



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).
Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico
químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu, Soritor**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Fanny Vásquez Jara

ASESOR:

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

Código N° 6055919

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

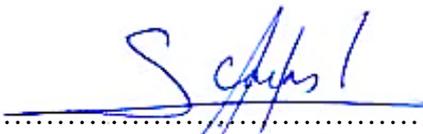


**Impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico
químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu, Soritor**

AUTOR:

Fanny Vásquez Jara

Sustentada y aprobada el 13 de mayo del 2021, por los siguientes jurados:


.....
Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Presidente


.....
Ing. M. Sc. Mirtha Felicit Valverde Vera
Secretaria


.....
Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz
Miembro


.....
Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

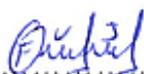
Fanny Vásquez Jara, con DNI N° 47261391, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu, Soritor.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 13 de mayo del 2021.



.....
Bach. Fanny Vásquez Jara

DNI N° 47261391

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	VÁSQUEZ JARA FANNY		
Código de alumno :	105238	Teléfono:	956773684
Correo electrónico :	fvasquezj@alumno.unsm.edu.pe	DNI:	47261391

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	ECOLOGIA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA SANITARIA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos específicos de los aguas de la quebrada Urcuyacu Soritor.
Año de publicación:	2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma y huella del Autor



8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

11 / 10 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.


Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres. A mis hermanas por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres: Auber y Fraxila; por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de San Martín, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza asesor de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, por su valioso aporte para mi investigación.

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1. Antecedentes de la investigación.....	5
1.2. Bases teóricas	7
1.2.1. Proceso de potabilización	7
1.2.2. Parámetros físicos y químicos específicos	11
1.2.3. Marco legal.....	12
1.2.4. Características generales del distrito de Soritor	16
1.2.5. Evaluación de impactos	17
1.3. Definición de términos básicos.....	18
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	20
2.1. Materiales	20
2.2. Métodos	23
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1. Parámetros físico químicos: pH, turbidez, sólidos totales, alcalinidad, hierro, manganeso, color, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, aluminio; del efluente y afluente de la planta de tratamiento Soritor.....	29
3.2. Sistema integrado afluente – efluente de la planta de tratamiento de agua Soritor....	33
3.3. Parámetros físico químicos con los valores límites establecidos por la legislación peruana e internacional vigente	37
3.4.. Discusión de resultados	41
CONCLUSIONES.....	43

RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	49
Anexo 1: Panel fotográfico.....	50
Anexo 2: Mapa de ubicación.....	54
Anexo 3: Diagrama de flujo	57
Anexo 4: Reporte de resultados.....	58
Anexo 5: Documentos de tramites.....	62

Índice de tablas

Tabla 1. Monitoreo de Datos.....	24
Tabla 2. Categoría de Impacto	28
Tabla 3. Primer Análisis del Afluyente y Efluente de la PTAP.....	29
Tabla 4. Segundo Análisis del Afluyente y Efluente de la PTAP.....	30
Tabla 5. Tercer Análisis del Afluyente y Efluente de la PTAP	31
Tabla 6. Cuarto Análisis del Afluyente y Efluente de la PTAP.....	32
Tabla 7. Determinación de Impactos	36

Índice de figuras

Figura 1. Localización del distrito de Soritor.....	21
Figura 2. pHmetro.....	21
Figura 3. DR900.....	22
Figura 4. Colorímetro.....	22
Figura 5. Reactivos específicos.....	23
Figura 6. Comparación del primer análisis del efluente con LMP	37
Figura 7. Comparación del segundo análisis del efluente con LMP.....	38
Figura 8. Comparación del tercer análisis del efluente con LMP	39
Figura 9. Comparación del cuarto análisis del efluente con LMP.....	40
Figura 10. Comportamiento promedio del afluente y efluente	41

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue, determinar el impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu, Soritor, y se concluyó que el impacto del proceso de potabilización; es negativo en los parámetros: sólidos totales disueltos, potencial de hidrógeno, alcalinidad, oxígeno disuelto y la presencia de Aluminio; positivo en el color, nitratos y manganeso; y moderado en los parámetros como Turbidez, Hierro y Fosfatos; además se verificó que el tratamiento es eficiente en los meses de octubre y noviembre, pero en los meses de lluvia no se logra reducir la cantidad de fosfatos y turbidez del agua, además de presentar un alza en la cantidad de metales pesados (aluminio y hierro); por lo que se recomienda, hacer análisis periódicos de control, debido a que los parámetros indicados no son removidos, al utilizar semejantes cantidades de coagulante en diferentes épocas del año, en especial en épocas lluviosas. El trabajo indica, que las aguas de la quebrada Urcuyacu, están sanas, presentan contaminación antrópica, dentro los Límites Máximos permisibles. Sin embargo, tanto la población de sus riberas, como las autoridades mismas, deben estar alertas a las amenazas actuales de contaminación, para mantenerla en el tiempo, su naturaleza viva, su biomasa y su ecosistema.

Palabras clave: Proceso de potabilización, concentración, parámetros físico químicos, agua potable.

Abstract

The main objective of the research was to determine the impact of the potabilization process on the concentration of specific physical and chemical parameters of the waters of the Urcuyacu stream, Soritor. It was concluded that the impact of the potabilization process is negative in the following parameters: total dissolved solids, hydrogen potential, alkalinity, dissolved oxygen and the presence of aluminum; positive in terms of color, nitrates and manganese; and moderate in terms of parameters such as turbidity, iron and phosphates. Furthermore, it was verified that the treatment is efficient during the months of October and November, but during the rainy months it does not reduce the amount of phosphates and turbidity in the water, as well as presenting an increase in the amount of heavy metals (aluminum and iron); therefore, it is recommended that periodic control analyses should be made, since the indicated parameters are not removed when using similar amounts of coagulant at different times of the year, especially during the rainy season. The research indicates that the waters of the Urcuyacu Creek are healthy and present anthropic contamination within the Maximum Permissible Limits. However, both the population of its shores, as well as the authorities themselves, must be aware of the current threats of contamination, to maintain it in time, its living nature, its biomass and its ecosystem.

Key words: purification process, concentration, physical-chemical parameters, drinking water.



Introducción

A nivel mundial, se utilizan una serie de procesos para la generación de agua de consumo humano, las cuales son tomadas desde fuentes superficiales o subterráneas y son sometidas a una serie de procedimientos hasta su transporte doméstico. En el proceso potabilizador, se usan una serie de sustancias químicas, los cuales son peligrosos para la salud, sobre todo porque una parte del agua tomada vuelve al cauce del río. En el proceso de potabilización, se generan biosólidos en la fase de purificación, si es que se utiliza filtración, los cuales tienen que tratarse como residuo de manejo especial; pero uno de los impactos más considerables del proceso es la generación del cloro residual, el cual es tóxico y cancerígeno para los humanos, animales y la vida acuática (Fábula, 2019).

En el Perú existe 50 EPS – Empresas Prestadoras de Servicios, 48 son municipales, 1 EPS en concesión (ATUSA - Empresa Agua de Tumbes S.A.) y SEDAPAL – Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, administrada por el estado (FONAFE - Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado) (OTASS, 2019), cincuenta de las cuales no existe ni figura monitoreo continuos del control del agua tratada y liberada hacia la fuente de agua, que según la normatividad peruana establecida por la Autoridad Nacional del Agua ANA (2016), se dispuso metodologías para determinar el caudal ecológico, el cual viene a ser la cantidad de agua que no se debe tocar de un cauce natural, desde donde se determina para utilizar en actividades como potabilización, tratando de evitar la muerte o el deterioro del hábitat natural en la fuente.

La zona urbana en Soritor, está ubicada sobre terreno sumamente húmedo, en cualquier barrio es posible encontrar agua a dos o tres metros de profundidad, sistema que se utiliza hasta la fecha para el abastecimiento diario. Además, Soritor está cortado por dos quebradas conocidas como “zanjas” y que corren de nor-oeste a sur-este (Soritor.com, 2013). Actualmente han elaborado un sistema potabilizador de agua para la población, por los muchos problemas que traía el uso frecuente de pozos domiciliarios, así mismo este aprovechamiento actualmente no es controlado ni mucho menos monitoreado, por el gobierno municipal, siendo una incertidumbre la concentración de parámetros físicos químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu.

Los problemas por el consumo de agua sin desinfección son vinculados a la calidad de vida de los pobladores, desinfección del agua es de vital importancia, porque cumple con la

función de eliminar de ella todas las impurezas para que pueda ser consumida sin que afecte la salud, por lo que, dicho proceso de potabilización debe ser un factor de preocupación constante entre los sectores involucrados y darle la importancia que tiene. Considerado lo anterior se planteó como problema de estudio: ¿Cuál es el impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu, Soritor?

La investigación plantea como hipótesis: El impacto del proceso de potabilización es negativo en la concentración de parámetros físico químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu, Soritor; y las variables de estudio son: el proceso de potabilización el cual influye en la concentración de parámetros del agua. Para lo cual se planteó como objetivo general: Determinar el impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu, Soritor. Siendo los objetivos específicos: Determinar la concentración de parámetros físico químicos: pH, turbidez, sólidos totales, alcalinidad, hierro, manganeso, color, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, aluminio; del efluente y afluente de la planta de tratamiento Soritor, durante el periodo octubre – enero 2019; caracterizar el sistema integrado afluente efluente de la planta de tratamiento de agua Soritor; contrastar la concentración de los parámetros físico químicos con los valores límites establecidos por la legislación peruana e internacional vigente, con énfasis en los metales pesados: hierro, manganeso, aluminio.

La metodología utilizada en el estudio fue de tipo descriptivo-exploratorio, en el que se buscó analizar el nivel de institucionalidad municipal y alcances en el proceso de potabilización de agua y de esta forma, explicar las condiciones actuales de la aplicación de la potabilización del agua y como la falta de esta pone en riesgo la salud de la población. Se evaluó los resultados del monitoreo realizado, con los que fueron contrastados con la normatividad. Para ello los principales instrumentos utilizados en el desarrollo de esta investigación son la observación, el análisis y el resumen y procesamiento de datos obtenidos de los resultados de análisis.

Para cumplir con el primer objetivo específico se realizó el monitoreo insitu (pH, Turbidez, sólidos totales, alcalinidad, color, oxígeno disuelto), el resto de análisis se realizaron en el laboratorio de ingeniería sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM (hierro, manganeso, nitratos, fosfatos, aluminio), las mediciones se realizaron de manera, mensual periódica durante cuatro meses. Para cumplir con el segundo objetivo se realizó una

evaluación de todo el proceso físico químico biológico. Evaluando las diferentes etapas, condiciones de operatividad

Considerando la técnica comparativa se seleccionó como variable independiente el proceso de potabilización y la variable dependiente la concentración de parámetros físicos químicos específicos del afluente y efluente de la planta de tratamiento con el propósito de darle relevancia al proceso de potabilización.

Debido a que en el distrito de Soritor existe actualmente la construcción de un sistema de potabilización de agua potable, el cual debería ser gestionado para evitar los problemas sociales y tener eficiente administración; siendo una más de las razones para determinar el impacto del proceso de potabilización, así como a la gran cantidad de problemas de morbilidad dentro de la población a causa del agua que ingerían en este lugar, por lo que se realizan procedimientos químicos, que podrían estar afectando la calidad del agua que se aprovecha y que se discurre después de su utilización.

Por lo tanto, esta investigación se elaboró con la finalidad de reconocer los procesos de potabilización de una planta adecuadamente monitoreada, y valorar la eficiencia de esta dentro de la ciudad, y de determinar la concentración de los parámetros físicos químicos, y también que sirva como una herramienta de posibles y futuros proyectos de investigación relacionados al proceso de potabilización del agua potable en uso de consumo humano, esta es considerada como otra de las razones para realizar esta investigación, ya que las actividades que realizan en la planta de tratamiento de agua potable, genera una serie de residuos químicos y físicos, los cuales alteran la calidad del agua y con esto el hábitat de vida acuática del recurso superficial explotado.

El trabajo de gabinete incluyó los datos recopilados en de los análisis realizados por cada parámetro que tienen relación con la problemática planteada, utilizando técnicas como: observación directa, que permitió interactuar con la realidad y así conocer la forma de captación del agua en estudio, a través del análisis se procedió a destacar los aspectos fundamentales del problema que permitieron encontrar los procedimientos apropiados que servirán de base para desarrollar el tema de la potabilización del agua. En la investigación y resultados del estudio se comprobó que solamente en los meses de avenida los parámetros no cumplen con los límites máximos permisibles.

El aporte principal del estudio es generar información que sirva de base para la investigación de temas relacionados con la aplicación de la norma para la potabilización del agua, debido a que existe desconocimiento en relación a esto y demanda de proyectos que estimulen la aplicación de normas de potabilización, lo que será de beneficio para la población, especialmente en el área rural en donde la mayoría de municipalidades no cloran el agua.

