = \frac{V_s}{Qd}$$

$$t_c = \frac{1,55m^3}{10,8 \frac{m^3}{h}}$$

$$t_c = 0,14h$$

Tabla 23. Parámetros para el diseño de un tanque decantador

CARACTERÍSTICAS	INTERVALO	TÍPICO
Sedimentación primaria seguida de tratamiento secundario		
Tiempo de retención (h)	1,5-2,5	2
Carga superficie (m ³ /m ² *d)	32-48	-
Carga sobre vertedero (m ³ /m ² *d)	10000-40000	20000
Sedimentación primaria con adición del fango activo en exceso		
Tiempo de retención (h)	1,5-2,5	2
Carga superficie (m ³ /m ² *d)	24-60	-
Carga sobre vertedero (m ³ /m ² *d)	10000-40000	20000

Autor: INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION, METCALF & EDDY, INC., [38]

Tomando en cuenta los estándares de diseño el tanque no se encuentra dentro del rango de las características presentadas.

Tiempo de sedimentación

Para comprobar el funcionamiento si el tanque sedimentador está cumpliendo su función, el tiempo de caída de las partículas debe ser menor que el tiempo de paso del agua.

$$t_c < t_p$$

Velocidad de flujo

$$V_o = \frac{Qd}{H_{tanque} \times D_{tanque}}$$

$$V_o = \frac{0,003m^3/seg}{2,30 m \times 1,09m}$$

$$V_o = 0,0012m/seg$$

Tiempo de paso del agua

$$t_p = \frac{D_{tanque}}{V_o}$$

$$t_p = \frac{1,09m}{0,0012m/seg}$$

$$t_d = 910,88 \text{ seg} = 15,18 \text{ min}$$

Velocidad de sedimentación

$$V_s = \frac{g}{18} \times \frac{\gamma_s - \gamma_{agua}}{V_{cin.}} \times D_{partic}^2.$$

$$V_s = \frac{981cm}{18} \times \frac{2,65 \frac{gr}{cm^3} - \frac{1gr}{cm^3}}{0,01004 \frac{cm^2}{seg}} \times (0,005 \text{ cm})^2$$

$$V_s = 0,224cm/seg$$

Tiempo de caída

La profundidad útil del tanque decantador es de 2,30 m el tiempo que demoraría la partícula en llegar al fondo del mismo sería:

$$t_c = \frac{H_{tanque}}{V_s}$$

$$t_c = \frac{230 \text{ cm}}{0,224cm/seg}$$

$$t_c = 1026,79seg = 17,11 \text{ min}$$

$$17,11min < 15,18 \text{ min}$$

No cumple con el tiempo establecido por la norma RAS 2000.

3.4.1.4. Diagnóstico del funcionamiento del tanque floculador vertical

Datos

Caudal de diseño = 3 lt/seg

Ancho del floculador = 1m

Longitud del floculador = 3,75 m

Altura de la lámina de agua = 1.50 m

Profundidad del floculador = 1,50 m

Temperatura del agua = 20°C

Espaciamento entre tabiques = 0,54

Espaciamento entre tabique y fondo del tanque = 1,20m

Volumen del floculador = 5,63 m³ = 5630l

Tiempo de retención

Según la Norma RAS 2000 reglamento técnico del sector de abastecimiento de agua potable nos dice que el tiempo de retención debe estar entre 20 min a 35 min.

$$Q_f = \frac{Q_d}{N_f}$$

$$Q_f = \frac{3 \text{ lt/seg}}{1}$$

$$Q_f = 3 \text{ lt/seg}$$

$Q_f = \text{Caudal del floculador}$

$N_f = \text{Número de floculadores}$

$$t_r = \frac{V_f}{Q_f}$$

$$t_r = \frac{5630 \text{ lt}}{3 \text{ lt/seg}}$$

$$t_r = 1876,67 \text{ seg} = 31,28 \text{ min}$$

El tiempo de retención cumple con los parámetros propuestos por la norma.

$$V_f = \frac{Q_d}{H_{\text{tanque}} \times B_{\text{tanque}}}$$

$$V_f = \frac{0,003 \text{ m}^3/\text{seg}}{1,5 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}}$$

$$V_f = 0,003 \text{ m}^3/\text{seg}$$

La velocidad no cumple con las condiciones que establece la norma RAS 2000 debido a que se debe encontrar en un rango entre 0,2 a 0,6 m/seg.

Pantallas con flujo vertical

Según la norma Co 10. 07 las pantallas deben tener un espaciamiento mínimo de 0,6 m y se debe dejar un espacio del 5% del total del área horizontal de cada compartimento.

Lontitud de pantalla = 1 m

Espesor = 0,2 cm

Altura = 0,35m

Espaciamiento entre pantallas = 0,54m

Espaciamiento entre tabique y fondo del tanque = 1,20m

$$Ep = 5\% Ah$$

$$Ah = Lp \times Ep \cdot \frac{0,003m^3/seg}{1,5m \times 1,0m}$$

$$Ah = 1m \times 0,54 m.$$

$$Ah = 0,54m^3 \times 0,05 = 0,027 m$$

El espaciamiento entre la pantalla y el fondo del tanque no cumple con la altura mínima para su correcto funcionamiento.

Los cálculos de la gradiente y las pérdidas de carga no se pueden analizar ya que al encontrarse el agua empozada en el tanque floculador, no arroja ningún resultado que se dirija a los parámetros de diseño establecidos.

3.4.1.5. Diagnóstico de funcionamiento del tanque sedimentador

El dimensionamiento de un tanque sedimentador dependerá mucho de la carga superficial ya que según Metcalf & Eddy la carga superficial no debe superar los

$23 \left(\frac{m^3}{m^2 \cdot dia} \right)$ en plantas con caudales de hasta 46,30 l/seg.

Datos

Longitud del tanque = 4m

Profundidad del tanque $H_0 = 1,60 m$

Profundidad del tanque en pendiente $H_1 = 2,07 m$

Ancho del tanque = 2 m

Área superficial

$$As = L_{tanque} \times a_{tanque}$$

$$As = 4m \times 2m$$

$$As = 8 m^2$$

Carga superficial

$$C_s = \frac{Qd}{As}$$

$$C_s = \frac{259,2 \frac{m^3}{día}}{8 m^2}$$

$$C_s = 32,4 \left(\frac{\frac{m^3}{día}}{m^2} \right)$$

La carga superficial no cumple con los criterios de diseño planteados, si no se practica este principio no se cumplirá con los demás, debido al mal dimensionamiento. Este tanque actualmente no está en uso, sin embargo, el agua pasa por este punto para llegar hacia los filtros.

3.4.1.6. Diagnóstico de funcionamiento de los filtros

La norma IEOS recomienda usar mínimo dos tanques de filtros lentos convencionales, y cada una tiene la capacidad de trabajar con el 65% del caudal total del diseño.

Datos

Diámetro del tanque = 0,60 m

Altura del tanque $H_t = 1,40 m$

Caudal de diseño = $0,003 m^3 / seg$

Volumen = $0,39 m^3$

Número de unidades = 2 u

Área de filtrado

$$A_f = \pi x r^2$$

$$A_f = \pi x 0,30 m^2$$

$$A_f = 0,28 m^2$$

Velocidad de filtración

$$V_f = \frac{Qd}{NfxA_f}$$

$$V_f = \frac{0,003 m^3 / seg}{2 x 0,28 m^2}$$

$$V_f = 0,00535$$

$$0,321 m / seg$$

La norma IEOS dice que la velocidad para un correcto diseño de filtros lentos convencionales debe encontrarse en un rango de 0,1 m/h y 0,2 m/h.

Tiempo de retención

$$t_r = \frac{Vt}{Qd}$$

$$t_r = \frac{0,39 m^3}{0,003 m^3 / seg}$$

$$t_r = 130 seg = 2,16 min = 0,04h$$

Área superficial

$$A_s = \frac{Qd}{N \times Vf}$$
$$A_s = \frac{0,003 \text{ m}^3/\text{seg}}{2 \times 0,321 \text{ m}/\text{seg}}$$
$$A_s = 0,005 \text{ m}^2$$

En base a la norma IEOS la superficie del lecho filtrante no debe superar los 200 m^2 , por lo tanto, los filtros si cumplen con esta recomendación de diseño.

La velocidad depende del dimensionamiento del tanque y la cantidad de unidades existentes, por este motivo se puede decir que existe deficiencia de los requerimientos de diseño para este tipo de filtros.

3.4.1.7. Granulometría del material filtrante

La granulometría viene de fábrica marcada en cada una de las bolsas del material.

Tabla 24. Diámetros de las partículas usadas en los filtros

POSICIÓN EN EL LECHO FILTRANTE	ESPESOR DE CAPA EN M	DIÁMETRO EN mm
Borde libre	0,3	-
Carbón Activado	0,2	-
Grava sílica	0,3	3
Grava sílica	0,3	8
Grava sílica	0,3	14

Fuente: Autor

La guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas recomienda usar la siguiente granulometría y el espesor de cada capa según su posición en el lecho filtrante:

Tabla 25. Granulometría para filtros multimedia

Posición en la Unidad	Espesor de la Capa (m)	Tamaño de Grava (mm)
Superior	0.20	3.0 - 6.0
Intermedio	0.20	6.0 - 13.0
Inferior, Fondo	0.20	13.0 - 25.0

Fuente: DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE MÚLTIPLES ETAPAS, DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE MÚLTIPLES ETAPAS
[39]

De acuerdo a la tabla presentada se observa que el material filtrante si cumple con las características de granulometría, sin embargo, la altura de cada capa tiene una variación de 0,1 m.

3.5.Propuesta de mejora

Las muestras tomadas desde la vertiente demuestran que la turbidez del agua es menor que la del ingreso a la planta, esto debido a que el canal que transporta el agua desde la vertiente hasta la planta potabilizadora de la parroquia La Victoria no tiene las características adecuadas ya que está abierto a la intemperie, en el transcurso se observa la entrada de sedimentos, contaminación ganadera y los moradores de sectores cercanos a la vertiente utilizan el lugar como una lavandería.

La propuesta es implementar una línea de conducción desde la vertiente hasta el tanque de captación para así mantener las condiciones del agua y el proceso dentro de la planta potabilizadora rinda de mejor manera. Para el caudal de diseño se calculará la población futura y con ello el caudal de diseño, se trazará una línea de conducción desde la vertiente hasta la captación de agua para la planta potabilizadora.

Población de diseño

Tasa y tendencia de crecimiento poblacional

En este punto se tomará en cuenta los datos proporcionados por el INEC de los censos realizados en 1990, 2001 y 2010.

Tabla 26.- Censos INEC

Años	Población
1990	2698
2001	2806
3016	3016

Fuente: INEC, [15]

Dibujó: Autor

En el cálculo de la tendencia poblacional se usa tres métodos como son el aritmético, geométrico y exponencial.

Se usará la siguiente nomenclatura:

$r\% = \text{Tendencia Poblacional}$

$t = \text{tiempo}$

$P_i = \text{Población inicial}$

$P_f = \text{Población Final}$

Proyección lineal – aritmética:

$$r\% = \frac{\frac{P_f}{P_i} - 1}{t} * 100\%; \quad \text{donde}$$

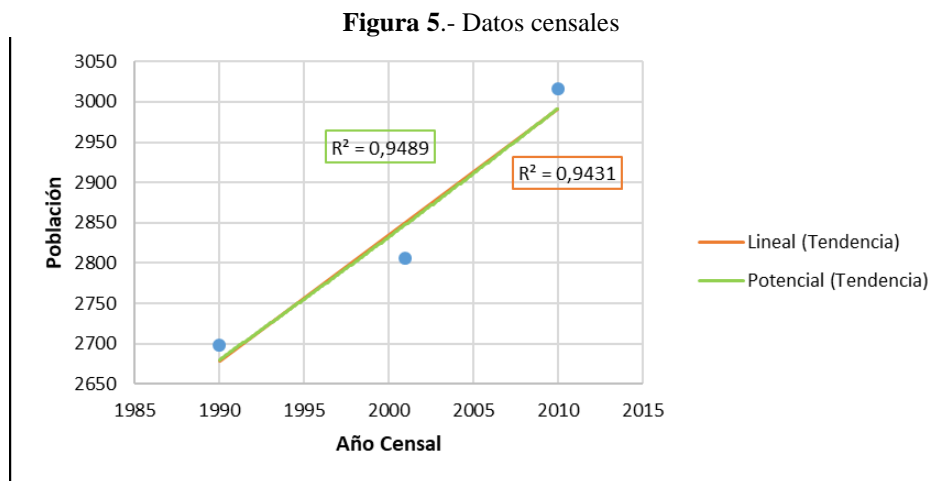
Proyección Geométrica:

$$r\% = \left(\left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{1/t} - 1 \right) * 100\%$$

Proyección Exponencial:

$$r\% = \ln \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1}{t}} * 100\%$$

En el análisis descartaremos el uso de tendencia exponencial dado que los datos que se obtuvieron no tienen un cambio significativo.



