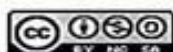




Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de
tratamiento de aguas residuales de Jepelacio, 2019**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Julio Cesar Arbaiza Rojas

ASESOR:

Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz

Código N° 6056419

Moyobamba - Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de
tratamiento de aguas residuales de Jepelacio, 2019**

AUTOR:

Julio Cesar Arbaiza Rojas

Sustentada y aprobada el 11 de marzo del 2021, por los siguientes jurados:

.....
Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera

Presidente

.....
Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález

Secretario

.....
Lic. M.Sc. Roydichan Olano Arévalo

Miembro

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

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Julio Cesar Arbaiza Rojas, con DNI N° 72654642, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio, 2019.**

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.

Moyobamba, 11 de marzo del 2021.



Bach. Julio Cesar Arbaiza Rojas

DNI N° 72654642

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:	ARBAIZA TOJAS JULIO CESAR			
Código de alumno :	72654642	Teléfono:	931416404	
Correo electrónico :	arbaiza2301@gmail.com		DNI:	72654642

(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 :	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE JEPELCO, 2019
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 12º 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 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.

24 / 05 / 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.
Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruíz
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

Dedico esta tesis a DIOS, quien inspiró mi espíritu para la conclusión de esta tesis. A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mis hermanos que me dieron la motivación para poder alcanzar mis metas. A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

Julio Cesar

Agradecimiento

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi madre y mi padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Ojalá algún día yo me convierta en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

En el camino encuentras personas que iluminan tu vida, por eso agradezco a Geraldine Vilcaque con su apoyo incondicional me ayudó alcanzar de mejor manera mis metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional de San Martín, a toda la Facultad de Ecología, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Índice

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
 Introducción.....	 1
 CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	 3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.1.1. Antecedentes internacionales	3
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	4
1.1.3. Antecedentes regionales	4
1.1.4. Antecedentes locales.....	6
1.2. Marco teórico.....	7
1.3. Definición de términos básicos.....	16
 CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	 18
2.1. Material.....	18
2.2. Métodos	19
 CAPÍTULO III RESULTADOS.....	 23
3.1. Caracterización de parámetros de las aguas residuales.....	23
3.2. Comparación de caracterización de parámetros con límites máximos permisibles.	29
3.3. Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR.....	34
3.4. Discusión de resultados	42
 CONCLUSIONES.....	 44
 RECOMENDACIONES.....	 45
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 46
 ANEXOS	 50

Anexo 1: Ubicación de los puntos de monitoreo.....	51
Anexo 2: Comparación de caracterización de parámetros con límites máximos permisibles.....	52
Anexo 3: Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR.....	56
Anexo 4: Ficha de toma de muestras	62
Anexo 5: Plano de componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	63
Anexo 6: Registro fotográfico.....	64
Anexo 7: Informes de ensayo muestras de agua residual	67

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Puntos de monitoreo.....	20
Tabla 2. Parámetros de muestreo	20
Tabla 3. Valores de límites máximos permisibles.....	21
Tabla 4. Caracterización del afluyente en el mes de noviembre	23
Tabla 5. Caracterización del afluyente en el mes de diciembre	24
Tabla 6. Caracterización del afluyente en el mes de enero	24
Tabla 7. Caracterización del afluyente en el mes de febrero	25
Tabla 8. Caracterización del efluente en el mes de noviembre	26
Tabla 9. Caracterización del efluente en el mes de diciembre	26
Tabla 10. Caracterización del efluente en el mes de enero	27
Tabla 11. Caracterización del efluente en el mes de febrero.....	28
Tabla 12. Comparación de concentraciones promedios de aceites y grasas	52
Tabla 13. Comparación de concentraciones promedios de coliformes termotolerantes	52
Tabla 14. Comparación de concentraciones promedios demanda bioquímica de oxígeno..	53
Tabla 15. Comparación de concentraciones promedios de demanda química de oxígeno..	53
Tabla 16. Comparación de concentraciones promedios de pH	54
Tabla 17. Comparación de concentraciones promedios de sólidos totales en suspensión...	54
Tabla 18. Comparación de concentraciones promedios de temperatura	55
Tabla 19. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de noviembre	56
Tabla 20. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de diciembre	56
Tabla 21. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de enero	57
Tabla 22. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de febrero.....	57
Tabla 23. Eficiencia de remoción mensuales de aceites y grasas.....	58
Tabla 24. Eficiencia de remoción mensuales de coliformes termotolerantes	58
Tabla 25. Eficiencia de remoción mensuales de demanda bioquímica de oxígeno.....	59
Tabla 26. Eficiencia de remoción mensuales de demanda química de oxígeno	59
Tabla 27. Eficiencia de remoción mensuales de pH.....	60
Tabla 28. Eficiencia de remoción mensuales de sólidos totales en suspensión	60
Tabla 29. Eficiencia de remoción mensuales de temperatura.....	61
Tabla 30. Eficiencia de remoción total de parámetros.....	61