La investigación presenta los siguientes capítulos: El capítulo I: se ha descrito los conceptos y definiciones de la investigación, donde además se han colocado los antecedentes relacionados al tema. Capítulo II: se describió los métodos y se colocaron los instrumentos utilizados en la investigación, en especial en el uso de equipos y la determinación de parámetros de forma cuantitativa. Capítulo III: en este capítulo se colocaron los resultados de la investigación además de discusiones; para finalmente llegar a las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Idrovo (2010), pretendió aportar con los resultados de las pruebas obtenidas, para que conocidas sus características y problemas más evidentes pueda tomar correctivos para un óptimo servicio a la comunidad. Los valores con los que se inició el muestreo son pequeños, se comenzó con una turbiedad de 5,47 NTU, presentando como máximo un valor de 13,2 NTU. En cuanto a este parámetro es el que mejor resultado presenta, ya que disminuyó totalmente de un máximo de 43 UC hasta llegar a 0 UC, tanto en el agua tratada del tanque de almacenamiento de Uchupucún, filtros y redes de distribución domiciliaria. Los valores obtenidos en el Agua Cruda estuvieron entre 188 y 256 s/cm, mostrando alzas y bajas durante la época de muestreo, dichos valores equivalen a valores aproximados entre 94 y 128 mg/L de sólidos totales disueltos. Lo que respecta al agua cruda se obtuvieron valores constantes con escasa diferencia en todos los muestreos manteniéndose en un valor promedio de 7,6.

Mendoza (2018), realizó la evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú; evaluando la calidad del agua superficial empleada para consumo humano en este centro poblado, a través de algunos indicadores fisicoquímicos, relacionando la gestión del agua y la comprensión del ciclo hidrológico. Se aplicaron técnicas estandarizadas volumétricas, gravimétricas e instrumentales, como espectroscopías UV-Visible y de absorción atómica. Los resultados indican que todos los parámetros estudiados no sobrepasan los límites correspondientes establecidos, con excepción de fosfatos (1,51 ppm) en el puquial, y arsénico (0,13 ppm) en el río Caracha. El resultado de este marco resulta en ausencia de vigilancia de las aguas superficiales y la falta de coordinación con instancias institucionales superiores para revertir los altos niveles de arsénico en el río Caracha.

Sotil y Flores (2016), en la investigación indican que todos los parámetros, se encuentran dentro de LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos son: temperatura 26.70 °C, transparencia 93.78 cm, conductividad 16.77 μ S/cm, TDS 9.36 mg/L, pH 7.05, oxígeno disuelto 6.57 mg/L, dióxido de carbono 4.14 mg/L, alcalinidad total 21.20 mg/L, coliformes totales 4.66 UFC/100mL, coliformes

fecales 1.66 UFC/100 mL, cloruros 15.13 mg/L, dureza total 22.82 mg/L, dureza de calcio 14.83 mg/L, dureza de magnesio 7.98 mg/L, A/G 1.29mg/L, los metales pesados como cadmio, bario y plomo no fueron detectados por nuestro equipo de medición. Considerándose, que los cuerpos de agua, del río Mazán, se encuentran libres de contaminación; no obstante, aquello, se recomienda tomarla, previo tratamiento químico.

Cava y Ramos (2016), en su investigación realizó la caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento. Para el análisis de agua se tomaron diez puntos de muestreo, los cuales incluye el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y 8 viviendas, para cada sitio de muestreo se recolectó dos muestras para análisis físico – químico y microbiológico respectivamente, se recolectó por 4 semanas haciendo un total de 40 muestras, evaluando 19 parámetros. Obteniéndose como resultado que los parámetros que están dentro de los límites para consumo humano son: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los siguientes parámetros que sobrepasan los límites son: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, solidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes.

Coral (2014), en su investigación determinó cómo influyen los procesos naturales y las actividades humanas en la calidad del agua del río Paria. Las principales actividades humanas que influyen sobre la calidad del agua del río Paria, son la ganadería, agricultura y la inadecuada disposición de excretas de las poblaciones aledañas al río. En general los indicadores fisicoquímicos como pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbidez durante el periodo de muestreo, presentaron valores que se encuentran dentro de los valores establecidos en el ECA para agua. Los resultados obtenidos refuerzan la hipótesis que los procesos naturales y las actividades humanas influyen de forma negativa en la calidad de agua del río Paria. @

Aspajo (2012), realizó investigación, donde el aspecto central consiste en monitorear los parámetros físicos químico y biológicos y luego establecer una comparación de los resultados con los valores de referencia recomendados por las normas legales de los Estándares de Calidad Ambiental para agua de consumo humano según la categoría A-1. De los 20 parámetros determinados y los correspondiente Estándares de Calidad Ambiental, se encontró que dentro de los cinco parámetros físicos determinados, la Turbiedad se encuentra

por encima de los Estándares de Calidad Ambiental, asimismo los once parámetros Químicos determinados sólo el Oxígeno Disuelto se encuentra fuera de los Estándares de Calidad Ambiental y por lo contrario dentro de los cuatro parámetros biológicos establecidos, tenemos que los Coliformes Totales y Termotolerantes se encuentran por encima de los Estándares de Calidad Ambiental, sólo estando dentro de los Estándares de Calidad Ambiental la Demanda Bioquímica de Oxígeno, (DBO5).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Proceso de potabilización

Plantas de tratamiento de agua potable

Una planta o estación de tratamiento de agua potable (ETAP) es un conjunto de estructuras y sistemas de ingeniería en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano (Aguasistec, 2019).

Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

- Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.
- Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.
- Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño.

Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta (Aguasistec, 2019).

El tratamiento de aguas y las plantas de tratamiento de agua, son 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, 2019).

Tipos de plantas de tratamiento de agua potable:

- Plantas de tratamiento convencional (potabilizadoras).

Es un sistema de tratamiento integrado que incluye todos los procesos para la obtención de agua potable, como los son: coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección.

Dependiendo de las características del agua podemos obtener un sistema de filtración simple o doble el cual es recomendable cuando el agua tiene alto color o contenidos altos de hierro y manganeso.

Cada planta se debe diseñar de acuerdo al análisis de agua y trazabilidad y se debe hacer con sistema modular que incorpore las etapas del tratamiento. Ésta debe tener su tanque en acero o fibra de vidrio y contener lechos filtrantes para la grava, arena, antracita, carbón activado y/o resinas especializadas. Si el agua tiene alto contenido de hierro se requiere un tratamiento de oxidación previo hecho mediante torres de aireación o pre-cloración (Aguasistec, 2019).

- Plantas de tratamiento modular (potabilizadoras).

La planta modular es un sistema integrado de tratamientos en varias etapas que incluye todos los procesos requeridos para obtener agua potable. Ocupan poco espacio y se pueden ampliar fácilmente añadiendo módulos de clarificación y de filtración.

Adecuadas para: aguas de pozo profundo con alto contenido de color, hierro y manganeso; y muy eficientes con aguas de quebradas de montaña con parámetros que van de mediano a bajo contenido de sólidos en suspensión (SST) y con contenidos de color, que presentan picos pasajeros de alta turbiedad y color cuando hay lluvias fuertes.

De acuerdo con las características del agua a tratar, se incorpora procesos de pre-aireación y oxidación, arenas especiales para eliminar hierro y manganeso o post-tratamiento con carbón activado cuando hay elementos orgánicos. Pueden operar por gravedad, sin necesidad de tener energía eléctrica disponible o pueden ser automatizadas para operación virtualmente autónoma (Aguasistec, 2019).

Principales procesos empleados en el tratamiento de agua para consumo humano

En el tratamiento del agua para consumo humano se emplean diferentes procesos; la complejidad de estos dependerá de las características del agua cruda. A continuación, describiremos los principales:

Cribado

En este proceso se eliminan los sólidos de mayor tamaño que se encuentran en el agua (ramas, madera, piedras, plásticos, etcétera) por medio de rejillas, en las que estos materiales quedan retenidos (Chulluncuy, 2011).

Coagulación-floculación

La coagulación consiste en la adición de coagulantes con el fin de desestabilizar las partículas coloidales para que sean removidas. Este proceso ocurre en fracciones de segundo, depende de la concentración del coagulante y del pH final de la mezcla. Mientras que la floculación es el proceso por el cual las partículas desestabilizadas chocan entre sí y se aglomeran formando los flocos.

En estos procesos, aparte de la remoción de turbiedad y color también se eliminan bacterias, virus, organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación, algas y sustancias que producen sabor y olor en algunos casos (Chulluncuy, 2011).

Sedimentación

Es el proceso físico mediante el cual las partículas en suspensión, presentes en el agua, son removidas o separadas del fluido, debido al efecto de la gravedad. Dichas partículas deberán ser más densas que el agua, y el resultado que se obtenga será un fluido clarificado y una suspensión más concentrada (Chulluncuy, 2011).

Dependiendo del tipo de partícula que se remueva en cada unidad, los sedimentadores se clasifican en:

Sedimentadores o decantadores estáticos. - En estas unidades se produce la sedimentación normalmente con caída libre. Se distinguen los siguientes tipos:

- Desarenadores: Tienen como objetivo eliminar la arena del agua cruda, evitando que estas partículas interfieran en la operación de las bombas y en los siguientes procesos.
- Unidades de flujo horizontal: Pueden ser sedimentadores de forma rectangular, circular o cuadrados. La remoción de lodos se puede hacer en forma continua o intermitente.
- Unidades de flujo vertical: Son unidades de forma cilíndrica.
- Unidades de flujo helicoidal: Se utilizan para tratar aguas con alto contenido de flóculos y que tengan alta velocidad de sedimentación (Chulluncuy, 2011).

Decantadores dinámicos. - Requieren una alta concentración de partículas para incrementar las posibilidades de contacto en un manto de lodos, con una concentración de partículas de 10 a 20% en volumen. Tenemos los siguientes tipos:

- Unidades de manto de lodos con suspensión hidráulica: La ventaja es que no tienen, generalmente, ninguna pieza removible dentro del tanque ni requieren energía eléctrica para funcionar; asimismo, es necesario evitar turbulencia en la entrada del agua, puesto que esto afectaría al manto de lodos.
- Unidades de manto de lodos con suspensión mecánica: Pueden ser de agitación, de separación y pulsante o de vacío (Chulluncuy, 2011).

Decantadores laminares. - Son aquellos cuya eficiencia decrece a medida que aumenta la carga superficial en las celdas, también depende de las características del agua tratada y del diseño del sedimentador.

- Decantadores laminares de flujo horizontal: Con láminas planas paralelas inclinadas (ángulo de 5°), para obtener la pendiente adecuada que favorezca el escurriendo de los flóculos.
- Decantadores laminares de flujo inclinado: Con módulos instalados con un ángulo de 60°. El sistema de módulos facilita la decantación de sólidos, por acortar el recorrido de deposición de las partículas sólidas e inducir a que el flujo del agua sea laminar (Chulluncuy, 2011).

Filtración

Es un proceso que consiste en la separación de partículas y pequeñas cantidades de microorganismos (bacterias, virus) a través de un medio poroso. Es la fase responsable de que se cumplan los estándares de calidad para el agua potable. Desde el punto bacteriológico, los filtros tienen una eficiencia de remoción superior a 99% (Chulluncuy, 2011).

Desinfección

Es el último proceso de tratamiento del agua, que consiste en la destrucción selectiva de los organismos potencialmente infecciosos. Lo que significa que no todos los organismos patógenos son eliminados en este proceso, por lo que requieren procesos previos como la coagulación, sedimentación y filtración para su eliminación (Chulluncuy, 2011).

1.2.2. Parámetros físicos y químicos específicos

Hierro

El hierro es un metal pesado muy común en el agua, hay que tener cuidado en ingestión de suplementos de hierro, y en la dieta puede envenenar de forma aguda los niños pequeños. Ingestión representa la mayor parte de los efectos tóxicos de hierro porque este metal se absorbe rápidamente en el tracto gastrointestinal. La naturaleza corrosiva del hierro parece aumentar aún más la absorción. Puede causar una mancha de color rojo o marrón oxidado en los accesorios o ropa y / o al agua dar un sabor metálico (Carbotecnia, 2019).

Aluminio

Aunque el aluminio no es un metal pesado (gravedad específica de 2,55 a 2,80), que representa aproximadamente el 8% de la superficie de la tierra y es el tercer elemento más abundante. Es fácilmente disponible para la ingestión humana a través del agua potable (Carbotecnia, 2019).

Algunos estudios que se han realizado desde hace 20 años, mencionan que el aluminio podría tener una posible relación con el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer, cuando los investigadores encontraron lo que ellos consideran importantes cantidades de aluminio en el tejido cerebral de los pacientes de Alzheimer. Aunque también se encontró aluminio en el tejido cerebral de personas que no tenían la enfermedad de Alzheimer, las recomendaciones para evitar fuentes de aluminio recibido amplia atención pública (Carbotecnia, 2019).