Dibujó: Autor

En valor de R^2 que más se acerca a 1 es en el geométrico por lo tanto es el método a usar.

Tabla 27.- Tasas de crecimiento

AÑO CENSAL	POBLACIÓN hab	INTERVALO DE TIEMPO t (años)	TASA DE CRECIMIENTO		
			Aritmético r(%)	Geométrico r(%)	Exponencial r(%)
1990	2698	-	-	-	-
2001	2806	11	0,36%	0,36%	0,36%
2010	3016	9	0,83%	0,81%	0,80%
TASA PROMEDIAL	MÉTODO I	-	0,60%	0,58%	0,58%
	MÉTODO II	-	0,60%	0,58%	0,58%

Fuente: Autor

La tasa promedio es menor a 1% en cualquiera de los tres casos por lo tanto se asumirá un valor igual a 1% para el cálculo de la proyección.

Población futura

Tendencia Geométrica

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

$$Pf = 3016(1 + 0.01)^{20}$$

$$Pf = 3680 \text{ habitantes}$$

Dotación Futura

Para la dotación futura se tomará en cuenta la Tabla 26 recomendada por la norma INEN para población hasta 5000 habitantes en clima frío.

Tabla 28.- Dotación media futura

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: CPE INEN, [40]

Caudales de Diseño

Caudal medio diario (qmd)

$$qmd = \frac{Pf * Df}{86400}$$

$$qmd = \frac{3680 \text{ hab} * 130 \text{ lt/hab/día}}{86400}$$

$$qmd = 5,54 \text{ lt/seg}$$

Caudal máximo diario (QMD)

$$QMD = k1 * qmd$$

$$QMD = 1.35 * \left(5,54 \frac{lt}{seg}\right)$$

$$QMD = 7,48 \text{ lt/seg}$$

Caudal máximo horario (QMH)

$$QMD = k2 * qmd$$

$$QMD = 2.15 * \left(5,54 \frac{lt}{seg}\right)$$

$$QMD: 11,91 \text{ lt/seg}$$

Cálculo de la tubería

Cota Inicial (vertiente) = 3386 m

Cota final (captación) = 3198m

Altura total = 188m

Longitud de tramo = 1660 m

QMD: 11,91 $\frac{lt}{seg}$ 0,01191 m³/seg

Las normas para el diseño del sistema de conducción es la INEN CPE INEN 5 dónde se especifica el material a utilizar y su durabilidad en años. Para este caso se diseñará un proyecto a 20 años.

Tabla 29.- Vida útil de los componentes hidráulicos

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	
De asbesto cemento o PVC	40 a 50 20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Fuente: CPE INEN, [40]

Coefficiente de rugosidad (Hazen - Williams)

La tubería a usar es de PVC por ese motivo el $Chw=$ es de 140

Tabla 30.- Coeficientes de rugosidad

MATERIAL	HAZEN WILLIAMS CHW	DARCY WEISBASH (mm) ϵ	MANNING UNIVERSAL (n)
Hierro Fundido	130	0.25	0.012 - 0.015
Hormigón o revestido de H.S.	120 - 140	0.3 - 3.0	0.012 - 0.017
Hierro Galvanizado	120	0.06 - 0.24	0.015 - 0.017
PVC - Plásticos	140 - 150	0.0015	0.006-0.010
Acero	130	0.03 - 0.09	0.010-0.011
Cerámica	110	0.3	0.013-0.015
Cobre	130 - 140	0.0015	0.06-0.011
Hierro Dúctil	120	0.12 - 0.60	0.012-0.015

Fuente: CPE INEN, [40]

Pendiente topográfica

$$S = J = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{Longitud tramo}}$$

$$S = J = \frac{3386 \text{ m} - 3198 \text{ m}}{1660 \text{ m}}$$

$$S = J = 0,11 \text{ mm/mm}$$

Donde J es la pérdida de carga por la unidad de longitud.

Diámetro Comercial

$$D = \left(\frac{Q \times 10^3}{0,28 \times C \times S^{0,54}} \right)^{0,38}$$

$$D = \left(\frac{11,91}{0,28 \times 140 \times 0,11^{0,54}} \right)^{0,38}$$

$$D_{\text{calculado}} = 0,10026m = 100,26 \text{ mm}$$

En base al diámetro calculado tomamos el diámetro nominal del catálogo de Plastigama para tubería PVC.

Tabla 31.- Diámetros de tuberías

Diámetro Nominal (mm)		Diámetro interior	Espesor nominal	Presión de Trabajo		
UNIÓN U/Z	UNIÓN E/C			mm	mm	Mpa
110		105,6	2,2	0,5	73	5,1
		104,6	2,7	0,63	91	6,43
		103,2	3,4	0,8	116	8,16
		101,6	4,2	1	145	10,2
		99,6	5,2	1,25	181	12,75

Fuente: PLASTIGAMA.

Diámetro nominal= 110 mm

Diámetro interior = 101,0 mm

Presión 1,00 Pa

Cálculo de la velocidad

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

$$V = \frac{\frac{11,91 \text{ lt/seg}}{1000}}{\pi \times \frac{(0,101 \text{ m})^2}{4}}$$

$$V = 1,49 \text{ m/seg}$$

Cálculo de pérdidas por fricción

$$hL = f x \frac{L}{D} x \frac{V^2}{2 x g}$$

La fricción se calcula mediante el número de Reynolds.

Viscosidad Cinemática

La temperatura del agua es de 20°.

Tabla 32.- Velocidades por temperatura

Temperatura <i>t</i> °C	Viscosidad dinámica $\eta \cdot 10^{-6}$ (Ns/m ²)	Viscosidad cinemática $\nu \cdot 10^{-6}$ (m ² /s)
0	17,16	13,28
10	17,68	14,18
20	18,19	15,10
30	18,67	16,03
40	19,15	16,98
50	19,62	17,94
60	20,08	18,92
80	20,98	20,92
100	21,85	23,04
200	25,87	34,65
300	29,60	48,00
400	33,00	62,90
500	36,20	79,20

Fuente: CPE INEN, [40]

$$Re = \frac{V x D}{u}$$

$$Re = \frac{\frac{1,49 \text{ m}}{\text{seg}} x 0,101 \text{ m}}{18,19 x 10^{-6}}$$

Re = 8273,23 **Flujo Turbulento**

Diámetro de la tubería: 101,0 mm

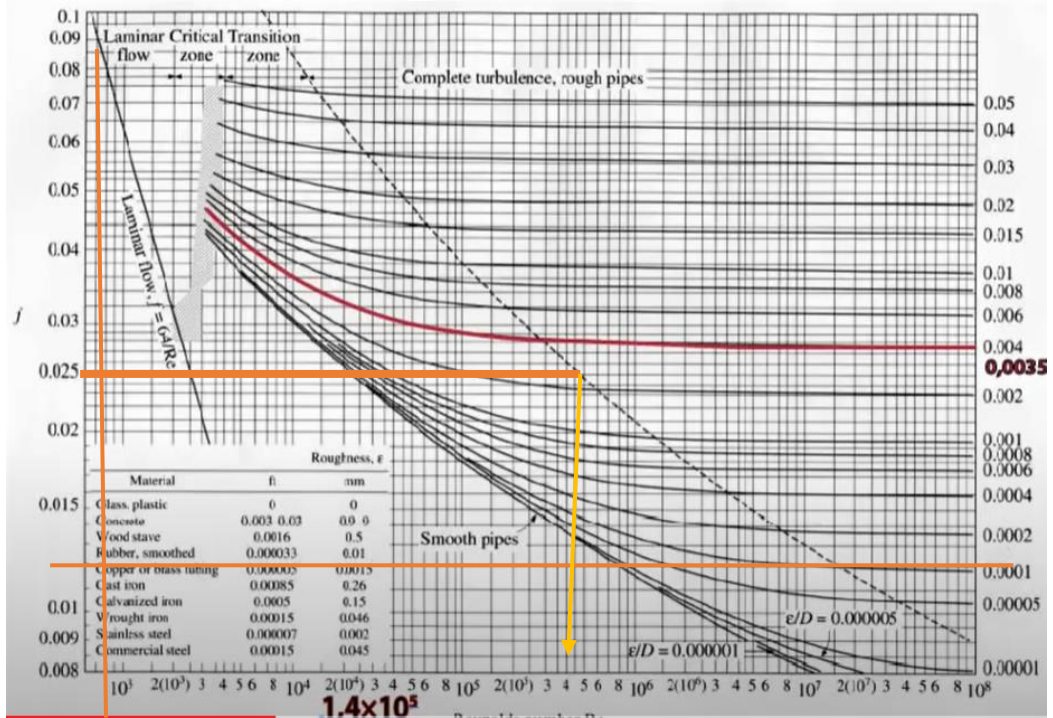
Rugosidad relativa de la pared PVC: 0.0015mm

Rugosidad Relativa

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{ mm}}{101,0 \text{ mm}}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,00001485 = 0,0001485$$

Figura 6.- Diagrama de Moody



Fuente: INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION, METCALF & EDDY, INC., [38]

f asumido según el diagrama de Moody = 0,0128

$$f_{teor} = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{1}{3,7 * \frac{\epsilon}{D}} \right) + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right]^2}$$

$$factor = 0,00859$$

$$factor = 0,0436$$

$$hL = f * x \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * x * g}$$

$$hL = 0,0436 * x \frac{1660 \text{ m}}{0,101 \text{ m}} * \frac{1,49^2}{2 * x * 9,8 \text{ m/seg}^2}$$

$$hL = 81,09 \text{ m}$$

Presión de trabajo

$$Cota \text{ Inicial (vertiente)} = 3386 \text{ m}$$

Cota final (captación) = 3198 m

Ho = Cota inicial – cota final

Ho = 3386 m – 3198 m

Ho = 188 m

Pt = Ho – hL

Pt = 40,43m – 81,09m

Pt = 106,91 m

Gradiente hidráulica

$$S = \frac{Pt}{L}$$

$$S = \frac{106,91}{1660}$$

$$S = 0,064$$

Diámetro real externo

$$Q = 0,28 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$0,01191 \frac{m^3}{seg} = 0,28 \times 140 \times D^{2,63} \times 0,0644^{0,54}$$

$$D = 0,0808 \text{ m} = 80,75 \text{ mm}$$

Chequeo del diámetro

$$D_{real} < D_{sum}$$

$$80,75 \text{ mm} < 101 \text{ mm} \text{ (Sí cumple)}$$

Imagen 37.- Línea de conducción



Fuente: Autor

Los cálculos de diámetros, presiones y velocidades para cada tramo se encuentran en el Anexo E.

3.6. Verificación de la hipótesis

La planta potabilizadora de la parroquia La Victoria actualmente recibe agua natural de vertientes provenientes del páramo por tal motivo debe funcionar en cada uno sus procesos unitarios sin ninguna dificultad, sin embargo, se comprobó que varios de sus tanques se encuentran minimizados y otros sobredimensionados de acuerdo al caudal que reciben, otros no cumplen con sus funciones. En el análisis de la muestra de agua también se pudo verificar que la mayor parte de minerales que se encuentran en el agua y son perjudiciales para la salud humana según la norma INEN 1108 y TULSMA 2015, se deberían eliminar para así considerarse como agua potable. por lo tanto, se puede decir que la planta potabilizadora no se encuentra funcionando de manera óptima ni cumple con su función principal que es la de brindar tratamiento al agua.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinó por medio del levantamiento de información que la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia La Victoria, Cantón Pujilí se encuentra en funcionamiento desde el año 2012 y fue diseñada el mismo año, por el Ingeniero Patricio Vasco y la Junta de Agua Potable período 2012 en convenio con el Municipio de Pujilí, se evidenció que la planta potabilizadora no fue realizada bajo previos estudios ni acorde a las necesidades de la población, la misma carece de planos y memoria técnica que sustente su correcta funcionalidad.
- Al tomar el caudal de ingreso los distintos días de la semana presentados en la Tabla 10, mediante la desviación típica se obtuvo un caudal promedio de 9,29 lt/seg y el valor más cercano fue de 9,26 lt/seg, el mismo que se define como caudal el caudal real de entrada a la planta potabilizadora.
- La planta de tratamiento sólo tiene la capacidad de acoger 3 lt/seg, caudal que se usó durante toda la evaluación de la planta de tratamiento de agua potable, el porcentaje restante se está desperdiciando en las quebradas cercanas y en una tubería directa hacia el tanque de almacenamiento, sin recibir trato alguno, mezclando así el agua tratada con el agua natural.
- Se concluyó que el tanque floculador y sedimentador de hormigón no cumplen con ninguna función mas que la de almacenamiento, debido a que, la infraestructura no está adecuada a los procesos, las pantallas en medio del tanque floculador no cumplen con las especificaciones mínimas según la norma RAS 2000 y el sedimentador tampoco presenta la pendiente adecuada para que el agua corra lento y los flóculos puedan sedimentarse.

