



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACION

“ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018”

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

Autor:

León Cortez Jhosua Sebastián

Tutor:

Ing. Lara Landázuri Renán Arturo


Latacunga – Ecuador

Febrero 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **LEON CORTEZ JHOSUA SEBASTIAN** declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018”**, siendo el **ING. RENAN LARA** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI** y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



LEON CORTEZ JHOSUA SEBASTIAN
C.I. 050396416-5

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LEON CORTEZ JHOSUA SEBASTIAN**, identificada/o con C.C. N°**050396416-5**, de estado civil **SOLTERO** y con domicilio en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Av. Mulliquindil Santa Ana, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - (abril 2014 – febrero 2019).

Aprobación HCA:

Tutor. - (Ing. Renán Lara Landázuri).

Tema: **“ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018”**.

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

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

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

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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


CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 15 días del mes de febrero del 2019.


León Cortez Jhosua Sebastián
EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018” de **LEON CORTEZ JHOSUA SEBASTIAN**, de la carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 27 de febrero del 2019

El Tutor



Ing. Renán Arturo Lara Landázuri

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: **LEON CORTEZ JHOSUA SEBASTIAN** con el título de Proyecto de Investigación: “**ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.


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

Latacunga, 27 de febrero del 2019

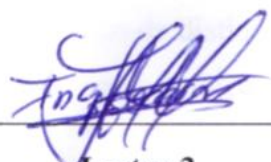
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Nombre: M.Sc. Patricio Clavijo
CC: 050144458-2



Lector 2
Nombre: Dr. Polivio Moreno
CC: 050104764-1



Lector 3
Nombre: Ing. Oscar Daza
CC: 040068979-0

AGRADECIMIENTO

Primeramente, me gustaría agradecer Dios y a la Virgencita de Agua Santa por ser mi fortaleza y apoyo durante toda mi vida, llenándome de bendiciones y brindarme muchos momentos de aprendizaje, conocimientos y ante todo felicidad.

Sin duda agradecer a mis queridos abuelos Hermogenes Cortez y Elvia Villarreal que han hecho el papel de padres, por estar conmigo en todo momento por su cuidado, consejos y amor quienes en toda mi vida se han preocupado por mi bienestar y educación.

Mis agradecimientos al GAD Municipal del Cantón Salcedo, en especial al Departamento de agua potable y alcantarillado, por haberme permitido realizar mi proyecto de investigación en esta prestigiosa institución.

Agradezco también a esta celebre Universidad que me abrió sus puertas para poder formarme como un profesional de excelencia, calidad y competitivo, de igual manera a los docentes que me han brindado sus conocimientos, consejos y experiencias para desenvolverme en el campo laboral.

Por ultimo pero no menos importante mis sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que me han apoyado de distintas formas y me han motivado alcanzar mis metas y objetivos anhelados.

León Cortez Jhosua Sebastián

DEDICATORIA

Durante todo mi proceso de formación académica ha existido momentos de esfuerzo, sacrificio y ante todo felicidad. Por esta razón me complace dedicar este proyecto de investigación a Dios y a la Virgencita de Agua Santa, por haberme dado vida, salud, inteligencia, sabiduría y permitirme terminar todas mis metas con éxito.

También dedico con mucho amor a mis abuelos Hermogenes Cortez y Elvia Villarreal por su apoyo, consejos, cuidados, amor y ayuda en todos los momentos difíciles. Me han inculcado valores, principios, virtudes que me han formado como persona de bien para cumplir con carácter, perseverancia y esfuerzo mis metas.

Por último a toda mi familia Cortez Villarreal, este es un logro lleno de éxitos y sueños por cumplir, por ende ustedes fueron y siempre serán mi motivo para seguir adelante cumpliendo más metas y objetivos, para ser una persona exitosa.

León Cortez Jhosua Sebastián

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

TITULO: “ANALISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018”

Autor: León Cortez Jhosua Sebastián

RESUMEN

El proyecto tuvo como finalidad caracterizar la eficiencia general funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas del cantón Salcedo, para proponer medidas de remediación para los impactos generados. Esto se desarrolló por consecuencia que la zonas que se encuentran alrededor de la planta descargan sus aguas a la planta de tratamiento. Para cumplir con este objetivo se realizó ciertas actividades como: la respectiva caracterización de las aguas residuales en dos puntos de muestreo al ingreso y salida, cumpliendo con el protocolo establecido. Seguidamente se determinó la eficiencia general de la planta que es de 45,75% siendo un porcentaje bajo, esto debido a que ciertos parámetros como: coliformes fecales sobrepasan los límites permisibles de la normativa vigente y otros como: sulfatos y solidos totales su eficiencia es baja. Para finalizar con este proyecto se calculó las propuestas más adecuadas para la implementación en la planta. Para cumplir con esto se realizó un aforamiento del caudal entrante para una población futura dentro de 25 años, una vez obtenido el caudal de diseño se desarrolló las medidas de remediación como son: 3 filtros lentos de arena que permitirán retener los sólidos, mejorar color y remover coliformes fecales presentes en el agua residual, de igual manera una cámara de cloración para oxidar materia inorgánica y desinfectar el agua para realizar las descargas directa al Río Cutuchi. Finalizado el proyecto de investigación se entregó al Departamento de agua potable y alcantarillado del GAD Municipal del cantón Salcedo para que realicen la implementación inmediata de las medidas propuestas que permitirá aumentar la eficiencia general de la planta que se espera sea de 90,41% aumentando la eficiencia en un 44,66%, a su vez se espera una remoción de (90,75NMP/100ml) de coliformes fecales, (8,1mg/l) de sulfatos, (84,4mg/l) de solidos totales, cumpliendo con lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.

Palabras clave: Eficiencia, Caracterización, Remoción, Propuesta, Medidas.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES DEPARTMENT

ENVIRONMENTAL ENGINEERING CAREER

TOPIC: "ANALYSIS OF EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT FACTORY, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, SALCEDO CANTON, OF COTOPAXI PROVINCE, PERIOD 2018"

Author: León Cortez Jhosua Sebastián

ABSTRACT

The purpose of the project was to characterize the general efficiency of the Rumipamba de las Rosas wastewater treatment factory in Salcedo canton, to propose aid measures for the impacts generated. This was developed as a result of the fact that the areas around the plant discharge their water to the treatment plant. In order to justify this objective, certain activities were carried out, such as: the respective characterization of wastewater at two sampling points at entry and exit, complying with the established protocol. Next, the general efficiency of the factory was determined, which is 45.75%, being a low percentage, due to the fact that certain parameters such as: fecal coliforms exceed the permissible limits of the current regulations and others such as: sulphates and total solids, its efficiency is low. To complete this project, the most appropriate proposals for the implementation of the factory were calculated. In order to comply with this, an inflow of the incoming flow was made for a future population within 25 years. Once the design flow was obtained, the remediation measures were developed, such as: 3 slow sand filters that will allow to retain the solids, improve color and remove fecal coliforms present in the wastewater, in the same way a chlorination chamber to oxidize inorganic matter and disinfect the water to carry out direct discharges to the Cutuchi River. After the research project was delivered to the Department of potable water and sewerage of the GAD Municipal canton Salcedo to make the immediate implementation of the proposed measures that will increase the overall efficiency of the plant is expected to be 90.41% increasing the efficiency in 44.66%, at the same time a removal of (90.75 MPN / 100ml) of fecal coliforms (8.1mg / l) of sulfates (84.4mg / l) of total solids is expected, complying with as stipulated in Ministerial Agreement 097, Annex 1, Table 9. Limits of Discharge to a Body of Fresh Water.

Keywords: Efficiency, Characterization, Removal, Proposal, Measures.


AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del **RESUMEN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION** al Idioma Inglés presentado por el señor egresado de la Carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: LEON CORTEZ JHOSUA SEBASTIAN**, cuyo título versa “ANALISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, febrero del 2019

Atentamente,


Msc. Alison Mena Barthelotty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0501801252



INI

DECLARACIÓN DE AUTORÍAII

| | |
|---|------|
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | III |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | VI |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN..... | VII |
| AGRADECIMIENTO | VIII |
| DEDICATORIA | IX |
| RESUMEN..... | X |
| ABSTRACT | XI |
| AVAL DE TRADUCCION..... | XII |
| INDICE | XII |
| INDICE DE ILUSTRACIONES..... | XVI |
| INDICE DE TABLAS..... | XVII |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL..... | 18 |
| 2. RESUMEN DEL PROYECTO..... | 19 |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 20 |
| 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO..... | 21 |
| 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 6. OBJETIVOS..... | 22 |
| 6.1. Objetivo General..... | 22 |
| 6.2. Objetivos Específicos..... | 22 |
| 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS: | 23 |
| 8. FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA..... | 24 |
| 8.1. AGUAS RESIDUALES..... | 24 |
| 8.1.1. Tipos de aguas residuales..... | 24 |
| 8.1.1.1. Aguas Residuales Domésticas..... | 24 |
| 8.1.1.2. Aguas Negras..... | 24 |
| 8.1.1.3. Aguas Grises..... | 25 |
| 8.1.1.4. Aguas Lluvia..... | 25 |
| 8.1.1.5. Aguas Residuales Municipales o Urbanas..... | 25 |
| 8.1.1.6. Aguas Residuales Industriales..... | 25 |
| 8.1.2. Características de las aguas residuales..... | 25 |
| 8.1.2.1. Características Físicas..... | 25 |
| 8.1.2.1.1. Olor..... | 26 |

| | | |
|----------------|--|----|
| 8.1.2.1.2. | Color..... | 26 |
| 8.1.2.1.3. | Turbidez..... | 26 |
| 8.1.2.1.4. | Densidad..... | 26 |
| 8.1.2.1.5. | Solidos Totales..... | 26 |
| 8.1.2.1.6. | Solidos Disueltos..... | 26 |
| 8.1.2.1.7. | Solidos Suspendidos..... | 27 |
| 8.1.2.1.8. | Material Flotante..... | 27 |
| 8.1.2.1.9. | Conductividad..... | 27 |
| 8.1.2.2. | Características Químicas..... | 27 |
| 8.1.2.2.1. | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)..... | 27 |
| 8.1.2.2.2. | Demanda Química de Oxígeno..... | 27 |
| 8.1.2.2.3. | Aceites y Grasas..... | 27 |
| 8.1.2.2.4. | Potencial de Hidrogeno pH..... | 28 |
| 8.2. | MÉTODOS DE AFORO..... | 28 |
| 8.2.1. | Método Hidráulico con vertedores..... | 28 |
| 8.2.1.1. | Tipos de vertedores..... | 28 |
| 8.2.1.2. | Vertedor Rectangular..... | 28 |
| 8.2.1.3. | Vertedor Triangular..... | 29 |
| 8.3. | EFICIENCIA PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 29 |
| 8.4. | TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES..... | 29 |
| 8.4.1. | Diseño de Sistemas de Tratamiento..... | 29 |
| 8.4.2. | Etapas de la Planta de Tratamiento..... | 29 |
| 8.4.2.1. | Pre-tratamiento..... | 30 |
| 8.4.2.1.1. | Cribado..... | 30 |
| 8.4.2.1.1.1. | Criterios de diseños..... | 30 |
| 8.4.2.1.2. | Tratamiento Primario..... | 31 |
| 8.4.2.1.2.1. | Sedimentador..... | 31 |
| 8.4.2.1.2.1.1. | Zonas del Sedimentador y Criterio de Diseño..... | 31 |
| 8.4.2.2. | Tratamiento Secundario..... | 32 |
| 8.4.2.2.1. | Pantano Artificial..... | 32 |
| 8.4.2.2.1.1. | Ventajas del Pantano Artificial..... | 32 |
| 8.4.2.2.1.2. | Fitorremediación..... | 32 |
| 8.4.2.3. | Procesos Alternos..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 8.4.2.3.1. Lecho de Secado..... | 32 |
| 9. PREGUNTA CIENTIFICA..... | 33 |
| 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 33 |
| 10.1. Aspectos Metodológicos..... | 33 |
| 10.1.1. Técnica de investigación..... | 33 |
| 10.2. Protocolo..... | 33 |
| 10.2.1. Puntos de muestreo..... | 33 |
| 10.2.2. Recolección de la muestra..... | 34 |
| 10.2.3. Envasado y etiquetado..... | 34 |
| 10.2.4. Almacenamiento y transporte..... | 34 |
| 10.2.5. Eficiencia de la planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas..... | 34 |
| 10.2.6. Parámetros evaluados de los dos puntos de muestreo..... | 35 |
| 10.3. Métodos y Técnicas..... | 35 |
| 10.3.1. Método Deductivo..... | 35 |
| 10.3.2. Método Inductivo..... | 35 |
| 10.3.3. Método Científico..... | 35 |
| 10.3.4. Técnica de Observación..... | 36 |
| 10.4. Diseño de medidas de remediación..... | 36 |
| 11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 36 |
| 11.1. Caracterización de las aguas residuales entrantes y salientes de la planta de tratamiento..... | 36 |
| 11.2. Proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales y situación actual de la planta de tratamiento..... | 37 |
| 11.2.1. Diagrama del proceso de tratamiento de aguas residuales de la planta Rumipamba de las Rosas..... | 38 |
| 11.3. Determinación de la Eficiencia de la planta de tratamiento..... | 39 |
| 11.4. Interpretación de los análisis y determinación de la eficiencia de la planta..... | 39 |
| 11.4.1. Calculo de eficiencia Coliformes Fecales..... | 39 |
| 11.4.2. Calculo de eficiencia Aceites y Grasas..... | 40 |
| 11.4.3. Calculo de eficiencia Potencial de Hidrogeno (pH)..... | 41 |
| 11.4.4. Calculo de eficiencia Sulfatos..... | 41 |
| 11.4.5. Calculo de eficiencia Solidos Suspendidos Totales..... | 42 |
| 11.4.6. Calculo de eficiencia Sólidos Totales..... | 43 |

| | | |
|---------|--|----|
| 11.4.7. | Calculo de eficiencia Demanda Química de Oxígeno (DQO). | 44 |
| 11.4.8. | Calculo de eficiencia Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). | 45 |
| 11.4.9. | Promedio General. | 45 |
| 11.5. | Medidas de Remediación para reducir el riesgo ambiental por contaminantes hídricos. | 46 |
| 11.6. | Método de aforo. | 46 |
| 11.7. | Desarrollo de la Propuesta de repotenciación de la Planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas. | 53 |
| 12. | IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS). | 67 |
| 12.1. | Impactos Técnicos. | 67 |
| 12.2. | Impactos Ambientales. | 68 |
| 12.3. | Impactos Económicos. | 68 |
| 12.4. | Impactos Sociales. | 68 |
| 13. | PRESUPUESTO DEL PROYECTO. | 69 |
| 14. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 69 |
| 14.1. | Conclusiones. | 69 |
| 14.2. | Recomendaciones. | 70 |
| 15. | BIBLIOGRAFÍA | 72 |
| 16. | ANEXOS. | 74 |
| 16.1. | Hoja de Vida Autor. | 74 |
| 16.2. | Hoja de Vida Tutor. | 75 |
| 16.3. | Análisis de agua realizados. | 76 |
| 16.4. | Ficha de campo de toma de alturas del caudal. | 82 |
| 16.5. | Planta de Tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas. | 83 |
| 16.6. | Medidas propuestas Filtro lento de Arena y Cámara de Cloración. | 85 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | | |
|----------------------|---------------------------|----|
| Ilustración 1 | COLIFORMES FECALES | 39 |
|----------------------|---------------------------|----|

| | |
|---|----|
| Ilustración 2 ACEITES Y GRASAS..... | 40 |
| Ilustración 3 POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) | 41 |
| Ilustración 4 SULFATOS..... | 41 |
| Ilustración 5 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES..... | 42 |
| Ilustración 6 SOLIDOS TOTALES | 43 |
| Ilustración 7 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO | 44 |
| Ilustración 8 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO | 45 |
| Ilustración 9 PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 83 |
| Ilustración 10 RECOLECCION DE MUESTRAS | 83 |
| Ilustración 11 MUESTRAS HACER ANALIZADAS..... | 83 |
| Ilustración 12 INSPECCION DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO | 83 |
| Ilustración 13 ESTADOS UNIDADES DE TRATAMIENTO..... | 84 |
| Ilustración 14 TOMA DE ALTURAS DEL CAUDAL..... | 84 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 CRITERIOS DE DISEÑO DE REJILLAS DE DESBASTE..... | 30 |
| Tabla 2 CRITERIOS DE DISEÑO DE DESARENADOR..... | 31 |
| Tabla 3 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE LA ENTRADA DE LA PTAR RUMIPAMBA DE LAS ROSAS..... | 36 |
| Tabla 4 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE LA SALIDA DE LA PTAR RUMIPAMBA DE LAS ROSAS..... | 37 |
| Tabla 5 ALTURA DEL AGUA | 46 |
| Tabla 6 REMOCIÓN ESPERADA | 62 |
| Tabla 7 CUADRO DE COMPARACION DE EFICIENCIAS | 63 |
| Tabla 8 PLAN DE EJECUCION DE LA PROPUESTA PTAR RUMIPAMBA | 66 |

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

Análisis de eficiencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Rumipamba de las Rosas, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, Período 2018.

Fecha de inicio:

Abril del 2018

Fecha de finalización:

Febrero del 2019

Lugar de ejecución:

Rumipamba de las Rosas-San Miguel-Salcedo-Cotopaxi-GAD Salcedo.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente.

Proyecto de investigación vinculado:

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Salcedo.

Equipo de Trabajo:

Ing. Carlos Garcia (Coordinador del proyecto)

Ing. Renán Lara (Tutor del proyecto)

León Cortez Jhosua Sebastián (Autor del proyecto)

MSc. Patricio Clavijo (Lector 1)

Dr. Polivio Moreno (Lector 2)

Ing. Oscar Daza (Lector 3)

Área de Conocimiento:

Ambiente-Recursos Hídricos.