Turbidez:

Es un parámetro relacionado con el grado de transparencia y limpieza del agua, que pueden ser resultado de una posible actividad biológica o simplemente una presencia de componentes no deseables (Copa y Roque, 2016).

La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro (CEPIS/ OPS, 2004).

pH

Es una medida de la concentración de iones hidronio (H_3O^+), o intensidad de acidez, en la disolución, e indicador de la existencia de vida, ya que los organismos toleran un rango

específico de pH (Aznar, 2000). Se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias (OMS, 2006).

Sólidos

Los sólidos son encontrados en las aguas, tanto en forma de compuestos orgánicos como inorgánicos. Los sólidos sedimentables pueden causar turbidez momentánea, mientras los sólidos en suspensión causan turbidez permanente, debido a la dispersión de la luz (efecto Tyndall) que se produce (Barrenechea, 2004).

DBO₅

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno precisa para eliminar, por procesos biológicos aerobios, la materia orgánica contenida en un litro agua. Suele referirse a un periodo de cinco días. (Lillo, 2000)

1.2.3. Marco legal

Estándares de evaluación de calidad de agua

En el Perú se establecen mediante una serie de indicadores, propuestos como estándares. (MINAM, 2017). Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersion, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no

comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional. Precítese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reusó.

1.2.4. Características generales del distrito de Soritor

Para el abastecimiento de agua potable, de la localidad de Soritor, se cuenta con una fuente superficial de agua que es captada y conducida por gravedad. Prácticamente se consideran recursos con regímenes permanentes durante todo el año (MDS, 2018).

A. Ubicación geográfica

La ciudad de Soritor se localiza políticamente en la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, en los 77°05' de longitud oeste y 6°08' de latitud sur a 835 metros sobre el nivel del mar, tiene una población aproximada de 13.091 habitantes. El acceso a la ciudad de Soritor se realiza a través de un desvío en la Carretera Fernando Belaunde, cruce con la ciudad de Calzada (MDS, 2018).

El distrito cuenta con una extensión superficial de 388 kilómetros cuadrados.

La topografía del núcleo urbano de la ciudad de Soritor, es relativamente plana con pendiente moderada en dirección Sur a Norte, pero accidentadas en las afueras de la localidad: Periferias Norte y Sur. En cuanto al relieve de la superficie donde se encuentra la línea de conducción, la topografía es relativamente accidentada, y en relación al área proyectada para el emisor de alcantarillado final y emplazamiento de la planta de tratamiento de Aguas residuales las pendientes del terreno son moderadas (MDS, 2018).

La fuente hídrica del distrito de Soritor está constituida por el río; Tonchima, Indoche, quebradas Urcuyacu, Capellanas y otros. El área de estudio se enmarca en las cuencas que nacen en las estribaciones de los Cerros altos de la jurisdicción, que se unen al caudal del río Tonchima (MDS, 2018).

B. Climatología

El clima en general es cálido y húmedo, con una temperatura promedio mensual de 23,26 °C, siendo la temperatura máxima promedio mensual de 28,04 °C, y la temperatura mínima

promedio mensual de 18,47 °C. La humedad relativa promedio mensual es del 83,39 %, siendo la máxima 94,73 % y la mínima 73,10 %. La precipitación Pluvial promedio mensual es de 1.304,29 mm, siendo la máxima de 1.617,10 mm y la mínima de 801,00 mm (MDS, 2018).

C. Geomorfología

Su distribución se realiza principalmente a lo largo de la cuenca del Alto Mayo, adyacentes a los ríos Soritor, Tonchima, Inchoche y Naranjillo. La localidad de Moyobamba se emplaza en estos relieves, aflorando como una franja alargada que sigue hasta la desembocadura del río Gera. Algunos remanentes se exponen en el área de la comunidad nativa Huasta (San José del Alto Mayo) y adyacente al río Saposoa entre las localidades de El Eslabón y Piscoyacu.

Geomorfología ambiental: En algunos sectores donde existe cierto grado de inclinación ocurren procesos geodinámicos de remoción en masa, reptación de suelo y soliflucción; y en lugares relativamente planos u ondulados se manifiestan escorrentía difusa y laminar y casos excepcionales de inundaciones (MDS, 2018).

1.2.5. Evaluación de impactos

La EIA es un conjunto de metodologías de gestión ambiental, con bastante experiencia acumulada y desarrollos constantes, para enfrentar la cuestión de las consecuencias ambientales de los proyectos y, más específicamente, las relaciones de causa-efecto entre el proyecto y el medio en que se inserta.

Los impactos de mayor significación corresponden a la corta a tala rasa y posterior quema de desechos ya sea para la habilitación de terrenos agrícolas o sustitución por especies de rápido crecimiento. La eliminación total de la vegetación trae consigo la eliminación de la interceptación con el consecuente aumento de la escorrentía superficial, efecto que se manifiesta en toda la superficie cosechada y con mayor intensidad el año siguiente a la corta. En los años siguientes y a medida que se restablece la vegetación la situación tiende a la normalidad en el mediano plazo. El arrumado de desechos siguiendo las curvas de nivel al favorecer la infiltración y atrapar sedimentos causa un efecto de carácter positivo (FAO, 2020).

Evaluación de impactos acumulativos: Una parte fundamental de la evaluación de impactos es la evaluación de los impactos acumulativos de los impactos ya enumerados. Los diversos

impactos ambientales y sociales sucesivos provenientes de desarrollos existentes pueden reforzarse mutuamente, lo que lleva a consecuencias más graves sobre el medio ambiente y las personas que cada uno de los desarrollos por separado. Esto puede resultar en impactos acumulativos significativos; y dichos impactos acumulativos podrían incluir (USAID, 2008):

- Aumentos en las concentraciones de contaminantes en una masa de agua o en el suelo o sedimentos, o su bioacumulación.
- Reducción del caudal de agua en una cuenca debido a múltiples retiros.
- Aumentos en la carga de sedimentos en una cuenca o aumento de la erosión.
- Interferencia con las rutas migratorias o movimiento de la fauna silvestre.
- Aumento de la presión sobre la capacidad de carga o la supervivencia de especies indicadoras en un ecosistema.
- Reducción de la población silvestre causada por el aumento de la caza, muertes en carretera y operaciones forestales.
- Agotamiento de un bosque como resultado de múltiples concesiones madereras.
- Los impactos sociales secundarios o inducidos, por ejemplo, la inmigración, o más congestión de tráfico y accidentes a lo largo de las carreteras de la comunidad, debido a los aumentos en la actividad de transporte en el área de influencia de un proyecto. De acuerdo con la Corporación Financiera Internacional (CFI) (2013, p. 26), "Dado que por lo general está más allá de la capacidad de cualquier parte implementar todas las medidas necesarias para reducir o eliminar los impactos acumulativos, los esfuerzos de colaboración probablemente sean necesarios. Los gobiernos pueden desempeñar un papel importante en garantizar la sostenibilidad ambiental y social al proveer e implementar marcos normativos que guíen y apoyen la identificación y el manejo adecuado de los impactos y riesgos acumulativos".

1.3. Definición de términos básicos

Cámara de mezcla: Donde se agrega al agua productos químicos. Los principales son los coagulantes (sulfato de alúmina), alcalinizantes (cal) (Aguasistec, 2019).

Decantador: El agua llega velozmente a una pileta muy amplia donde se reposa, permitiendo que se depositen las impurezas en el fondo. Para acelerar esta operación, se le agrega al agua

coagulantes que atrapan las impurezas formando pesados coágulos. El agua sale muy clarificada y junto con la suciedad quedan gran parte de las bacterias que contenía (Aguasistec, 2019).

Desinfección: Para asegurar aún más la potabilidad del agua, se le agrega cloro que elimina el exceso de bacterias y lo que es muy importante, su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas (Aguasistec, 2019).

Intensidad. Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto. Basado en una calificación subjetiva se estableció la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto. El valor numérico de la intensidad se relaciona con el índice de calidad ambiental del indicador elegido, variando entre 0 y 10 (FAO, 2020).

Extensión o influencia espacial. Es la superficie afectada por las acciones del proyecto de cosecha tanto directa como indirectamente o el alcance global sobre el componente ambiental (FAO, 2020).

Filtro: El agua decantada llega hasta un filtro donde pasa a través de sucesivas capas de arena de distinto grosor. Sale prácticamente potable (Aguasistec, 2019).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Materiales:

Frascos, frascos de plásticos rotulados y conservados para el análisis respectivo, ex situ.

Plumones y marcadores, los cuales fueron utilizados para marcar y detallar las muestras tomadas a la entrada y salida de la planta de tratamiento.

Couler, se utilizó para conservar algunas muestras y evitar su alteración al momento de determinar su valor.

EPPs laboratorio:

Se utilizó una bata, guantes y mascarilla para realizar el análisis en laboratorio de los parámetros a estudiar en la tesis.

Equipos:

GPS, de marca carmín utilizada para georreferenciar la ubicación y localización de la planta de tratamiento de agua potable.

- Departamento : San Martín.
- Provincia : Moyobamba.
- Distrito : Soritor
- Localidad : Soritor
- Latitud Sur : 06°08'00"
- Longitud Oeste : 77°05'30"
- Altitud : 884.00 m.s.n.m.



Figura 1. Localización del distrito de Soritor

pHmetro, de uso personal para determinar la cantidad de acidez o basicidad del agua.



Figura 2. pHmetro

Colorímetro DR900, equipo utilizado para el análisis de los parámetros:

Nitratos

Fosfatos

Hierro (II)

Manganeso

Aluminio



Figura 3. DR900

Colorímetro CHECKER, un equipo de bolsillo utilizado para medir el color en el agua.



Figura 4. Colorímetro

Alcalinidad CHECKER, equipo medidor de alcalinidad utilizado en la medición del mismo.

DIST- medidor de solidos totales disueltos, un equipo portátil que se utilizó para medir los sólidos.

H1193, medidor de oxígeno disuelto, equipo que se utilizó para determinar la cantidad de oxígeno disuelto en un determinado momento.

Reactivos para análisis de los parámetros químicos.



Figura 5. Reactivos específicos

2.2. Métodos

Ubicación de los puntos de monitoreo

Con la metodología de la georreferenciación se realizó la ubicación de puntos de monitoreo (afluente y efluente), los cuales estarán dados en coordenadas UTM. (ver anexo 02).

Determinación de la frecuencia de monitoreo

Se determinó la frecuencia de monitoreo como una revisión mensual dada por cuatro meses consecutivos.

Recolección y toma de muestras

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología, de la Universidad Nacional de San Martín; además en el laboratorio de la PTAR-Soritor

Se procedió a la recolección de muestras según Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (ANA, 2016).

Y se distribuyó los datos en la siguiente tabla:

Tabla 1

Monitoreo de datos

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
Temperatura	°C		
Sólidos totales disueltos	ppm		
pH	pH		
Turbidez	UNT		
Color	UPC		
DBO	mg/L		
Alcalinidad	mg/L		
Hierro	mg/L		
Manganeso	mg/L		
Fosfatos	mg/L		
Oxígeno disuelto	mg/L		
Aluminio	mg/L		

Medición de parámetros:

Alcalinidad

- 1) Se enciende el instrumento (Checker alcalinidad), luego se observa en la pantalla C1.
- 2) Insertar el blanco de la muestra en el medidor, cerrar la tapa y presionar nuevamente el botón.
- 3) Inmediatamente se observa C2 en la pantalla, retirar el blanco y con ayuda de una jeringa se añade el reactivo (1mL), se cierra la tapa y se agita suavemente por 20 segundos.
- 4) Introducir la cubeta, y cerrar la tapa del medidor y presionar el botón hasta obtener la concentración total de la alcalinidad en partes por millón.

Se realizó el análisis de alcalinidad a la entrada y salida de la planta de tratamiento.

Sólidos totales disueltos SDT

En vaso precipitado se colocó alrededor de 50 mL de la muestra a analizar, esta debe cubrir todo el sensor del instrumento portátil, luego encender el instrumento y tomar la medida de la primera muestra antes de ingresar a la Planta de tratamiento de agua potable, y luego en otro vaso colocar la muestra y repetir el proceso con la muestra después de pasar por dicha planta.

pH

Se puso agua en el vaso, del antes del tratamiento y en otro, el después del tratamiento.

En ambos se colocó el pH-metro hasta un cierto parte de este. Y luego tuvimos los resultados.

Color

1. Se enciende el instrumento (Checker color of water), luego se observa en la pantalla C1.
2. Insertar el blanco de la muestra en el instrumento (10mL), cerrar la tapa y presionar nuevamente el botón.
3. Inmediatamente observar C2 en la pantalla, se retira la muestra en blanco, y se coloca la muestra (10mL).
4. Introducir la cubeta, y cerrar la tapa del medidor y presionar el botón hasta obtener el color medido en UPC.