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Comparación de concentraciones promedios mensuales de aceites y grasas	29
Figura 2. Comparación de concentraciones promedios de coliformes termotolerantes.....	30
Figura 3. Comparación de concentraciones promedios demanda bioquímica de oxígeno ..	30
Figura 4. Comparación de concentraciones promedios de demanda química de oxígeno...	31
Figura 5. Comparación de concentraciones promedios de pH.....	32
Figura 6. Comparación de concentraciones promedios de sólidos totales en suspensión ...	32
Figura 7. Comparación de concentraciones promedios de temperatura.....	33
Figura 8. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de noviembre.....	34
Figura 9. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de diciembre.....	34
Figura 10. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de enero	35
Figura 11. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de febrero	36
Figura 12. Eficiencia de remoción mensuales de aceites y grasas	37
Figura 13. Eficiencia de remoción mensuales de coliformes termotolerantes	37
Figura 14. Eficiencia de remoción mensuales de demanda bioquímica de oxígeno.....	38
Figura 15. Eficiencia de remoción mensuales de demanda química de oxígeno	39
Figura 16. Eficiencia de remoción mensuales de pH.....	39
Figura 17. Eficiencia de remoción mensuales de sólidos totales en suspensión.....	40
Figura 18. Eficiencia de remoción mensuales de temperatura.....	41
Figura 19. Eficiencia de remoción total de parámetros.....	41

Resumen

La investigación se desarrolló en el distrito de Jepelacio teniendo como área de estudio a la planta de tratamiento de aguas residuales ubicado en el distrito del mismo nombre en el cual se realizó el monitoreo de siete parámetros de las aguas residuales en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, contemplándose como objetivo principal de la presente investigación “Determinar la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio”. Se realizó la toma de 8 muestras durante 4 meses (noviembre, diciembre, enero y febrero), teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el D.S. N° 003-2010-MINAN, para la determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR se desarrolló mediante una fórmula para el cual se tuvo en cuenta la sumatoria de cargas que ingresan y que salen de la planta. De los resultados obtenidos en laboratorio se tiene que ninguno de los siete parámetros excede los LMP en efluente siendo lo contrario en el afluente. se concluye que el mayor porcentaje de remociones de coliformes termotolerantes (99,9 %), seguido de aceites y grasas (90,5 %) siendo los parámetros de menor porcentaje de remoción el pH (3,9%) y la temperatura (1,7%), de todo ello se obtiene que la eficiencia de remoción de contaminantes es significativa debido a que el 100% de parámetros evaluados son removidos al salir de la planta de tratamientos de aguas residuales.

Palabras clave: Eficiencia, remoción, agua residual, límites máximos permisibles.

Abstract

The research was carried out in the district of Jepelacio, with the wastewater treatment plant located in the district of the same name as the study area, where seven wastewater parameters were monitored during the months of November, December, January and February. The main objective of this research is to: "Determine the pollutant removal efficiency of the Jepelacio wastewater treatment plant". Eight samples were taken during four months (November, December, January and February), taking into account the parameters established by D.S. N° 003-2010-MINAM, to determine the efficiency of pollutant removal at the WWTP, using a formula that took into account the sum of loads entering and leaving the plant. From the results obtained in the laboratory, none of the seven parameters exceeded the MPL in the effluent, the opposite being true for the influent. It is concluded that the highest percentage of removal is of thermotolerant coliforms (99.9 %), followed by oils and fats (90.5 %), the parameters with the lowest percentage of removal being pH (3.9 %) and temperature (1.7 %), from all this it is obtained that the efficiency of pollutant removal is significant because 100% of the evaluated parameters are removed when leaving the wastewater treatment plant.

Key words: Efficiency, removal, wastewater, maximum allowable limits.



Introducción

Una planta de tratamiento de aguas residuales tiene como función crear un hábitat cómodo y saludable para los habitantes de una ciudad que les proporcione bienestar y calidad de vida; además protege el medio ambiente al permitir un proceso de tratamiento para las aguas residuales y devolver así a la naturaleza agua limpia, sin contaminantes y en mejores condiciones.

En el Perú se cuenta con 1833 distritos, de los cuales 1,520 son atendidas por las municipalidades o juntas de administración de servicio de saneamiento u otras; mientras que 312 se encuentran bajo el ámbito de EPS supervisadas por la SUNASS (FONAM. 2010).