Línea de investigación:

Gestión de calidad y seguridad laboral

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Salud, Seguridad y Ambiente.

2. RESUMEN DEL PROYECTO.

El presente proyecto de investigación se realizó en el barrio Rumipamba de las Rosas, parroquia San Miguel, Cantón Salcedo, en esta ubicación se encuentra una planta de tratamiento que recoge las aguas provenientes de la red de alcantarillado de la zona norte del cantón. La planta realiza sus descargas directamente al Río Cutuchi, es de vital importancia una caracterización de la eficiencia general de la misma. Primeramente, se realizó la toma de muestras en dos puntos establecidos de la planta. Es importante implementar de manera inmediata las medidas de remediación propuestas para garantizar un adecuado proceso de la planta de tratamiento.

El proyecto tiene como finalidad caracterizar la eficiencia general de la planta de tratamiento, para reducir los impactos generados todo esto en base a las medidas propuestas. Se procedió a realizar la toma y análisis de las muestras por parte de la institución Analítica Avanzada-Asesoría y Laboratorios (ANAVANLAB), una vez obtenidos los resultados se comparó respectivamente con los límites permisibles estipulados en el Acuerdo Ministerial 097, por medio de esto se logró evidenciar los parámetros que cumplían y los que se sobrepasan los límites permisibles estipulados. Seguidamente con los resultados obtenidos del laboratorio se calculó la eficiencia de cada uno de ellos y se determinó los parámetros que tenían un porcentaje bajo y de esta manera se obtuvo el valor de la eficiencia general de la planta. Continuando se realizó un aforamiento del caudal para elaborar las medidas propuestas más adecuadas y obtener el porcentaje de la eficiencia general esperada.

Con la implementación de estas medidas se pretenden conseguir una descarga apta y que cumplan con lo dispuesto en el Acuerdo Ministerial 097. Para garantizar un sistema de tratamiento factible y de igual manera evitar la contaminación hídrica. Al finalizar este proyecto será entregado al Departamento de agua potable y alcantarillado del GAD Municipal del Cantón Salcedo, donde será responsabilidad la implementación de estas medidas en la planta de tratamiento no solo en esta sino en otras plantas que sean de un similar proceso.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

En la actualidad uno de los principales problemas ambientales es la contaminación por aguas residuales a cuerpos de agua dulce sin previo tratamiento que son descargadas directamente a cuerpos de agua dulce, existen plantas de tratamiento que cumplen sus funciones adecuadamente y otras que se encuentran colapsadas y no cumplen las normativas ambientales vigentes, lo cual es de importancia realizar un análisis de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas del Cantón Salcedo, en cada uno de sus procesos tales como son: canal de cribado, sedimentadores, descarga del lecho de secado, pantano artificial.

Según el Departamento de alcantarillado y agua potable del GAD Municipal del Cantón Salcedo la planta fue construida en el año 2008, para cumplir el tratamiento de las aguas residuales provenientes de los barrios mencionados anteriormente.

Se realizó un análisis de eficiencia de la situación actual, se encontró fallos en su funcionamiento se propuso alternativas de mejoramiento, para mejorar el funcionamiento de la planta y la calidad de aguas vertidas al Río Cutuchi, cumpliendo con la normativa ambiental, vigente TULSMA.

Este proyecto beneficiara a los barrios cercanos, para así garantizar un estilo de vida de calidad a la población aledaña.

El proyecto es de gran importancia, cuenta de propuestas de mejoramiento, no solo para esta planta de tratamiento, sino que estas alternativas podrán ser utilizadas en varias plantas similares del Cantón, para garantizar que estas cumplan su función adecuadamente.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

| BENEFICIARIOS | | HABITANTES APROXIMADO | POBLACION 2008 | POBLACION 2010 |
|-------------------|--|-----------------------|----------------|----------------|
| DIRECTOS | Barrios (Banco Ecuatoriano de la Vivienda (BEV) etapa I y II, Rumipamba de la Universidad, Nuevos Horizontes, La Tebaida, Rumipamba de las Rosas y parte de Rumipamba Central) | 6465 hab. | 5987 hab. | 6125 hab. |
| INDIRECTOS | Cantón Salcedo | 58.216 hab. | 49.765 hab. | 51.304 hab. |

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Referente al objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir que menciona “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”, este objetivo no se cumple en su totalidad, en la actualidad en la mayoría de provincias de nuestro país, existe una gran contaminación referente a los recursos hídricos, causado por las diferentes descargas de aguas residuales a cuerpos de agua dulce sin previos tratamientos.

A nivel nacional el tratamiento de aguas residuales es un tema de suma importancia y la mayoría de provincias se han enfocado en la protección del recurso hídrico y el control de las descargas de aguas no tratadas, un ejemplo es la provincia de Manabí en el Cantón Portoviejo que tiene la mejor planta de tratamiento del país cumpliendo lo establecido en la normativa vigente.

En la provincia de Cotopaxi una de las plantas de tratamiento de aguas residuales que cumple la normativa ambiental es la de Chipoalo-Salcedo, recientemente repotenciada por de años atrás por el GAD Municipal.

El Cantón Salcedo ubicado al sur de la Provincia de Cotopaxi, en la sierra ecuatoriana. “La mayor problemática que presenta el Cantón se refleja a nivel ambiental, ya que las autoridades

de turno se han despreocupado en el control y tratamiento de aguas residuales, al igual que el mantenimiento de estas plantas, establecido en la normativa ambiental vigente”.

Por medio de la investigación y los resultados que se obtengan, se propondrá alternativas de mejoramiento para el funcionamiento de la planta, ya que esta es la principal de los sectores mencionados anteriormente y abarca el 100% de las aguas de la zona norte del Cantón. El mayor problema de esta planta es su eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales, y por ende el alto grado de varios compuestos contaminantes al cuerpo de agua dulce (Río Cutuchi), que incumple las normativas ambientales vigentes.

Las principales causas son: la ausencia o falta de un análisis de eficiencia de la planta de tratamiento, la falta de mantenimiento de su infraestructura, falta de control en las lubricadoras, fábricas, mecánicas que descargan directamente sus aguas a la red de alcantarillado sin un previo tratamiento y estas son dirigidas a la planta que no consta con procesos acordes a una caracterización de las aguas residuales que recibe.

6. OBJETIVOS.

6.1. Objetivo General.

- Determinar la eficiencia del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas del Cantón Salcedo, periodo 2018.

6.2. Objetivos Específicos.

- Realizar una caracterización de las aguas residuales entrantes y salientes de la planta de tratamiento.
- Determinar la eficiencia de la planta de tratamiento.
- Proponer alternativas de mejora, para el funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento de aguas residuales.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Realizar una caracterización de las aguas residuales entrantes y salientes de la planta de tratamiento. | Se realizó el muestro de agua en base a la normativa NTE INEN 2169 de los dos puntos entrada y salida, con el apoyo del laboratorio ANAVANLAB | Se identificó los resultados de los parámetros hacer analizados (físicos, químicos y biológicos). | Mediante el método de análisis realizado se determinó los parámetros analizados por el muestreo de agua. |
| Determinar la eficiencia de la planta de tratamiento. | Se realizó la respectiva comparación con la Ley ambiental vigente los resultados de los análisis de los dos puntos de muestreo. Mediante la fórmula de la eficiencia y los resultados de los análisis se determinó el porcentaje de eficiencia de cada uno de ellos. | Mediante los resultados obtenidos de los análisis realizados se determinó si cumple o no con los límites permisibles de la ley ambiental Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce. Con la fórmula establecida se determinó la eficiencia general de la planta. | Mediante el método deductivo e inductivo permitió determinar la eficiencia general de la planta. Para la comparación de los resultados con la normativa se utilizó la ayuda de gráficos estadísticos para identificar que parámetros cumple o no los límites permisibles |
| Proponer alternativas de mejora, para el funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento de aguas residuales. | Se realizó un aforo para determinar el caudal de entrada de la planta. Se realizó los cálculos de cada una de las medidas propuestas para la | Por medio del aforamiento del caudal de la planta se pudo dimensionar las medidas propuestas de remediación. | Por medio del método científico se efectuó medidas de remediación adecuadas en base a las actividades desarrolladas. |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | <p>implementación en la planta.</p> <p>Se procedió a realizar el respectivo cálculo de la eficiencia general esperada de las medidas establecidas.</p> | <p>Mediante estas medidas propuestas se pretende obtener un efluente que cumpla con los niveles máximos permisibles de la normativa vigente.</p> <p>Se espera demostrar que las medidas propuestas de remediación son factibles para su implementación.</p> | <p>De igual manera todas las medidas propuestas cuentan con sus respectivos cálculos y tratamientos factibles para cumplir que todos los parámetros se encuentren dentro de los límites permisibles del acuerdo ministerial.</p> |
|--|--|---|--|

8. FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA.

8.1. AGUAS RESIDUALES.

(LOPEZ, 2007) Expreso que “Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos”. (p. 2)

8.1.1. Tipos de aguas residuales.

8.1.1.1. Aguas Residuales Domésticas.

Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos de viviendas, zonas residenciales, establecimientos comerciales o institucionales. (PULIDO, 2009)

8.1.1.2. Aguas Negras.

Se caracterizan por ser Aguas que son transportadas de la orina y lo proveniente del inodoro. (PULIDO, 2009)

8.1.1.3. Aguas Grises.

Se caracterizan por ser Aguas jabonosas las cuales pueden contener grasas, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora. (PULIDO, 2009)

8.1.1.4. Aguas Lluvia.

Estas aguas se caracterizan por ser originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias las cuales fluyen por los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. (PULIDO, 2009)

8.1.1.5. Aguas Residuales Municipales o Urbanas.

Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos de un conglomerado urbano; de lo cual tiene actividades domésticas e industriales, transportadas por una red de alcantarillado. (PULIDO, 2009)

8.1.1.6. Aguas Residuales Industriales.

Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales, las cuales pueden tener origen agrícola o pecuario. (PULIDO, 2009)

8.1.2. Características de las aguas residuales.

Las aguas residuales presentan diferentes características:

- Fisicoquímicas las cuales se pueden tener en cuenta para poder tener un manejo del agua para ser tratadas, de acuerdo a esto si no se el buen manejo obedecería a una mala caracterización de las aguas, ya que impide seleccionar correctamente los tratamientos y aplicar criterios adecuados para el diseño. (PULIDO, 2009)
- Microbiológicas, las cuales aportan gran cantidad de materia orgánica que sirve de alimento para hongos y bacterias encargados de la descomposición. (PULIDO, 2009)

8.1.2.1. Características Físicas.

Las características físicas de las aguas residuales son olor, color, turbidez, densidad, sólidos totales, sólidos disueltos, entre otras más relevantes. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.1. Olor.

Se produce por desprendimientos de gases del agua residual. Los olores característicos de un agua residual urbana son debidos a diferentes sustancias disueltas y por la actividad biológica que se produce en ella. Las aguas residuales urbanas si son frescas no tienen olores desagradables ni intensos, pero a medida que pasa el tiempo, el olor aumenta. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.2. Color.

Causado por sólidos suspendidos (aparente), material coloidal y sustancias en solución. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.3. Turbidez.

La presencia de sólidos coloidales le da al líquido una apariencia nebulosa que es poco atractiva y puede ser dañina. La turbidez puede causarlas las partículas de arcilla y limo, descargas de agua residual, desechos industriales o la presencia de numerosos microorganismos. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.4. Densidad.

Es una característica física importante del agua residual dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de fangos. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.5. Sólidos Totales.

Se incluyen todos los sólidos existentes en las aguas residuales, se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación de una muestra a una temperatura de 103° a 105°, y su consecutivo secado. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.6. Sólidos Disueltos.

Es la denominación que reciben todos los sólidos que quedan retenidos en un proceso de filtración fina. En general, los sólidos disueltos son en un 40% orgánicos y un 60% inorgánicos. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.7. Sólidos Suspendidos.

Son aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo, pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.8. Material Flotante.

Es cualquier sustancia sólida de una muestra de agua residual, es de gran importancia para el control y tratamiento de la descarga de agua. (GARCIA, 2014)

8.1.2.1.9. Conductividad.

La conductividad de un agua es la aptitud de esta para conducir la corriente eléctrica. (GARCIA, 2014)

8.1.2.2. Características Químicas.

El agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica, sin embargo pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor. (VARGAS, 2004)

8.1.2.2.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Expresa la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación bioquímica, de los compuestos orgánicos degradables existentes en el líquido residual, fijando ciertas condiciones de tiempo y temperatura, 5 días y a 20 °C, que requieren las bacterias durante la estabilización de la materia orgánica susceptible de descomposición en condiciones aerobias. (GARCIA, 2014)

8.1.2.2.2. Demanda Química de Oxígeno.

Determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. (GARCIA, 2014)

8.1.2.2.3. Aceites y Grasas.

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Las normas de calidad de

agua recomiendan que los aceites y grasas estén ausentes en el agua para consumo humano, ya que pueden producir algún riesgo de daño a la salud. (GARCIA, 2014)

8.1.2.2.4. Potencial de Hidrogeno pH.

El pH controla muchas reacciones químicas y la actividad biológica normalmente se reduce a una escala bastante restringida de pH entre 6.2 y 8.5, por lo que hay que controlarlo para evitar problemas de inhibición. (GARCIA, 2014)

8.2.MÉTODOS DE AFORO.

La posibilidad de medir los caudales de agua residual es de fundamental importancia a la hora de proyectar los sistemas de saneamiento. Los métodos de descarga directa son aquellos en que la magnitud de la descarga es función de una o dos variables fácilmente medibles. En los casos en que se vaya a realizar varias determinaciones de caudales, vale la pena construir curvas de calibrado para simplificar el trabajo. (GEORGE, 1995)

8.2.1. Método Hidráulico con vertedores.

Es un método de medición de caudal, útil en caudales pequeños. Se interrumpe el flujo del agua en la canaleta y se produce una depresión del nivel, se mide el tamaño de la lámina de agua y su altura. El agua cae por un vertedero durante cierto tiempo, se mide la altura de la lámina y se calcula la cantidad de agua que se vertió en ese tiempo. (VILLACRES, 2011)

8.2.1.1.Tipos de vertedores.

Se llama vertedero a la estructura hidráulica sobre la cual se efectúa una descarga a superficie libre. El vertedero puede tener diversas formas según las finalidades a las que se destine. (BENAVIDES, 2009)

8.2.1.2.Vertedor Rectangular.

Es una estructura hidráulica de rebose con una entalladura, la cual se coloca transversalmente en el canal y perpendicular a la dirección del flujo. (BENAVIDES, 2009)

8.2.1.3. Vertedor Triangular.

Este tipo de vertederos es utilizado principalmente para el control de niveles en los ríos o canales, pero pueden ser también calibrados y usados como estructuras de medición de caudal. (SEPULVEDA, 2014)

8.3. EFICIENCIA PLANTA DE TRATAMIENTO.

El grado de eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales se define como: la reducción porcentual de indicadores apropiados, considerados en forma acumulativa o de determinadas sustancias. (ATV, 1998)

8.4. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Es un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales. (AGUASISTEC, 2003)

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final. (AGUASISTEC, 2003)

8.4.1. Diseño de Sistemas de Tratamiento.

Este diseño se hace de acuerdo a varios parámetros entre los que se encuentra efluentes y métodos disponibles aplicables, para que este sea mejor se debe tomar en cuenta la caracterización del agua residual, diseño de los sistemas de tratamiento propuestos, como es el caso de los procesos, diseños, factibilidad, aplicabilidad, confiabilidad, costo beneficio, construcción, operación y mantenimiento. (ROMERO, 2010)

8.4.2. Etapas de la Planta de Tratamiento.

El primer paso es la filtración del agua para eliminar los residuos sólidos o de mayor volumen que pueda estar contenidos en el líquido, será pasado por diferentes etapas en las que se removerá toda la basura de diferentes tamaños, para que el agua pueda pasar libremente por las tuberías hacia las cámaras de depuración. (OLIVERA, 2014)

En la segunda etapa del proceso de depuración del agua residual, el líquido es colocado en tanques de sedimentación, en donde el estancamiento permitirá que se asienten los residuos en el fondo y se efectúe una clarificación primaria del agua que facilite el tratamiento posterior. (OLIVERA, 2014)

Por último el agua es trasladada a cámaras finales de filtrado en donde se eliminan los últimos residuos que puedan permanecer en el líquido para ser trasladado a cámaras en las que se realizará el tratamiento a nivel químico. (OLIVERA, 2014)

8.4.2.1.Pre-tratamiento.

8.4.2.1.1. Cribado.

Es un proceso mecánico que separa los materiales de acuerdo a su tamaño de partícula individual. Esto se cumple proporcionando un movimiento en particular al medio de cribado, el cual es generalmente una malla o una placa perforada. (VEGA, 2011)

8.4.2.1.1.1.Criterios de diseños.

Se debe contar con esos criterios de diseño para fundamentar las velocidades de paso del flujo de aguas residuales, a través de ellas. Esta velocidad no debe ser tan baja que promueva la sedimentación de sólidos en el canal, ni tan alta que genere arrastre de sólidos ya retenidos por los barrotes de la reja. (LOZANO, 2012)

Tabla 1 CRITERIOS DE DISEÑO DE REJILLAS DE DESBASTE

| PARÁMETRO | VALOR O RANGO |
|--|--------------------------|
| Velocidad mínima de paso | 0,6 m/s (a caudal medio) |
| Velocidad máxima de paso | 1,4 m/s (a caudal punta) |
| Grado de colmatación estimado entre intervalos de limpieza | 30% |
| Pérdida de carga máxima admisible | 15 cm (a caudal medio) |

Si no se obtiene estos criterios de diseño es importante aumentar el ancho o la profundidad en el canal donde estará ubicado el cribado, ya que los barrotes disminuyen el área útil y aumentan

el flujo entre la rejilla, también se debe tomar en cuenta la pérdida de carga y el número de barrotes, con esto se garantiza una criba con un buen rendimiento. (LOZANO, 2012)

8.4.2.1.2. Tratamiento Primario.

8.4.2.1.2.1.Sedimentador.