Oxígeno disuelto

Se llena agua en el vaso, de la muestra antes del tratamiento y en otro, después del tratamiento. En ambos se coloca la sonda del medidor de oxígeno disuelto, verificándose los resultados en la pantalla.

Turbiedad

Se insertó la muestra en un frasco de 10 mL

Se presionó la tecla de enter, y se continúa el proceso hasta leer los resultados

Manganeso

1. Se enciende el equipo (Colorímetro multiparamétrico DR 900) y se busca donde dice: todos los programas para medir en rango bajo, debido a que el agua no es muy contaminada.

2. Se introduce la cubeta de 10mL (el blanco) y se tiene cero.
3. Luego se añade el reactivo del manganeso a la muestra en una cubeta de 10 mL y se espera 4 minutos, para luego colocar al equipo.
4. Finalmente se coloca lectura y se obtiene los resultados en partes por millón.

Nitratos

- Se enciende el equipo (Colorímetro multiparamétrico DR 900) y se busca donde dice programas almacenados y seleccionar el test 355 N NITRATO RA PP.
- Llenar una cubeta con 10 mL y añadir el contenido de un sobre de reactivo nitrato Nitra Ver 5 y esperamos 5 minutos, en presencia de nitrato aparecerá un color ámbar.
- Se llena otra cubeta con 10 mL que será la muestra blanca, limpiar bien el exterior de la cubeta y colocar en el soporte porta cubetas del instrumento, seleccionar en la pantalla cero.
- Limpiar bien el exterior de la cubeta de la muestra y colocar en el instrumento seleccionar medición y el resultado aparecerá en mg/L NO_3^- .

Fosfatos

- Se enciende el instrumento (checker fosfatos), luego se observa en la pantalla C1.
- Insertar el blanco de la muestra en el medidor, cerrar la tapa y presionar nuevamente el botón.
- Inmediatamente se observa C2 en la pantalla, se retira el blanco y con ayuda de una jeringa se añade el reactivo (1mL), cerrando la tapa y se agita suavemente por 20 segundos y se espera 3 minutos.
- Introducir la cubeta, y cerrar la tapa del medidor y presionar el botón hasta obtener la concentración total de la alcalinidad en partes por millón.

Hierro

- Se enciende el equipo DR-900 (Hach), luego se observa en la pantalla C1.
- Por consiguiente, se procede a separar 10 mL de la muestra en 2 dos frascos (25 mL de capacidad) por separados uno que vendría a ser el blanco y otro la muestra que se usara para medir la concentración de hierro presente.
- En la segunda muestra se añade el reactivo de hierro y se agita durante el intervalo de 5 minutos, Insertar el blanco de la muestra en el medidor, cerrar la tapa y presionar nuevamente el botón.

- Inmediatamente se observa C2 en la pantalla, se retira el blanco, introducir la segunda muestra con el reactivo, cerrar la tapa del medidor y presionar el botón hasta obtener la concentración total de hierro en partes por millón.

Aluminio

1. En un recipiente de 100 mL de capacidad se le añadió 50 mL de agua traída de la muestra, para esta prueba se utilizó 3 reactivos: ácido ascórbico, alubert y Blekinge.
2. Primero, se le añade el ácido ascórbico y alubert, se diluye durante un tiempo de 10 minutos, obteniéndose un color naranja en la muestra inicial.
3. Luego se separa en 2 recipientes pequeños en una cantidad de 10 mL uno que vendría a ser el blanco y al otro se le añade el último reactivo (Blekinge), mezclando homogéneamente las sustancia.
4. Encender el equipo (DR 900) y buscar donde dicen todos los programas y medir en rango bajo, debido a que el agua no es muy contaminada.
5. Se introduce la primera muestra de 10mL (el blanco) y se tiene cero.
6. Luego se coloca la segunda muestra, en el equipo para finalmente colocar lectura y obtener los resultados en partes por millón.

Metodología para la determinación de impactos:

La mayoría de las metodologías existentes se refieren a impactos ambientales específicos y ninguna de ellas se encuentra completamente desarrollada. Debido precisamente a esa especificidad, encontramos la imposibilidad de generalizar una determinada metodología, considerando que las existentes son las idóneas para proyectos concretos, en base a los cuales han sido concebidas:

La matriz de Leopold tiene aspectos positivos entre los que cabe destacar que son pocos los medios necesarios para aplicarla y su utilidad en la identificación de efectos, pues contempla en forma bastante completa los factores físicos, biológicos y socio-económicos involucrados, sobre todo si el equipo multidisciplinar que interviene en el estudio completa y adapta casuísticamente la relación de factores ambientales. En cada caso esta matriz requiere un ajuste al correspondiente proyecto y es preciso plantear bien los efectos de cada acción, sobre todo enfocando debidamente el aspecto objeto de estudio (Cantón, 2007).

Se utilizó la siguiente escala de categoría:

Tabla 2

Categoría de impacto

	Inapreciable
	No significativo
	Moderado
	Significativo negativo
	Significativo positivo
	No aplica

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Parámetros físico químicos: pH, turbidez, sólidos totales, alcalinidad, hierro, manganeso, color, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, aluminio; del efluente y afluente de la planta de tratamiento Soritor

Tabla 3

Primer análisis del afluente y efluente de la PTAP

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
Temperatura	°C	22,2	22,7
Sólidos totales	ppm	127	155
disueltos			
pH	Unidades pH	7,67	7,63
Turbidez	UNT	0,52	0,54
Color	UPC	80	5
Alcalinidad	ppm	74	38
Hierro	ppm	0,1	0,02
Nitrato	ppm	0,02	0,03
Manganeso	ppm	0,009	0
Fosfatos	ppm	9,8	20,3
Oxígeno disuelto	ppm	6,9	5,4
Aluminio	ppm	0,017	0,064

Se muestra el primer análisis realizado en el mes de octubre 2019, al afluente y efluente, de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) del distrito de Soritor.

Tabla 4*Segundo análisis del afluente y efluente de la PTAP*

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
Temperatura	°C	22,6	22,4
Sólidos totales disueltos	ppm	127	120
pH	Unidades pH	8,07	7,09
Turbidez	UNT	3,67	2,49
Color	UPC	70	0
Alcalinidad	ppm	55	44
Hierro	ppm	0,059	0
Nitrato	ppm	0,02	0
Manganeso	ppm	0,006	0
Fosfatos	ppm	14	0,76
Oxígeno disuelto	ppm	6,9	6,7
Aluminio	ppm	0	0

Durante el segundo análisis realizado en el mes de noviembre 2019, al afluente de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), se determinaron las siguientes concentraciones para los parámetros: color con 70 UPC, alcalinidad 55 mg/L, el hierro, manganeso y aluminio 0,59 mg/L ; 0,006 mg/L y 0,0 mg/L; los nitratos y fosfatos tuvieron valores más elevados con 0,02 mg/L y 14 mg/L. El segundo análisis del efluente, se determinaron las siguientes concentraciones para los parámetros: el color disminuyó hasta 0 UPC, la alcalinidad bajó por los coagulantes químicos utilizados en el procedimiento variando desde 55 mg/L hasta 44 mg/L, los nitratos y fosfatos tuvieron valores más bajos con 0,00 mg/L y 0,76 mg/L.

Tabla 5*Tercer análisis del afluente y efluente de la PTAP*

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
Temperatura	°C	22,4	23,5
Sólidos totales disueltos	ppm	116	111
pH	Unidades pH	7,63	7,59
Turbidez	UNT	25,82	27,95
Color	UPC	10	10
Alcalinidad	ppm	42	28
Hierro	ppm	0,002	0,001
Nitrato	ppm	0,02	0,03
Manganeso	ppm	0	0
Fosfatos	ppm	16,4	9,8
Oxígeno disuelto	ppm	5,9	4,1
Aluminio	ppm	0	0,03

El tercer análisis, fue realizado en el mes de diciembre 2019, al afluente de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), se determinaron las concentraciones de: pH 7,63, la turbidez se elevó con 25,82 UNT, color con 10 UPC, la alcalinidad 42 mg/L, el hierro, manganeso y aluminio 0,02 mg/L; 0,00 mg/L y 0,0 mg/L; los nitratos y fosfatos tuvieron valores más elevados con 0,02 mg/L y 16,4 mg/L.

Para el tercer análisis del efluente realizado en el mes de diciembre 2019, en donde se determinaron las concentraciones para los parámetros de: turbidez fue elevada para el día del análisis 27,95 UNT; el color 10 UPC, la alcalinidad bajó por los coagulantes químicos utilizados en el procedimiento desde 42 mg/L hasta 28 mg/L, los nitratos y fosfatos tuvieron valores más bajos con 0,003 mg/L y 9,8 mg/L, cabe mencionar que en el mes de diciembre 2019 comenzaron las lluvias.

Tabla 6*Cuarto análisis del afluente y efluente de la PTAP*

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
Temperatura	°C	22,6	22,7
Sólidos totales disueltos	ppm	114	115
pH	Unidades pH	7,65	7,1
Turbidez	UNT	57,72	51,04
Color	UPC	5	5
Alcalinidad	ppm	54	17
Hierro	ppm	0,001	0
Nitrato	ppm	0,02	0
Manganeso	ppm	0,003	0
Fosfatos	ppm	12,2	21,3
Oxígeno disuelto	ppm	6	5,4
Aluminio	ppm	0,032	0,075

El cuarto análisis fue realizado en el mes de enero 2020, al afluente de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), se determinaron las siguientes concentraciones para los parámetros: color con 5 UPC, en este último análisis se determinó la presencia de mayor turbidez y esto se debe a la presencia de lluvias al momento de realizar el análisis. Para el cuarto análisis del efluente realizado en el mes de enero, se determinaron las siguientes concentraciones para los parámetros de: temperatura del agua fue 22,7 °C realizado in situ el día del análisis, los sólidos totales 115 ppm, el pH 7,10, la turbidez fue elevada para el día del análisis 51,04 UNT es decir el tratamiento brindado en este tiempo no logró reducir la turbidez en un buen porcentaje; el color 5 UPC, la alcalinidad bajó por los coagulantes químicos utilizados en el procedimiento bajando desde 54 mg/L hasta 17 mg/L, el hierro, manganeso y aluminio 0,00 mg/L ; 0,00 mg/L y 0,075 mg/L, de estos metales analizados este día sí elevó su concentración el aluminio, como se esperaba, los nitratos y fosfatos con 0,00 mg/L y 21,3 mg/L en este caso se demuestra la presencia de fosfatos luego de la cloración y desinfección, este se asume estar relacionado a la poca limpieza del reservorio y tuberías, pues estos datos fueron tomados en el punto de salida de la planta de tratamiento de agua potable, cabe mencionar que en el mes de diciembre comenzaron las lluvias.

3.2. Sistema integrado afluente – efluente de la planta de tratamiento de agua Soritor

El sistema de agua para el consumo humano del distrito de Soritor está constituido por las siguientes estructuras:

Captación

Ubicado en la quebrada Urcuyacu, consiste de un barraje fijo de concreto sobre el cauce del río y una estructura de derivación hacia las líneas de aproximación de 160 mm y 200 mm las cuales son de PVC y Fierro Galvanizado respectivamente, que van hacia el desarenador. Además, cuenta con diversos gaviones tipo caja y colchón reno construido para la protección de los diferentes elementos de la captación.

Su estado de conservación es bueno y abastece con normalidad la demanda de la población.

Desarenador

Se ubica en la margen izquierda del río Urcuyacu, es una estructura de concreto armado que consta de dos cuerpos.

La estructura en mención se encuentra en óptimas condiciones de prestación del servicio.

La estructura posee un dispositivo que produce turbulencia y que por su cámara de desagüe elimina los sólidos, siendo sus características las siguientes:

Longitud 9,30 m, 1,89 m de fondo prom., de concreto armado $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, de ancho 2,75 m, con espesor de losa 0,15 m.

Esta estructura contiene un By pass de $\text{Ø } 4''$ que permite hacer circular el agua alimentando directamente a la línea de conducción cuando se ejecute la limpieza del desarenador.

Línea de conducción de agua cruda

Esta línea comprende seis tramos. Empieza en la captación y termina en la planta de tratamiento, pasando por el desarenador. Consta de:

1389,77 mL de Tubería PVC–SAP $\text{Ø } 160 \text{ mm C-5}$

1236,13 mL de Tubería PVC–SAP $\text{Ø } 160 \text{ mm C-7.5}$

5889,25 mL Tubería PVC–SAP Ø 250 mm C-5

7518,89 mL Tubería PVC–SAP Ø 315 mm C-15

17,25 mL Tubería FoGo Ø 200 mm

125 mL Tubería FoGo Ø 250 mm

Así mismo se tienen 38 cajas para válvulas, 19 válvulas de aire automática de 2” y 19 válvulas de purga de 4”

Planta de tratamiento

En la actualidad la planta de tratamiento consta de dos sub sistemas de tratamiento convencional: La primera tiene una capacidad de tratamiento actual de 22,2 litros por segundo y la segunda, recientemente construida, posee una capacidad de 76,6 litros por segundo.