El tema de saneamiento en el Perú es una problemática que tiene como principales características: desactualización de planta de tratamiento, tubería de mal estado, ningún convenio con universidades para la investigación de mejoras (RNE. 2013).

En la actualidad la localidad de Jepelacio cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales el cual está orientado a atender la demanda existente de la población; por tal motivo dichas lagunas al cumplir su vida útil necesitara que se realice una limpieza, el cual para ello no cuenta con un plan de mitigación que evite que dichas aguas residuales contaminen el suelo y el rio al ser evacuadas, por lo tanto el presente proyecto nos ayudara a generar información referente a los niveles de concentración de contaminantes generados por las aguas residuales y por ende causar un tipo de malestar al ser humano.

En tal sentido ante la necesidad de conocer la realidad y buscando resultados al mismo se planteó desarrollar el trabajo de investigación en el cual se tiene como problemática, ¿Cuál es la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio?, la hipótesis de estudio formulada fue que si la eficiencia de remoción de contaminantes es significativa en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio, 2019, teniendo como variables de estudio al tratamiento de las aguas residuales y la remoción de contaminantes, en todo este contexto se planteó como objetivo principal “Determinar de la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio”; teniendo como objetivos específicos a, 1ro: Caracterizar según parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos las aguas residuales;

2do: Comparar con los límites máximos permisibles la caracterización de parámetros físico químicos y bacteriológicos y; 3ro: Evaluar la eficiencia de remoción de los parámetros en la planta de tratamiento de aguas residuales.

En el capítulo I, se presentan los antecedentes de la investigación, donde se da a conocer un resumen de las investigaciones realizadas respecto al tema estudiado, así mismo se presentan las bases teóricas incluyendo además la definición de términos básicos.

En el capítulo II, se presenta la descripción de los materiales utilizados para la obtención de los resultados de la presente investigación, además se especifica los métodos utilizados describiendo todo el procedimiento realizado para cumplir con cada objetivo específico planteado y objetivo general donde se describe la metodología para el desarrollar la caracterización de aguas residuales, la comparación con los límites máximos permisibles y por último la determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes.

En el capítulo III, se presentan los resultados del trabajo de investigación subdividiéndolos por cada objetivo específico planteado, en la cual se encuentra la caracterización de parámetros de las aguas residuales en base a siete parámetros realizando mediciones en el afluente como en el efluente de la planta durante los cuatro meses de estudio; también se presenta la comparación de los parámetros caracterizados con los límites máximos permisibles, además de la determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR. En este apartado por último se presentan las discusiones, donde se analizaron y compararon los resultados obtenidos, en correspondencia con los antecedentes de investigación.

Los resultados obtenidos teniendo en base al objetivo principal permiten concluir que existe eficiencia significativa de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento a raíz de que el 100% de los parámetros evaluados en afluente y efluente son removidos en la PTAR teniendo que el mayor porcentaje de remoción es de coliformes termotolerantes (99,9 %), seguido de aceites y grasas (90,5 %), sólidos totales en suspensión (82,5 %), demanda química de oxígeno (75,3 %), demanda bioquímica de oxígeno (75,2 %), los dos últimos parámetros son los que menor porcentaje de remoción tienen que son el pH (3,9%) y la temperatura (1,7%) este último influenciado mayormente por las condiciones climáticas de la zona.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1 Antecedentes internacionales

Gálvez (2013), en su estudio en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de San Lucas Sacatepéquez evaluó el análisis de calidad de agua en la época seca, esto con el propósito de establecer la importancia de la misma hacia la comunidad y adicionalmente el manejo adecuado que se debería de tener sobre la misma. Los resultados de los análisis de laboratorio permitieron determinar la carga contaminante en parámetros que afectan la salud humana como la presencia de metales pesados y la alta concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). A su vez se fijaron términos de la eficiencia y remoción de esta planta, esto con el fin de establecer los efectos que puede tener la calidad de la descarga al cuerpo receptor y no contribuir al deterioro de los ríos y suelos que son utilizados por otras comunidades. Después de analizar las variables recomendó que se continúen análisis periódicos de calidad de agua de la planta y que se capacite al personal encargado, contemplando también un mantenimiento preventivo de esta, para así cumplir con el artículo 21 sobre el límite máximo permisible para entes generadores nuevos del Decreto Ley 236 – 2006 “Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y Disposición de Lodos”.