Es un separador o filtro primario diseñado para las partículas de sólidos de las aguas residuales. Su nombre proviene de su acción, que ocasiona que el agua y partículas de sólido caigan en el fondo para sedimentos con una cierta particularidad como es la velocidad de asentamiento o peso específico, el sedimento es un material cae o se asienta en el fondo del líquido; en el sedimentador ocurre porque las partículas de sólido son más pesadas. (CASTILLO, 2008)

8.4.2.1.2.1.1. Zonas del Sedimentador y Criterio de Diseño.

Se encuentra dividido en 4 zonas así argumenta (OJEDA, 2015):

- Zona de entrada: Transición suave de flujo de entrada con un flujo de tipo permanente.
- Zona de salida: Transición suave entre el asentamiento y el flujo efluente.
- Zona de lodos: Recibe el material sedimentado impidiendo que el asentamiento de partículas sea interferido.
- Zona de sedimentación: Suministro del volumen al tanque necesario para un asentamiento sin interferencia.

Tabla 2 CRITERIOS DE DISEÑO DE DESARENADOR

| PARÁMETRO | VALOR O RANGO |
|----------------------|--|
| Carga Superficial | 40 a 70 m ³ /m ² *h (a caudal punta) |
| TRH | 100 a 300 sg frecuente (180sg) |
| Velocidad horizontal | 0.20 a 0.40 m/sg (a caudal punta) |
| Longitud | 10 a 30 veces la altura de la lámina de agua. |
| Altura mínima | 1,0m |
| Altura máxima | 3m |

8.4.2.2.Tratamiento Secundario.

8.4.2.2.1. Pantano Artificial.

Los pantanos artificiales, son superficies de inundación periódica que consiste en un lecho de grava u otro sustrato sobre el cual se siembran plantas acuáticas de la especie macrofitas, el agua circula a través de este lecho poroso poniéndola en contacto con las raíces y rizomas de las plantas. (AGUASISTEC, 2003)

8.4.2.2.1.1.Ventajas del Pantano Artificial.

Consumo mínimo o nulo de energía eléctrica, ya que el oxígeno requerido es proporcionado durante el periodo diurno mediante el proceso de fotosíntesis de las macrófitas y durante la noche por el parénquima (sistema vascular) de las macrófitas, no generan malos olores cuando son bien diseñados y operados, producen menor cantidad de lodos residuales y es eficiente en la remoción de DBO, SS, Patógenos y nutrientes (N y P). (RUIZ, 2005)

8.4.2.2.1.2.Fitorremediación.

La fitorremediación es la descontaminación de los suelos, la depuración de las aguas residuales o la limpieza del aire interior, usando vegetales, ya sean plantas vasculares, algas. También se incluye a los hongos micorremediación, y por extensión a los ecosistemas que contienen estas plantas. La degradación de compuestos dañinos se acelera mediante la actividad de algunos microorganismos. (ORTEGA & MARIA, 2015)

8.4.2.3.Procesos Alternos.

8.4.2.3.1. Lecho de Secado.

El lecho de secado es en general el último componente de una planta de tratamiento de aguas residuales, aunque algunas veces se incluye también en plantas potabilizadoras, principalmente cuando el agua a potabilizar es derivada de un río o arroyo. (AGUASISTEC, 2003)

En el lecho de secado al aire, el lodo proveniente, ya sea de: un tanque Imhoff; o filtro anaerobio de flujo ascendente; o, de los sedimentadores de las plantas depuradoras, el proceso es natural, el agua contenida en los lodos filtra, por efecto de la gravedad, a través de un lecho filtrante de arena y grava, y es recogida por ductos perforados para ser luego conducida al cuerpo receptor final. Otra parte del agua contenida en los lodos se evapora. (AGUASISTEC, 2003)

9. PREGUNTA CIENTIFICA.

¿Los resultados que se obtengan del análisis de eficiencia, permitirá proponer alternativas de mejoramiento para la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas del Cantón Salcedo?

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

10.1. Aspectos Metodológicos.

10.1.1. Técnica de investigación.

La presente propuesta técnica se desarrolló con diferentes tipos de investigación, con un carácter descriptivo, con el apoyo de la investigación de campo y bibliográfica.

- **Investigación de Campo:** Es la más importante, puesto que con visitas In situ al lugar de investigación, se verifico el funcionamiento de cada uno de los procesos que cumple la planta de tratamiento de aguas residuales de Rumipamba de las Rosas y de esta manera se determinó el cumplimiento de todas sus funciones, de igual manera permitió realizar los diferentes muestreos de agua en dos puntos esenciales entrada y salida de la planta.
- **Investigación Bibliográfica:** Fortaleció los conocimientos y criterios técnicos a utilizarse acerca de la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales, su funcionamiento y además permitió alimentar esta investigación y analizar las alternativas de mejoramiento para la misma.

10.2. Protocolo.

Se utilizó el protocolo establecido por la norma NTE INEN 2169 (1998) (spanish): agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

10.2.1. Puntos de muestreo.

El tipo de muestreo fue de carácter simple. Se realizó en dos puntos. El primer punto se realizó en la entrada de la planta de tratamiento en las coordenadas 78° 59' 74"O y 1° 03' 81"S El segundo punto se realizó en la salida o la descarga de las aguas tratadas en el río Cutuchi en las coordenadas 78° 59' 74"O y 1° 03' 90"S

10.2.2. Recolección de la muestra.

La cantidad de muestra fue de 500ml, bajo una temperatura ambiente entre 17 a 18° C. Para la recolección de la muestra se verifico que se llene los recipientes completamente para que no existe agitación, que el flujo se continuo para garantizar que se representativa y a la vez homogénea para el respectivo análisis de los parámetros necesarios. Los recipientes cuyas muestras se congelaron como método de conservación.

10.2.3. Envasado y etiquetado.

Antes del envasado se realizó el correspondiente lavado de los envases que fueron utilizados, este procedimiento se realizó con dos repeticiones con el mismo líquido a muestrear, todo esto antes de recolectar la muestra necesaria. Se etiquetaron las muestras recolectadas con la siguiente información: nombre del proyecto, lugar de muestreo, fecha, hora, preservante y nombre del recolector.

10.2.4. Almacenamiento y transporte.

Las muestras recolectadas fueron enviadas a temperaturas bajas, se utilizó un cooler para conservar las muestras y de esta, manera no alterar sus características y evitar que existan variaciones en la temperatura.

10.2.5. Eficiencia de la planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas.

Para la determinación de la eficiencia de la planta se realizó mediante la fórmula:

- %EF: Grado de eficiencia en porcentaje
- FZ: Sumatoria de las cargas que ingresan a la planta
- FA: Sumatoria de las cargas en el flujo de salida en la planta

$$\%EF = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100 =$$

10.2.6. Parámetros evaluados de los dos puntos de muestreo.

| PARAMETROS A ANALIZADOS | UNIDAD |
|-------------------------------------|-----------|
| Coliformes Fecales Totales | NMP/100ml |
| Aceites y Grasas | mg/lt |
| Potencial De Hidrogeno | U ph |
| Fosfatos (PO4) | mg/lt |
| Sulfatos (SO4) | mg/lt |
| Nitratos (NO3) | mg/lt |
| Solidos Suspendidos Totales | mg/lt |
| Solidos Totales | mg/lt |
| Demanda Química De Oxígeno (DQO) | mg/lt |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | mg/lt |

10.3. Métodos y Técnicas.

10.3.1. Método Deductivo.

Permitió conocer los distintos procesos, estructura y funcionamiento de la planta de tratamiento, para analizar y realizar la propuesta de alternativas para la misma y de esta manera garantizar su eficiencia.

10.3.2. Método Inductivo.

Facilitó realizar un análisis ordenado, coherente y a la vez lógico de ideas y determinar un diagnóstico veraz y de esta manera formular las soluciones a la problemática actual en los aspectos ambientales.

10.3.3. Método Científico.

Aporto a la finalización de la propuesta efectiva para el tratamiento de aguas residuales de la planta mencionada.

10.3.4. Técnica de Observación.

Se realizó varias visitas a la planta de tratamiento para recolectar la información necesaria, para elaborar el diagnóstico que condujo a identificar la realidad actual que se encuentra todo el sistema de tratamiento de aguas.

10.4. Diseño de medidas de remediación

Para diseñar las medidas de remediación que pretende aumentar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas, se realizó tomando en cuenta los parámetros anteriores, de igual manera las consideraciones expuestas en la fundamentación científica técnica. Primeramente, se realizó un aforo mediante un segmento circular durante 7 días a distintas horas. Posteriormente se realizó una visita in-situ para evaluar la situación actual de la planta y conocer los diferentes procesos que cumple la misma. Mediante respectivos cálculos se realizó las medidas más viables y factibles, de igual manera se calculó la eficiencia general esperada de la planta de tratamiento con las medidas propuestas.

11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

11.1. Caracterización de las aguas residuales entrantes y salientes de la planta de tratamiento.

Análisis de agua.

Los respectivos análisis de aguas del laboratorio se compararon con la Normativa Ambiental vigente, que es el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, lo cual indica:

Tabla 3 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE LA ENTRADA DE LA PTAR RUMIPAMBA DE LAS ROSAS

| PARAMETROS ANALIZADOS | UNIDAD | RESULTADO | LIMITE PERMISIBLE | CRITERIO DE RESULTADO |
|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------------------|
| Coliformes Fecales | NMP/100ml | >2420 | 2000 | NO CUMPLE |
| Aceites y Grasas | mg/lt | 3,9 | 30,0 | CUMPLE |
| Potencial de Hidrogeno | U ph | 7,9 | 6,0-9,0 | CUMPLE |
| Fosfatos (PO4) | mg/lt | NO APLICA | NO APLICA | NO APLICA |
| Sulfatos (SO4) | mg/lt | 54,0 | 1000,0 | CUMPLE |
| Nitratos (NO3) | mg/lt | NO APLICA | NO APLICA | NO APLICA |
| Solidos Suspendidos Totales | mg/lt | 102 | 130 | CUMPLE |

| | | | | |
|-------------------------------------|-------|-----|------|-----------|
| Solidos Totales | mg/lt | 844 | 1600 | CUMPLE |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/lt | 225 | 200 | NO CUMPLE |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | mg/lt | 133 | 100 | NO CUMPLE |

Fuente: ANAVANLAB, 2018

Tabla 4 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE LA SALIDA DE LA PTAR RUMIPAMBA DE LAS ROSAS

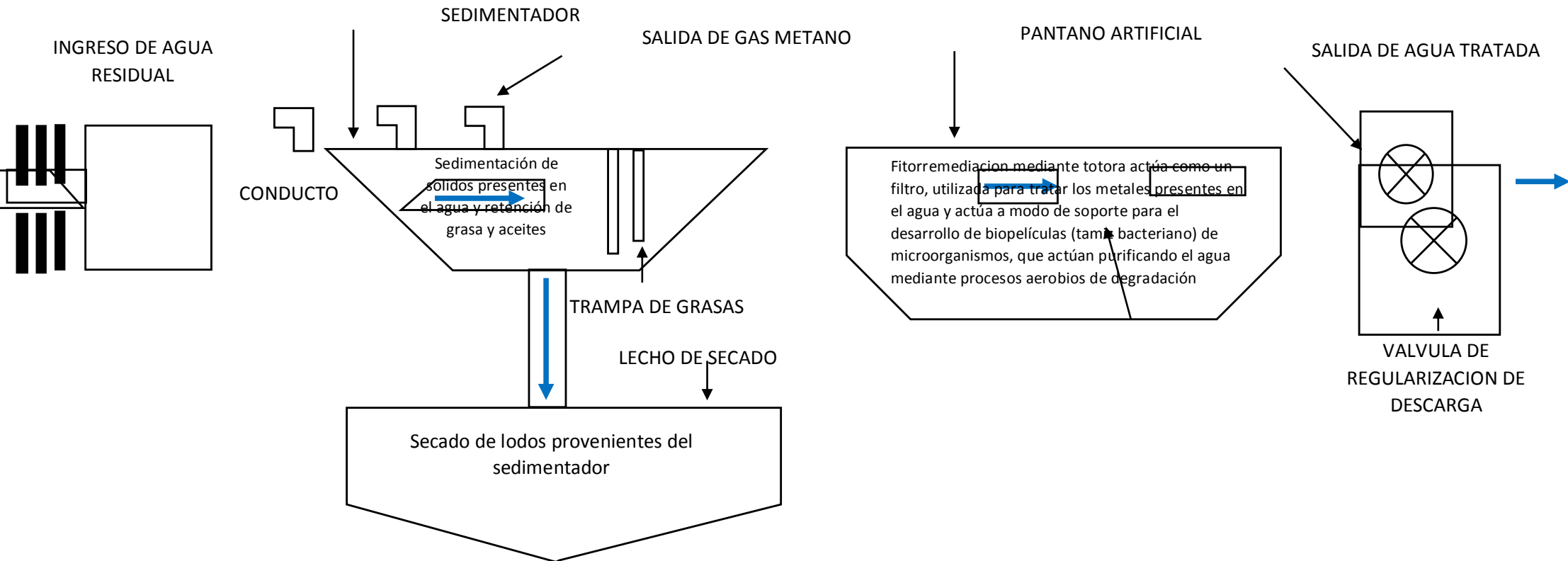
| PARAMETROS ANALIZADOS | UNIDAD | RESULTADO | LIMITE PERMISIBLE | CRITERIO DE RESULTADO |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------------------|
| Coliformes Fecales | NMP/100ml | >2420 | 2000 | NO CUMPLE |
| Aceites y Grasas | mg/lt | 0,8 | 30,0 | CUMPLE |
| Potencial de Hidrogeno | U ph | 7,6 | 6,0-9,0 | CUMPLE |
| Fosfatos (PO4) | mg/lt | NO APLICA | NO APLICA | NO APLICA |
| Sulfatos (SO4) | mg/lt | 47,0 | 1000,0 | CUMPLE |
| Nitratos (NO3) | mg/lt | NO APLICA | NO APLICA | NO APLICA |
| Solidos Suspendidos Totales | mg/lt | <30 | 130 | CUMPLE |
| Solidos Totales | mg/lt | 660 | 1600 | CUMPLE |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/lt | 81 | 200 | CUMPLE |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | mg/lt | 38 | 100 | CUMPLE |

Fuente: ANAVANLAB, 2018

11.2. Proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales y situación actual de la planta de tratamiento.

En la actualidad la planta de tratamiento recibe un 11,11% de aguas residuales provenientes del sector Rumipamba de las Rosas, se encuentra en funcionamiento y las aguas tratadas son descargadas al Río Cutuchi, entre otros aspectos la planta genera malos olores debido a la presencia de desechos orgánicos provenientes del agua residual y afectando a la salud de los moradores, también se evidencio la presencia de animales de pastoreo (ganado) al igual desechos de los mismos en el interior de la infraestructura.

11.2.1. Diagrama del proceso de tratamiento de aguas residuales de la planta Rumipamba de las Rosas.



11.3. Determinación de la Eficiencia de la planta de tratamiento.

En base a la interpretación de los resultados obtenidos, se identificó los más críticos esto nos ayudó para demostrar la eficiencia de la planta con la fórmula general:

- %EF: Grado de eficiencia en porcentaje
- FZ: Sumatoria de las cargas que ingresan a la planta
- FA: Sumatoria de las cargas en el flujo de salida en la planta

$$\%EF = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100 =$$

11.4. Interpretación de los análisis y determinación de la eficiencia de la planta.

Primeramente se realizó un gráfico y la interpretación de los resultados de las aguas entrantes y salientes de la planta con la respectiva comparación con la normativa ambiental vigente, seguidamente se determinó la eficiencia mediante la fórmula anteriormente mencionada.

11.4.1. Calculo de eficiencia Coliformes Fecales.

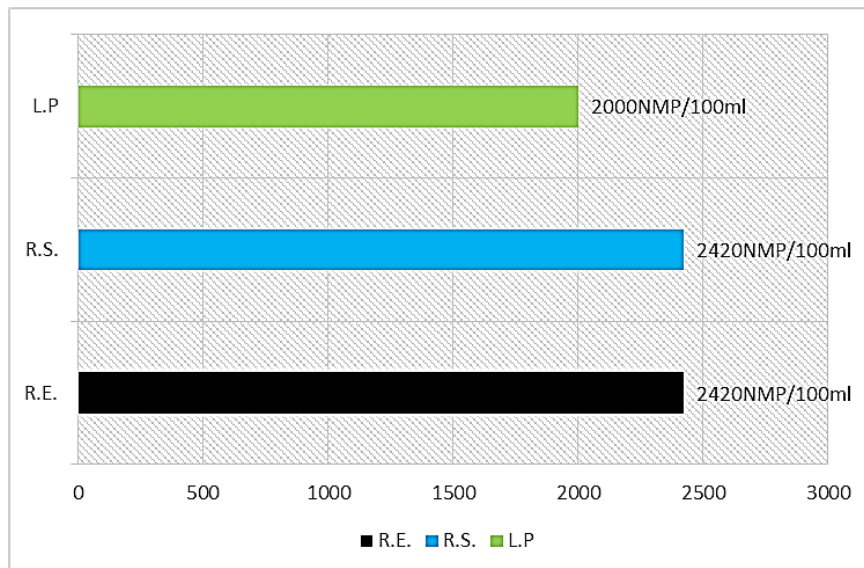


Ilustración 1 COLIFORMES FECALES

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

El parámetro analizado de Coliformes Fecales al ingreso tiene un valor de 2420 NMP/100ml y al ser tratado por los distintos procesos que cumple la planta el valor no se ve afectado manteniéndose en el mismo de ingreso, siendo una concentración que supera el límite permisible de 2000 NMP/100ml establecido en la normativa ambiental vigente.

$$\%EF = \frac{FZ-FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{2420NMP/100ml - 2420NMP/100ml}{2420NMP/100ml} * 100$$

| | |
|----------|--------------|
| $\%EF =$ | 0,00% |
|----------|--------------|

El porcentaje de reducción de este parámetro es de un 0,00%, de esta manera determinamos que no se está realizando ningún tipo de tratamiento para reducir el valor de ingreso de los Coliformes Fecales.