- Se determinó que existe el retroceso del tratamiento del agua, dado que las tuberías del tanque decantador conllevan nuevamente a un floculador y sedimentador en condiciones insalubres.
- Con respecto al análisis físico – químico realizado se concluyó, que la PTAP no cumple con su función operacional, los resultados determinaron que el agua no es apta para el consumo humano, se demostró que el 65% de los parámetros incumplen con los límites establecidos por la norma INEN 1108.
- La evaluación de la PTAP en cada uno de sus procesos nos da a concluir que, el electrocoagulador - floculador, tanque decantador y filtros no tienen las dimensiones recomendadas para tratar el caudal de agua que ingresa a la planta potabilizadora, por la norma IEOS y diferentes manuales de diseño y construcción.

4.2. Recomendaciones

- Construir un tanque regulador para mejorar el ingreso del caudal a la planta de tratamiento de agua potable, ya que al utilizar sólo 3 lt/seg se está desperdiciando el 70% de agua captada, la misma que puede ser utilizada por barrios aledaños o reservada en épocas de verano donde se encuentra escasa.
- Omitir la conexión hidráulica hacia los tanques floculadores y de sedimentación antiguos presentes en la planta.
- Brindar mantenimiento a la planta potabilizadora en su totalidad, a fin de no contaminar nuevamente el agua que ya está libre de bacterias y sedimentos.
- Realizar análisis periódicos del agua en laboratorios calificados y siguiendo la Norma INEN 1108, con el propósito de cambiar los componentes químicos y así poder mejorar su calidad.
- Inspeccionar los lechos filtrantes cada seis meses con el fin de asegurar la ausencia de bacterias y pérdidas del material a causa del retrolavado, basarse en la normativa IEOS que recomienda reemplazar el material filtrante cada tres años al igual que el carbón activado cada año, con el fin de cumplir la función de los tanques que es la de filtrar minerales y eliminar el olor y sabor que deja cada proceso de tratado.
- Realizar un mantenimiento de todos los tanques, mejorar su infraestructura y, además, utilizar pintura epóxica para evitar la oxidación, acumulación de bacterias y facilitar el mantenimiento.
- Luego del diagnóstico realizado se recomienda construir una nueva planta potabilizadora de tipo convencional en base a normas de estudio y diseño

de sistemas de agua potable (IEOS y la norma CO.07 – 601), evitando así el desperdicio de volumen de agua y pensando en la población futura.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. GUERRERO LEGARRETA, El agua, México: Fondo de Cultura Económica, 2010.
- [2] World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF) 2021, «PROGRESS ON HOUSEHOLD DRINKING WATER, SANITATION AND HYGIENE 2000-2020: Five years into the SDGs ISBN: TBD,» World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF) 2021, Switzerland, 2021.
- [3] K. R. Nuñez Pungaña, «MEJORAMIENTO DE LA CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BARRIO EL MRADOR PARA MEJORAR LA CALIDAD SANITARIA DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,» AMBATO, 2021.
- [4] E. J. Toapanta Tapia, «DESARROLLO EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR URBANO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, A PARTIR DEL ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE AGUA EN LOS MESES MARZO, ABRIL Y MAYO DEL 2020 EN RELACIÓN A LOS TRES MESES ANTERIORES DEBIDO AL COVID-19,» Repositorio UTA, Ambato, 2022.
- [5] A. E. Changoluisa Moreno y K. G. Cajamarca Quishpe, «Evaluación del sistema de agua potable de la Parroquia Nanegal,» Repositorio UG, Guayaquil, 2015.
- [6] Agencia de Regulación y Control del Agua, «ESTRATEGIA NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA,» Ministerio del Ambiente, Quito, 2016.
- [7] Secretaría del Agua, «ESTRATEGIA NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA,» Ministerio del Ambiente, Quito, 2016.
- [8] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, «GEO Ecuador 2008 Informe sobre el estado del medio ambiente,» Rispergraf, Quito, 2008.
- [9] COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PARA LA ERRADICACIÓN DE LA POBREZA, Estrategia Nacional para la Igualdad y Erradicación de la Pobreza, Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza, 2014.

- [10] M. Auge, «AGUA FUENTE DE VIDA,» Universidad de Buenos Aires, La Plata, 2007.
- [11] C. Vera y I. Camilloni, «EL CICLO DEL AGUA,» *EXPLORA LAS CIENCIAS EN EL MUNDO CONTEMPORÁNEO*, n° 2, p. 16, 2011.
- [12] P. López Alegría, ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS, México: Instituto Politecnico Nacional, 1990.
- [13] J. M. JIMÉNEZ TERÁN, «MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO,» Universidad Veracruzana, Xalapa, 2013.
- [14] B. P. LÁRRAGA JURADO, «DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA AUGUSTO VALENCIA, CANTÓN VINCES, PROVINCIA DE LOS RÍOS,» PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, QUITO, 2016.
- [15] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, NTE INEN 1108. Agua Potable. Requisitos., Quito: INEN, 2011.
- [16] C. Tejada Tovar, A. Villabona Ortiz y B. Buelvas Lidueñas, «Diagnóstico y evaluación de una planta de tratamiento de agua potable: estudio de caso». Colombia 18 Diciembre 2012.
- [17] M. Calero, «Revista Construir,» CONSTRUIR AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE, 24 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://revistaconstruir.com/conozca-cinco-tecnicas-cosechar-agua-zona/>. [Último acceso: 18 Julio 2022].
- [18] C. Barrios Napurí, R. Torres Ruiz, T. C. Lampoglia y R. Agüero Pittman, GUÍA DE ORIENTACIÓN EN SANEAMIENTO BÁSICO para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades, Lima: CEPIS - OPS / OMS, 2009.
- [19] REVISTA PQ, «REVISTA PQ,» 22 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.revistapq.com/texto-diario/mostrar/2216544/suez-completa-remodelacion-gran-estacion-bombeo-agua-potable>. [Último acceso: 18 Julio 2022].

- [20] C. A. Sanchez, «ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE LA PALMA PARROQUIA LLIGUA DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2012.
- [21] C. Emil T., Protección del medio ambiente, Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local Madrid, 1976.
- [22] S. E. Tenelema Guamán, «DISEÑO DE UN ELECTROCOAGULADOR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA FAMILAC DEL CANTÓN CHAMBO,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2019.
- [23] H. W. Peñuela Meneses y M. E. Leyes Sánchez, «DISEÑO MECATRÓNICO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN ENTORNOS DE INDUSTRIAS TEXTILES CON ÉNFASIS EN TINTORERÍAS,» Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), Pereira, 2021.
- [24] X. Cabrera Bermúdez, M. Fleites Ramirez y A. Contreras Moya, «ESTUDIO DEL PROCESO DE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA TEXTIL "DESEMBARCO DEL GRANMA" A ESCALA DE LABORATORIO,» *Tecnología Química*, vol. XXIX, n° 3, pp. 64-73, 2009.
- [25] Fibras y Normas de Colombia S.A.S., «COAGULACION Y FLOCULACION: DEFINICION, TIPOS Y FACTORES,» Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 01 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/coagulacion-floculacion-definicion/>. [Último acceso: 18 Julio 2022].
- [26] E. J. Hernández Triana y C. A. Corredor Briceño, «DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA PLANTA MODELO DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACION DE AGUA, SE DISPONDRÁ EN EL LABORATORIO DE AGUAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA,» Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C., 2017.

- [27] Argaman y Kaufman, *Turbulence and Flocculation*, California: Journal of the Sanitary Engineering Division, 1970.
- [28] M. Romero, *TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN POTABILIZACIÓN DE AGUA*, Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2018.
- [29] CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, «Artículo 264,» Asamblea Nacional, Quito, 2008.
- [30] «LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA,» Asamblea Nacional del Ecuador, Quito, 2014.
- [31] Servicio Ecuatoriano de Normalización, *AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS*, Quito: INEN, 2020.
- [32] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *IMPLEMENTACIÓN DE PLANTAS POTABILIZADORAS PREFABRICADAS EN SISTEMAS PÚBLICOS DE AGUA POTABLE*, Quito: INEN, 2012.
- [33] Secretaría del Agua, *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*, Quito: Senagua, 2012.
- [34] Colectivos ciudadanos por la educación, *Diálogo cantonal sobre educación*, Quito: Contrtrato Social por la Educación Ecuador, 2016.
- [35] G. d. C. Pujilí, «Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Cotopaxi,» Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Cotopaxi, 03 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://www.cotopaxi.gob.ec/index.php/2015-09-20-00-13-36/2015-09-20-00-15-41/pujili>. [Último acceso: 17 Julio 2022].
- [36] G. A. D. d. I. P. L. Victoria, «La Victoria,» ILION SYSTEMS, 03 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://lavictoria.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/>. [Último acceso: 17 Julio 2022].
- [37] PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA*, Quito: Presidencia de la República del Ecuador, 2015.

- [38] METCALF & EDDY, INC, INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION, Madrid: McGRAW-HHX/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A., 1995.
- [39] UNIDAD DE APOYO TÉCNICO PARA EL SANEAMIENTO BÁSICO DEL ÁREAL RURAL, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE MÚLTIPLES ETAPAS, Lima: Organización Panamericana de la Salud, 2005.
- [40] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, «NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES,» 1 Febrero 2003. [En línea]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf. [Último acceso: 28 Julio 2022].
- [41] M. B. Camacho García, «CONTROL Y EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA DE LOS HABITANTES DE CALUMA NUEVO DEL CANTÓN CALUMA - PROVINCIA DE BOLÍVAR,» Repositorio UTA, AMBATO, 2014.

Anexos

ANEXO A
TABLA DE CAUDALES

CAUDALES DE INGRESO

HORA	V (l)	t(seg)	LUNES
6:00 - 7:00	10	1,42	7,042253521
7:00 - 8:00	10	1,32	7,575757576
8:00 - 9:00	10	1,59	6,289308176
9:00 - 10:00	10	1,47	6,802721088
10:00 - 11:00	10	1,16	8,620689655
11:00 - 12:00	10	1,03	9,708737864
12:00 - 13:00	10	1,3	7,692307692
13:00 - 14:00	10	1,44	6,944444444
14:00 - 15:00	10	1,18	8,474576271
15:00 - 16:00	10	1,26	7,936507937
16:00 - 17:00	10	1,32	7,575757576
17:00 - 18:00	10	1,41	7,092198582

V (l)	t(seg)	MARTES
10	1,02	9,803921569
10	1,28	7,8125
10	1,56	6,41025641
10	1,19	8,403361345
10	1,45	6,896551724
10	1,33	7,518796992
10	1,28	7,8125
10	1,4	7,142857143
10	1,61	6,211180124
10	1,57	6,369426752
10	1,41	7,092198582
10	1,14	8,771929825

t(seg)	MIERCOLES
1,19	8,403361345
1,48	6,756756757
1,27	7,874015748
1,33	7,518796992
1,31	7,633587786
1,19	8,403361345
1,31	7,633587786
1,29	7,751937984
1,57	6,369426752
1,17	8,547008547
1,42	7,042253521
1,45	6,896551724

V (l)	t(seg)	JUEVES
10	1,16	8,620689655
10	1,28	7,8125
10	1,58	6,329113924
10	1,31	7,633587786
10	1,17	8,547008547
10	1,46	6,849315068
10	1,29	7,751937984
10	1,43	6,993006993
10	1,4	7,142857143
10	1,58	6,329113924
10	1,4	7,142857143
10	1,15	8,695652174