Romero et al. (2009), en su trabajo evaluó el porcentaje de remoción de la carga orgánica de aguas residuales, en un sistema de tratamiento por humedales artificiales de flujo horizontal y con dos especies vegetales. El sistema fue diseñado con tres módulos instalados de manera secuencial. En el primero se integraron organismos de la especie *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel, en el segundo, organismos de la especie *Typha dominguensis* (Pers.) Steudel y en el tercero las dos especies. Los módulos experimentales fueron instalados a la salida de un tratamiento primario, el cual contiene aguas residuales municipales provenientes de un edificio de investigación. En el agua se analizaron los

siguientes parámetros: demanda química de oxígeno (DQO), los iones de nitrógeno (N-NO_3^- , N-NO_2^- y N-NH_4^+) y el fósforo total. También se realizó el conteo de bacterias asociadas al sistema. Los resultados demostraron que el sistema es una opción para la remoción de la carga orgánica y de nutrientes, de bajo costo de operación y mantenimiento.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Chuquibala et al. (2017), evaluó el grado de la eficiencia para remover contaminantes en el agua residual doméstica del anexo El Molino, en el cual determino que con el Jacinto acuático se obtuvo una eficiencia de remoción del 88.03 % en la eliminación de sólidos totales; asimismo la eficiencia de remoción para depurar la DBO y DQO fue de 86.94 % y 77.04 % respectivamente. La eliminación de nitrógeno tuvo una eficiencia del 47.37 % y la eliminación del fósforo total fue del 30.09 %. La eficiencia de la remoción de coliformes fue de 80.00%. Al utilizar Lenteja de agua, se obtuvo una eficiencia de remoción de 18.30% para la eliminación de los sólidos totales. Así mismo la eficiencia para depurar la DBO y DQO fue del 18.00% y 12.26% respectivamente, la eliminación de nitrógeno y fósforo total fue 5.00% y 5.31%. La eficiencia de la remoción de Coliformes fue 51.11%. Con el tratamiento primario El Molino se obtuvo una eficiencia del 59.86 % para los sólidos totales. Así mismo, la eficiencia para la DBO y DQO fue del 33.88 % y 27.99 % respectivamente. La eliminación de nitrógeno fue del 18.42 % y la eficiencia para eliminar fósforo del 9.37 %. La eficiencia de la remoción de Coliformes fue del 40.00%. Y al evaluar el humedal testigo se tuvo una eficiencia de remoción de sólidos totales, sólidos totales disueltos y sólidos suspendidos del 8.00 %. Al evaluar la DBO y DQO, se obtuvieron eficiencias de remoción de 4.90 % y 3,80% respectivamente. Al evaluarse los contenidos de nitrógeno y fósforo, se obtuvieron eficiencias de remoción del orden del 2.10% y 2.70% respectivamente y la eficiencia de remoción de Coliformes fue de 8.90%.

1.1.3 Antecedentes regionales

Racchumi (2016), determinó el grado de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Segunda Jerusalén. Los parámetros

que presentaron mayores niveles de eficiencia en orden decreciente fueron los Coliformes Termotolerantes con 94.63%, Sólidos Suspendidos Totales con 86.52%, Demanda Química de Oxígeno con 76.65%, Aceites y Grasas con 75.09, Demanda Biológica de Oxígeno con 75.06%, Ph con 1.05% y con respecto a la temperatura con -2.89%, cuyo valor negativo es a consecuencia hay un descenso entre el afluente y efluente.

Los valores de Coliformes Termotolerantes, DQO, DB05 y PH, reportan valores que independientemente del grado de eficiencia obtenido, los valores no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S N° 003-2008-MINAM, situación posiblemente influida por la producción de DB05 residual debida a la descomposición de los residuos de plantas acuáticas y otra materia orgánica natural presente en las lagunas. El sistema de tratamiento logro buena eficiencia en la remoción de aceites y grasas, presentado un valor de 75.09% e indica que de acuerdo a los límites exigidos para el control de vertimientos D.S. N° 003-2008-MINAM, cumple con lo estipulado. Además, Racchumi da a conocer que, según lo reportado por Sánchez Ortiz, 2005, un sistema que cuenta con un tratamiento primario y secundario el nivel de tratamiento en cuanto a remoción de DQO y DB05 debe estar en el orden de 60 a 99%.

Pinchi (2013), logró concluir en que existe una influencia significativa en la disminución de la carga orgánica DQO, desde el ingreso del afluente a las lagunas anaerobias, hasta su salida en las lagunas facultativas, hacia las parcelas de fertirriego. Demostrando una efectividad del sistema del 99.8 %. La determinación de la Demanda Química de Oxígeno, se realizó mediante el método de agua Norma 5220 A y D. No existe una diferencia significativa en los resultados obtenidos entre la época seca y época húmeda. Los resultados de los Análisis de DQO, en la salida de lagunas facultativas (salida del sistema), se encuentran por debajo del Proyecto de Ley- Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Actividades del Sector Industria a Cuerpos Receptores. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el Sistema de tratamiento de aguas residuales de Industrias del Shanusi, si cumple con las condiciones para que el agua post-tratamiento sea utilizado para consumo y riego de cultivos por su nivel de contaminación.