11.4.2. Calculo de eficiencia Aceites y Grasas.

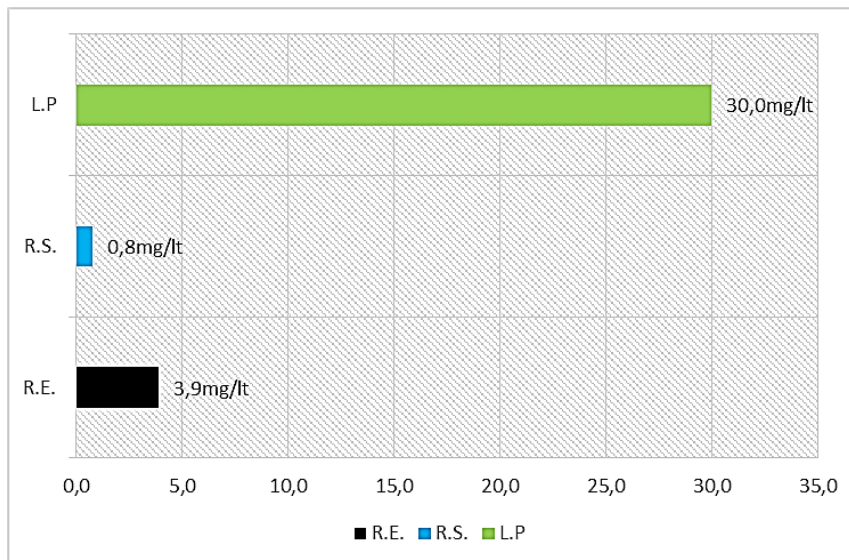


Ilustración 2 ACEITES Y GRASAS
Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

Los Aceites y Grasas tiene un valor de 3,9 mg/Lt al ingreso, al ser tratado en la planta el valor reduce a un 0,8 mg/Lt cumpliendo con el límite permisible de 30,0 mg/Lt.

$$\%EF = \frac{FZ-FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{3,9mg/l - 0,8mg/l}{3,9mg/l} * 100$$

| | |
|----------|---------------|
| $\%EF =$ | 79,49% |
|----------|---------------|

La Eficiencia de tratamiento de este parámetro es de 79,49%, siendo un valor aceptable, debido a que las unidades de Aceites y Grasas reducen en el tratamiento.

11.4.3. Calculo de eficiencia Potencial de Hidrogeno (pH).

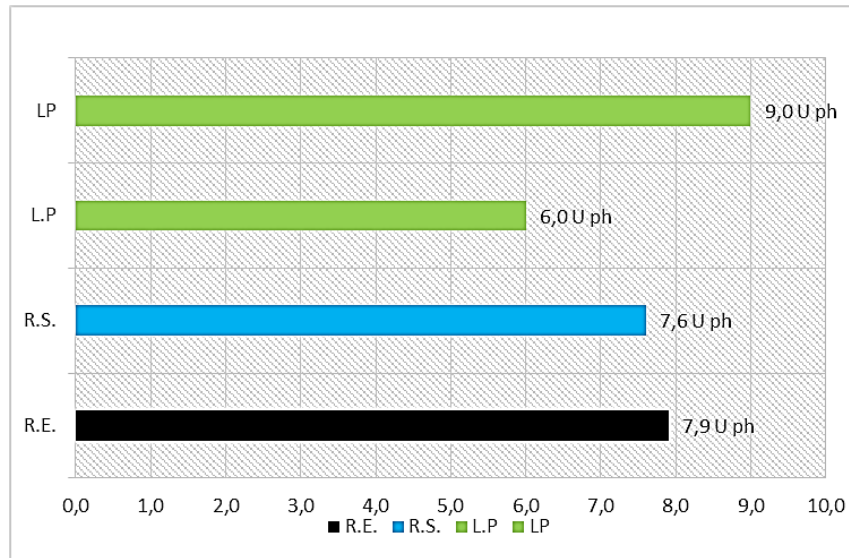


Ilustración 3 POTENCIAL DE HIDROGENO (ph)

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

Al ingreso de la planta el potencial de hidrogeno tiene un valor de 7,9 y al ser tratado el valor reduce a 7,6, cumpliendo los límites permisibles entre 6 a 9 de la normativa vigente.

11.4.4. Calculo de eficiencia Sulfatos.

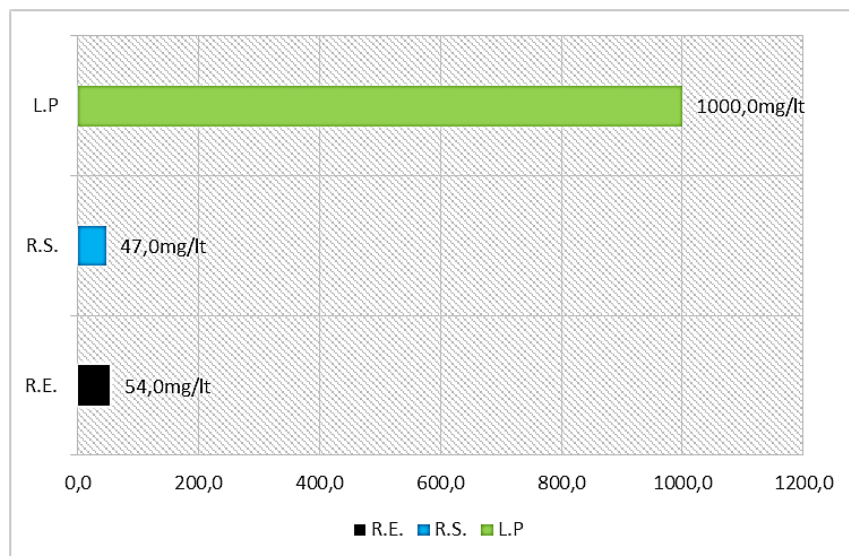


Ilustración 4 SULFATOS

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

En el ingreso los sulfatos tienen un valor de 54,0 mg/lit y al finalizar el tratamiento es 47,0 mg/lit, estos valores se encuentran dentro del límite permisible de la normativa con un valor de 1000 mg/lit,

$$\%EF = \frac{FZ-FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{54,0\text{mg/l}-47,0\text{mg/l}}{54,0\text{mg/l}} * 100$$

| | |
|----------|---------------|
| $\%EF =$ | 12,96% |
|----------|---------------|

La eficiencia de reducción de los sulfatos es 12,96%, siendo un valor positivo, reduciendo los niveles de concentración de este parámetro.

11.4.5. Calculo de eficiencia Solidos Suspendidos Totales.

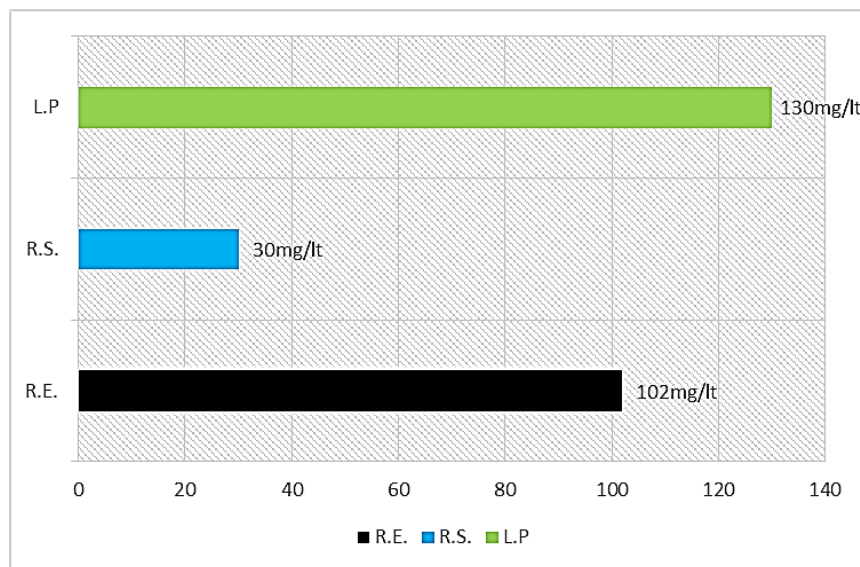


Ilustración 5 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

Los Solidos Suspendidos Totales son materia disuelta, que tiene residuos orgánicos y sales, estos en el ingreso tienen un valor de 102 mg/lit y al ser tratados reducen su valor a 30 mg/lit, cumpliendo con los límites permisibles de la normativa ambiental que establece un valor de 130 mg/lit.

$$\%EF = \frac{FZ-FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{102\text{mg/l} - 30\text{mg/l}}{102\text{mg/l}} * 100$$

$$\%EF = 70,59\%$$

El porcentaje de eficiencia es 70,59%, indicando un buen tratamiento en la disminución de este parámetro.

11.4.6. Calculo de eficiencia Sólidos Totales.

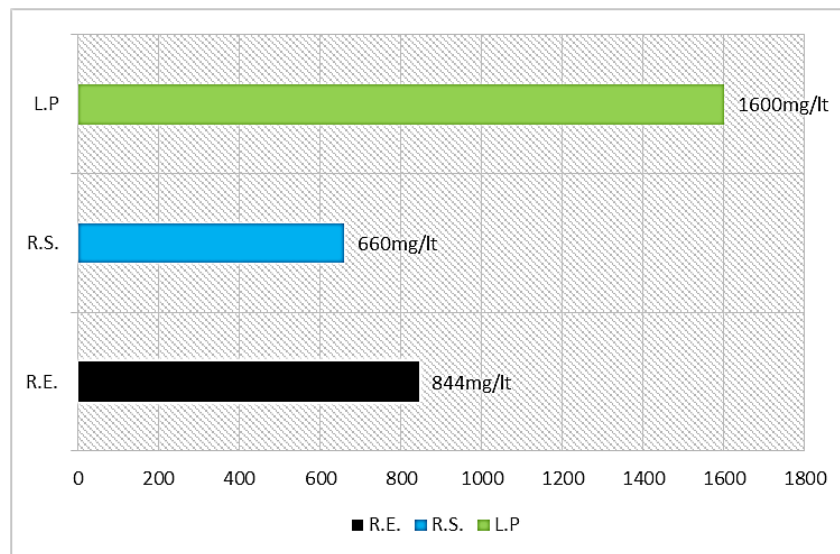


Ilustración 6 SOLIDOS TOTALES

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

Al ingresar a la planta el valor se encuentra en 844 mg/l y después del proceso de tratamiento es 660 mg/l, siendo un valor menor y cumpliendo con lo establecido en la normativa ambiental con el límite permisible de 1600 mg/l.

$$\%EF = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{844\text{mg/l} - 660\text{mg/l}}{844\text{mg/l}} * 100$$

$$\%EF = 21,80\%$$

El porcentaje de reducción es 21,80%, tiende hacer un valor positivo reduciendo los valores de este parámetro.

11.4.7. Calculo de eficiencia Demanda Química de Oxígeno (DQO).

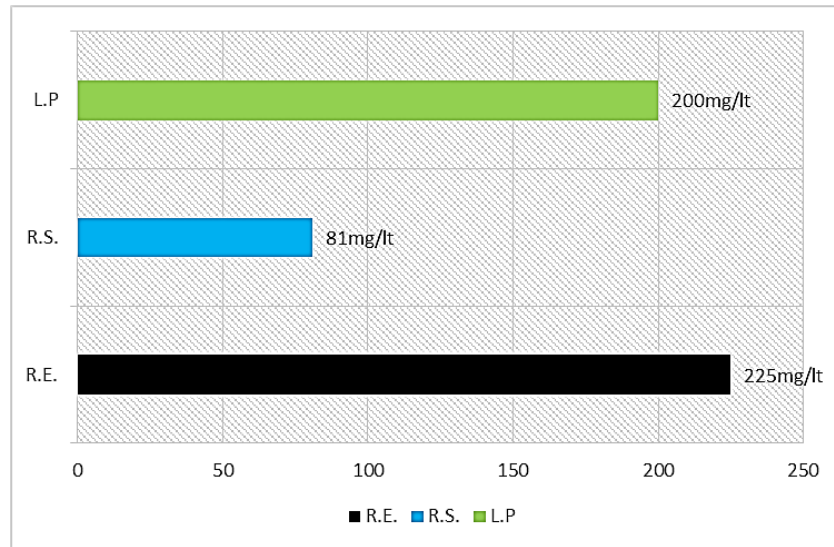


Ilustración 7 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), permite determinar la calidad del recursos hídrico, el valor al ingresar a la planta es 225 mg/L, después de cumplir con el proceso de tratamiento reduce a 81 mg/L, siendo un valor que se encuentra dentro del límite permisible de la normativa ambiental que es 200 mg/L.

$$\%EF = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{225\text{mg/l} - 81\text{mg/l}}{225\text{mg/l}} * 100$$

$$\%EF = \mathbf{64,00\%}$$

El porcentaje de eficiencia es 64,00%, reduciendo las unidades de DQO, siendo un valor positivo.

11.4.8. Calculo de eficiencia Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

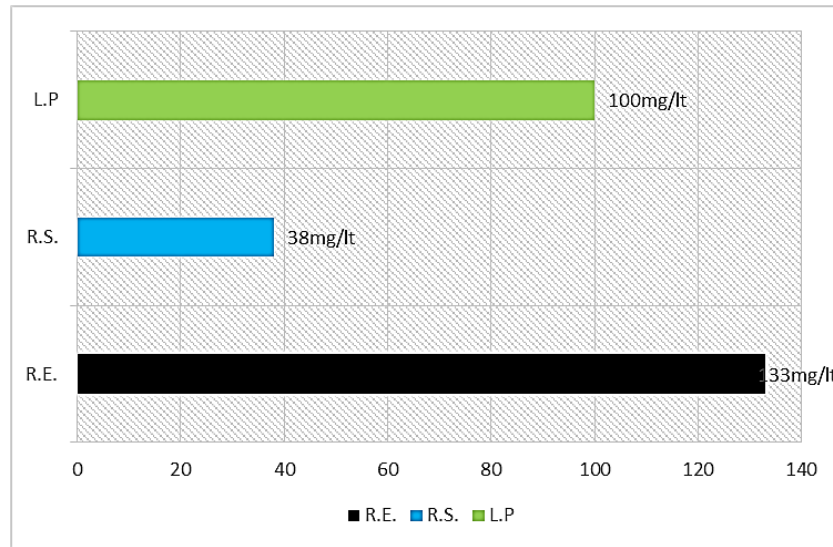


Ilustración 8 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2018

Al ingresar a la planta el valor se encuentra en 133 mg/Lt y después de pasar por el proceso de tratamiento reduce a 38 mg/Lt, encontrándose dentro de límite permisible establecido en la normativa ambiental que es 100 mg/Lt.

$$\%EF = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{133\text{mg/l} - 38\text{mg/l}}{133\text{mg/l}} * 100$$

$$\%EF = 71,43\%$$

El porcentaje de eficiencia es 71,43%, las unidades de DBO5 disminuye en el tratamiento el valor tiende hacer positivo.

11.4.9. Promedio General.

Para la realización del promedio general se suma todos los porcentajes obtenidos y dividiendo al número de parámetros considerados.

$$\%EF = \%CF + \%AYG + \%S + \%SST + \%ST + \%DQO + \%DBO5$$

$$\%EF = 0,00 + 79,49 + 12,96 + 70,59 + 21,80 + 64,00 + 71,43$$

$$\%EF = \frac{320,27}{7}$$

| | |
|------|---------------|
| %EF= | 45,75% |
|------|---------------|

El promedio general de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas es de 45,75%, siendo un valor eficiente, algunas de sus unidades de tratamiento hacen que reduzca este porcentaje como: el sedimentador que no aporta mucho en la disminución de los coliformes fecales, sulfatos y solidos totales.

11.5. Medidas de Remediación para reducir el riesgo ambiental por contaminantes hídricos.

La planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas abarca un 50%, de la red de alcantarillado del Cantón Salcedo. Por ende, es de suma importancia la implementación de medidas de remediación para mitigar los impactos generados.

11.6. Método de aforo.

Para realizar este método se utilizó un vertedero circular, se tomó la medición de la altura del agua a distintas horas del día (07:00-13:00-19:00) durante una semana, se debe tomar en cuenta que el flujo de agua se vierta sin problemas, y que el tubo de conducción se encuentre libre de materiales o desechos, el promedio general de la altura del agua es de 13,56cm.

Tabla 5 ALTURA DEL AGUA

| HORA | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 |
|-------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 07:00am | 15,1cm | 12,2cm | 12,4cm | 12,5cm | 14,5cm | 14,6cm | 13,6cm |
| 13:00pm | 13,00cm | 11,3cm | 13,7cm | 14,1cm | 13,1cm | 13,5cm | 13,4cm |
| 19:00pm | 13,4cm | 16,7cm | 13,5cm | 13,6cm | 13,4cm | 13,8cm | 13,7cm |
| PROMEDIO DIARIO | 13,87cm | 13,4cm | 13,2cm | 13,4cm | 13,6cm | 13,96cm | 13,56cm |
| PROMEDIO SEMANAL | 13,56cm | | | | | | |

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2019

Segmento Circular.

Mediante un segmento circular las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado ingresan a la planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas, sus dimensiones son: diámetro total 0,70m, radio total de 0,35m, diámetro interno de 0,68m, radio interno de 0,39m y la altura del agua residual 13,56cm.