Las estructuras de tratamiento y otras edificaciones con las que cuenta la planta de tratamiento de agua son:

1. Primer sistema de tratamiento para 22 litros por segundo, posee las siguientes estructuras:

Canal de mezcla rápida. De concreto armado y posee además un difusor de PVC para adicionar los insumos que favorecen el proceso de coagulación-floculación (Ver anexo 01: fotografía 01).

Floculador hidráulico horizontal –Consta de 3 zonas o cuerpos, en las cuales se están instaladas 44 unidades de planchas de fibrocemento de 0,70 x 1,20 x 0,06 m. (Ver anexo 01: fotografía 02).

Decantadores laminares. En esta estructura consta de dos zonas de decantación, una caja de ingreso y otra de salida (Ver anexo 01: fotografía 03).

Filtros rápidos de lavado mutuo. La estructura del filtro cuenta con 6 cámaras de filtro en las cuales van dos capas de material filtrante, grava seleccionada 2,03 m³, arena 8,10 m³. Posee 6 válvulas de compuerta de 8” x 8” y 06 válvulas de compuerta de 3” X3”. (Ver anexo 01: fotografía 04).

2. Segundo sistema tratamiento para 76,6 lps, posee las siguientes estructuras:

Canal de mezcla rápida. Estructura construida de concreto armado y posee además un difusor de PVC para adicionar los insumos para favorecer el proceso de coagulación-floculación (Ver anexo 01: fotografía 01).

Floculador hidráulico horizontal –Consta de 3 zonas o cuerpos, en las cuales están instaladas 57 unidades de planchas de fibrocemento de 0,70 x 1,20 x 0,06 m (Ver anexo 01: fotografía 02).

Decantadores laminares. En esta estructura consta de dos zonas de decantación, una caja de ingreso y otra de salida, las dimensiones del decantador son de 7,48 m x 10,50 m (Ver anexo 01: fotografía 03).

Filtros rápidos de lavado mutuo. La estructura del filtro cuenta con 6 cámaras de filtro en las cuales van dos capas de material filtrante, grava seleccionada 2,03 m³, arena 8,10 m³. Posee 6 válvulas de compuerta de 8" x 8" y 06 válvulas de compuerta de 3" X3". Tienen una sección de 10,50 m x 4,35 m (Ver anexo 01: fotografía 04).

3. Edificaciones.

- Caseta de Control.
- Casa del Guardián.
- Casa del Operador.
- Casa de Química y Laboratorio.
- Casa de Fuerza (Energía en Emergencia).
- Sala de Cloración.

A la fecha esta planta cuenta con la capacidad para el tratamiento de agua que demanda la población.

Almacenamiento de agua potable

El almacenamiento del agua tratada, se realiza en un reservorio de tipo apoyado y de forma cilíndrica con una capacidad de 1,000 m³ (Ver anexo 01: fotografía 04).

Ver anexo 03, diagrama de flujo.

En la siguiente tabla se realizó la medición de impacto del proceso de potabilización del agua en los parámetros:

Tabla 7

Determinación de impactos

Parámetro	Unidad	Entrada	Salida	Coagulación y Floculación	Disposición de lodos	Cambio de tuberías	Equipamiento y suministro
T	°C	22,45	22,825	Yellow		Green	Red
SDT	ppm	121	125,25	Red		Green	Blue
pH	pH	7,755	7,3525	Red	Red	Green	Cyan
Turbidez	UNT	21,9325	20,505	Yellow		Green	Blue
Color	UPC	41,25	5	Blue		Green	Blue
Alcalinidad	mg/L	56,25	31,75	Red		Green	Cyan
He	mg/L	0,0405	0,00525	Yellow		Green	Cyan
Nitrato	mg/L	0,02	0,015	Blue		Green	Cyan
Mn	mg/L	0,0045	0	Blue		Green	Cyan
Fosfatos	mg/L	13,1	13,04	Yellow		Green	Cyan
Oxígeno disuelto	mg/L	6,425	5,4	Red		Green	Cyan
Al	mg/L	0,01225	0,04225	Red		Green	Cyan

Se analizó el impacto que tiene el proceso de potabilización del agua y sus colaterales al proceso, como el realizar el suministro y la disposición de lodos que en estos se generan, de los cuales podemos diferenciar que la coagulación y floculación del agua influye de manera significativa negativa en los parámetros como: sólidos totales disueltos, pH, alcalinidad, el oxígeno disuelto y la presencia de Aluminio; un impacto positivo en el color, los nitratos y el manganeso; así mismo tiene un impacto moderado en los parámetros como turbidez, hierro y fosfatos.

Así mismo la disposición de lodos influye de manera significativa negativa en el pH tanto del agua superficial, subterránea y el suelo en el que se dispone.

El proceso del cambio de tuberías que se realiza previo y durante el proceso de potabilización de las aguas, tiene un impacto no significativo en la calidad del agua, en todo caso tiene una tendencia hacia una influencia positiva, porque evita impurezas dentro de las tuberías.

El equipo y suministro de materiales como el cloro y los coagulantes para la potabilización del agua, este tipo de actividad tiene un impacto significativo negativo para la temperatura, por el proceso de inserción del cloro dentro del agua, de manera positiva influye en los sólidos, la turbidez y el color, los otros parámetros tienen un carácter inapreciable.

3.3. Parámetros físico químicos con los valores límites establecidos por la legislación peruana e internacional vigente

En la figura se pueden observar los datos obtenidos para el primer análisis del efluente de la planta de tratamiento de agua potable, las que se comparan con los valores del LMP para agua de consumo humano:

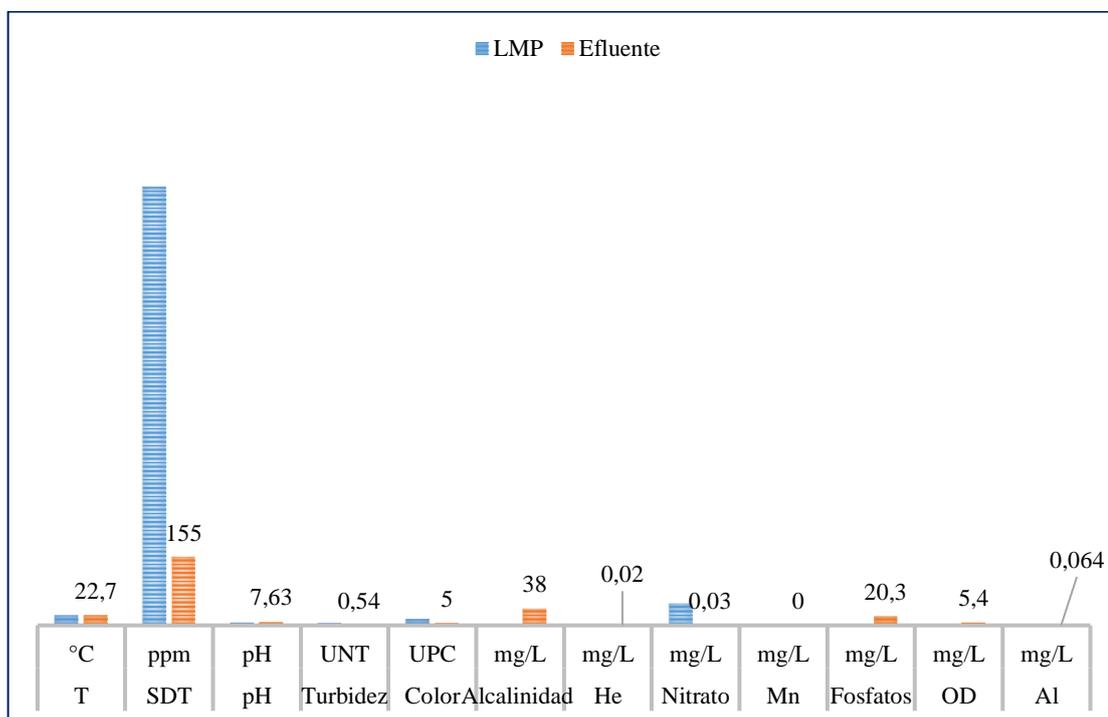


Figura 6. Comparación del primer análisis del efluente con LMP

Realizando la evaluación de los resultados de los parámetros físicos químicos del efluente se pudo determinar que todos los parámetros evaluados se encuentran dentro de lo permitido de acuerdo con los Límites Máximos Permisibles.

A diferencia de los fosfatos presentes en el agua fueron de 20,3 mg/L, un valor que se considera algo elevado pero que en el reglamento nacional de edificaciones no se determina valor máximo.

En la figura 7, se pueden observar los datos obtenidos para el segundo análisis del efluente de la planta de tratamiento de agua potable, la misma que al costado tienen los valores del LMP para agua de consumo humano:

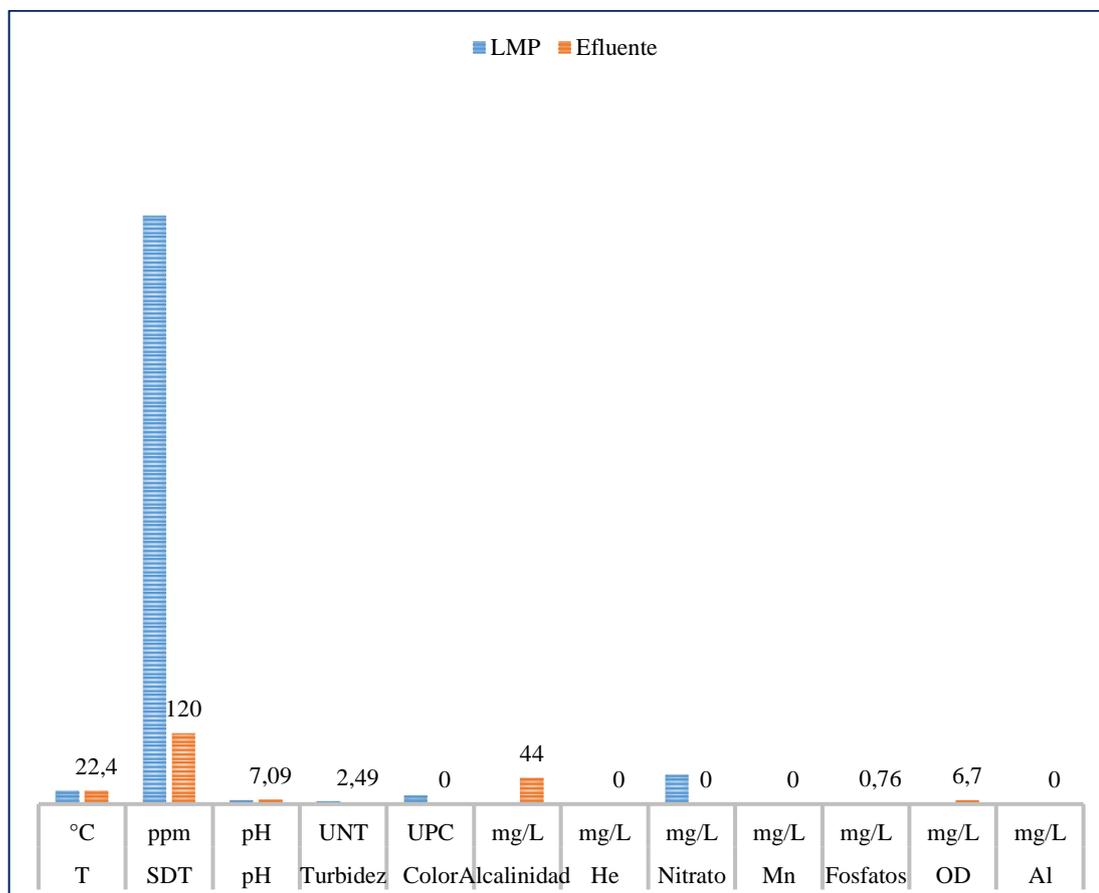


Figura 7. Comparación del segundo análisis del efluente con LMP

Realizando la evaluación de los resultados de los parámetros físicos químicos del efluente se pudo determinar que los parámetros evaluados como los sólidos totales, pH, turbidez, hierro, nitratos, manganeso, oxígeno disuelto y el aluminio se encuentran dentro del rango de los parámetros de lo permitido de acuerdo con los Límites Máximos Permisibles. Según los límites máximos permisibles no existe un rango o valor máximo determinado para la alcalinidad del agua, se utilizó para estudiarlo y se registró 44 mg/L. La cantidad de fosfatos presentes en el agua fueron de 0,76 mg/L, un valor que se considera algo elevado pero que en el reglamento nacional de edificaciones no se determina valor máximo.