1.1.4 Antecedentes locales

Perales (2018), entre sus objetivos tuvo a bien determinar la contribución de la fitorremediación con *Eichornia crassipes* en el tratamiento de las aguas residuales domésticas en la zona rural caserío Santa Catalina; así como diseñar y aplicar un sistema de Fitorremediación de las aguas residuales domésticas de cocina como tecnología ambiental y evaluar la remoción de los contaminantes físicos y químicos de las aguas residuales domésticas. Respecto a la temperatura del lecho acuático se mantiene estable, el promedio de la temperatura registrada en las tres pozas es de 28,6°C, se registra un pH neutro en todas las pozas muestreadas. Parámetros químicos (DBO5, DQO y Aceites y Grasas) se realizaron 3 muestreos antes de sembrado las plantas a los 40 días y 86 días. Los resultados en la remoción de DBO5 pozo 01 es de 95,24 %, pozo 02 es de 94,46 % y pozo 03 es de 94,44 %. DQO pozo 01 es de 93,03 %, pozo 02 es de 92,76% y pozo 03 es de 92,69%. Aceites y grasas pozo 01 es de 94,41 %, pozo 02 es de 94,82 % y pozo 03 es de 94,91. En la investigación realizada demuestra que esta especie presenta una aclimatación adecuada, además de una respuesta altamente positiva a las condiciones ambientales que se le ajusten o instalen. El tratamiento fue muy efectivo para el control de la contaminación de aguas residuales domesticas en el caserío Santa Catalina.

Vásquez (2017), demostró el efecto de los microorganismos eficientes en la remoción del valor de la DBO de las aguas residuales. En ello se tomaron muestras del agua residual doméstica de las lagunas facultativas (control) día inicial y de las unidades experimentales (tratamientos) después de los 10 días de inocular los microorganismos eficientes, analizando la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno. Bajo las condiciones del estudio, los resultados mostraron diferencias en cada muestreo realizado de cada bloque, tanto en el control como en los tratamientos: la eficiencia de remoción del valor de la DBO con la dosis de 5 ml de ME tuvo un promedio 84,44%, disminuyendo en promedio la concentración de la DBO de 460,5 a 71,83, con la dosis de 10 ml de ME tuvo un promedio de remoción de 93,33%, disminuyendo en promedio la concentración de 460,5 a 30, 83 y con la dosis de 15 ml de ME tuvo un promedio de remoción de 89,73%, disminuyendo en promedio la concentración de la DBO de 460,5 a 47,41.

A través de su investigación concluye que, aplicando microorganismos eficientes, logró una alta remoción del valor de la DBO con la dosis de 10 ml de microorganismos eficientes, siendo la más óptima, con un nivel promedio de aceptabilidad de 93,33% según los Límites Máximos Permisibles para aguas residuales domésticas.

Rodas (2017), al caracterizar las aguas residuales del distrito de Yantaló, obtuvo resultados promedios, producto de 4 muestras analizadas en el Laboratorio Regional del Agua – Departamento de Cajamarca: 184.5 mg/L de DBO5, 318.5 mg/l de DQO, 191.13 de SST, 58.25x10⁴ NMP/100ml de Coliformes Totales, 51 mg/l de aceites y grasas, los cuales se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles (LMP's) para su descarga final. La tecnología de tratamiento seleccionada para esta propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales consta de 5 componentes, Cámara de Rejas, desarenador, trampa de grasas, decantación primaria y desinfección (mamparas de cloración), de los cuales se tiene los siguientes valores de remoción: Rejilla (DBO5=5%, SST=25%), Desarenador (DBO5=15%, SST=30%), Desengrasador (DBO5=25%, SST=30%), Decantador de flujo radial (DBO5=49%, SST=70%), Desinfección (DBO5=15%, SST=0%). ix Se dimensionó el sistema de tratamiento de agua residual, que consista de un canal de 2 m. de largo y 0.30 m., con una rejilla en su estructura central a una inclinación de 45°, un desarenador de 6 m. con By-pass, y con canal parshall para medición de caudal, trampa de grasas, seguido de un decantador de flujo radial de 5.13 m. de diámetro y un área superficial de 20.70 m², finalmente un sistema de cloración con 10 mamparas de 0.60 m. de ancho, un ancho total de 2.10 m y un largo total de 3.10 m; también se consideró un área para el tratamiento de los lodos producidos en los diversos componentes de la planta de tratamiento, este es un lecho de secado de 9.80 m. de largo y 5.20 m. de ancho.