Datos:

$$D = 0,70\text{m}$$

$$r = 0,35\text{m}$$

$$D_i = 0,68\text{m}$$

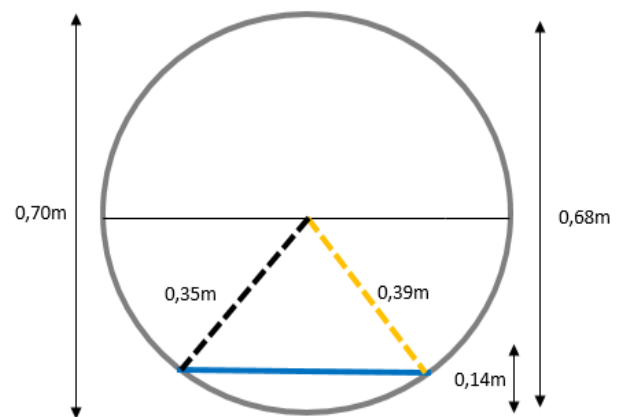
$$r_i = 0,39\text{m}$$

$$h_{H_2O} = 13,56\text{cm} = 0,14\text{m}$$

c = altura entre el punto centro del segmento
y el agua residual

r = radio interno

h_{H_2O} = altura del agua residual



$$c = r - h_{H_2O}$$

$$c = 0,34\text{m} - 0,14\text{m}$$

$$c = \mathbf{0,20\text{ m}}$$

Como dato resultante tenemos la altura de: 0,20m.

Calculo del triángulo referencial.

Datos:

a = ancho medio del agua residual con el diámetro interno del segmento (m)

b = radio interno es: 0,34m

c = altura entre el punto centro del segmento y el agua residual es: 0,20m

B = Ancho total del agua residual (m)

$$a = \sqrt{b^2 - c^2}$$

$$a = \sqrt{(0,34\text{m})^2 - (0,20\text{m})^2}$$

$$a = \mathbf{0,27\text{ m}}$$

$$2B = \mathbf{0,54\text{ m}}$$

Como dato resultante del ancho total del agua residual es: 0,54m.

Área del triángulo.

Datos:

A_t = área del triángulo (m^2)

B = ancho total del agua residual es: 0,54m

h = altura entre el punto centro del segmento y el agua residual es: 0,20m

$$A_t = \frac{B * h}{2}$$

$$A_t = \frac{0,54m * 0,20m}{2}$$

| |
|-------------------|
| $A_t = 0,054 m^2$ |
|-------------------|

En el área de triángulo tenemos un valor de: 0,054m².

Calculo de alfa y omega.

Datos:

α = alfa

h = altura entre el punto centro del segmento y el agua residual es: 0,20m

a = ancho medio del agua residual con el diámetro interno del segmento es: 0,34m

$$\text{Sen}\alpha = \frac{H}{A}$$

$$\text{Sen}\alpha = \frac{0,20}{0,34}$$

$$\text{Sen}\alpha = 0,59$$

$$\alpha = \arcsen(0,59)$$

| |
|------------------------|
| $\alpha = 36,16^\circ$ |
|------------------------|

$$\Omega = 180^\circ + 2\alpha$$

$$\Omega = 180^\circ + 2(36,16)$$

| |
|-------------------------|
| $\Omega = 252,32^\circ$ |
|-------------------------|

Área del arco.

Datos:

A arco = área del arco (m^2)

r = radio interno es: 0,34m

$$\pi = 3,1416$$

$$\Omega = 252,32^\circ$$

$$A \text{ arco} = r^2 * \pi * \Omega / 360^\circ$$

$$A \text{ arco} = (0,34\text{m})^2 * 3,1416 * 252,32^\circ / 360^\circ$$

| |
|--|
| $A \text{ arco} = \mathbf{0,26 \text{ m}^2}$ |
|--|

El valor del área del arco es de: 0,26m².

Área del círculo.

Datos:

Ao= área del círculo (m²)

r= radio interno es: 0,34m

$$\pi = 3,1416$$

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

$$A_o = (0,34\text{m})^2 * 3,1416$$

| |
|------------------------------------|
| $A_o = \mathbf{0,363 \text{ m}^2}$ |
|------------------------------------|

El área del círculo es: 0,363m².

Área total.

Datos:

AT= área total (m²)

At= área del triángulo es: 0,054m²

A arco= área del arco es: 0,26m²

$$A_T = A_t + A \text{ arco}$$

$$A_T = 0,054\text{m}^2 + 0,26\text{m}^2$$

| |
|------------------------------------|
| $A_T = \mathbf{0,314 \text{ m}^2}$ |
|------------------------------------|

El área total tiene un valor de: 0,314m².

Área hidráulica.

Datos:

AH= área hidráulica (m²)

AT= área total es: 0,314m²

Ao= área del círculo es: 0,363m²

$$AH= AT - A_o$$

$$AH= 0,314m^2 - 0,363m^2$$

$$AH= \mathbf{0,049 m^2}$$

El valor del área hidráulica del segmento es: 0,049m².

Perímetro mojado 1.

Datos:

PM1= perímetro mojado 1 (m)

D= diámetro interno es: 0,68m

$\pi= 3,1416$

$\Omega= 252,32^\circ$

$$PM1= D * \pi * \Omega/360^\circ$$

$$PM1= 0,68m * 3,1416 * 252,32^\circ/360^\circ$$

$$PM1= 0,68m * 3,1416 * 0,70$$

$$PM1= \mathbf{1,50 m}$$

El valor del perímetro mojado 1 es: 1,50m.

Perímetro mojado 2.

Datos:

PM2= perímetro mojado 2 (m)

D= diámetro interno es: 0,68m

$\pi= 3,1416$

$$PM2= D * \pi$$

$$PM2= 0,68m * 3,1416$$

$$PM2= \mathbf{2,14 m}$$

El valor del perímetro mojado 2 es: 2,14m.

Perímetro mojado total.

Datos:

PMT= perímetro mojado total (m)

PM1= perímetro mojado 1 es: 1,50m

PM2= perímetro mojado 2 es: 2,14m

$$\mathbf{PMT = PM2 - PM1}$$

$$\mathbf{PMT = 2,14m - 1,50m}$$

$$\mathbf{PMT = 0,64 m}$$

El valor del perímetro mojado total es: 0,64m.

Radio hidráulico.

Datos:

RH= radio hidráulico (m)

AH= área hidráulica es: 0,049m²

PMT= perímetro mojado total es: 0,64m

$$\mathbf{RH = \frac{AH}{PMT}}$$

$$\mathbf{RH = \frac{0,049m^2}{0,64m}}$$

$$\mathbf{RH = 0,077 m}$$

El valor del radio hidráulico calculado es: 0,077m.

Velocidad de Manning

Datos:

V= velocidad (m/sg)

n= rugosidad de Manning es: 0,016

RH= radio hidráulico es: 0,077m

i= pendiente es: 0,001

$$\mathbf{V = \frac{1}{n} * RH^{2/3} * i^{1/2}}$$

$$\mathbf{V = \frac{1}{0,016} * 0,077^{2/3} * 0,001^{1/2}}$$

$$\mathbf{V = 62,5 * 0,181 * 0,03}$$

$$\mathbf{V = 0,36 m/sg}$$

La velocidad calculada es: 0,36m/sg.

Caudal.**Datos:**

Q= caudal (m³/sg) o (lt/sg)

AH= área hidráulica es: 0,049m²

V= velocidad de Manning es: 0,36m/sg

$$Q= AH * V$$

$$Q= 0,049m^2 * 0,36m/sg$$

$$Q= 0,018 m^3/sg$$

$$Q= 18 lt/sg$$

El caudal que entrante a la planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas es: 18lt/sg.

Caudal Unitario.**Datos:**

Qu= caudal unitario (lt/sg)

Q= caudal es: 18lt/sg

Bd= beneficiarios directos es: 6465hab.

$$Qu= \frac{Q}{Bd}$$

$$Qu= \frac{18 lt/sg}{6465hab.}$$

$$Qu= 0,00278 lt/sg$$

El caudal unitario que descarga cada habitante de los sectores aledaños a la planta es: 0,00278 lt/sg.

Población Futura.**Datos:**

Pf= población futura (hab.)

Po= población inicial es: 6465hab.

r= tasa de crecimiento es: 0,01

n= proyección en años es: 25 años

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

$$Pf= 6465\text{hab. } (1+0,01)^{25}$$

| |
|-------------------------|
| $Pf=$ 8.291 hab. |
|-------------------------|

La población futura que será beneficiaria de la planta de tratamiento con las medidas propuestas de remediación serán 8291 habitantes.

Caudal de Diseño.

Datos:

Qd= caudal de diseño (lt/sg) o (m³/sg)

Qu= caudal unitario es: 0,00278lt/sg

Pf= población futura es: 8291hab.

$$Qd= Qu * Pf$$

$$Qd= 0,00278\text{lt/sg} * 8291\text{hab.}$$

| |
|----------------------|
| $Qd=$ 23lt/sg |
|----------------------|

| |
|------------------------------------|
| $Qd=$ 0,023m³/sg |
|------------------------------------|

Una vez ya obtenido el caudal unitario de cada habitante y la población futura, obtenemos el caudal de diseño que es: 0,023m³/sg, valor necesario para el desarrollo de la propuesta.

11.7. Desarrollo de la Propuesta de repotenciación de la Planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas.

Introducción.

La presente propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas, tiene como fin dar soluciones que aumentaran su eficiencia general de funcionamiento y mitigar los impactos que esta genera.

Para generar las propuestas más adecuadas se desarrolló el cálculo de las nuevas unidades de tratamiento estas se encuentran propuestas para la implementación en las etapas de primaria y secundaria, con una vida útil de 25 años, y una población futura de 8291hab, y se realizó la respectiva comparación entre eficiencias (actual y esperada), determinando que las propuestas son factibles para su implementación.

Antecedentes.

La planta de tratamiento de aguas residuales actualmente se encuentra en funcionamiento, durante las visitas in-situ se evidencio la presencia de animales de pastoreo y desechos de animales en su interior, malos olores emitidos por los desechos orgánicos, cuenta con un cerramiento incompleto, permitiendo el ingreso de personas ajenas, actualmente la eficiencia de la planta de tratamiento es de 45,75% porcentaje bajo que refleja una deficiencia en su proceso, motivo que los niveles de coliformes fecales sobrepasan los límites permisibles y existe una eficiencia baja en la reducción de sulfatos 12,96% y solidos totales 21,80%.

Objetivo General.

- Incrementar la eficiencia general de funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas, por medio de nuevas medidas de remediación para mitigar los impactos generados por contaminantes hídricos.

Objetivos Específicos.

- Diseñar las nuevas medidas de remediación, para la respectiva implementación en la planta de tratamiento.
- Determinar las remociones esperadas con la inserción de las medidas propuestas en las etapas de tratamiento primaria y secundaria.
- Evaluar la eficiencia general esperada del funcionamiento de la planta con la inserción de las nuevas medidas propuestas.

Meta.

- Incrementar la eficiencia general del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en un 90%.

Metodología.

Tratamiento primario (filtro lento de arena).

(FLORES, 2017) Manifiesta que: “Es un proceso donde el agua es separada de la materia en suspensión, por medio de un material poroso y granular. Este proceso mejora color, retiene sólidos, remoción de coliformes fecales presentes en el agua. Los filtros son procesos económicos de tratamiento y efectivos.”

Área superficial.**Datos:**

As= área superficial (m²)

Vf= velocidad de filtración es igual a: 0,3m/h

Qd= caudal de diseño es 0,023m³/sg * 3600sg = **82,8m³/h**

N= número de unidades

$$As = \frac{Qd}{N * Vf}$$

$$As = \frac{82,8m^3/h}{1 * 0,3m/h}$$

| |
|------------------------------|
| As = 276m² |
|------------------------------|

El área superficial es 276m², lo cual no se puede superar el valor de 100m² se propone la implementación de 3 filtros con un área superficial de: 92m².

Coefficiente mínimo de costo.**Datos:**

K= coeficiente mínimo de costo

N= número de unidades

$$K = \frac{2 * N}{N + 1}$$

$$K = \frac{2 * 3}{3 + 1}$$

| |
|----------------|
| K = 1,5 |
|----------------|

El coeficiente de costo del filtro de arena es: 1,5.

Longitud.**Datos:**

L= longitud (m)

As= área superficial de: 92m²

K= coeficiente de costo es: 1,5

$$L = (As * K)^{1/2}$$

$$L = (92m^2 * 1,5)^{1/2}$$

$$L = 11,75\text{m}$$

La longitud que tendrá el tanque del filtro de arena es: 11,75m.

Ancho.

Datos:

b= Ancho (m)

As= área superficial es: 92m²

K= coeficiente de costo es: 1,5

$$b = (As * K)^{1/2}$$

$$b = (92\text{m}^2 * 1,5)^{1/2}$$

$$b = 11,75\text{m}$$

El ancho del tanque del filtro de arena es: 11,75m

Velocidad de filtración real.

Datos:

VR= velocidad de filtración real (m/h)

Qd= caudal de diseño es 82,8m³/h

L= largo del filtro es de 11,75m

b= ancho del filtro es de 11,75m

$$VR = \frac{Qd}{2 * L * b}$$

$$VR = \frac{82,8 \text{ m}^3/\text{h}}{2 * 11,75\text{m} * 11,75\text{m}}$$

$$VR = 0,29\text{m}/\text{h}$$

La velocidad de filtración real es de 0,29m/h, por ende no supera el 0,30m/h del rango, lo cual es resultado es viable para el diseño de la propuesta.

Altura de los distintos filtros de arena.

El filtro será de manera ascendente, tendrá una altura total de 1,60m donde se ubicara diferentes tipos de capas con un espesor de 0,30m cada una, primera capa grava gruesa, segunda capa grava fina y tercera capa arena, en el fondo del filtro se ubica un sub-drenaje para la captación

del agua filtrada y en la parte superior se contará con una caja de recolección a 0,40m del medio filtrante.

Tratamiento secundario (cámara de cloración).

(ALKEMI, 2017) Afirma que: “Al añadir cloro a las aguas residuales se genera el ion hipoclorito junto al ácido hipocloroso, estos capaces de oxidar y roer materia orgánica y microorganismos.”

Volumen resultante.

Datos:

V_r = volumen resultante (m^3)

Q = caudal de: 23lt/sg

T = tiempo de contacto mínimo requerido de: 15 minutos

$$V_r = \frac{Q * T * 60}{1000m^3}$$

$$V_r = \frac{23lt/sg * 15min * 60sg}{1000m^3}$$

| |
|-----------------|
| $V_r = 20,7m^3$ |
|-----------------|

El volumen resultante de la cámara de cloración tendrá un valor de: $20,7m^3$

Volumen total.

Datos:

V_t = volumen total (m^3)

h = altura resultante del tirante de agua es: 1,50m

l = largo escogido es: 2,50m

a = ancho escogido es: 3m

$$V_t = h * l * a$$

$$V_t = 1,50m * 2,50m * 3m$$

| |
|------------------|
| $V_t = 11,25m^3$ |
|------------------|

Área de la cámara de cloración.

Datos:

A= área (m²)

h= altura resultante del tirante de agua es: 1,50m

a= ancho escogido es: 3m

$$A= h * a$$

$$A= 1.50m * 3m$$

$$A= 4,50m^2$$

El área de la cámara de cloración es: 4,50m²

Dosificación del cloro para el proceso de Desinfección del agua.

Datos:

Cl/día= dosificación de cloro (kg/día)

Q= caudal de: 23lt/sg

D= dosis de cloro libre de: 0,5mg/lt

C= concentración de cloro hipoclorito de: 0,6

$$Cl/día= \frac{Q * D}{C} * 86,4/1000$$

$$Cl/día= \frac{23lt/sg * 0,5mg/lt}{0,6} * 86,4/1000$$

$$Cl/día= 1,67kg/día$$

Calculo de remoción esperada con las medidas propuestas.

Filtros Lentos de Arena.

Es de suma importancia la implementación de 3 filtros lentos de arena con un área superficial de 92 m², coeficiente de costo de 1,5, longitud y ancho de 11,75m, altura de 1,60m ubicado tres diferentes tipos de capas con espesor de 0,30m, su velocidad de filtración de 0,29m/h sin sobrepasar el rango de 0,30m/h.

Coliformes Fecales al 75%.

Esto se desarrolla en base a una regla de tres, donde el 100% es equivalente al valor obtenido de este parámetro en los resultados de laboratorio en la entrada de la planta., véase en la tabla N. 3, y mientras que el 75% es la remoción esperada de este parámetro en el filtro lento de arena.

Datos:

100% = 2420 NMP/100ml

75%= remoción esperada

$$CF = \frac{75\% * 2420NMP/100ml}{100\%}$$

| |
|--------------------------|
| CF= 1815NMP/100ml |
|--------------------------|

Remoción esperada de los coliformes fecales.**Datos:**

RE = remoción esperada

RUT= remoción en la unidad de tratamiento

LPFR= limite permisible fuera del rango

$$RE = LPFR - RUT$$

$$RE = 2420NMP/100ml - 1815NMP/100ml$$

| |
|-------------------------|
| RE= 605NMP/100ml |
|-------------------------|

Los coliformes fecales en el filtro lento de arena durante el proceso de tratamiento se espera un resultado de remoción de 605 NMP/100ml, cumpliendo con lo establecido en la normativa vigente que es el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce que establece un valor máximo permisible de 2000NMP/100ml.

Sulfatos al 85%.

Esto se desarrolla en base a una regla de tres, donde el 100% es equivalente al valor obtenido de este parámetro en los resultados de laboratorio en la entrada de la planta., véase en la tabla N. 3, y mientras que el 85% es la remoción esperada de este parámetro en el filtro lento de arena.

Datos:

100% = 54,0mg/l

85%= remoción esperada

$$S = \frac{85\% * 54,0mg/l}{100\%}$$

| |
|--------------------|
| S= 45,9mg/l |
|--------------------|

Remoción esperada de los sulfatos.**Datos:**

RE = remoción esperada

RUT= remoción en la unidad de tratamiento

LPDR= limite permisible dentro del rango

$$\mathbf{RE= LPDR - RUT}$$

$$RE= 54,0\text{mg/l} - 45,9\text{mg/l}$$

| |
|--------------------------------|
| $RE= \mathbf{8,1\text{ mg/l}}$ |
|--------------------------------|

Los sulfatos en el filtro lento de arena durante el proceso de tratamiento se esperan un resultado de remoción de 8,1 mg/l, cumpliendo con lo establecido en la normativa vigente que es el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce que establece un valor máximo permisible de 1000mg/l.