VIERNES
9,259259259
7,751937984
7,407407407
6,172839506
8,26446281
6,666666667
7,518796992
6,802721088
6,172839506
8,403361345
6,944444444
8,403361345

V (l)	t(seg)	SÁBADO
10	1,15	8,695652174
10	1,56	6,41025641
10	1,44	6,944444444
10	1,23	8,130081301
10	1,27	7,874015748
10	1,15	8,695652174
10	1,41	7,092198582
10	1,29	7,751937984
10	1,38	7,246376812
10	1,56	6,41025641
10	1,23	8,130081301
10	1,13	8,849557522

V (l)	t(seg)	DOMINGO
10	1,07	9,345794393
10	1,3	7,692307692
10	1,28	7,8125
10	1,48	6,756756757
10	1,55	6,451612903
10	1,38	7,246376812
10	1,51	6,622516556
10	1,45	6,896551724
10	1,29	7,751937984
10	1,32	7,575757576
10	1,63	6,134969325
10	1,16	8,620689655

CAUDALES DE SALIDA

HORA	V (l)	t(seg)	LUNES
6:00 - 7:00	10	1,52	6,578947368
7:00 - 8:00	10	2,49	4,016064257
8:00 - 9:00	10	1,39	7,194244604
9:00 - 10:00	10	1,38	7,246376812
10:00 - 11:00	10	1,5	6,666666667
11:00 - 12:00	10	1,43	6,993006993
12:00 - 13:00	10	1,45	6,896551724
13:00 - 14:00	10	1,45	6,896551724
14:00 - 15:00	10	1,41	7,092198582
15:00 - 16:00	10	1,45	6,896551724
16:00 - 17:00	10	1,51	6,622516556
17:00 - 18:00	10	1,49	6,711409396

V (l)	MARTES
10	7,407407407
10	7,042253521
10	4,048582996
10	7,194244604
10	6,369426752
10	6,711409396
10	7,407407407
10	6,756756757
10	6,666666667
10	6,944444444
10	6,451612903
10	6,993006993

t(seg)	MIERCOLES
1,4	7,142857143
1,42	7,042253521
1,36	7,352941176
1,58	6,329113924
2,31	4,329004329
1,56	6,41025641
1,4	7,142857143
1,5	6,666666667
1,5	6,666666667
1,47	6,802721088
1,35	7,407407407
1,48	6,756756757

V (l)	t(seg)	JUEVES
10	1,55	6,451612903
10	1,38	7,246376812
10	2,5	4
10	1,42	7,042253521
10	1,44	6,944444444
10	1,52	6,578947368
10	1,45	6,896551724
10	1,51	6,622516556
10	1,6	6,25
10	1,53	6,535947712
10	1,52	6,578947368
10	1,56	6,41025641

VIERNES
7,246376812
7,462686567
6,896551724
7,407407407
6,711409396
6,369426752
6,493506494
6,41025641
6,993006993
5,050505051
6,535947712
7,092198582

V (l)	t(seg)	SÁBADO
10	1,29	7,751937984
10	1,36	7,352941176
10	1,51	6,622516556
10	1,49	6,711409396
10	1,4	7,142857143
10	1,6	6,25
10	1,46	6,849315068
10	2,5	4
10	1,4	7,142857143
10	1,38	7,246376812
10	1,58	6,329113924
10	1,51	6,622516556

V (l)	t(seg)	DOMINGO
10	1,31	7,633587786
10	1,41	7,092198582
10	1,5	6,666666667
10	1,37	7,299270073
10	2,49	4,016064257
10	1,59	6,289308176
10	1,43	6,993006993
10	1,59	6,289308176
10	1,51	6,622516556
10	1,52	6,578947368
10	1,37	7,299270073
10	1,45	6,896551724

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	PROMEDIO
6:00 - 7:00	7,04	9,80	8,40	8,62	9,26	8,70	9,35	8,74
7:00 - 8:00	7,58	7,81	6,76	7,81	7,75	6,41	7,69	7,40
8:00 - 9:00	6,29	6,41	7,87	6,33	7,41	6,94	7,81	7,01
9:00 - 10:00	6,80	8,40	7,52	7,63	6,17	8,13	6,76	7,35
10:00 - 11:00	8,62	6,90	7,63	8,55	8,26	7,87	6,45	7,76
11:00 - 12:00	9,71	7,52	8,40	6,85	6,67	8,70	7,25	7,87
12:00 - 13:00	7,69	7,81	7,63	7,75	7,52	7,09	6,62	7,45
13:00 - 14:00	6,94	7,14	7,75	6,99	6,80	7,75	6,90	7,18
14:00 - 15:00	8,47	6,21	6,37	7,14	6,17	7,25	7,75	7,05
15:00 - 16:00	7,94	6,37	8,55	6,33	8,40	6,41	7,58	7,37
16:00 - 17:00	7,58	7,09	7,04	7,14	6,94	8,13	6,13	7,15
17:00 - 18:00	7,09	8,77	6,90	8,70	8,40	8,85	8,62	8,19
TOTAL								7,54

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	PROMEDIO
6:00 - 7:00	6,58	7,41	7,14	6,45	7,25	7,75	7,63	7,17
7:00 - 8:00	4,02	7,04	7,04	7,25	7,46	7,35	7,09	6,75
8:00 - 9:00	7,19	4,05	7,35	4,00	6,90	6,62	6,67	6,11
9:00 - 10:00	7,25	7,19	6,33	7,04	7,41	6,71	7,30	7,03
10:00 - 11:00	6,67	6,37	4,33	6,94	6,71	7,14	4,02	6,03
11:00 - 12:00	6,99	6,71	6,41	6,58	6,37	6,25	6,29	6,51
12:00 - 13:00	6,90	7,41	7,14	6,90	6,49	6,85	6,99	6,95
13:00 - 14:00	6,90	6,76	6,67	6,62	6,41	4,00	6,29	6,23
14:00 - 15:00	7,09	6,67	6,67	6,25	6,99	7,14	6,62	6,78
15:00 - 16:00	6,90	6,94	6,80	6,54	5,05	7,25	6,58	6,58
16:00 - 17:00	6,62	6,45	7,41	6,58	6,54	6,33	7,30	6,75
17:00 - 18:00	6,71	6,99	6,76	6,41	7,09	6,62	6,90	6,78
TOTAL								6,64

ANEXO B
ANÁLISIS DE LABORATORIO



INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

17025-RG-CC-71-10

Laboratorio de ensayo
acreditado por el SAE con
Acreditación
N° SAE LEN 14-001



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	JESSICA DAYANA MENA TIGMASA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	21101238
DIRECCIÓN:	COTOPAXI, PUJILI, LA VICTORIA	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2022-06-13; 10h00min
PERSONA DE CONTACTO	JESSICA DAYANA MENA TIGMASA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	2022-06-13
TELÉFONO DE CONTACTO:	0979179233	FECHA DE FIN DE ANÁLISIS:	2022-06-14
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE AGUA POTABLE LA VICTORIA	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	2022-06-18
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	ENTRADA	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	2022-06-13; 08h30min		Humedad (%): 33
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta)	PUNTUAL		Temperatura (°C): 22,8
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	AGUA DE CONSUMO		
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	JESSICA DAYANA MENA TIGMASA		

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: NORMA INEN 1108:2020. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS **	RESULTADOS
ARSÉNICO *	µg/L	HACH 2800000	10	2,5
CLORO RESIDUAL *	mg/L	HACH-8021	0,3 a 1,5	NO DETECTADO Límite de detección del método 0,02 mg/L
COBRE *	mg/L	HACH-8506	2,0	0,04
COLOR APARENTE	Ufc/100mL	Standard Methods-9222-D	Ausencia	4
COLIFORMES FECALIS*	U Pt-Co	Standard Methods-9222-D	15	182
FLUORUROS*	mg/L	HACH-8025	1,5	0,21
MONOCLARAMINAS*	mg/L	HACH-10172	3,0	0,0
NITRATOS*	mg/L	HACH-8039	50,0	0,0
NITRITOS*	mg/L	HACH-8507	3,0	0,000
pH	U pH	Standard Methods-4500H+B	6,5 – 8,0	8,35
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	5	25,2

* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.

** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Color aparente	(5 a 500) U Pt-Co	25%	17025-PR-CC-37-XX; Método de referencia: HACH 8025
pH	(4,32 a 12,31) mg/L	3%	17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Ed. 23. 2017 4500 H+B
Turbidez	(0,32 a 106) NTU	16%	17025-PR-CC-21-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23. 2017 2130 B.

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE, POR LO TANTO LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIÓ. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: NINGUNA

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Lorena Vargas



Firmado electrónicamente por:
LORENA CAROLINA
VARGAS VELASTEGUI

Jacqueline Avila J.



Firmado electrónicamente por:
JACQUELINE DEL
ROCIO AVILA
JACOME

Ing. Lorena Vargas V.
ANALISTA DE LABORATORIO

Ing. Jacqueline Avila J.
RESPONSABLE TÉCNICO



Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato

Matriz: Antonio Clavijo e Isaias Sánchez
Telf.: (03) 299-7700 / Ext: 701 - 702

**INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS****17025-RG-CC-71-10**Laboratorio de ensayo
acreditado por el SAE con
Acreditación
N° SAE LEN 14-001**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	JESSICA DAYANA MENA TIGMASA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	22010065
DIRECCIÓN:	COTOPAXI, PUJILI, LA VICTORIA	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2022-06-13; 10h00min
PERSONA DE CONTACTO	JESSICA DAYANA MENA TIGMASA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	2022-06-13
TELÉFONO DE CONTACTO:	0979179233	FECHA DE FIN DE ANÁLISIS:	2022-06-14
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	PLANTA DE AGUA POTABLE LA VICTORIA	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	2022-06-18
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	ENTRADA	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	2022-01-13; 08h24min		Humedad (%): 33
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta)	PUNTUAL		Temperatura (°C): 22,8
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	AGUA NATURAL		
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	JESSICA DAYANA MENA TIGMASA		

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DÓMESTICO. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) **	Norma de referencia: NORMA INEN 1108:2020. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS **	RESULTADOS
ALCALINIDAD	mg/L	Standard Methods-2320B	-	-	168,10
COLIFORMES FECALES *	nmp/100mL	Standard Methods-9221-C	1 000	-	< 1,8
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH 8025	75	-	13
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) *	mg/L	HACH 8000	< 4	-	7
FLUORURO*	mg/L	HACH-8029	1,5	1,5	0,12
HIERRO *	mg/L	HACH-8008	1,0	-	0,86
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	Standard Methods-2540-C	-	-	194
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	100,0	5	7,70

* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.

** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Alcalinidad	(49 a 2000) mg/L	5%	17025-PR-CC-36-XX; Método de referencia: Standard Methods . Ed. 23. 2017 2320 B
Color Real	(5 a 500) U Pt-Co	25%	17025-PR-CC-30-XX; Método de referencia: HACH 8025
Sólidos Totales Disueltos	(75 a 4048) mg/L	8%	17025-PR-CC-25-XX; Método de referencia: Standard Methods 2540 C. Ed. 23. 2017
Turbidez	(0,32 a 106) NTU	16%	17025-PR-CC-21-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23. 2017 2130 B.