1.2. Marco teórico

a) Fundamento de tratamiento de las aguas residuales

Si nosotros permitimos la acumulación y estancamiento de las aguas residuales, la descomposición de la materia orgánica producirá olores nauseabundos, proliferación de organismos patógeno, compuestos tóxicos. Por todo esto se

necesita la evacuación inmediata de sus fuentes de generación mediante un proceso de tratamiento hacia los cuerpos receptores minimizando su impacto (Romero, 2009).

b) Determinación del caudal de diseño

Generalmente las lagunas de estabilización son diseñadas considerando los caudales promedios generados por la empresa o la población servida más el caudal de infiltración que pudiera introducirse al sistema:

$$Q_{\text{laguna}} = Q_{\text{medio}} + \text{Infiltración}$$

La mejor forma de diseñar las lagunas es disponiéndolas en dos módulos en paralelo con la finalidad de cuando uno de los módulos esté siendo sometido a operaciones de limpieza y mantenimiento, el otro sirva para captar todo el caudal generado (Metcalf, Eddy, 1997).

Por tanto, el caudal del diseño por modulo será la mitad del caudal que llega a las lagunas:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{lagunas}} / 2$$

c) Aspectos prácticos de diseño y construcción en lagunas de estabilización

El diseño de lagunas consiste no solamente en determinar su superficie y profundidad sino, particularmente, en resolver un sinnúmero de detalles de construcción y especificaciones que asegurarán un funcionamiento y estabilidad adecuados de la unidad a lo largo de su vida útil (Patiño, 2000).

Selección del sitio

La ubicación de un sistema de lagunas está en su mayor parte determinada por la posición del colector terminal y también por la disponibilidad de terreno. Es muy importante la dirección prioritaria del viento, no solo para mitigar los malos olores, sino porque tiene un papel importante en la aeración de lagunas aerobias y facultativas.

El área a escogerse debe ser suficientemente plana, de modo que evite un exagerado movimiento de tierras, que es el ítem más caro de este tipo de instalaciones.

El área deberá estar lo más alejada posible de centros poblados considerando las

siguientes distancias:

- **500 m como mínimo para tratamientos anaerobios;**
- **200 m como mínimo para lagunas facultativas.**

Geometría de las unidades

El reglamento nacional de edificaciones S.090 (5.5.2.6.b) recomienda que la geometría de las lagunas dependa del tipo de cada una de las unidades. Para las lagunas anaerobias y aeradas se recomiendan formas cuadradas o ligeramente rectangulares. Para las lagunas facultativas se recomienda formas alargadas; se sugiere que la relación largo-ancho mínima sea 2.

Movimiento de tierras.

Una vez caracterizado el material del subsuelo y determinado el material necesario para la conformación del fondo y diques, se debe estudiar cuidadosamente el manejo de los estratos. Las lagunas de estabilización se construyen procurando que el movimiento de tierra sea compensado; es decir, que la excavación produzca el material necesario para los diques. En otras palabras, el corte debe igualar al relleno. Este aspecto es de vital importancia para la economía del proyecto ya que generalmente el movimiento de tierras supera el 80% del costo de la obra.

d) Diseño de planta de tratamiento

La planta de tratamiento de aguas residuales son elementos claves en los sistemas de abastecimiento de aguas y en los de evacuación de aguas residuales. Los sistemas, a su vez, se unen para ejercer profundos efectos sobre la administración de los recursos hídricos regionales y finalmente nacionales. En la misma forma que las ondas que produce un guijarro al tirarlo en un estanque afectan a toda su superficie, una planta de purificación de agua o de tratamiento de aguas residuales influye en la administración de la calidad de todo el sistema hidrológico en la que se ubica la planta. Este impacto se debe tomar en cuenta en el proceso de planeamiento en todos los niveles: hidrológico, higiénico, legal y político (Mackenzie D. 2010).

d.1. Procesos de pretratamiento.

Las unidades de tratamiento preliminar que se puede utilizar en el tratamiento de aguas residuales municipales son las cribas y los desarenadores.

Cribas

Las cribas se deben utilizar en toda planta de tratamiento, aun sea en las mássimples.

El objetivo del desbaste o cribado es retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión de las aguas residuales ya que pueden dañar u obstruir las tuberías, interfiriendo en los procesos de tratamiento. Los dispositivos utilizados para este fin son las rejas de barras, clasificadas de acuerdo a su tamaño en:

Tipos de rejas	Abertura (cm)
Rejas gruesas	5 – 10
Rejas medianas	1.5 – 5
Rejas finas (rejillas)	< 1.5

El ángulo de inclinación de la rejilla, está en función de la técnica de limpieza prevista, que puede ser manual o mecánica. El ángulo de inclinación de las barras de cribas de limpieza manual será entre 45 y 60° con respecto a la horizontal y para la limpieza mecánica se instalan en ángulos mayores, inclusive hasta en posición vertical (RNE, 2013).