En la figura 8, se pueden observar los datos obtenidos para el tercer análisis del efluente de la planta de tratamiento de agua potable, la misma que al costado tienen los valores del LMP para agua de consumo humano:

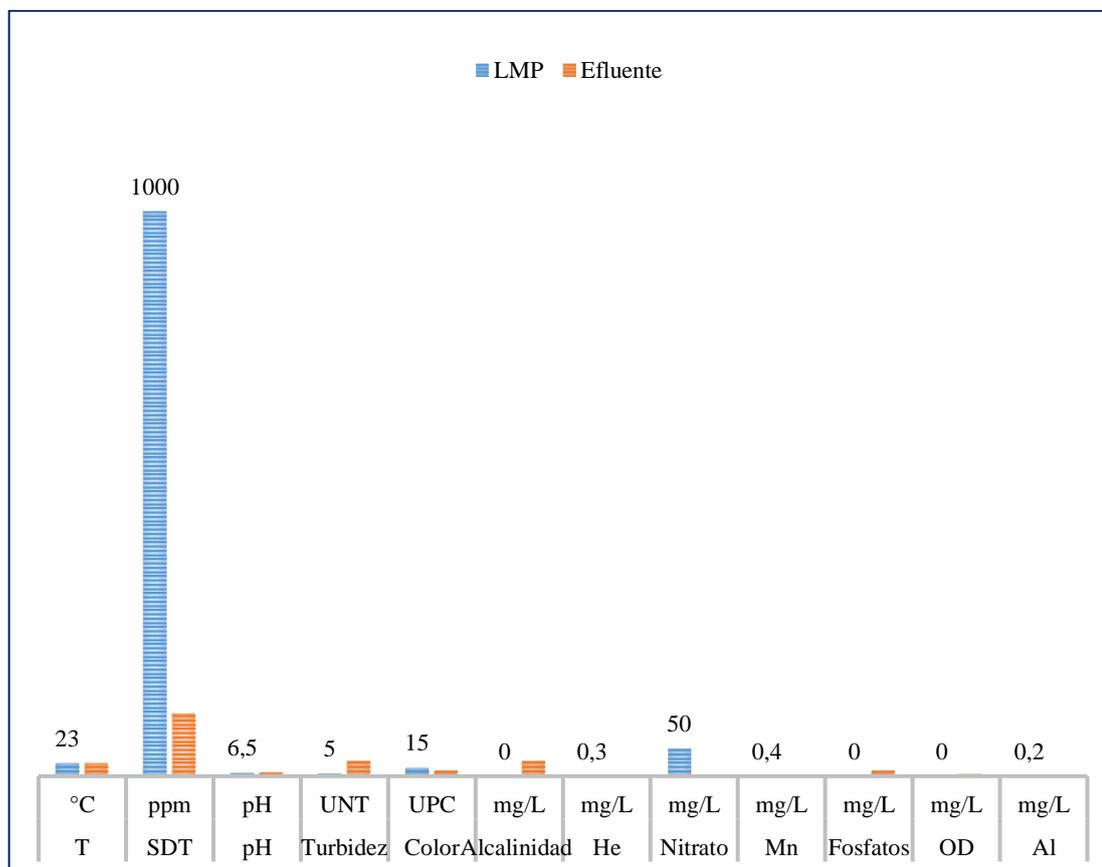


Figura 8. Comparación del tercer análisis del efluente con LMP

Se observa que según el reglamento la turbidez debe ser máximo 5 UNT, y el valor determinado en este análisis fue 27,95 UNT es decir un rango no aceptable y e inadecuado para consumo humano, según los límites máximos permisibles no existe un rango o valor máximo determinado para la alcalinidad del agua, se utilizó para estudiarlo y se encontró 28 mg/L, para los fosfatos la cantidad presente en el agua fueron de 9,8 mg/L, un valor que se considera algo elevado pero que en el reglamento nacional de edificaciones no se determina valor máximo.

En la figura se pueden observar los datos obtenidos para el cuarto análisis (01 Marzo 2020), del efluente de la planta de tratamiento de agua potable, la misma que al costado tienen los valores del LMP para agua de consumo humano:

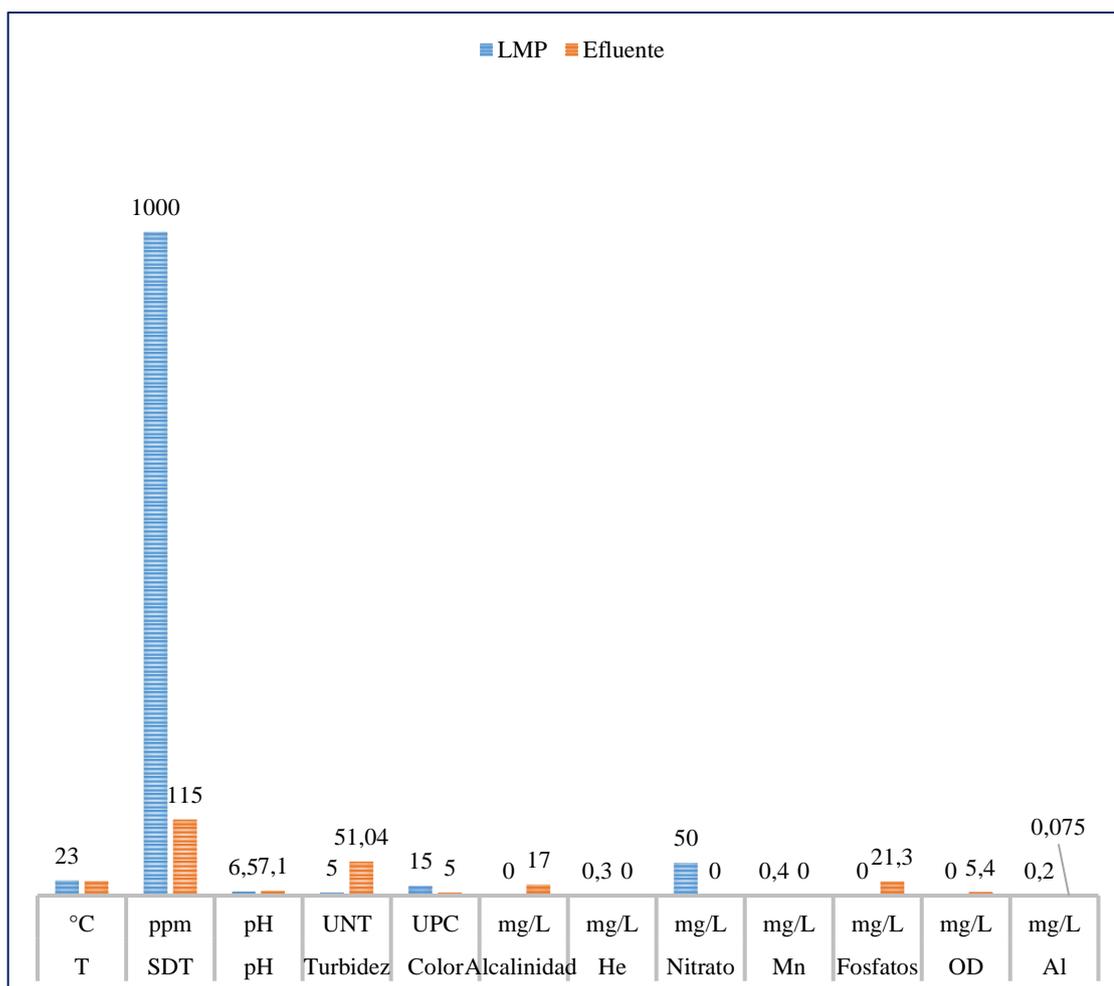


Figura 9. Comparación del cuarto análisis del efluente con LMP

Se observa que la turbidez, para consumo humano debe ser máximo 5 UNT, y el valor determinado en este análisis fue 51,04 UNT es decir un rango no aceptable e inadecuado para consumo humano, según los límites máximos permisibles, no existe un rango o valor máximo determinado para la alcalinidad del agua, la cual se determinó 17 mg/L. Para los fosfatos la cantidad presente, fueron de 21,3 mg/L, un valor que se considera algo elevado pero que en el reglamento nacional de edificaciones no se determina valor máximo.

Se determinaron los valores promedios en los parámetros que se analizaron durante los cuatro meses de muestreos, y el comportamiento se describe en la siguiente figura:

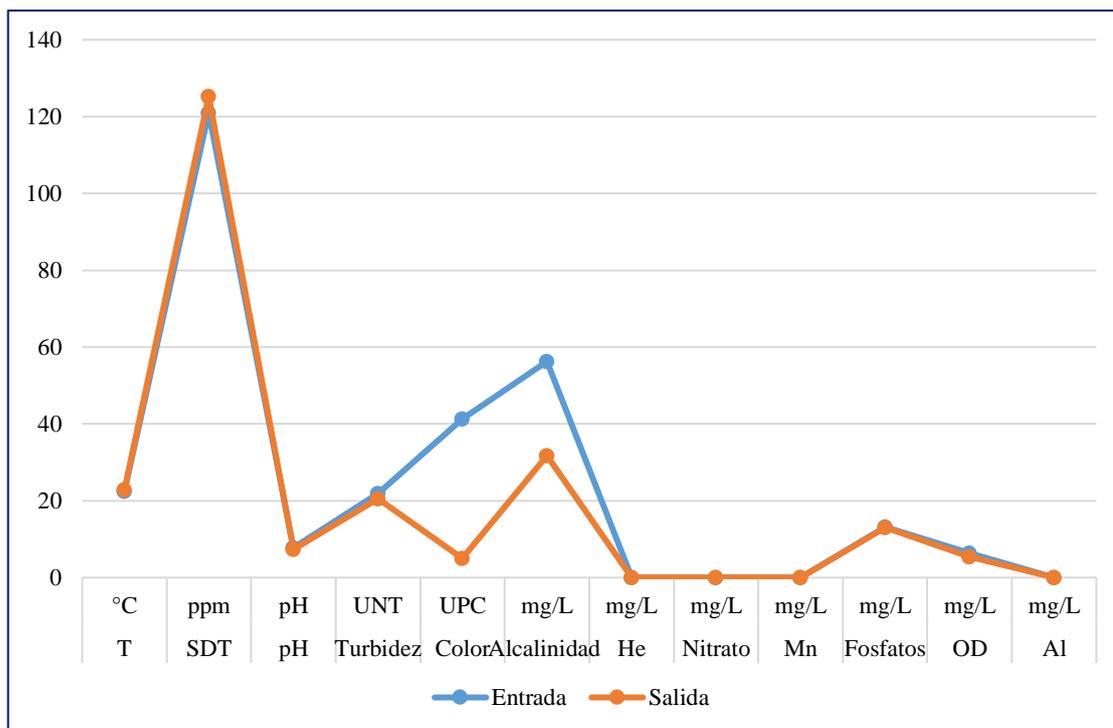


Figura 10. Comportamiento promedio del afluente y efluente

En la figura 10, se visualiza el comportamiento de los parámetros analizados a la entrada y salida del agua después del tratamiento realizado en la PTAP- Soritor, en la que se puede observar que la temperatura, los fosfatos y el aluminio, no varían significativamente sus valores antes del ingreso a la PTAP, los sólidos totales mostraron una ligera disminución de su valor inicial, al igual que el oxígeno disuelto y la turbidez del agua; el color como la alcalinidad del agua muestran una disminución grande comparando los valores a la entrada con los de la salida.

3.4. Discusión de resultados

Idrovo (2010), En su investigación realizada el cual encontró una turbiedad de 5,47 NTU, presentando como máximo un valor de 13,2 NTU; en cambio en nuestra investigación se encontró como máximo valor 51,04. En cuanto a sus resultados encontró que el agua cruda se obtuvo valores constantes con escasa diferencia en todos los muestreos manteniéndose en un valor promedio; en cambio en la investigación se encontraron grandes diferencias para parámetros como la alcalinidad y el color.

Coordinando con Mendoza (2018), concluye en la ausencia de vigilancia de las aguas superficiales y la falta de coordinación con instancias institucionales superiores para

revertir los altos niveles de arsénico en el río Caracha, lo que se presenta en la tesis de investigación actual es que las cantidades de ciertos metales pesados no están adecuadamente vigilados, y aunque en la mayoría de análisis estos no superan, este podría provocar una gran diferencia si este comienza a dispararse por cuestiones de limpieza en las tuberías y otros equipos.

En los resultados mostrados por Sotil y Flores (2016), indica que todos los parámetros, se encuentran dentro de LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos según: la temperatura, TDS 9.36 mg/L, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad total, los metales pesados; en la presente investigación también se encontraron acorde a las leyes peruanas.

En todo momento se presencia la reducción de la alcalinidad del agua, puesto que este funciona como un amortiguador hacia los ácidos que se inyectan al agua para tratar, en los procesos de coagulación y floculación, este nos proporciona que la presencia de estos no logrará bajar el pH y tratará de conservar el grado neutro del agua para consumo humano.

Se tomó en cuenta que Cava y Ramos (2016), en esta investigación para el análisis de agua se tomaron diez puntos de muestreo en diferentes sitios de la localidad obteniéndose como resultado que los parámetros que están dentro de los límites para consumo humano son: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los siguientes parámetros que sobrepasan los límites son: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes; cambio en la investigación se observaron que los parámetros más elevados fueron la turbidez y los fosfatos, aunque se haya encontrado presencia de metales pesados.