Solidos Totales al 90%.

Esto se desarrolla en base a una regla de tres, donde el 100% es equivalente al valor obtenido de este parámetro en los resultados de laboratorio en la entrada de la planta., véase en la tabla N. 3, y mientras que el 90% es la remoción esperada de este parámetro en el filtro lento de arena.

Datos:

100% = 844mg/l

90%= remoción esperada

$$ST= \frac{90\% * 844\text{mg/l}}{100\%}$$

| |
|---------------------------------|
| $ST= \mathbf{759,6\text{mg/l}}$ |
|---------------------------------|

Remoción esperada de los sólidos totales.**Datos:**

RE = remoción esperada

RUT= remoción en la unidad de tratamiento

LPDR= limite permisible dentro del rango

$$\mathbf{RE= LPDR - RUT}$$

$$RE= 844\text{mg/l} - 759,6\text{mg/l}$$

$$\text{RE} = 84,4 \text{mg/lit}$$

Los sulfatos en el filtro lento de arena durante el proceso de tratamiento se esperan un resultado de remoción de 84,4 mg/lit, cumpliendo con lo establecido en la normativa vigente que es el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce que establece un valor máximo permisible de 1600mg/lit.

Cámara de Cloración.

Esta propuesta permitirá la reducción de microorganismos patógenos en las aguas residuales, y descargar directamente al Río Cutuchi, consta con las siguientes dimensiones: volumen de 20,7m³, área de 4,50m², la cloración tendrá un tiempo de 15 minutos, y se colocara una cantidad de cloro de 1,67 kg/día, mediante una bomba dosificadora.

Coliformes Fecales al 85%.

Esto se desarrolla en base a una regla de tres, donde el 100% es equivalente al valor obtenido de este parámetro en los resultados de laboratorio en la entrada de la planta., véase en la tabla N. 3, y mientras que el 85% es la remoción esperada de este parámetro en el filtro lento de arena.

Datos:

100% = 605 NMP/100ml

85%= remoción esperada

$$\text{CF} = \frac{85\% * 605 \text{NMP}/100 \text{ml}}{100\%}$$

$$\text{CF} = 514,25 \text{NMP}/100 \text{ml}$$

Remoción esperada de los coliformes fecales.

Datos:

RE = remoción esperada

RUT= remoción en la unidad de tratamiento

LPFR= limite permisible dentro del rango

$$\text{RE} = \text{LPDR} - \text{RUT}$$

$$\text{RE} = 605 \text{NMP}/100 \text{ml} - 514,25 \text{NMP}/100 \text{ml}$$

$$\text{RE} = 90,75 \text{NMP}/100 \text{ml}$$

Los coliformes fecales en la cámara de cloración durante el proceso de tratamiento se espera un resultado de remoción de 90,75 NMP/100ml, cumpliendo con lo establecido en la normativa vigente que es el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce que establece un valor máximo permisible de 2000NMP/100ml.

Remociones esperadas.

Tabla 6 REMOCIÓN ESPERADA

| UNIDAD DE TRATAMIENTO | Filtro Lento de Arena | Cámara de Cloración | Remoción esperada total | Limite permisible | Observación |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-------------|
| PARAMETRO | | | | | |
| Coliformes Fecales | 605NMP/100ml | 90,75NMP/100ml | 90,75NMP/100ml | 2000NMP/100ml | CUMPLE |
| Sulfatos | 8,1mg/lt | | 8,1mg/lt | 1000mg/lt | CUMPLE |
| Sólidos Totales | 84,4mg/lt | | 84,4mg/lt | 1600mg/lt | CUMPLE |

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2019

Eficiencia General Esperada.

Para el cálculo de la eficiencia general esperada según las propuestas establecidas para mitigar la alteración al recurso hídrico, se realizó mediante los resultados obtenidos de la entrada de la planta de tratamiento de la tabla 3 y la remoción esperada de la tabla 6.

- %EF: Grado de eficiencia en porcentaje
- FZ: Sumatoria de las cargas que ingresan a la planta
- FA: Sumatoria de las cargas en el flujo de salida en la planta

$$\%EF = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100 =$$

Calculo de eficiencia de Coliformes Fecales.

$$\%EF = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{2420\text{NMP}/100\text{ml} - 90,75\text{NMP}/100\text{ml}}{2420\text{NMP}/100\text{ml}} * 100$$

| | |
|------|---------------|
| %EF= | 96,25% |
|------|---------------|

El resultado de la eficiencia esperada según las medidas propuestas el valor es 96,25%, motivo que reduce los niveles de concentración, este porcentaje es positivo, ya que en la actualidad cuenta con un porcentaje de eficiencia de 0,00%.

Calculo de eficiencia de Sulfatos.

$$\%EF = \frac{FZ-FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{54,0\text{mg/l} - 8,1\text{mg/l}}{54,0\text{mg/l}} * 100$$

| | |
|----------|------------|
| $\%EF =$ | 85% |
|----------|------------|

El resultado de la eficiencia esperada según las medidas propuestas el valor es 85%, motivo que reduce los niveles de concentración, este porcentaje es positivo, ya que en la actualidad cuenta con un porcentaje de eficiencia de 12,96%.

Calculo de eficiencia de Solidos Totales.

$$\%EF = \frac{FZ-FA}{FZ} * 100$$

$$\%EF = \frac{844\text{mg/l} - 84,4\text{mg/l}}{844\text{mg/l}} * 100$$

| | |
|----------|------------|
| $\%EF =$ | 90% |
|----------|------------|

El resultado de la eficiencia esperada según las medidas propuestas el valor es 90%, motivo que reduce los niveles de concentración, este porcentaje es positivo, ya que en la actualidad cuenta con un porcentaje de eficiencia de 21,80%.

Eficiencias Esperadas.

Tabla 7 CUADRO DE COMPARACION DE EFICIENCIAS

| PARAMETRO | EFICIENCIA ACTUAL | EFICIENCIA ESPERADA |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| Coliformes Fecales | 0,00% | 96,25% |
| Sulfatos | 12,96% | 85% |
| Solidos Totales | 21,80% | 90% |

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2019

Promedio general de eficiencia actual y esperada de los parámetros considerados.

Para la realización del promedio general se suma todos los porcentajes obtenidos divididos para el número de parámetros considerados.

$$EF = \%CF + \%S + \%ST$$

$$\%EF = 96,25 + 85 + 90$$

$$\%EF = 271,25 / 3$$

| | |
|----------|---------------|
| $\%EF =$ | 90,41% |
|----------|---------------|

Comparación de eficiencia general actual y esperada.

La planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas tiene en la actualidad presenta una eficiencia de 45,75%, con las nuevas medidas propuestas la eficiencia esperada es 90,41% de esta manera incrementando su eficiencia en 44,66%, demostrando teóricamente que la propuesta es viable para el correcto funcionamiento de la planta

Finalización del cerramiento en la parte oeste de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se propone la finalización del cerramiento en la parte oeste de la planta para evitar el ingreso de personas ajenas del sector y animales de pastoreo, esta pared tendrá las siguientes características:

- **Altura Total:** 2,70m
- **Altura de pared:** 0,60m
- **Altura de la malla:** 2,10m
- **Longitud:** 93,00m
- **Grosor de pared:** 0,20m

Respuesta a la pregunta científica.

En respuesta a la pregunta científica formulada, los resultados de los análisis de eficiencia obtenidos si permitieron proponer y diseñar distintas alternativas de mejoramiento para el

funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas del cantón Salcedo.

Tabla 8 PLAN DE EJECUCION DE LA PROPUESTA PTAR RUMIPAMBA

| PLAN DE EJECUCION DE LA PROPUESTA | | | | | |
|--|---|---|---|---|--------------|
| LUGAR DE APLICACIÓN: | | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Rumipamba de las Rosas | | | |
| RESPONSABLE: | | Departamento de agua potable y alcantarillado del GAD Municipal del cantón Salcedo. | | | |
| ASPECTO AMBIENTAL | IMPACTO IDENTIFICADO | MEDIDAS PROPUESTAS | INDICADORES | MEDIO DE VERIFICACION | PLAZO |
| AGUA | Altos niveles de concentración de coliformes fecales. | Implementación de 3 filtros lentos de arena y una cámara de cloración en el sistema de tratamiento. | Incremento de la eficiencia en el funcionamiento de la planta de tratamiento. | Análisis de eficiencia mensual del funcionamiento de la planta. | 5 meses |
| | Eficiencia baja en la reducción de sulfatos y solidos totales. | Mantenimiento de las unidades de tratamiento. | Cumplimiento de los límites permisibles estipulados en la normativa ambiental vigente. | Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce. | |
| AIRE | Interacción de desechos de animales con el agua en tratamiento. Malos olores emitidos por la planta. | Construcción de un cerramiento en la parte oeste de la planta. | Ausencia de olores, personas ajenas y animales de pastoreo en el interior de la planta. | Vistas in-situ semanales a la planta de tratamiento | |

Elaborado por: Jhosua León Cortez, 2019

Presupuesto de la Propuesta.

| PROPUESTA | UNIDAD | COSTO |
|-----------------------|---------------|--------------|
| Filtro Lento de Arena | 3 | 1700 |
| Cámara de Cloración | 1 | 650 |
| Bomba dosificadora | 1 | 700 |
| Cerramiento | 1 | 750 |
| Mantenimiento | 1 | 1000 |
| Total | | 4800 |

Conclusiones.

- Se ha diseñado diferentes medidas de remediación como son: 3 filtros lentos de arena ascendentes y una cámara de cloración para reducir los impactos generados por contaminantes hídricos al Río Cutuchi.
- Con la inclusión de los nuevos procesos al sistema de tratamiento, los niveles esperados de remoción de las concentraciones de los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites permisibles de la normativa ambiental vigente.
- Con las medidas diseñadas se espera incrementar la eficiencia general de la planta de tratamiento a un 90,41% cumpliendo con la meta especificada del 90%, demostrando que la propuesta es factible para su implementación en la planta de tratamiento.

Recomendaciones.

- Se recomienda la implementación inmediata de las medidas propuestas para mitigar los impactos generados actualmente y evitar daños irreversibles al recurso hídrico.
- Realizar un mantenimiento general de la planta de tratamiento, para evitar un colapso futuro de los procesos de tratamiento que la conforman, finalizar la construcción del cerramiento en la parte oeste de la infraestructura.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).

12.1. Impactos Técnicos.

La deficiencia demostrada de la planta con un 45,75% se debe al fallo de ciertas unidades de tratamiento, se ha realizado la propuesta de medidas de remediación como: la propuesta de filtros lentos de arena estos ayudaran a filtrar el agua para reducir las concentraciones de coliformes

fecales, sulfatos, solidos totales, la cámara de cloración ayudara a eliminar microorganismos y oxidar materia inorgánica. Como se muestra en la tabla N. 6 los resultados esperados por las diferentes propuestas establecidas se espera aumentar la eficiencia general a un 90,41% y cumplir con los límites permisibles estipulados en el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.

12.2. Impactos Ambientales.

La planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas, actualmente genera olores desagradables que ocasiona una contaminación al aire, la presencia de desechos de animales en un 30% que entran en contacto con las aguas residuales, algunos procesos no cumplen un tratamiento adecuado, descargando y ocasionando una contaminación directa a un cuerpo de agua dulce en un 54,25%.

Mediante un mantenimiento general de la planta y la implementación de las propuestas establecidas por parte del Departamento de agua potable y alcantarillado del GAD Municipal del Cantón Salcedo, se espera operar adecuadamente esta planta de tratamiento de aguas residuales en un 90,41% y mitigar los impactos generados reduciendo a un 9,59% y las aguas tratadas que son descargadas al Río Cutuchi no generarán contaminación y estarán dentro de los límites permisibles.

12.3. Impactos Económicos.

El principal impacto a mitigar son las sanciones establecidas por el Ministerio de Ambiente del Ecuador acorde al acuerdo ministerial 061, esto debido a la contaminación generada actualmente por la planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas.

Las propuestas establecidas ayudaran aumentar la eficiencia de la planta en un 44,66% demostrando que son las más viables, adecuadas, beneficiosas y económicas para su implementación.

12.4. Impactos Sociales.

La población que vive alrededor de la planta serán las más beneficiadas, por el motivo que existirá un tratamiento adecuado de las aguas residuales y no existirá problemas de salubridad, y podrán ser utilizadas para abrevadero de animales de granja y aumentar en un 90% la calidad de vida de la población.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

| RECURSOS | PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO | | | |
|------------------------------|--|--------|------------------|----------------|
| | CANTIDAD | UNIDAD | V. UNITARIO \$ | V. TOTAL \$ |
| RECURSOS HUMANOS | | | | |
| TRANSPORTE | 20 | \$ | 1 | 20 |
| RECURSOS MATERIALES | | | | |
| FICHAS | 2 | Ctvs. | 0,75 | 1,50 |
| LIBRETA | 1 | Ctvs. | 1 | 1 |
| IMPRESIONES | 100 | \$ | 0,10 | 10 |
| ANALISIS DE LABORATORIO | 1 | \$ | 2500 | 2500 |
| RECURSOS TECNOLOGICOS | | | | |
| ALQUILER DE COMPUTADORA | 20 | Ctvs. | 0,5 | 10 |
| AUTOCAD | 1 | \$ | 50 | 35 |
| GPS (USO) | 1 | \$ | 25 | 25 |
| | | | Sub Total | 2602,50 |
| | | | 12% | 312,30 |
| | | | TOTAL | 2914,80 |

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

14.1. Conclusiones.

- Se desarrolló la respectiva caracterización de las aguas residuales, por medio del protocolo establecido en la metodología (recolección de la muestra, envasado, etiquetado, almacenamiento y el transporte), en los dos puntos determinados entrada y salida de la planta de tratamiento, los parámetros analizados fueron coliformes fecales, aceites y grasas, potencial de hidrógeno, sulfatos, solidos suspendidos totales, solidos totales, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno, con el fin de determinar si cumple con los límites permisibles de la normativa.
- Por medio de los análisis de entrada y salida de la planta de tratamiento se determinó los parámetros que no cumplen con los límites permisibles estipulados en el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, como: coliformes fecales (2420NMP/100ml) y en la normativa establece (2000NMP/100ml), y los demás parámetros se encuentran dentro del rango de los límites permisibles de descarga como aceites y grasas (0,8mg/l), potencial de hidrogeno

(7,6 U pH), sulfatos (47,0mg/lt), solidos suspendidos totales (<30mg/lt), solidos totales (660mg/lt), demanda química de oxígeno (81mg/lt) y demanda bioquímica de oxígeno (38mg/lt).

- Mediante la fórmula general establecida, se determinó el porcentaje de eficiencia de cada uno de los parámetros analizados como: coliformes fecales (0,00%), aceites y grasas (79,49%), sulfatos (12,96%), solidos suspendidos totales (70,59%), solidos totales (21,80%), demanda química de oxígeno (64,00%), demanda bioquímica de oxígeno (71,43%), obteniendo la eficiencia general que actualmente tiene la planta de tratamiento que es de (45,75%) siendo un porcentaje bajo, debido a que ciertos parámetros exceden los límites permisibles como es el caso de coliformes fecales y otros que tenían una eficiencia baja como los sulfatos y solidos totales.
- Se realizó el aforamiento del caudal que actualmente recibe la planta de tratamiento que es de (18lt/sg), con una proyección de (25 años), y una población futura de (8291hab.), se procedió al cálculo del caudal de diseño obteniendo (23lt/sg), con este dato necesario se desarrolló las medias de remediación que son: 3 filtros lentos de arena que ayudara a filtrar el agua no tratada para retener sólidos, mejorar su color y remover los coliformes fecales, también la propuesta de una cámara de cloración que permitirá oxidar materia inorgánica y así descargar directamente al Río Cutuchi. Mejorando la calidad de tratamiento y del agua tratada para cumplir con el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.
- De acuerdo a las propuestas establecidas se esperar reducir los impactos generados y aumentar la eficiencia general de la planta de tratamiento, esperando una remoción de (90,75NMP/100ml) de coliformes fecales, (8,1mg/lt) de sulfatos y (84,4mg/lt) de solidos totales, y de esta manera cumplir con el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 1, Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce.
- La eficiencia general de la planta de tratamiento es de 45,75% y con las propuesta establecida se espera aumentar la eficiencia a 90,41%, aumentando en un 44,66%, demostrando de manera teórica que la implementación de las propuesta es factible para reducir los impactos que actualmente se están generando.

14.2. Recomendaciones.

- Se recomienda a las autoridades encargas del funcionamiento de las plantas de tratamiento en este caso al Departamento de agua potable y alcantarillado de la

Municipalidad del Cantón Salcedo, realizar un mantenimiento a fondo y realizar un cerramiento en la parte oeste de la planta para evitar el ingreso de personas ajenas y de animales de pastoreo.

- Se evidencia a 150m de la planta de tratamiento una descarga directa de alcantarillado al Río Cutuchi, se recomienda realizar el respectivo estudio y conexión de esta red hacia al ingreso de la planta para que estas aguas sean tratadas adecuadamente para luego ser descargadas cumpliendo con la normativa vigente.
- Las medidas propuestas en este proyecto de investigación permitirá controlar y reducir los impactos generados por la planta de tratamiento Rumipamba de las Rosas, estas medidas podrán ser empleadas en otras plantas idénticas, es de vital importancia implementar estas propuestas diseñadas, para realizar un adecuado tratamiento de aguas residuales y ser un ejemplo a nivel nacional en la conservación del recursos hídrico y evitar sanciones económicas que imponga el Ministerio de Ambiente del Ecuador.