Los principales parámetros en el diseño de las rejas son:

- Velocidad del agua en el canal y a través de las rejas.
- Gasto.
- Área efectiva de las rejas.
- Pérdida de carga.

La cantidad de desperdicios sólidos retenidos por las rejas varía según la naturaleza de las aguas negras y el tamaño de las aberturas de la reja. Los desperdicios retenidos contienen de 75 a 90% de humedad y están formados por trapos, papel, trozos de caucho, residuos de alimentos y otros productos expuestos a la putrefacción, por lo que se requiere su rápida eliminación, a través de procesos como enterramiento, incineración o digestión.

Desarenado.

Los desarenadores de flujo horizontal son canales rectangulares donde se mantiene una velocidad controlada del agua residual, de forma que las

arenas sedimentan y los sólidos orgánicos pasan a las siguientes unidades de tratamiento. El parámetro principal de diseño es la velocidad horizontal del flujo a través de la unidad. Generalmente una velocidad de 0.3 m/s permite la sedimentación de partículas de 0.2 mm y mayores. El tiempo de retención varía de 20 segundos a 1 minuto. El ancho mínimo recomendable para estas unidades es de 0.6 m. Debe de proveerse un espacio dentro de la cámara para la acumulación y almacenamiento de las arenas (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013).

d.2. Tratamiento primario

El objetivo del tratamiento primario es la remoción de los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentales, para disminuir la carga en el tratamiento biológico.

Los sólidos removidos en el proceso tienen que ser procesados antes de su disposición final.

Los procesos de tratamiento primario para las aguas residuales pueden ser: tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013).

d.3. Tratamiento secundario

Para efectos del diseño se considera como tratamiento secundario los procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80%, pudiendo ser la biomasa en suspensión o biomasa adherida, e incluye los siguientes sistemas: lagunas de estabilización, lodos activados (incluidas las zanjas de oxidación y otras variantes), filtros biológicos y módulos rotatorios de contacto.

La selección del tipo de tratamiento secundario deberá estar debidamente justificada en el estudio de factibilidad (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013).

Lagunas facultativas

Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas debe ser mayor de 1.5m. Para el diseño de una laguna facultativa primaria, el proyectista deberá proveer una altura

adicional para la acumulación de lodos entre periodos de limpieza de 5 a 10 años.

Para las lagunas facultativas primarias se debe determinar en volumen de lodo acumulado teniendo en cuenta un 80% de remoción de sólidos en suspensión en el efluente, con una reducción de 50% de sólidos volátiles por digestión anaerobia, una densidad del lodo de 1,05 kg/l y un contenido de sólidos de 15% a 20% al peso (Reglamento Nacional de Edificaciones). Con estos datos se debe determinar la frecuencia de remoción del lodo en la instalación.

e) Normas generales para el diseño de sistemas de lagunas (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013)

1. El periodo de diseño de la planta de tratamiento de la planta de tratamiento debe estar comprendido entre 20 y 30 años, con etapas de implementación de alrededor de 10 años.
2. En la concepción del proyecto se debe seguir las siguientes consideraciones:
 - El diseño debe concebirse por lo menos con dos unidades en paralelo para permitir la operación de una de las unidades durante la limpieza.
 - La forma de las lagunas depende del tipo de cada una de las unidades. Para las lagunas anaerobias y aeradas se recomiendan formas cuadradas o ligeramente rectangulares. Para las lagunas facultativas se recomiendan formas alargadas; se sugiere que la relación larga – ancho mínimo sea de 2.
 - En general, el tipo de entrada debe ser lo más simple posible y no muy alejada del borde de los taludes, debiendo proyectarse con descarga sobre la superficie.
 - La interconexión entre las lagunas puede efectuarse mediante usando simples tuberías después del vertedero o canales con un medidor de régimen crítico. Esta última alternativa es la de menor pérdida de carga y de utilidad en terrenos planos.
 - Las esquinas de los diques deben redondearse para minimizar la acumulación de natas.

3. El borde libre recomendado para las lagunas de estabilización es de 0,5m. para el caso en los cuales se puede producir oleaje por la acción del viento se deberá calcular una mayor altura y diseñar la protección correspondiente para evitar el proceso de erosión de los diques.

f) Parámetros físico – químicos

- **Aceites y grasas**

“Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que, al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual” (PREQB, 2004).