CONCLUSIONES

La concentración de los parámetros físicos y químicos analizados, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de agua para consumo humano, el único valor que supera y no cumple con lo establecido es la turbidez del agua en épocas lluviosas. Parámetros Físicos: la temperatura; se determinó un valor promedio de 22,8 °C, que representa la temperatura normal de un clima cálido, húmedo y lluvioso. Sólidos totales disueltos, se determinó 125,25 mg/L de valor promedio, indicando la presencia de compuestos y/o sustancias iónicas en suspensión. Turbidez, 20,505 UNT. Color, presenta un valor promedio de 5 UPC. Parámetros Químicos: El pH; el valor promedio es de 7,35, ligeramente alcalina. Oxígeno disuelto; el valor promedio obtenido es de 5,4 mg/L. La alcalinidad, presenta un valor promedio de 31,75 ppm; indicando la presencia de carbonatos y bicarbonatos. El hierro presenta un valor promedio de 0,0105 ppm. El manganeso, no registra valor. Los nitratos registran un valor promedio de 0,045. Los fosfatos presentan un valor promedio, de 13,04 ppm.

Es eficiente el tratamiento meses de octubre y noviembre, pero en los meses de avenida no se logra reducir la cantidad de fosfatos y turbidez del agua, además de presentarse un aumento en la cantidad de metales (aluminio y hierro).

El sistema integrado utilizado en la planta de tratamiento consta de dos Planta de Tratamiento de Agua Potable, de diferentes capacidades 22,2 lps y 76,6 lps; los cuales presentan un canal Parshal donde se realiza la mezcla rápida, floculador, coagulador, decantador, filtros rápidos y cloración.

RECOMENDACIONES

El trabajo de investigación, recomienda cuidar de sus aguas y a controlar posibles contaminaciones, sean ellas antrópicas o naturales; para beneficio de las poblaciones actuales y venideras.

Sugerimos realizar campañas de sensibilización a la población asentadas en las riberas de la quebrada Urcuyacu, sobre todo, a los estudiantes de los diferentes niveles educativos, para que tomen conciencia del cuidado de los cuerpos de agua, minimizando con ello, los efectos de la contaminación ambiental, por acciones antrópicas.

Se recomienda a la entidad prestadora de servicios de agua, hacer análisis periódicos de control, pues los parámetros se desestabilizan al utilizar las mismas proporciones en diferentes épocas del año en especial en épocas lluviosas

A la Municipalidad de Soritor, se recomienda mejorar sus técnicas de limpieza y su periodicidad del lavado de floculadores y del reservorio.

Mejorar los insumos utilizados en la planta de tratamiento de agua potable, ubicando un operar oficial de planta, pues se presencia la falta de pruebas para mejorar la calidad del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIAGA E.D. Evaluación de la influencia de los procesos naturales y las actividades humanas en la calidad del agua del río paria, distrito de Independencia -Huaraz - 2013-2014. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash. Perú. 2014

AGUASISTEC. Planta de Tratamiento de Agua Potable – PTAP. Recuperado de: <http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>2019

ANA -Autoridad Nacional del Agua. Metodologías para la determinación de caudales ecológicos. Resolución jefatural N° 068 – 2016. Lima. Perú. 2016

ANA -Autoridad Nacional del Agua. Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Resolución jefatural N° 010 – 2016. Lima. Perú. 2016

ASPAJO D. Determinación de la calidad del agua para uso doméstico de la quebrada Rumiyacu, en el área de conservación municipal Rumiyacu-Mishquiyacu. Moyobamba, San Martín-2011 (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de San Martín. Perú. 2012

AZNAR A. Determinación de los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua. Gestión Ambiental.;2(23):12-9. Perú. 2000

BARRENECHEA A. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. En: Tratamiento de agua para consumo humano. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; p. 1-56. 2004

CANTON S. Metodologías Valoración Impacto Ambiental. Inerco. 1° edición. España. 2007. Recuperado de: https://www.grupo-epm.com/site/Portals/22/Docs/documentos_de_interes/ptar_bello/hta-a-rp-01-10-c05-r1.pdf?ver=2015-06-16-124545-963

CARBOTECNIA ¿A qué le llamamos metales pesados en el agua? Recuperado de: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/metales-pesados/>

CAVA T. Y RAMOS F.R. Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Pedro Ruiz Gallo. Perú. 2016

CEPIS/OPS. “Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: Teoría Tomo I”. Lima. Perú. 2004

CHULLUNCUY N.C. Tratamiento de agua para consumo Humano. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Ingeniería Industrial N°29 pp. 153-170. Recuperado de: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/2011

COPA S.B. Y ROQUE K. R. Caracterización hidroquímica e hidrodinámica del manantial de la quebrada de Huayunca y su potabilización en el distrito de Uñon provincia de Castilla (Tesis de pre grado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Perú. 2016

CORAL B.E. Evaluación de la influencia de los procesos naturales y las actividades humanas en la calidad del agua del río paria, distrito de Independencia –Huaraz. (Tesis para obtener el grado de magister con mención ambiental). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Moyolo. Perú. 2014

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A. Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico en agroquímicos en Apurímac y Cuzco. OMS/OPS. Apurímac. Perú. 2012

FABULA O. Impacto ambiental de la potabilización del agua. Honduras. Recuperado de: <https://www.monografias.com/docs/Impacto-ambiental-de-la-potabilizaci2019>

FAO. Identificación y Valoración De Impactos. Chile. 2020. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/v9727s/v9727s0a.htm>

GAMBOA N.D. Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú. (Tesis para el grado de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. 2018

IDROVO C. Optimización de la planta de tratamiento de Uchupucun. (Tesis de pre grado). Universidad de Cuenca. Ecuador. 2015

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). (2013). Good practice handbook: Cumulative impact assessment and management—Guidance for the private sector in emerging markets. Recuperado de: <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/>

LILLO, J. Técnicas Hidrogeoquímicas. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos. España. 2000

MERMA A.Y VARA K.K. Simulación de un proceso de desinfección eficiente de agua a potabilizar, mediante ozono, respetando el medio ambiente (Tesis de pre grado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Perú. 2015

MENDOZA M.A. Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú. (Tesis para obtener el grado de magister). Universidad Pontificia del Perú. 2018

MDS- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR. Características generales del distrito de Soritor. Planeamiento territorial. Perú. 2018

OMS -Organización Mundial de la Salud. “Guías para la calidad del agua potable, Volumen 1”. Génova. Suiza. 2006

OTASS -Organismo Técnico de la Administración de los Servicios De Saneamiento .Entidades prestadoras de los servicios de Saneamiento. Recuperado de: <http://www.otass.gob.pe/eps.html>2019

SORITOR.COM Distrito de Soritor – Moyobamba – Perú. Recuperado de: <http://www.soritor.com/recursos-naturales/el-agua/index.html>2013

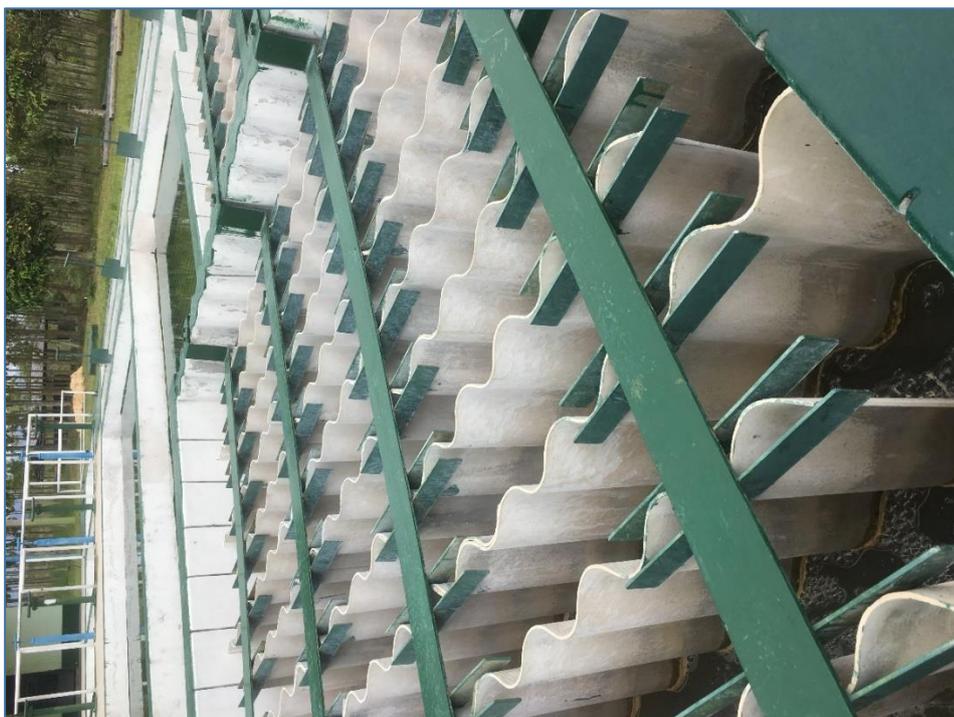
SOTIL L.A. Y FLORES H.I. Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del Río Mazán – Loreto (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Perú. 2016.

USAID-United States Agency for International Development. Technical Review Guidelines: Energy Generation and Transmission. Vol 1, pt 2. P. 29-52. 2008. Recuperado de:<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/energyvol1.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Panel fotográfico