15. BIBLIOGRAFÍA

- AGUASISTEC. (2003). Obtenido de AGUASISTEC: <http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php>
- ALKEMI. (2 de NOVIEMBRE de 2017). *ALKEMI*. Obtenido de ALKEMI: <https://alkemi.es/blog/cloracion-en-aguas-residuales/>
- ATV, A. A. (1998).
- BENAVIDES, J. (2009). *VERTEDORES RECTANGULARES*.
- CASTILLO, M. (15 de AGOSTO de 2008). *BLOG*. Obtenido de BLOG: <http://filtrosmonicayimer.blogspot.com/2008/08/sedimentador.html>
- FLORES, G. (18 de DICIEMBRE de 2017). *IAGUA*. Obtenido de IAGUA: <https://www.iagua.es/blogs/gustavo-florez/filtros-lentos-arena-alternativa-depuracion-agua-pequenas-comunidades>
- GARCIA, K. (22 de MAYO de 2014). *PREZI*. Obtenido de PREZI: <https://prezi.com/2ldqqtphdsvc/propiedades-fisicas-y-de-agregacion-de-las-aguas-residuales/>
- GEORGE, T. (1995).
- LOPEZ, M. E. (2007). AGUAS RESIDUALES COMPOSICION. 2.
- LOZANO. (2012). *LECCION 9*. Obtenido de TRATAMIENTO: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_8_desbaste.html
- OJEDA, M. (12 de JUNIO de 2015). *PREZI*. Obtenido de PREZI: https://prezi.com/ednk_pyuhe4t/sedimentacion-tipos-y-criterios-de-diseno-de-sedimentadores/
- OLIVERA, G. (2014). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: <http://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- ORTEGA, T., & MARIA, A. (2015). *REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CANTÓN SALCEDO*. SALCEDO: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.
- PULIDO, P. (2009). *PTAR-UNIMINUTO*. Obtenido de PTAR-UNIMINUTO: <https://sites.google.com/site/ptaruniminuto/origen-y-caracteristicas-de-las-aguas-residuales>
- ROMERO, J. (2010).

- RUIZ, A. (2005). DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES: HUMEDALES ARTIFICIALES. En A. RUIZ, *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO* (pág. 81). MEXICO D.F.
- SEPULVEDA, C. (12 de JUNIO de 2014). *PREZI*. Obtenido de PREZI:
<https://prezi.com/q85ehmlb7fsh/vertederos-triangulares/>
- VARGAS. (2004).
- VEGA, J. (19 de OCTUBRE de 2011). *SLIDESHARE*. Obtenido de SLIDESHARE:
<https://es.slideshare.net/aLeeMontijo/cribado>
- VILLACRES, R. (2011). METODOLOGÍA DE MUESTREO Y AFORO DE AGUAS RESIDUALES. 5.

16. ANEXOS.

16.1. Hoja de Vida Autor.

Datos Personales:

- **Apellidos:** León Cortez
- **Nombres:** Jhosua Sebastián
- **C.I.** 050396416-5
- **Fecha de Nacimiento:** 2 de febrero de 1995
- **Estado civil:** Soltero
- **Domicilio:** Cotopaxi-Salcedo-Mulliquindil Santa Ana-Jesús del Gran Poder
- **Celular:** 0978903689
- **Correo:** jhosuacortez10@gmail.com



Formación Académica:

- **Primaria:** Unidad Educativa Cristóbal Colón
- **Secundaria:** Unidad Educativa Salcedo
- **Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi

Títulos obtenidos:

- Químico Biólogo

Título universitario a obtener:

- Ingeniero en Medio Ambiente

Cursos realizados:

- 2016, Introducción sobre el cambio climático, un cc: learn
- 2016, Capacitación en calidad ambiental, CONGOPE
- 2018, Los recursos hídricos en la provincia de Cotopaxi, Universidad Técnica de Cotopaxi.
- 2018, Manejo de instrumentación ambiental, Universidad Técnica de Cotopaxi.
- 2018, Seminario nacional ambiental, Prefectura de Cotopaxi.
- 2018, Seminario científico petróleo, ambiente, salud y sociedad, Universidad Andina Simón Bolívar.

16.2. Hoja de Vida Tutor.

Datos Personales:

- **Apellidos:** Lara Landázuri
- **Nombres:** Renán Arturo
- **C.I.** 040048801-1
- **Fecha de Nacimiento:** 17 de abril de 1956
- **Estado civil:** Casado
- **Domicilio:** Latacunga. Locoá
- **Celular:** 0984795339
- **Correo:** renan.lara@utc.edu.ec
- **EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** (NOMBRE Y TELÉFONO) Martha Viera 032-809-576




Estudios realizados y Títulos obtenidos:

- **Tercer nivel:** Ingeniero civil (hidrólogo)
- **Cuarto nivel:** Diplomado en educación superior
- **Cuarto nivel:** Maestría en gestión de la producción

Historial profesional:



- Facultad académica en la que labora CAREN
- Carrera a la que pertenece: Medio Ambiente
- Periodo académico de ingreso a la UTC: 3 de septiembre 2001

16.3. Análisis de agua realizados.

|  <p>Accreditación N° SAE LEM 14-019 LABORATORIO DE ENSAYOS</p> | | <p>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.</p> <p>La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aanalab.com.ec</p> | | <p>Muestra AAALab No: 9331-3 Pág 1 de 3</p> | | | |
|--|---|---|-------------------------------------|---|------------------|----------------|-----------------------|
| INFORME DE RESULTADOS No. 9331-3 | | | | | | | |
| 1.- DATOS GENERALES | | | | | | | |
| CLIENTE: | GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL | | TELÉFONO: | 03700420 | | | |
| DIRECCIÓN: | BOLIVAR S/N Y SUCRE | | ATENCIÓN A: | ING. CARLOS GARCIA | | | |
| 2. INFORMACION DE LA MUESTRA | | | | | | | |
| TIPO DE MUESTRA: | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO: | RUMIPAMBA DE LAS ROSAS | | | |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente) | ENTRADA PTAR LAS MINAS | | FECHA DE MUESTREO: | 12/10/2018 | | | |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA: | 12/10/2018 | | RESPONSABLE DEL MUESTREO: | ANAVANLAB | | | |
| | | | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 12/10/2018 al 31/10/2018 | | | |
| 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM097, ANEXO 1, TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE | | | | | | | |
| AA | PARAMETRO | METODO ANALITICO | UNIDADES | RESULTADO | VALORES DE NORMA | * CUMPLIMIENTO | **INCERTIDUMBRE ± % U |
| 1 | Aceites y Grasas | AAA-PE-A001/ SM 5520 C | mg/L | 3,9 | 30,0 | CUMPLE | 6,1 |
| 1 | Aluminio | AAA-PE-A022/ SM 3111 D. EPA 3015 | mg/L | < 1,000 | 5 | CUMPLE | NA |
| 1 | Arsénico | AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015 | mg/L | 0,0118 | 0,1000 | CUMPLE | 30,0000 |
| 1 | Bario | AAA-PE-A022/ SM 3111 D. EPA 3015 | mg/L | < 1,0 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cadmio | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,010 | 0,02 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cianuros | AAA-PE-A004/ SM 4500 – CN E. | mg/L | < 0,010 | 0,1 | CUMPLE | 9,2 |
| 1 | Cloro libre residual | AAA-PE-A005/ SM 4500 CI G. | mg/L | < 0,04 | 0,5 | CUMPLE | 10,7 |
| 1 | Cloruros | AAA-PE-A006/ SM 4500-CI - B | mg/L | 58,6 | 1000,0 | CUMPLE | 5,1 |
| 1 | Cobalto | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,3 | 0,5 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cobre | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,05 | 1 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cromo Hexavalente | AAA-PE-A009/ SM3500 B | mg/L | 0,078 | 0,500 | CUMPLE | 16,600 |
| 1 | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010/ SM 5210 D | mg/L | 133 | 100 | NO CUMPLE | 8,8 |
| 1 | Demanda Química de Oxígeno | AAA-PE-A011/ SM 5220 | mg/L | 225 | 200 | NO CUMPLE | 8,6 |
| 1 | Tensoactivos MBAS | AAA-PE-A012/ SM 5540 C | mg/L | >2,92 | 0,5 | NO CUMPLE | 11 |
| 1 | Fenoles | AAA-PE-A016/ SM 5530 B-C | mg/L | 0,180 | 0,200 | CUMPLE | 15,200 |
| 1 | Fluoruros | AAA-PE-A017/ SM 4500-F D | mg/L | 0,51 | 5,00 | CUMPLE | 7,4 |
| 1 | Fósforo Total | AAA-PE-A019/ SM 4500-P C. | mg/L | 5,6 | 10,0 | CUMPLE | 13,4 |
| 1 | Hierro | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | 0,29 | 10,00 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Manganeso | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,1 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Material Flotante | AAA-PE-A021/ SM 2530 B. | N/A | AUSENCIA | AUSENCIA | CUMPLE | NA |
| NOTAS: | | | | | | | |
| AA (Acreditaciones): | | *Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE | | **Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45% | | | |
| 1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE. | | N1: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma | | | | | |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. | | N2: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma | | | | | |
| 2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. | | | | | | | |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada. | | | | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001 | | | |

MCD703-06

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.
Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
|  <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° SAE LEN 18-019 LABORATORIO DE ENVAYOS</p> | ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA. | |  | Muestra AAALab No: 9331-3 |
| | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec | | | Pág 2 de 3 |

INFORME DE RESULTADOS No. 9331-3

1.- DATOS GENERALES

| | | | |
|------------|---|-------------|--------------------|
| CLIENTE: | GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL | TELÉFONO: | 03700420 |
| DIRECCIÓN: | BOLIVAR S/N Y SUCRE | ATENCIÓN A: | ING. CARLOS GARCIA |

| | | | | |
|--|---------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACION DE LA MUESTRA | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO: | RUMIPAMBA DE LAS ROSAS |
| TIPO DE MUESTRA: | AGUA RESIDUAL | | FECHA DE MUESTREO: | 12/10/2018 |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente) | ENTRADA PTAR LAS MINAS | | RESPONSABLE DEL MUESTREO: | ANAVANLAB |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA: | 12/10/2018 | | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 12/10/2018 al 31/10/2018 |



3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM097, ANEXO 1, TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA | PARAMETRO | METODO ANALITICO | UNIDADES | RESULTADO | VALORES DE NORMA | * CUMPLIMIENTO | ** INCERTIDUMBRE ± % U |
|-----|-----------------------------------|--|----------|-----------|------------------|----------------|------------------------|
| 1 | Mercurio | AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,0050 | 0,005 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Níquel | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,30 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Nitrógeno Amoniacal | AAA-PE-A026/ SM 4500 NH3 F / HACH 8155 | mg/L | >50 | 30 | NO CUMPLE | 5,9 |
| 1 | pH | AAA-PE-A029/ SM 4500 H+B. | unid pH | 7,9 | 6,0 - 9,0 | CUMPLE | 1,0 |
| 1 | Plata | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,1 | 0,1 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Plomo | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,2 | 0,2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Selenio | AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,005 | 0,1 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Sólidos Suspendidos | AAA-PE-A034/ HACH 8006 | mg/L | 102 | 130 | CUMPLE | 9 |
| 1 | Sólidos Totales | AAA-PE-A035/ SM 2540 B | mg/L | 844 | 1600 | CUMPLE | 6 |
| 1 | Sulfatos | AAA-PE-A037/ SM 4500 SO42- E | mg/L | 54,0 | 1000,0 | CUMPLE | 16,0 |
| 1 | Hidrocarburos Totales de Petróleo | AAA-PE-A020/ SM 5520 F | mg/L | 0,18 | 20,00 | CUMPLE | 14,6 |
| 1 | Zinc | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,05 | 5 | CUMPLE | 20 |
| (*) | Boro | SM 4500-B C | mg/L | < 0,250 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 2 | Estaño | PEE-GQM-FQ-33 | mg/L | 0,0011 | 5 | CUMPLE | NA |
| 1 | Sulfuros | AAA-PE-A030/ SM 4500 S2 / HACH 8131 | mg/L | < 0,20 | 0,5 | CUMPLE | 7,4 |
| 2 | Nitrógeno Total Kjeldahl | SM 4500 N org C | mg/L | 59 | 50 | NO CUMPLE | NA |
| 1 | Color real dilución 1/20 | | U. Pt-Co | 51 | 1 | NO CUMPLE | NA |
| 1 | Temperatura (in situ) | AAA-PI-A002/ SM 2550 B | °C | 20,2 | 40,0 | CUMPLE | 3,5 |

NOTAS:

| | | |
|--|--|--|
| AA (Acreditaciones): | * Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE | ** Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45% |
| 1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE. | N1: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma | |
| (*): Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. | N2: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma | |
| 2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. | | |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada. | | |
| Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001 | | |

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.
Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
|  <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° SAE LEN 18-018 LABORATORIO DE ENSAYOS</p> | ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA. | |  | Muestra AAALab No: 9331-3 Pág 3 de 3 |
| | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec | | | |

INFORME DE RESULTADOS No. 9331-3

1.- DATOS GENERALES

| | | | |
|------------|---|-------------|--------------------|
| CLIENTE: | GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL | TELÉFONO: | 03700420 |
| DIRECCIÓN: | BOLIVAR S/N Y SUCRE | ATENCIÓN A: | ING. CARLOS GARCIA |

| | | | | |
|--|---------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACION DE LA MUESTRA | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO: | RUMIPAMBA DE LAS ROSAS |
| TIPO DE MUESTRA: | AGUA RESIDUAL | | FECHA DE MUESTREO: | 12/10/2018 |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente) | ENTRADA PTAR LAS MINAS | | RESPONSABLE DEL MUESTREO: | ANAVANLAB |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA: | 12/10/2018 | | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 12/10/2018 al 31/10/2018 |

3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM097, ANEXO 1, TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE



| AA | PARAMETRO | METODO ANALITICO | UNIDADES | RESULTADO | VALORES DE NORMA | * CUMPLIMIENTO | **INCERTIDUMBRE ± % U |
|----|-----------------------------|------------------------|-----------|-----------|------------------|----------------|--------------------------|
| 1 | COLIFORMES FECALES NMP | AAA-PE-A015/ SM 9223 B | NMP/100mL | >2420 | 2000 | NO CUMPLE | NA |
| 2 | Pesticidas Organoclorados | EPA 8270D Modificado | mg/L | < 0,0001 | 0,05 | CUMPLE | 45 |
| 2 | Pesticidas Organofosforados | EPA 8270D MODIFICADO | mg/L | < 0,002 | 0,1 | CUMPLE | 45 |

NOTAS:

| | | |
|--|--|---|
| AA (Acreditaciones): | *Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE | **Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45% |
| 1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE. | N1: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma | |
| (*): Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. | N2: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma | |
| 2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. | | |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada. | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001 | |

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

| | |
|---|---|
| 4. OBSERVACIONES Resultado de Estación realizado por el Laboratorio GQM, acreditado por el SAE con N° OAE LE 2C 05-001. Resultado de Nitrógeno Total Kjeldahl realizado por el Laboratorio CORPLAB, acreditado por el SAE con N° OAE LE 2C 05-005 | INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 4 de noviembre del 2018 |
|---|---|

| | | | |
|--|---|---|---|
|  Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° SAE LEN 18-018 LABORATORIO DE ENAYOS | ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA. |  | Muestra AAALab No: 9331-4 Pág 1 de 3 |
| | La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec | | |

INFORME DE RESULTADOS No. 9331-4

1.- DATOS GENERALES

| | | | |
|------------|---|-------------|--------------------|
| CLIENTE: | GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL | TELÉFONO: | 03700420 |
| DIRECCIÓN: | BOLIVAR S/N Y SUCRE | ATENCIÓN A: | ING. CARLOS GARCIA |

| | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| 2. INFORMACION DE LA MUESTRA | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO: | RUMIPAMBA DE LAS ROSAS |
| TIPO DE MUESTRA: | AGUA RESIDUAL | | FECHA DE MUESTREO: | 12/10/2018 |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente) | SALIDA PTAR LAS MINAS | | RESPONSABLE DEL MUESTREO: | ANAVANLAB |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA: | 12/10/2018 | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 12/10/2018 al 31/10/2018 | |



3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM097, ANEXO 1, TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA | PARAMETRO | METODO ANALITICO | UNIDADES | RESULTADO | VALORES DE NORMA | * CUMPLIMIENTO | **INCERTIDUMBRE ± % U |
|----|---------------------------------|--|----------|-----------|------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | Aceites y Grasas | AAA-PE-A001/ SM 5520 C | mg/L | 0,8 | 30,0 | CUMPLE | 6,1 |
| 1 | Aluminio | AAA-PE-A022/ SM 3111 D. EPA 3015 | mg/L | < 1,000 | 5 | CUMPLE | NA |
| 1 | Arsénico | AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015 | mg/L | 0,0186 | 0,1000 | CUMPLE | 30,0000 |
| 1 | Bario | AAA-PE-A022/ SM 3111 D. EPA 3015 | mg/L | < 1,0 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cadmio | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,010 | 0,02 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cianuros | AAA-PE-A004/ SM 4500 – CN E. | mg/L | < 0,010 | 0,1 | CUMPLE | 9,2 |
| 1 | Cloro libre residual | AAA-PE-A005/ SM 4500 Cl G. | mg/L | 0,04 | 0,50 | CUMPLE | 19,30 |
| 1 | Cloruros | AAA-PE-A006/ SM 4500-Cl - B | mg/L | 33,3 | 1000,0 | CUMPLE | 5,1 |
| 1 | Cobalto | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,3 | 0,5 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cobre | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,05 | 1 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Cromo Hexavalente | AAA-PE-A009/ SM3500 B | mg/L | 0,026 | 0,500 | CUMPLE | 16,600 |
| 1 | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010/ SM 5210 D | mg/L | 38 | 100 | CUMPLE | 8,8 |
| 1 | Demanda Química de Oxígeno | AAA-PE-A011/ SM 5220 | mg/L | 81 | 200 | CUMPLE | 8,6 |
| 1 | Tensoactivos MBAS | AAA-PE-A012/ SM 5540 C | mg/L | >2,92 | 0,5 | NO CUMPLE | 11 |
| 1 | Fenoles | AAA-PE-A016/ SM 5530 B-C | mg/L | 0,060 | 0,200 | CUMPLE | 15,200 |
| 1 | Fluoruros | AAA-PE-A017/ SM 4500-F D | mg/L | 0,98 | 5,00 | CUMPLE | 7,4 |
| 1 | Fósforo Total | AAA-PE-A019/ SM 4500-P C. | mg/L | 3,4 | 10,0 | CUMPLE | 6,6 |
| 1 | Hierro | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,25 | 10 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Manganeso | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,1 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Material Flotante | AAA-PE-A021/ SM 2530 B. | N/A | AUSENCIA | AUSENCIA | CUMPLE | NA |