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE, POR LO TANTO LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIÓ. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: NINGUNA**PROFESIONALES RESPONSABLES:**Firmado electrónicamente por:
LORENA CAROLINA VARGAS VELASTEGUIFirmado electrónicamente por:
JACQUELINE DEL ROCIO AVILA JACOMEIng. Lorena Vargas V.
ANALISTA DE LABORATORIOIng. Jacqueline Avila J.
RESPONSABLE TÉCNICO

ANEXO C
ARCHIVO FOTOGRÁFICO



TEMA: “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ”

Estado de la PTAP

Electrocoagulador-floculador



Funcionamiento del tanque



Tanque decantador

Decantador es funcionamiento



Tanque floculador






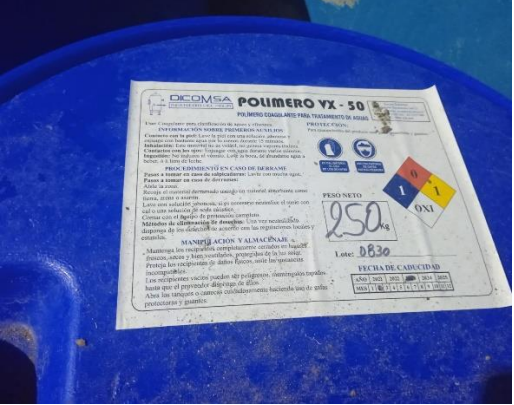
Estado del agua en el floculador



Estado de la PTAP	
Tanque sedimentador	Agua sedimentada
	
Tanques de filtración	Manejo de válvulas de filtros
	
Tanque de desagüe	Control de ingreso de desinfectante
	

Conexiones hidráulicas	
Tubería de ingreso a la PTAP	Tubería de ingreso al electrocoagulador
	
Tubería de desague del electrocoagulador	Tubería de ingreso al tanque decantador
	
Tubería de desague del tanque decantador	Tubería de ingreso a los filtros
	

Toma de muestras y medición de caudales	
Medición de caudales de entrada	Contabilización del tiempo
	
Medición de caudales de salida	Medición de caudales de salida
	
Toma de muestras de entrada	Toma de muestras salida de la planta
	

Muestras	
Ingreso de muestras al laboratorio	Medición de la temperatura del agua
	
Grava sílica	Carbón activado
	
Hipoclorito sódico	Coagulador
	

Agua tratada

Tubería de distribución



Tanque de almacenamiento



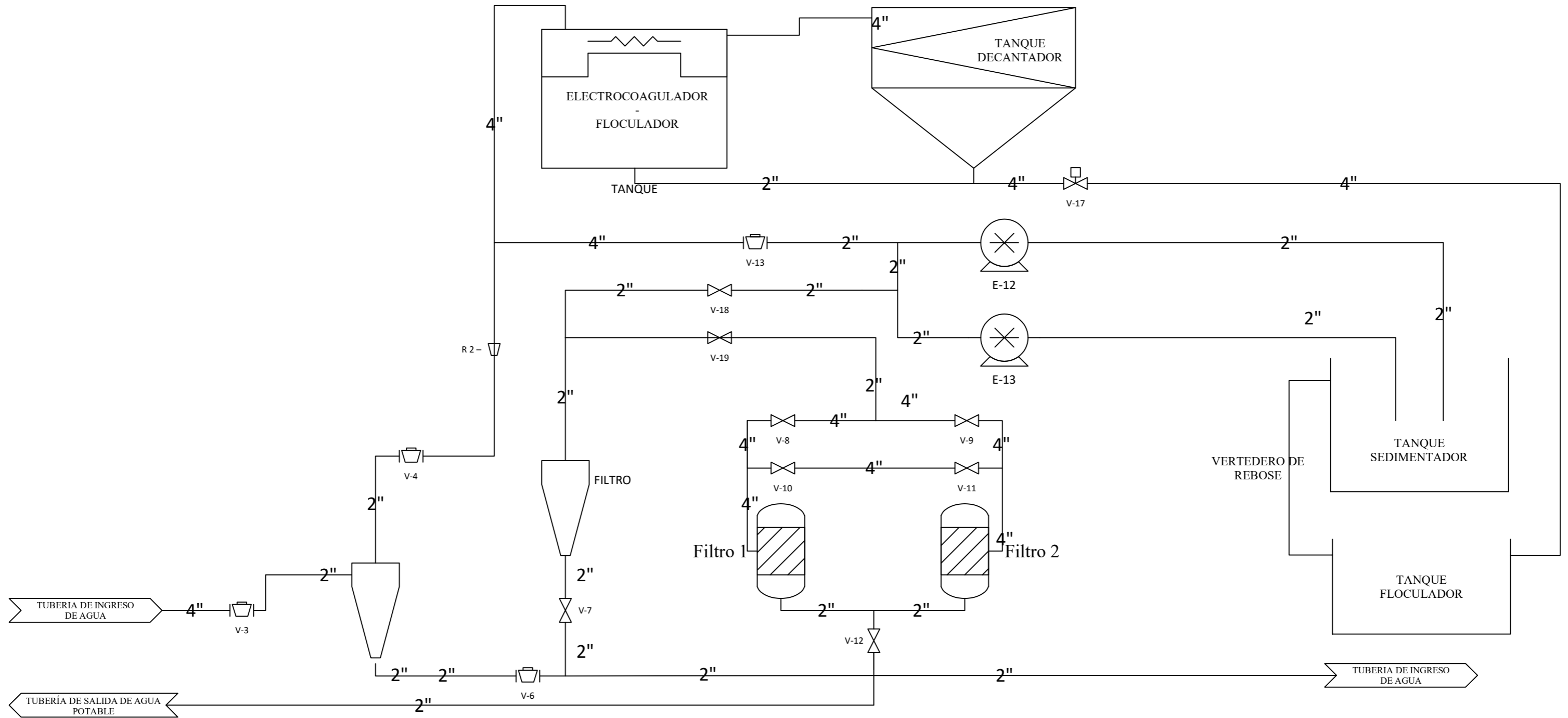
Agua para consumo



ANEXO D

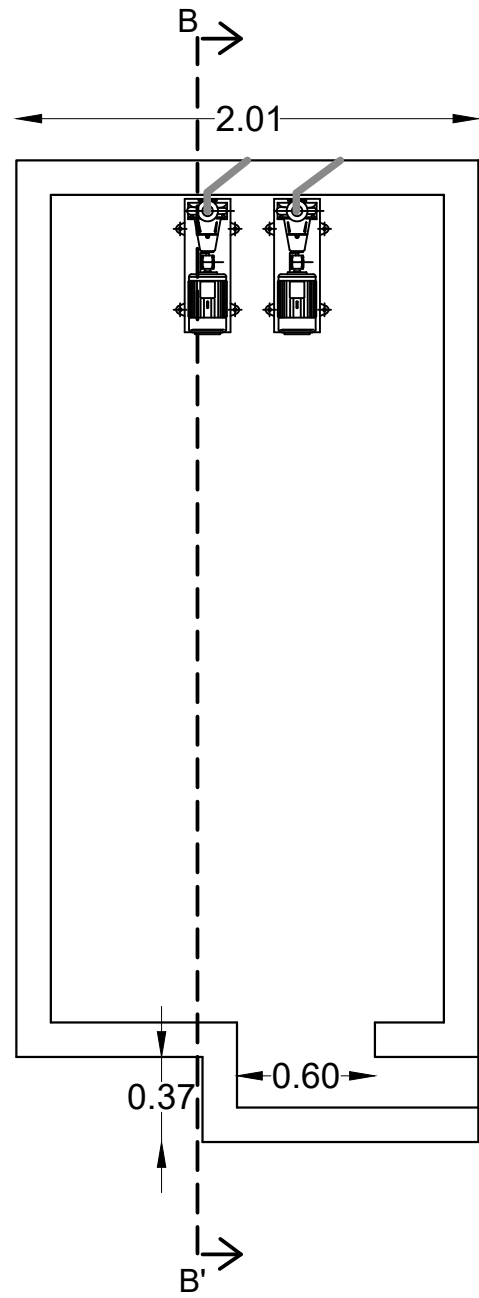
PLANOS

INSTALACIONES HIDRÁULICAS



 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA			
PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ			
CONTIENE: PLANOS GUÍAS DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS DE LA PTAP		ESCALA: INDICADAS	FECHA: JULIO 2022
APROBO: Ing. Mg. Fidel Castro Tutor De Tesis	REVISO: Sr. Segundo Espinosa Pdte de la Junta de A.P.	ELABORO: Srta. Jessica Mena U.T.A.- F.I.C.M.	LAMINA: 01