Fotografía 1. canal de mezcla rápida



Fotografía 2. Floculador: láminas de fibrocemento



Fotografía 3. Decantadores



Fotografía 4. Filtros rápidos



Fotografía 5. Sala de cloración



Fotografía 6. Reservorio

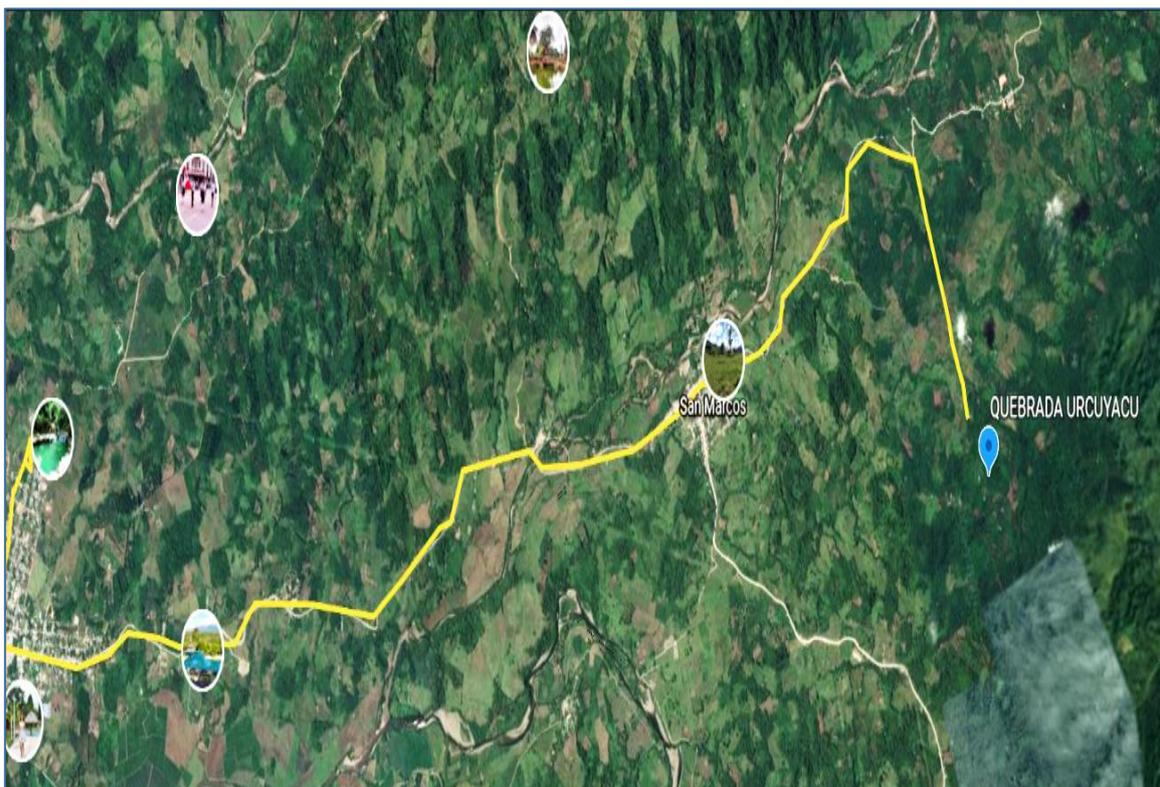


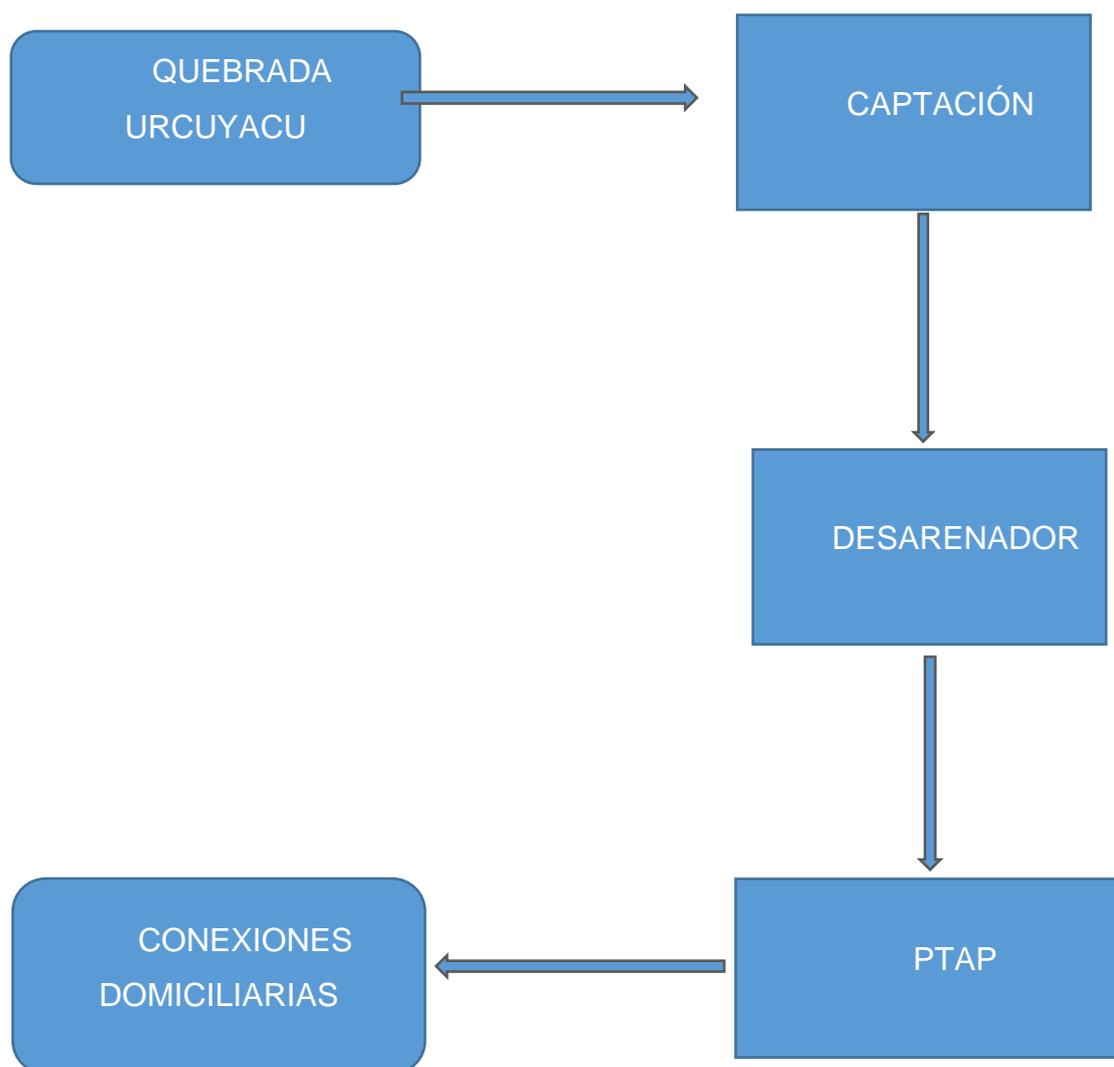
Fotografía 7. Planta de Tratamiento de Agua Potable del Distrito de Soritor.



Fotografía 8. Analisis de muestras en laboratorio

Recorrido para llegar a la captación de la quebrada urcuyacu



Anexo 3: Diagrama de flujo

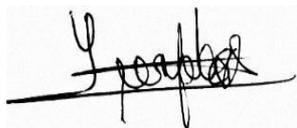
Anexo 4: Reporte de Resultados

REPORTE DE ANÁLISIS N° 01

Fecha: 21 de enero del 2020

Lugar: PTAP – SORITOR y FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
PTAP – SORITOR			
Temperatura	°C	22,2	22,7
pH	pH	7,67	7,63
Turbidez	UNT	0,52	0,54
FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T			
Oxígeno disuelto	mg/L	6,9	5,4
Sólidos totales disueltos	ppm	127	155
Color	UPC	80	5
Alcalinidad	mg/L	74	38
Hierro	mg/L	0,1	0,02
Nitrato	mg/L	0,02	0,03
Manganeso	mg/L	0,009	0
Fosfatos	mg/L	9,8	20,3
Aluminio	mg/L	0,017	0,064



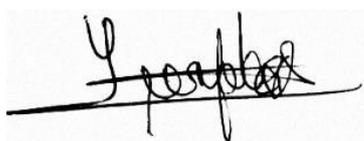
Ing Yrwin F. Azabache Liza
Asesor

REPORTE DE ANALISIS N° 02

Fecha: 31 de enero del 2020

Lugar: PTAP – SORITOR y FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
PTAP – SORITOR			
Temperatura	°C	22,6	22,4
pH	pH	8,07	7,09
Turbidez	UNT	3,67	2,49
FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T			
Oxígeno disuelto	mg/L	6,9	6,7
Sólidos totales disueltos	ppm	127	120
Color	UPC	70	0
Alcalinidad	mg/L	55	44
Hierro	mg/L	0,059	0
Nitrato	mg/L	0,02	0
Manganeso	mg/L	0,006	0
Fosfatos	mg/L	14	0,76
Aluminio	mg/L	0	0



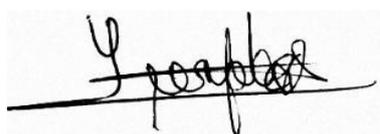
Ing Yrwin F. Azabache Liza
Asesor

REPORTE DE ANALISIS N° 03

Fecha: 15 de febrero del 2020

Lugar: PTAP – SORITOR y FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
PTAP – SORITOR			
Temperatura	°C	22,4	23,5
pH	pH	7,63	7,59
Turbidez	UNT	25,82	27,95
FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T			
Oxígeno disuelto	mg/L	5,9	4,1
Sólidos totales disueltos	ppm	116	111
Color	UPC	10	10
Alcalinidad	mg/L	42	28
Hierro	mg/L	0,002	0,001
Nitrato	mg/L	0,02	0,03
Manganeso	mg/L	0	0
Fosfatos	mg/L	16,4	9,8
Aluminio	mg/L	0	0,03



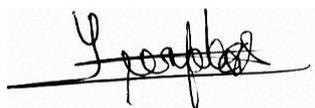
Ing Yrwin F. Azabache Liza
Asesor

REPORTE DE ANALISIS N° 04

Fecha: 01 marzo del 2020

Lugar: PTAP – SORITOR y FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente
PTAP – SORITOR			
Temperatura	°C	22,6	22,7
pH	pH	7,65	7,1
Turbidez	UNT	57,72	51,04
FACULTAD DE ECOLOGIA UNSM-T			
Oxígeno disuelto	mg/L	6	5,4
Sólidos totales disueltos	ppm	114	115
Color	UPC	5	5
Alcalinidad	mg/L	54	17
Hierro	mg/L	0,001	0
Nitrato	mg/L	0,02	0
Manganeso	mg/L	0,003	0
Fosfatos	mg/L	12,2	21,3
Aluminio	mg/L	0,032	0,075



Ing Yrwin F. Azabache Liza
Asesor

Anexo 5: Documentos de trámites



"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

Moyobamba, 16 de diciembre del 2019

OFICIO N° 340-2019-UNSM-T/FE-MOY

Señor.
SEGUNDO WILSON ORTIZ CHÁVEZ
 Alcalde de la Municipalidad Distrital de Soritor
 Presente.-

CARGO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SORITOR

MESA DE PARTES
RECIBIDO

24 DIC. 2019

EXP. N° 33080 FOLIO: 03
 HORA: 12:38 pm FIRMA: *[Firma]*

Asunto: Presentación de tesista

Ref: CARTA N° 001-2019/JNR

Grato es dirigirme a usted para saludarle cordialmente, en nombre de la Comunidad Universitaria de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – Filial Moyobamba, al mismo tiempo presento a la tesista Bach. Fanny Vásquez Jara, quién viene ejecutando su tesis titulado "Impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu – Soritor"; por lo que solicito a su despacho el apoyo para para que la tesista ingrese a la Planta de Tratamiento del agua de Soritor a cargo del Ing. Hamlet Gonzales.

Para cualquier coordinación, comunicarse con el Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza (asesor), al celular N° 958425398.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
 Facultad de Ecología

[Firma]
 Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
 Decano

C.c.
 Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SIERRA LEÓN
 FACULTAD DE ECOLOGÍA
 Fecha: 14.01.2020 Hora: 08:51
 Doc. N°: 0156 Firma: [Signature]

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Moyobamba, 14 de Enero del 2020

CARTA N° 001-2020-FVJ

Señor:
 Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA.
 Decano de la Facultad de Ecología
 Presente.-

ASUNTO: Solicitud ingreso y equipos del laboratorio de ingeniería sanitaria/
 laboratorio de biología-química, para la evaluación de las muestras de
 investigación.

Tengo a bien dirigirme a usted, a la vez indicar que estoy desarrollando Proyecto de
 Investigación para la obtención de Título Profesional, titulado: "Impacto del proceso
 de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos específicos de
 las aguas de la quebrada Urcuyacu".

Por tal motivo, Solicito se me otorgue el permiso de ingreso a los ambientes del
 laboratorio de ingeniería sanitaria para realizar análisis con equipo: Colorímetro DR
 900, pHmetro, turbímetro. También necesito usar la incubadora del laboratorio de
 biología-química.

Los análisis a realizar son: pH, turbidez, sólidos totales, alcalinidad, hierro,
 manganeso, color, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, aluminio.
 El permiso solicitado es para el día 21 de Enero 2020; 4 pm.

Atte.

[Signature]
 Bach. Fanny Vásquez Jara
 DNI:
 47261391

V3PO
 [Signature]
 Dr. Ysmael Acevedo L.
 Asesor.

978 754 337

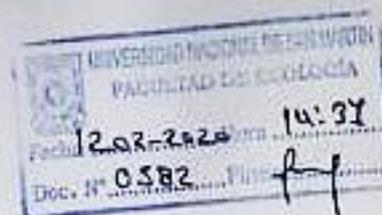
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SIERRA LEÓN
 FACULTAD DE ECOLOGÍA
 13.01.2020 08:51
 Encargada de Laboratorio
 de Ingeniería Sanitaria, por
 su atención
 [Signature]

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Moyobamba, 12 de Febrero del 2020

CARTA N° 002-2020-FVJ

Señor:
Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA.
Decano de la Facultad de Ecología
Presente.-



ASUNTO: Solicita ingreso y equipos del laboratorio de ingeniería sanitaria/ laboratorio de biología-química, para la evaluación de las muestras de investigación.

Tengo a bien dirigirme a usted, a la vez indicar que estoy desarrollando Proyecto de Investigación para la obtención de Título Profesional, titulado: "Impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químicos específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu".

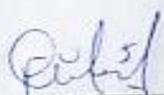
Por tal motivo, Solicito se me otorgue el permiso de ingreso a los ambientes del laboratorio de ingeniería sanitaria para realizar análisis con equipo: Colorímetro DR 900, pH metro, tubímetro. También necesito usar la incubadora del laboratorio de biología-química.

Los análisis a realizar son: pH, turbidez, sólidos totales, alcalinidad, hierro, manganeso, color, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, aluminio.
El permiso solicitado es para el día 15 de febrero 2020.

Por lo que solicito a usted señor decano debido al factor económico limitado para el alquiler o comprar y debido a que no existe empresa o persona en la zona que cuente con este equipo, pido me autorice la solicitud y de esta manera poder realizar la toma de muestra y por ende el desarrollo de mi proyecto de investigación en el periodo aprobado por el consejo de facultad.

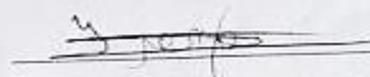
El tesista y el asesor nos comprometemos bajo responsabilidad la reparación en caso de pérdida, desperfecto y otros daños que puedan ser ocasionados durante el uso del equipo solicitado.
Esperando que la presente tenga la atención debida me despido de usted mi saludo y agradecimiento anticipado.

Atentamente,



Bach. Fanny Vázquez Jara
Código/105238

DNI:47261391
Egresada de la UNSM-T/FE/ING
SANITARIA



Ing.M.Sc. Irwin Azabache Liza
Docente de la Facultad de Ecología y Asesor
de tesista

Moyobamba 12 de Febrero del 2020