NOTAS:

| | | |
|--|--|---|
| AA (Acreditaciones): | *Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE | **Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45% |
| 1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE. | N1: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma | |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. | N2: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma | |
| 2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. | | |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada. | | |
| Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001 | | |

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.
Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

| | | | |
|---|---|---|--|
|  Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° SAE LEN 18-019 LABORATORIO DE ENSAYOS | ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA. |  | Muestra AAALab No: 9331-4 |
| | La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec | | Pág 2 de 3 |

INFORME DE RESULTADOS No. 9331-4

1.- DATOS GENERALES

| | | | |
|------------|---|-------------|--------------------|
| CLIENTE: | GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL | TELÉFONO: | 03700420 |
| DIRECCIÓN: | BOLIVAR S/N Y SUCRE | ATENCIÓN A: | ING. CARLOS GARCIA |

| | | | | |
|---|---------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACION DE LA MUESTRA | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO: | RUMIPAMBA DE LAS ROSAS |
| TIPO DE MUESTRA: | AGUA RESIDUAL | | FECHA DE MUESTREO: | 12/10/2018 |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente) | SALIDA PTAR LAS MINAS | | RESPONSABLE DEL MUESTREO: | ANAVANLAB |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA: | 12/10/2018 | | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 12/10/2018 al 31/10/2018 |


| 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM097, ANEXO 1, TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|-----------|-----------|------------------|----------------|------------------------|
| AA | PARAMETRO | METODO ANALITICO | UNIDADES | RESULTADO | VALORES DE NORMA | * CUMPLIMIENTO | ** INCERTIDUMBRE ± % U |
| 1 | Mercurio | AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,0050 | 0,005 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Níquel | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,30 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Nitrógeno Amoniacal | AAA-PE-A026/ SM 4500 NH3 F / HACH 8155 | mg/L | 28,00 | 30,00 | CUMPLE | 23,80 |
| 1 | pH | AAA-PE-A029/ SM 4500 H+B. | unidad pH | 7,6 | 6,0 - 9,0 | CUMPLE | 1,0 |
| 1 | Plata | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,1 | 0,1 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Plomo | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,2 | 0,2 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Selenio | AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,005 | 0,1 | CUMPLE | 20 |
| 1 | Sólidos Suspendidos | AAA-PE-A034/ HACH 8006 | mg/L | < 30 | 130 | CUMPLE | 5,3 |
| 1 | Sólidos Totales | AAA-PE-A035/ SM 2540 B | mg/L | 660 | 1600 | CUMPLE | 6 |
| 1 | Sulfatos | AAA-PE-A037/ SM 4500 SO42- E | mg/L | 47,0 | 1000,0 | CUMPLE | 16,0 |
| 1 | Hidrocarburos Totales de Petróleo | AAA-PE-A020/ SM 5520 F | mg/L | 0,37 | 20,00 | CUMPLE | 14,6 |
| 1 | Zinc | AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015 | mg/L | < 0,05 | 5 | CUMPLE | 20 |
| (*) | Boro | SM 4500-B C | mg/L | < 0,250 | 2 | CUMPLE | 20 |
| 2 | Estaño | PEE-GQM-FQ-33 | mg/L | < 0,0008 | 5 | CUMPLE | NA |
| 1 | Sulfuros | AAA-PE-A030/ SM 4500 S2 / HACH 8131 | mg/L | < 0,20 | 0,5 | CUMPLE | 7,4 |
| 2 | Nitrógeno Total Kjeldahl | SM 4500 N org C | mg/L | 31 | 50 | CUMPLE | NA |
| 1 | Color real dilución 1/20 | | U. Pt-Co | 26 | 1 | NO CUMPLE | NA |
| 1 | Temperatura (in situ) | AAA-PI-A002/ SM 2550 B | °C | 18,0 | 40,0 | CUMPLE | 3,5 |

NOTAS:

| | | |
|--|--|--|
| AA (Acreditaciones): | * Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE | ** Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45% |
| 1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE. | N1: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma | |
| (*): Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. | N2: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma | |
| 2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. | | |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada. | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001 | |

MC0703-06

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.
Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

| | | |
|---|---|---|
|  Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° SAE LEN 18-019 LABORATORIO DE ENSAYOS | ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA. | Muestra AAALab No: 9331-4 Pág 3 de 3 |
| | La Primavera I, Leonardo Da Vinci S6-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aanlab.com.ec | |

INFORME DE RESULTADOS No. 9331-4

1.- DATOS GENERALES

| | | | |
|------------|---|-------------|--------------------|
| CLIENTE: | GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL | TELÉFONO: | 03700420 |
| DIRECCIÓN: | BOLIVAR S/N Y SUCRE | ATENCIÓN A: | ING. CARLOS GARCIA |

| | | | | |
|--|---------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACION DE LA MUESTRA | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO: | RUMIPAMBA DE LAS ROSAS |
| TIPO DE MUESTRA: | AGUA RESIDUAL | | FECHA DE MUESTREO: | 12/10/2018 |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente) | SALIDA PTAR LAS MINAS | | RESPONSABLE DEL MUESTREO: | ANAVANLAB |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA: | 12/10/2018 | | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 12/10/2018 al 31/10/2018 |

3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM097, ANEXO 1, TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA | PARAMETRO | METODO ANALITICO | UNIDADES | RESULTADO | VALORES DE NORMA | * CUMPLIMIENTO | **INCERTIDUMBRE ± % U |
|----|-----------------------------|------------------------|-----------|-----------|------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | COLIFORMES FECALIS NMP | AAA-PE-A015/ SM 9223 B | NMP/100mL | >2420 | 2000 | NO CUMPLE | NA |
| 2 | Pesticidas Organoclorados | EPA 8270D Modificado | mg/L | < 0,0001 | 0,05 | CUMPLE | 45 |
| 2 | Pesticidas Organofosforados | EPA 8270D MODIFICADO | mg/L | < 0,002 | 0,1 | CUMPLE | 45 |

NOTAS:

| | | |
|--|--|---|
| AA (Acreditaciones): | *Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE | **Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45% |
| 1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE. | N1: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma | |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE. | N2: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma | |
| 2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. | | |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada. | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001 | |



Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

| | |
|---|---|
| 4. OBSERVACIONES Resultado de Estaño realizado por el Laboratorio GQM, acreditado por el SAE con N° OAE LE 2C 05-001. Resultado de Nitrógeno Total Kjeldahl realizado por el Laboratorio CORPLAB, acreditado por el SAE con N° OAE LE 2C 05-005 | INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 4 de noviembre del 2018 |
|---|---|

MC0703-06

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

16.4. Ficha de campo de toma de alturas del caudal.

|   Ingeniería Medio Ambiente | | | | | | | | UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI | | | | | | | |
|--|----------|---------|---------|-----------------------------|---------|------------|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES | | | | | | | | | | | | | | | |
| INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | | | | | | | | |
| FICHA DE CAMPO | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE: LEON CORTEZ JHOSUA SEBASTIAN | | | | FECHA: 11/01/19 AL 17/01/19 | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: ANALISIS DE EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RUMIPAMBA DE LAS ROSAS, CANTON SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2018 | | | | PROVINCIA | CANTON | PARROQUIA | BARRIO | | | | | | | | |
| | | | | COTOPAXI | SALCEDO | SAN MIGUEL | RUMIPAMBA DE LAS ROSAS | | | | | | | | |
| HORA | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 | | | | | | | | |
| 7:00am | 15,1 cm | 12,2 cm | 12,4 cm | 12,5 cm | 14,5 cm | 14,6 cm | 13,6 cm | | | | | | | | |
| 13:00pm | 13,00 cm | 11,3 cm | 13,7 cm | 14,1 cm | 13,1 cm | 13,5 cm | 13,4 cm | | | | | | | | |
| 19:00pm | 13,2 cm | 16,7 cm | 13,5 cm | 13,6 cm | 13,4 cm | 13,8 cm | 13,7 cm | | | | | | | | |
| PROMEDIO DIARIO | 13,83 cm | 13,4 cm | 13,2 cm | 13,4 cm | 13,6 cm | 13,96 cm | 13,56 cm | | | | | | | | |
| PROMEDIO SEMANAL | 13,56 cm | | | | | | | | | | | | | | |

16.5. Planta de Tratamiento de aguas residuales Rumipamba de las Rosas.



Ilustración 9 PLANTA DE TRATAMIENTO



Ilustración 10 RECOLECCION DE MUESTRAS



Ilustración 11 MUESTRAS HACER ANALIZADAS



Ilustración 12 INSPECCION DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO

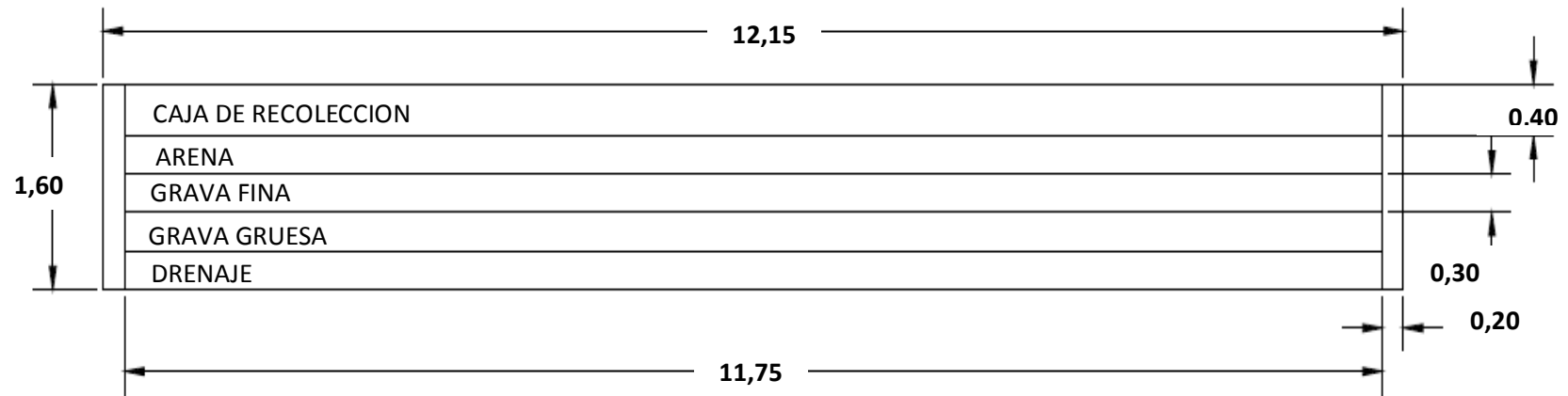


Ilustración 13 ESTADOS UNIDADES DE TRATAMIENTO



Ilustración 14 TOMA DE ALTURAS DEL CAUDAL

16.6. Medidas propuestas Filtro lento de Arena y Cámara de Cloración.



DETALLES DE DISEÑO

| | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Longitud y ancho: 11,75m | Grava Fina: 0,30m |
| Profundidad: 1,60m | Arena: 0,30m |
| Drenaje: 0,30m | Caja de recolección: 0,40m |
| Grava Gruesa: 0,30m | Grosor de las paredes: 0,20m |

FILTRO LENTO DE ARENA

REALIZADO POR: JHOSUA SEBASTIAN LEON CORTEZ

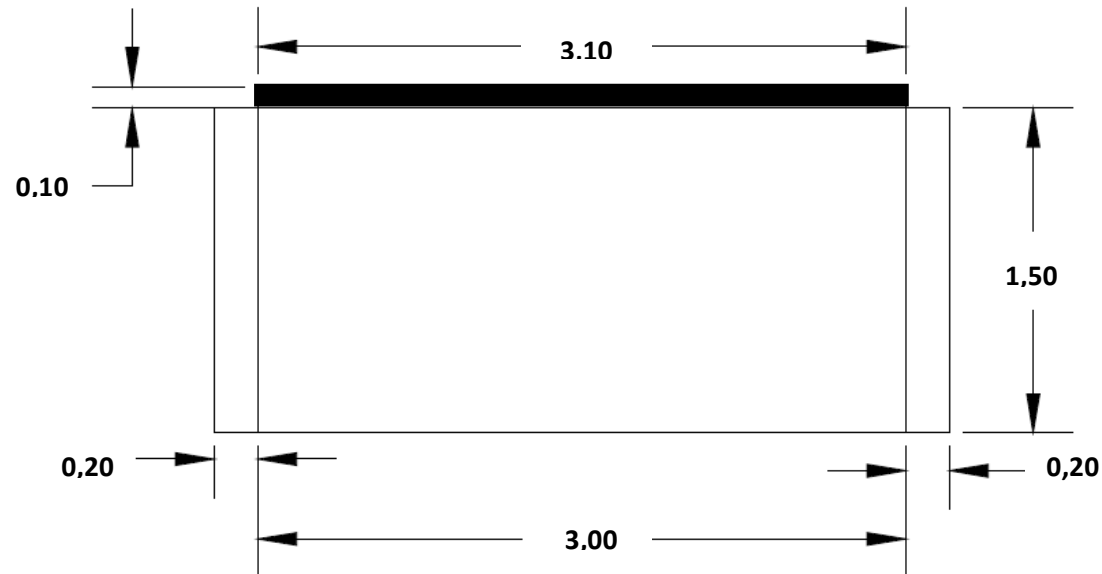
REVIZADO POR: ING. RENAN LARA

UBICACIÓN: PTAR RUMIPAMBA DE LAS ROSAS

FECHA: 21/02/2019

VISTA: EN CORTE

INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE - UTC


DETALLES DE DISEÑO
Longitud: 2,50m

Tapa largo: 3,10m

Ancho: 3,00m

Grosor: 0,10m

Profundidad: 1,50m

Grosor de pared: 0,20m

CAMARA DE CLORACION
REALIZADO POR: JHOSUA SEBASTIAN LEON CORTEZ

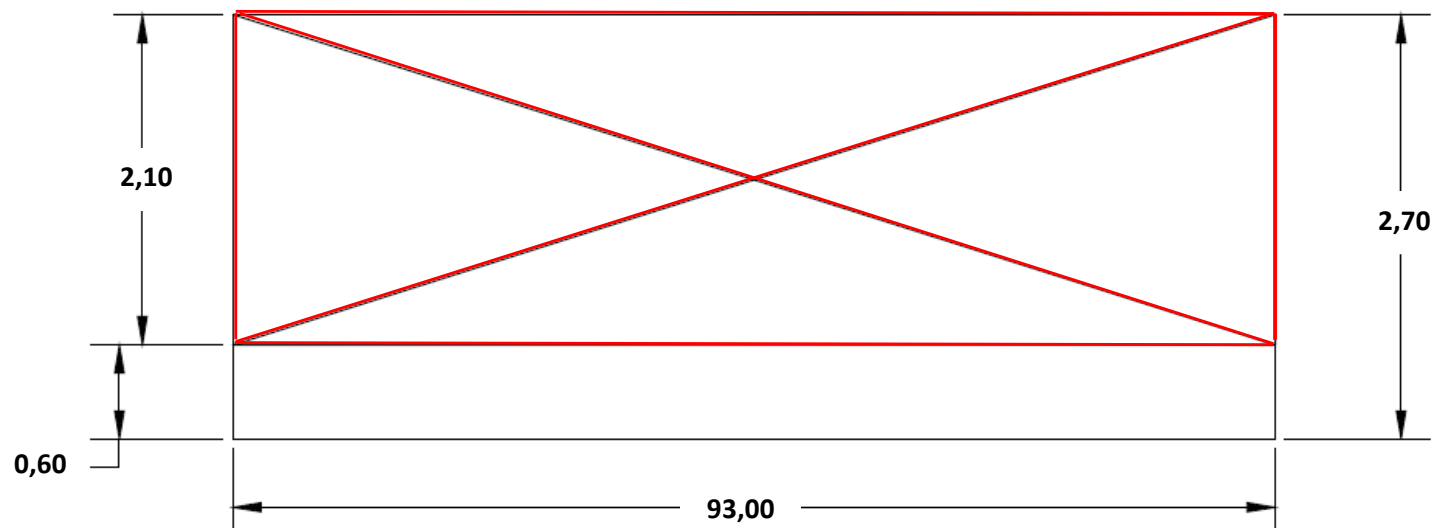
REVIZADO POR: ING. RENAN LARA

UBICACIÓN: PTAR RUMIPAMBA DE LAS ROSAS

FECHA: 21/02/2019

VISTA: EN CORTE

INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE - UTC



DETALLES DE DISEÑO

Altura Total: 2,70m **Longitud:** 93,00m
Altura de pared: 0,60m **Grosor de pared:** 0,20m
Altura de la malla: 2,10m

CERRAMIENTO (PARED ZONA OESTE)

REALIZADO POR: JHOSUA SEBASTIAN LEON CORTEZ

REVIZADO POR: ING. RENAN LARA

UBICACIÓN: PTAR RUMIPAMBA DE LAS ROSAS

FECHA: 21/02/2019

VISTA: EN CORTE

INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE - UTC

“A la cima no se llega superando a los demás, sino superándote a ti mismo”.

“No hagas lo que el Mundo hace, sino haz lo que el Mundo no hace”.