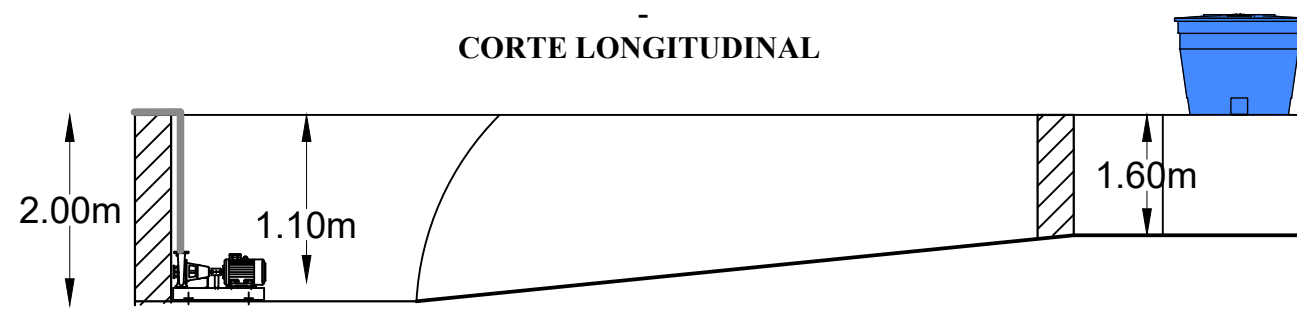
TANQUE FLOCULADOR



Vista en Planta
Esc. 1:50

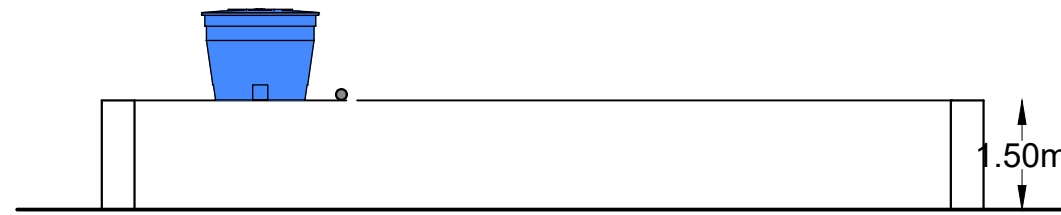
TANQUE SEDIMENTADOR

CORTE LONGITUDINAL



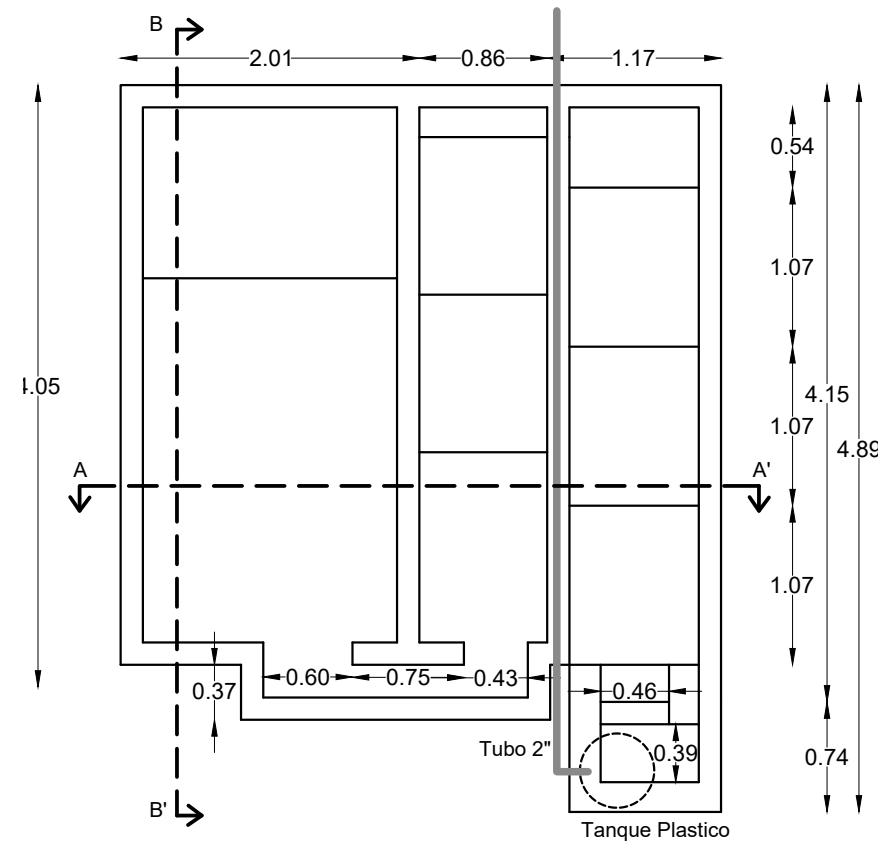
Corte B-B'
Esc. 1:50

TANQUE FLOCULADOR-CORTE LONGITUDINAL



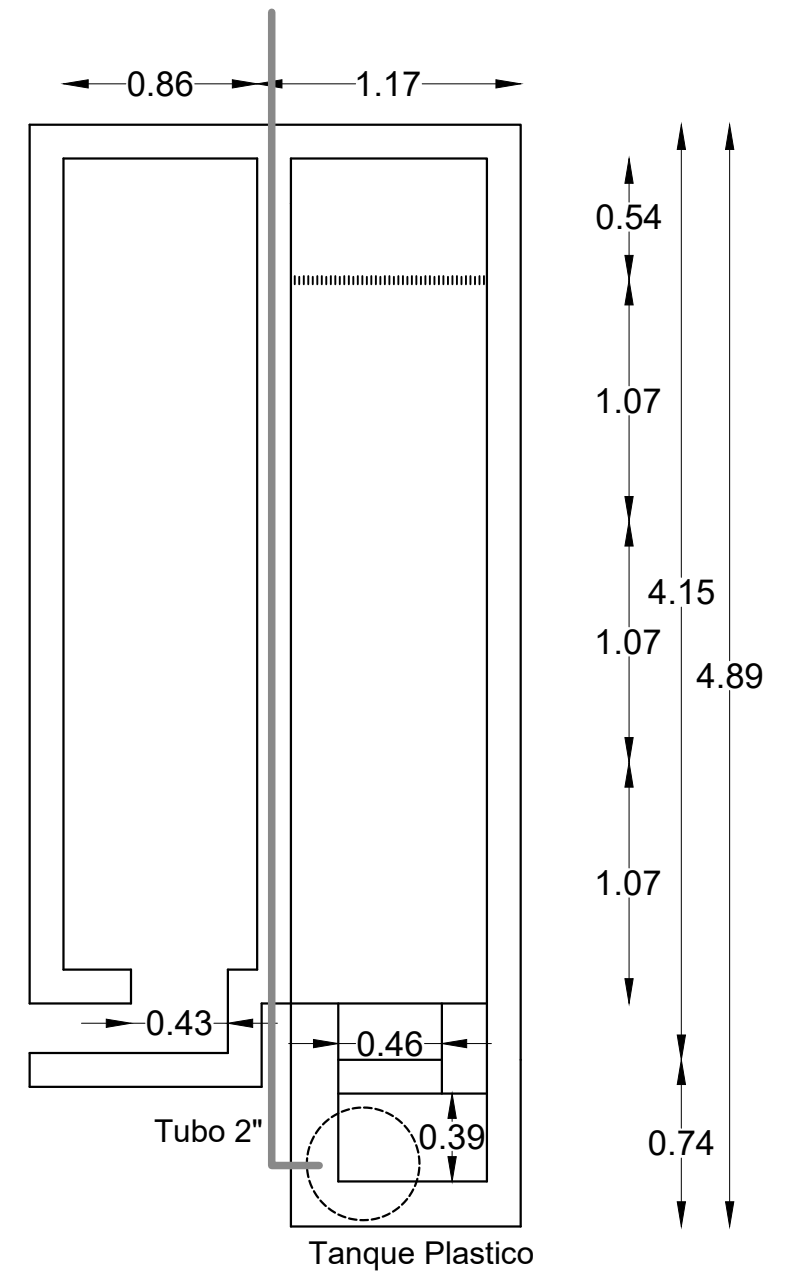
Corte A-A'
Esc. 1:50

SEDIMENTADOR Y FLOCULADOR VISTA EN PLANTA



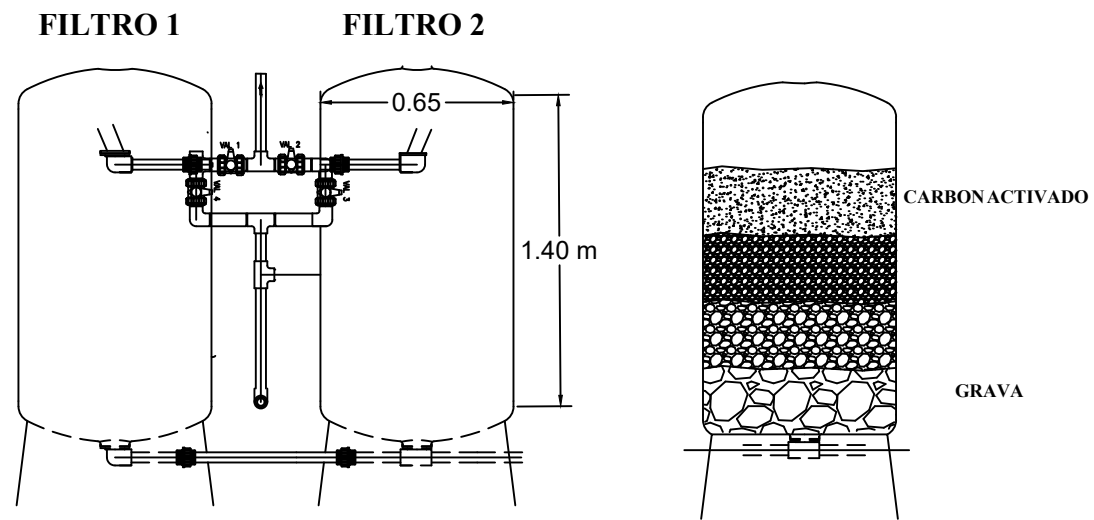
Vista en Planta
Esc. 1:50

TANQUE SEDIMENTADOR

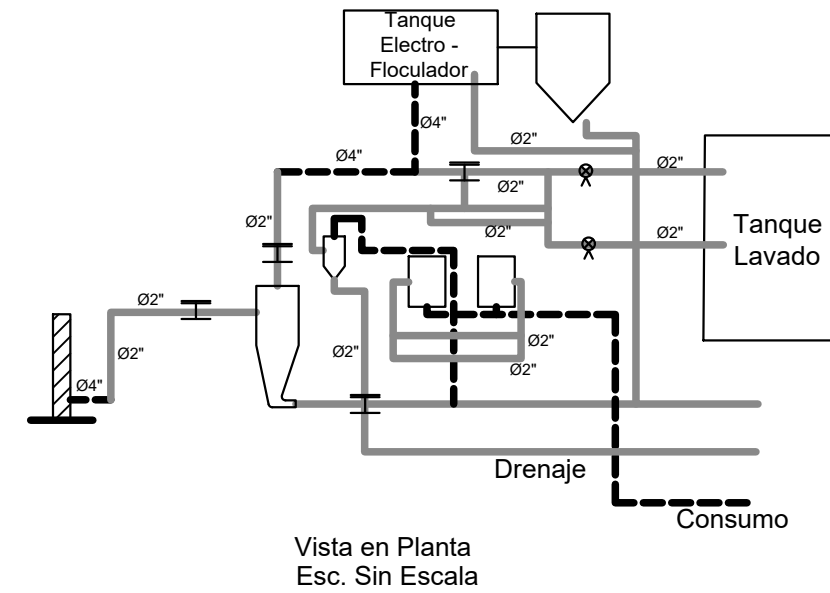


 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA			
PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ			
CONTIENE: PLANOS Y DETALLES PTAP ESTADO ACTUAL		ESCALA: INDICADAS	FECHA: JULIO 2022
APROBO: Ing. Mg. Fidel Castro Tutor De Tesis	REVISO: Sr. Segundo Espinosa Pde de la Junta de A. P.	ELABORO: Srta. Jessica Mena U.T.A.- F.I.C.M.	LAMINA: 01

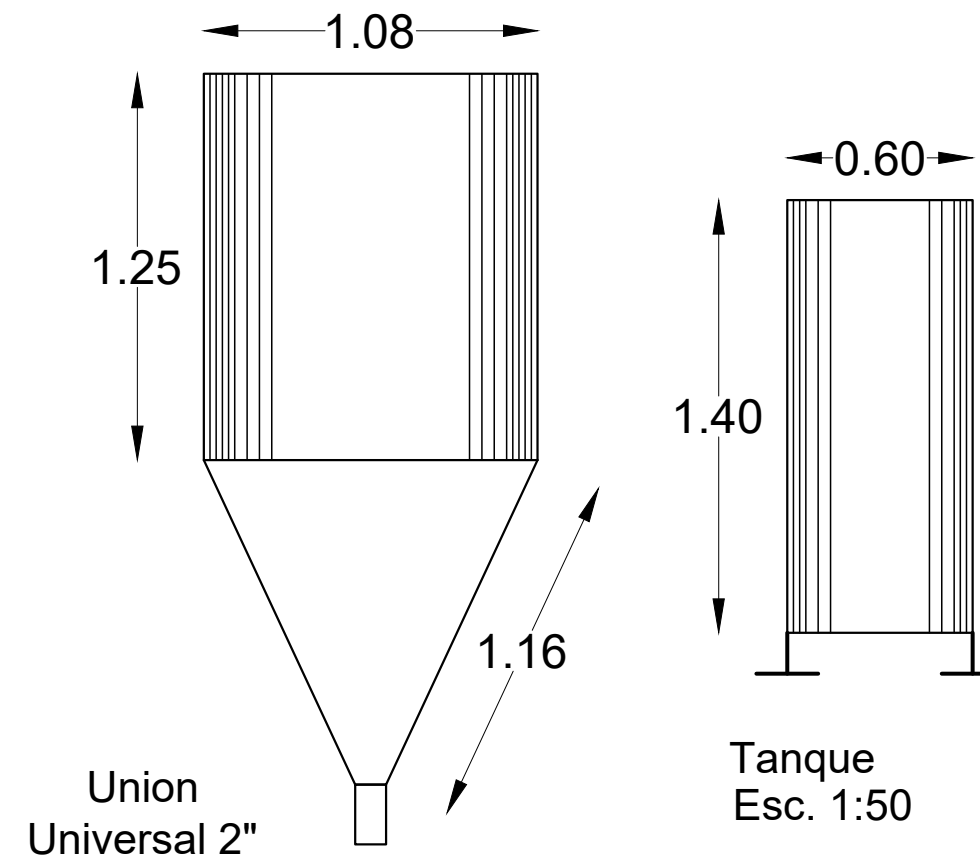
TANQUE DE FILTROS



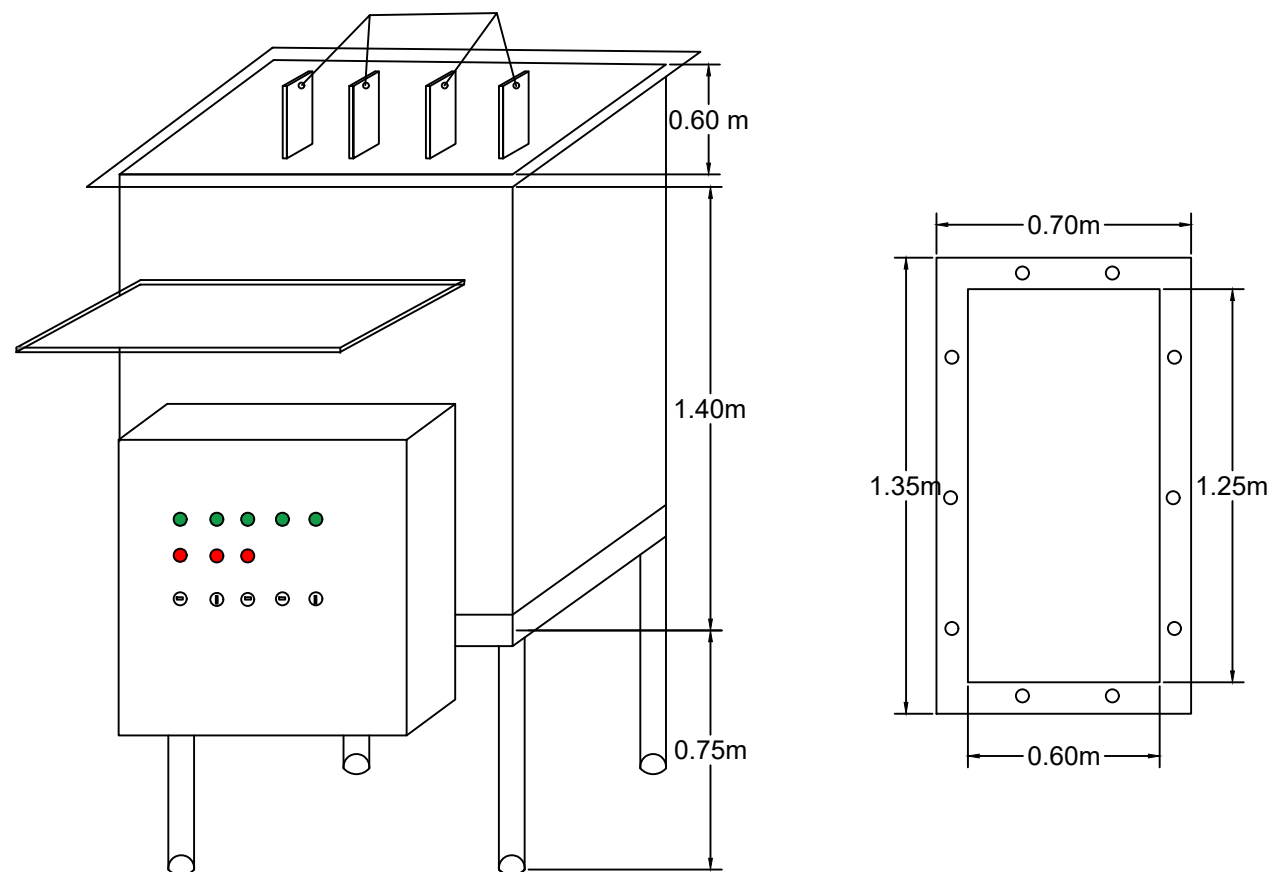
SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
	TUBERIA 2"
	TUBERIA 4"
	VALVULA
	BRIDA 2"
	BOMBA



TANQUE DECANTADOR

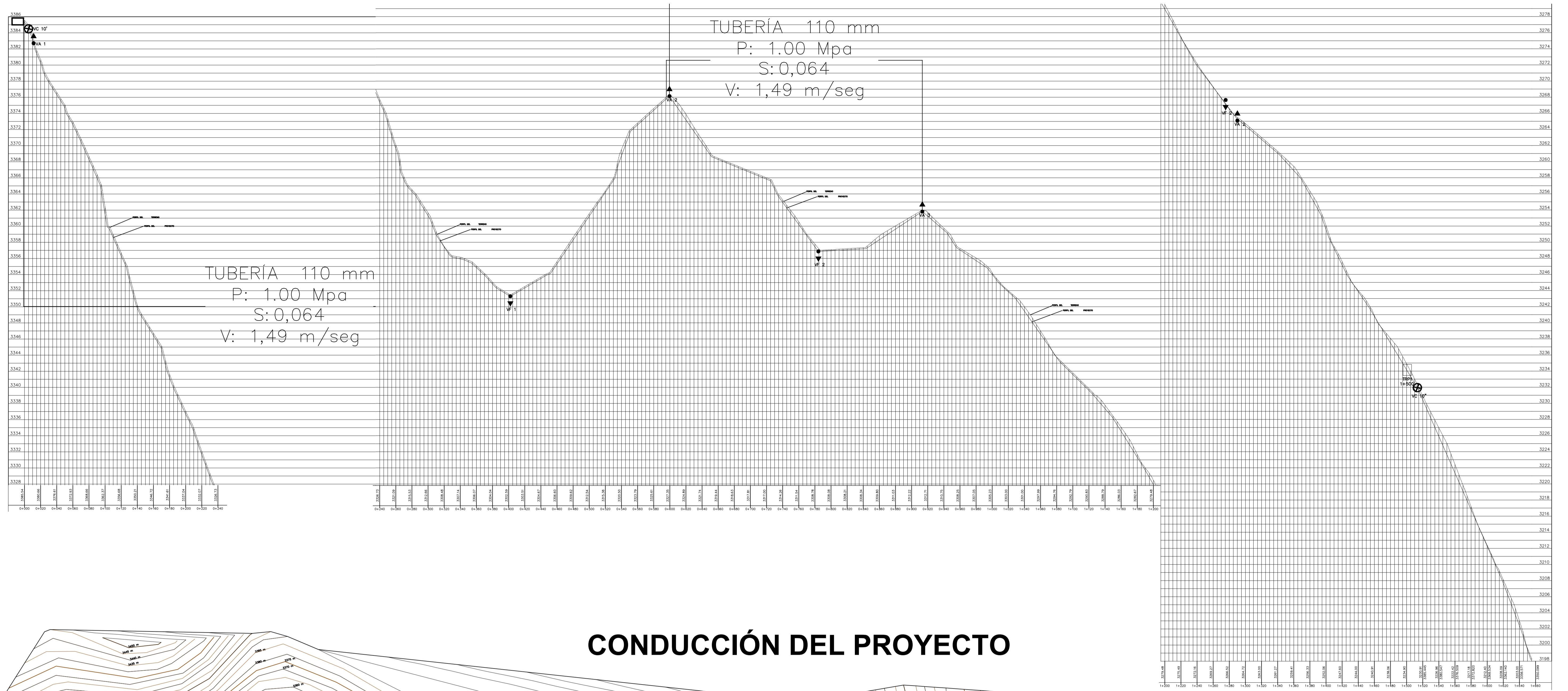


TANQUE ELECTROCOAGULADOR-FLOCULADOR

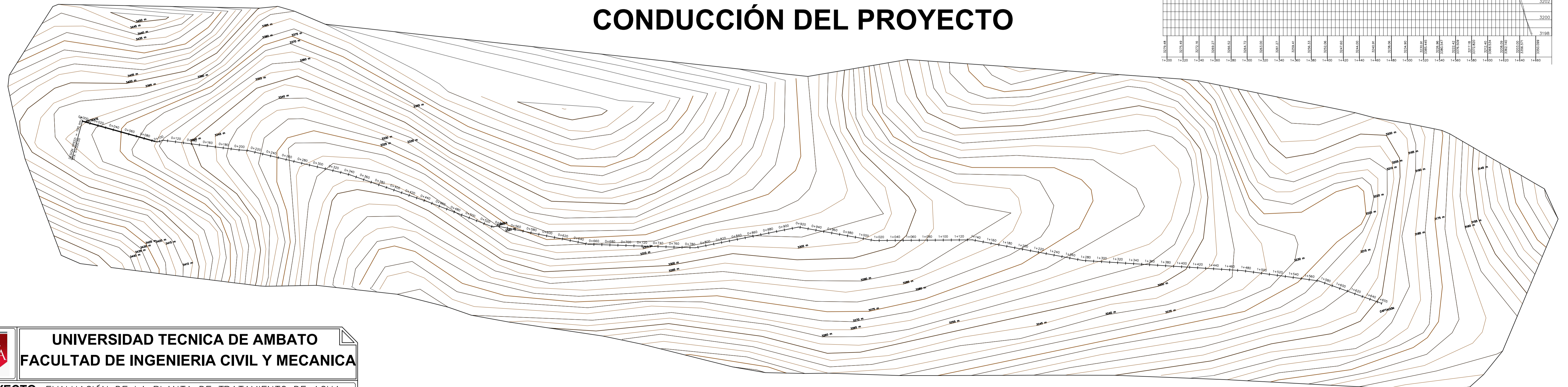


		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ			
CONTIENE:	DETALLE DE TANQUES	ESCALA:	FECHA:
		INDICADAS	JULIO 2022
APROBO:	REVISO:	ELABORO:	LAMINA:
Ing. Mg. Fidel Castro Tutor De Tesis	Sr. Segundo Espinosa Pdte de la Junta de A. P.	Srta. Jessica Mena U.T.A.- F.I.C.M.	01

PERFIL DEL PROYECTO



CONDUCCIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA			
PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LA VICTORIA, CANTÓN PUJILÍ			
CONTIENE: PLANOS PROYECTO		ESCALA: INDICADAS	FECHA: JULIO 2022
APROBO: Ing. Mg. Fidel Castro Tutor De Tesis	REVISO: Sr. Segundo Espinosa Pate de la Junta de A. P.	ELABORO: Srta. Jessica Mena U.T.A. - F.I.C.M.	LAMINA: 01

ANEXO E

CÁLCULOS DE LA PROPUESTA DE

CONDUCCIÓN

CALCULO DE LINEA PIEZOMETRICA Y PRESIONES

punto No.	ABSCISA	COTAS (mts)			ALTURAS		CAUDALES		LONGITUD desarrollo	D interior	He	J	Hf	Hp	COTA piezo métrica	CAUDAL parcial	V	DIAMETRO		PRESION	OBSERVACIONES
		terreno	pendiente	proyecto	corte	relleno	pasa	queda										calculado	comercial		
		m		m	m	m	m ³ /seg	m ³ /seg										m	m		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
CONDUCCION del repartidor nuevo al reservorio San Antonio																					
1	0+000	3.386,00	1,200	3.384,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	-	0,1016	1,20	0,019	0,0000	1,20	3384,80	11,90	1,47	118,29	110	1,00	INICIO VC10° VA1
2	0+020	3.384,00	0,100	3.382,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	3,20	0,019	0,3732	2,83	3384,43	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
3	0+040	3.382,00	0,100	3.380,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	5,20	0,019	0,3732	4,83	3384,05	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
4	0+060	3.380,00	0,100	3.378,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	7,20	0,019	0,3732	6,83	3383,68	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
5	0+080	3.378,00	0,100	3.376,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	9,20	0,019	0,3732	8,83	3383,31	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
6	0+100	3.376,00	0,100	3.374,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	11,20	0,019	0,3732	10,83	3382,93	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
7	0+120	3.374,00	0,100	3.372,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	13,20	0,019	0,3732	12,83	3382,56	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
8	0+140	3.372,00	0,100	3.370,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	15,20	0,019	0,3732	14,83	3382,19	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
9	0+160	3.370,00	0,100	3.368,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	17,20	0,019	0,3732	16,83	3381,81	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
10	0+180	3.368,00	0,100	3.366,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	19,20	0,019	0,3732	18,83	3381,44	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
11	0+200	3.366,00	0,100	3.364,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	21,20	0,019	0,3732	20,83	3381,07	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
12	0+220	3.364,00	0,100	3.362,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	23,20	0,019	0,3732	22,83	3380,70	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
13	0+240	3.362,00	0,100	3.360,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	25,20	0,019	0,3732	24,83	3380,32	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
14	0+260	3.360,00	0,100	3.358,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	27,20	0,019	0,3732	26,83	3379,95	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
15	0+280	3.358,00	0,100	3.356,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	29,20	0,019	0,3732	28,83	3379,58	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
16	0+300	3.356,00	0,100	3.354,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	31,20	0,019	0,3732	30,83	3379,20	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
17	0+320	3.354,00	0,100	3.352,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	33,20	0,019	0,3732	32,83	3378,83	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
18	0+340	3.352,00	0,100	3.350,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	35,20	0,019	0,3732	34,83	3378,46	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
19	0+360	3.350,00	0,100	3.348,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	37,20	0,019	0,3732	36,83	3378,08	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
20	0+380	3.348,00	0,100	3.346,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	39,20	0,019	0,3732	38,83	3377,71	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
21	0+400	3.346,00	0,100	3.344,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	41,20	0,019	0,3732	40,83	3377,34	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
22	0+420	3.344,00	0,100	3.342,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	43,20	0,019	0,3732	42,83	3376,96	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
23	0+440	3.342,00	0,100	3.340,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	45,20	0,019	0,3732	44,83	3376,59	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
24	0+460	3.340,00	0,100	3.338,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	47,20	0,019	0,3732	46,83	3376,22	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
25	0+480	3.338,00	0,100	3.336,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	49,20	0,019	0,3732	48,83	3375,84	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
26	0+500	3.336,00	0,100	3.334,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	51,20	0,019	0,3732	50,83	3375,47	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
27	0+520	3.334,00	0,100	3.332,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	53,20	0,019	0,3732	52,83	3375,10	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
28	0+540	3.332,00	0,100	3.330,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	55,20	0,019	0,3732	54,83	3374,72	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
29	0+560	3.330,00	0,100	3.328,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	57,20	0,019	0,3732	56,83	3374,35	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
30	0+580	3.328,00	0,100	3.326,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	59,20	0,019	0,3732	58,83	3373,98	11,90	1,47	118,29	110	1,00	

31	0+600	3.326,00	0,100	3.324,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	61,20	0,019	0,3732	60,83	3373,60	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
32	0+620	3.324,00	0,100	3.322,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	63,20	0,019	0,3732	62,83	3373,23	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
33	0+640	3.322,00	0,100	3.320,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	65,20	0,019	0,3732	64,83	3372,86	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
34	0+660	3.320,00	0,100	3.318,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	67,20	0,019	0,3732	66,83	3372,49	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
35	0+680	3.318,00	0,100	3.316,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	69,20	0,019	0,3732	68,83	3372,11	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
36	0+700	3.316,00	0,100	3.314,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	71,20	0,019	0,3732	70,83	3371,74	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
37	0+720	3.314,00	0,100	3.312,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	73,20	0,019	0,3732	72,83	3371,37	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
38	0+740	3.312,00	0,100	3.310,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	75,20	0,019	0,3732	74,83	3370,99	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
39	0+760	3.310,00	0,100	3.308,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	77,20	0,019	0,3732	76,83	3370,62	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
40	0+780	3.308,00	0,100	3.306,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	79,20	0,019	0,3732	78,83	3370,25	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
41	0+800	3.306,00	0,100	3.304,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	81,20	0,019	0,3732	80,83	3369,87	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
42	0+820	3.304,00	0,100	3.302,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	83,20	0,019	0,3732	82,83	3369,50	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
43	0+840	3.302,00	0,100	3.300,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	85,20	0,019	0,3732	84,83	3369,13	11,90	1,47	118,29	110	1,00	válvula fonte VF1

55	1+080	3.326,00	-0,100	3.324,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	61,20	0,019	0,3732	60,83	3364,65	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
56	1+100	3.324,00	0,100	3.322,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	63,20	0,019	0,3732	62,83	3364,28	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
57	1+120	3.322,00	0,100	3.320,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	65,20	0,019	0,3732	64,83	3363,90	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
58	1+140	3.320,00	0,100	3.318,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	67,20	0,019	0,3732	66,83	3363,53	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
59	1+160	3.318,00	0,100	3.316,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	69,20	0,019	0,3732	68,83	3363,16	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
60	1+180	3.316,00	0,100	3.314,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	71,20	0,019	0,3732	70,83	3362,78	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
61	1+200	3.314,00	0,100	3.312,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	73,20	0,019	0,3732	72,83	3362,41	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
62	1+220	3.312,00	0,100	3.310,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	75,20	0,019	0,3732	74,83	3362,04	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
63	1+240	3.310,00	0,100	3.308,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	77,20	0,019	0,3732	76,83	3361,66	11,90	1,47	118,29	110	1,00	válvula fonte VF2
64	1+260	3.308,00	0,100	3.306,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	79,20	0,019	0,3732	78,83	3361,29	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
65	1+280	3.310,00	-0,100	3.308,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	77,20	0,019	0,3732	76,83	3360,92	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
66	1+300	3.312,00	-0,100	3.310,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	75,20	0,019	0,3732	74,83	3360,54	11,90	1,47	118,29	110	1,00	válvula aire VA3
67	1+320	3.314,00	-0,100	3.312,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	73,20	0,019	0,3732	72,83	3360,17	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
68	1+340	3.312,00	0,100	3.310,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	75,20	0,019	0,3732	74,83	3359,80	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
69	1+360	3.310,00	0,100	3.308,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	77,20	0,019	0,3732	76,83	3359,42	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
70	1+380	3.308,00	0,100	3.306,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	79,20	0,019	0,3732	78,83	3359,05	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
71	1+400	3.306,00	0,100	3.304,80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	81,20	0,019	0,3732	80,83	3358,68	11,90	1,47	118,29	110	1,00	

72	1+420	3,304.00	0,100	3,302.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	83,20	0,019	0,3732	82,83	3358,31	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
73	1+440	3,302.00	0,100	3,300.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	85,20	0,019	0,3732	84,83	3357,93	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
74	1+460	3,300.00	0,100	3,298.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	87,20	0,019	0,3732	86,83	3357,56	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
75	1+480	3,298.00	0,100	3,296.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	89,20	0,019	0,3732	88,83	3357,19	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
76	1+500	3,296.00	0,100	3,294.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	30,00	0,019	0,3732	29,63	3356,81	11,90	1,47	118,29	110	1,00	TRP1
77	1+520	3,294.00	0,100	3,292.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	32,00	0,019	0,3732	31,63	3356,44	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
78	1+540	3,292.00	0,100	3,290.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	34,00	0,019	0,3732	33,63	3356,07	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
79	1+560	3,290.00	0,100	3,288.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	36,00	0,019	0,3732	35,63	3355,69	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
80	1+580	3,288.00	0,100	3,286.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	38,00	0,019	0,3732	37,63	3355,32	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
81	1+600	3,286.00	0,100	3,284.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	40,00	0,019	0,3732	39,63	3354,95	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
82	1+620	3,284.00	0,100	3,282.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	42,00	0,019	0,3732	41,63	3354,57	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
83	1+640	3,282.00	0,100	3,280.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	44,00	0,019	0,3732	43,63	3354,20	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
84	1+660	3,280.00	0,100	3,278.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	46,00	0,019	0,3732	45,63	3353,83	11,90	1,47	118,29	110	1,00	
85	1+680	3,278.00	0,100	3,276.80	1,200	0,000	0,0119	0,00000	20,10	0,1016	48,00	0,019	0,3732	47,63	3353,45	11,90	1,47	118,29	110	1,00	

ANEXO G
APUS DE LA PROPUESTA

INSTITUCION: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN

UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ELABORADO: JÉSSICA MENA

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	RUBRO / DESCRIPCIÓN	unidad	CANTIDAD	RECIO UNITARI	PRECIO GLOBAL
A	TANQUE ENTRADA Y CONDUCCION				
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	m2	3.200,00	2,33	7.456,00
2	EXCAVACION A MANO SUELO NORMAL	m3	960,00	4,80	4.608,00
3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR	m3	2,30	21,14	48,62
4	H.CICLOPEO EN MUROS BANDEJA f'c = 180 k/cm2	m3	2,88	101,12	291,23
5	H. SIMPLE EN TANQUE ENTRADA f'c = 210 k/cm2	m3	1,28	228,88	292,97
6	ACERO DE REFUERZO 8-12 mm	kg	248,00	2,33	577,84
7	COMPUERTA METALICA CON VOLANTE	u	1,00	198,35	198,35
8	REJILLA METALICA 0.60*0.40 m.	u	1,00	126,35	126,35
9	PLACA METALICA REGULADORA CAUDAL e = 6mm	u	1,00	162,35	162,35
10	RELLENO COMPACTADO SUELO NATURAL	m3	16,25	2,18	35,43
TOTAL:					13.797,13

SON : TRECE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE, 13/100 DÓLARES

PLAZO TOTAL: 30 DIAS

JESSICA MENA

ELABORADO

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 1

UNIDAD: m2

DETALLE : REPLANTEO TOPOGRAFICO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,04
ESTACION TOTAL	1,00	10,00	10,00	0,040	0,40
EQUIPO DE SEGURIDAD	1,00	0,20	0,20	0,040	0,01
SUBTOTAL M					0,45
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	1,00	3,62	3,62	0,040	0,14
CADENERO	2,00	3,66	7,32	0,040	0,29
M. MAYOR	1,00	4,06	4,06	0,040	0,16
TOPOGRAFO	1,00	4,06	4,06	0,040	0,16
SUBTOTAL N					0,75
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ESTACAS	u	1,000	0,60	0,60	
CLAVOS	kg	0,040	3,50	0,14	
SUBTOTAL O				0,74	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,94
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,33
VALOR UNITARIO	2,33

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2

UNIDAD: m3

DETALLE : EXCAVACION A MANO SUELO NORMAL

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,19
EQUIPO DE SEGURIDAD	1,00	0,20	0,20	0,320	0,06
SUBTOTAL M					0,25
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	1,00	3,62	3,62	0,640	2,32
ALBAÑIL	0,50	3,66	1,83	0,640	1,17
M. MAYOR	0,10	4,06	0,41	0,640	0,26
SUBTOTAL N					3,75
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0,00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,00
INDIRECTOS (%)					20,00% 0,80
UTILIDAD (%)					0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,80
VALOR UNITARIO					4,80

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 3

UNIDAD: m3

DETALLE : RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,07
EQUIPO DE SEGURIDAD	1,00	0,20	0,20	0,320	0,06
COMPACTADOR DE PLANCHA	1,00	2,50	2,50	0,160	0,40
SUBTOTAL M					0,53
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	1,00	3,62	3,62	0,240	0,87
ALBAÑIL	0,50	3,66	1,83	0,240	0,44
M. MAYOR	0,10	4,06	0,41	0,080	0,03
SUBTOTAL N					1,34
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
LASTRE	m3	1,050	15,00	15,75	
SUBTOTAL O				15,75	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17,62
INDIRECTOS (%)					20,00% 3,52
UTILIDAD (%)					0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,14
VALOR UNITARIO					21,14

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 4

UNIDAD: m3

DETALLE : H.CICLOPEO EN MUROS BANDEJA f'c = 180 k/cm2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,29
CONCRETERA	1,00	4,00	4,00	1,333	5,33
EQUIPO DE SEGURIDAD	1,00	0,20	0,20	1,333	0,27
SUBTOTAL M					6,89
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	4,00	3,62	14,48	1,000	14,48
ALBAÑIL	2,00	3,66	7,32	1,000	7,32
M. MAYOR	1,00	4,06	4,06	1,000	4,06
SUBTOTAL N					25,86
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO	kg	160,000	0,20	32,00	
ARENA	m3	0,250	10,00	2,50	
RIPIO	m3	0,400	10,00	4,00	
AGUA	m3	0,200	1,50	0,30	
CLAVOS	kg	0,250	3,50	0,88	
TABLA DE ENCOFRADO	u	0,500	3,50	1,75	
PINGOS 2.50CM	u	0,500	1,20	0,60	
TIRAS DE EUCALIPTO	u	0,200	1,20	0,24	
TABLA DE EUCALIPTO	u	0,500	3,50	1,75	
PIEDRA DE RIO	m3	0,500	15,00	7,50	
SUBTOTAL O				51,52	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					84,27
INDIRECTOS (%)				20,00%	16,85
UTILIDAD (%)				0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					101,12
VALOR UNITARIO					101,12

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 5

UNIDAD: m3

DETALLE : H. SIMPLE EN TANQUE ENTRADA $f_c = 210 \text{ k/cm}^2$

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					4,77
CONCRETERA	1,00	4,00	4,00	1,600	6,40
EQUIPO DE SEGURIDAD	1,00	0,20	0,20	1,600	0,32
SUBTOTAL M					11,49

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	8,00	3,62	28,96	2,000	57,92
ALBAÑIL	4,00	3,66	14,64	2,000	29,28
M. MAYOR	1,00	4,06	4,06	2,000	8,12
SUBTOTAL N					95,32

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO	kg	320,000	0,20	64,00
ARENA	m3	0,450	10,00	4,50
RIPIO	m3	0,700	10,00	7,00
AGUA	m3	0,200	1,50	0,30
CLAVOS	kg	0,250	3,50	0,88
TABLA DE EUCALIPTO	u	1,000	3,50	3,50
TABLA DE ENCOFRADO	u	1,000	3,50	3,50
TIRAS DE EUCALIPTO	u	0,200	1,20	0,24
SUBTOTAL O				83,92

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	190,73
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	228,88
VALOR UNITARIO	228,88

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 8

UNIDAD: u

DETALLE : REJILLA METALICA 0.60*0.40 m.

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,73
SUBTOTAL M					0,73
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,66	3,66	2,000	7,32
PEON	1,00	3,62	3,62	2,000	7,24
SUBTOTAL N					14,56
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
REJILLA METALICA hierro redondo 16mm 0.60*0.40 m	u	1,000	90,00	90,00	
SUBTOTAL O					90,00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	105,29
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	126,35
VALOR UNITARIO	126,35

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 9

UNIDAD: u

DETALLE : PLACA METALICA REGULADORA CAUDAL e = 6mm

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,73
SUBTOTAL M					0,73
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	3,66	3,66	2,000	7,32
PEON	1,00	3,62	3,62	2,000	7,24
SUBTOTAL N					14,56
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
PLACA METALICA REGULADORA CAUDAL e = 6mm	u	1,000	120,00	120,00	
SUBTOTAL O					120,00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	135,29
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	162,35
VALOR UNITARIO	162,35

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN PARROQUIA LA VICTORIA
 UBICACION: PARROQUIA LA VICTORIA CANTÓN PUJILÍ

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 10

UNIDAD: m3

DETALLE : RELLENO COMPACTADO SUELO NATURAL

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,06
EQUIPO DE SEGURIDAD	1,00	0,20	0,20	0,100	0,02
COMPACTADOR DE PLANCHA	1,00	2,50	2,50	0,100	0,25
SUBTOTAL M					0,33
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	1,00	3,62	3,62	0,200	0,72
ALBAÑIL	1,00	3,66	3,66	0,100	0,37
M. MAYOR	1,00	4,06	4,06	0,050	0,20
SUBTOTAL N					1,29
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
GASOLINA	galon	0,100	2,00	0,20	
SUBTOTAL O				0,20	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,82
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,18
VALOR UNITARIO	2,18