Su efecto en los sistemas de tratamiento de aguas residuales o en las aguas naturales se debe a que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar.

Las principales fuentes aportadoras de grasas y aceites son los usos domésticos, talleres automotrices y de motores de lanchas y barcos, industria del petróleo, rastros, procesadoras de carnes y embutidos e industria cosmética.

La determinación analítica de grasas y aceites no mide una sustancia específica sino un grupo de sustancias susceptibles de disolverse en hexano, incluyendo ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquiera otra sustancia extractable con hexano (PREQB, 2004).

- **Demanda bioquímica de oxígeno**

Representa una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica. Es afectada por la temperatura del medio, por las clases de microorganismo y por la cantidad y el tipo de elemento nutritivo presentes. Si estos factores son constantes, la velocidad de oxidación de la materia orgánica se puede expresar en términos del tiempo de vida media

del elemento nutritivo.

Según los estándares de calidad de agua de la ICA, el nivel permisible de la demanda bioquímica de oxígeno de fuentes de aguas será determinado, caso por caso, dependiendo de la capacidad asimilativa del cuerpo de agua receptor, tal determinación será efectuada para asegurar el cumplimiento con el estándar de oxígeno disuelto aplicable en el cuerpo de agua receptor (PREQB, 2004).

- **Demanda química de oxígeno**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo cerrado en solución fuertemente ácida (H_2SO_4) con un exceso de dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en presencia de sulfato de plata (Ag_2SO_4) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercurico (HgSO_4) adicionado para eliminar la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ remanente se titula con sulfato ferroso amoniacal para determinar la cantidad de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ consumido. La materia orgánica se calcula en términos de oxígeno equivalente. Para muestras de un origen específico, la DQO se puede relacionar empíricamente con la DBO, el carbono orgánico o la materia orgánica (Davis y Cornwell, 1998).

- **pH**

Para conocer la calidad se evalúa un gran número de parámetros que permiten analizar la condición en que se encuentra una fuente de agua en particular, entre ellos el pH, este parámetro es una medida de la acidez o basicidad de una sustancia (Agencia de Protección Ambiental, 2007). El pH posee un rango de 0 a 14 donde 7 es el valor considerado como neutral. Cuando el valor del pH es menor de 7 es ácido, mientras que si el mismo valor está sobre este pH es básico. El valor recomendado del pH en el agua es de 6.5 a 8.5 (Agencia de Protección Ambiental, 2007).

- **Sólidos totales en suspensión**

Desde el punto de vista ambiental, una sustancia puede existir en el agua en una de las siguientes formas: disuelta, suspendida o como coloide. Una sustancia disuelta es aquella que se encuentra dispersa homogéneamente en el líquido. Pueden ser simples átomos o compuestos moleculares complejos mayores de $1\mu\text{m}$ en tamaño. Las sustancias disueltas se hallan presentes en el líquido en una sola fase, por lo que no pueden ser removidas del líquido sin lograr un cambio de fase como la destilación, precipitación, adsorción o extracción (Davis y Cornwell, 1998).

Los sólidos suspendidos son lo suficientemente grandes como para permanecer en suspensión o ser removidos por filtración. En este caso hay dos fases: la líquida y la de partículas sólidas suspendidas. La escala de tamaño para los sólidos suspendidos varía entre $0.1\mu\text{m}$ hasta $1.0\mu\text{m}$. En general, se define a los sedimentos suspendidos como aquellos sólidos que pueden ser removidos por filtración (Davis y Cornwell, 1998).

Las partículas coloides tienen un rango de tamaño que varía entre sustancias disueltas y sedimentos suspendidos (Davis y Cornwell, 1998).

- **Temperatura**

La temperatura de las aguas residuales es mayor que la de las aguas no contaminadas, debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica. Las descargas calientes son otra causa de este aumento de temperatura.

g) Parámetros microbiológicos

- **Coliformes termotolerantes**

Así también las bacterias representan la causa de varias enfermedades gastrointestinales en los seres humanos. La Organización Mundial de la Salud (1988) menciona que diversas enfermedades causadas por estos microorganismos son transmitidas dentro de los miembros de una misma especie, sin embargo, existen bacterias que pueden pasar esta frontera biológica, por ejemplo, a través de las heces de los animales. Entre estas bacterias una de las más conocidas es *Escherichia coli*. Esta particularidad le brinda una alta movilidad, impactando la salud de los seres humanos

expuestos al agua contaminada con estiércol (Organización Mundial de la Salud, 1988).

De acuerdo a los estándares peruanos el abastecimiento con agua no entubada tiene un valor recomendado de 0 UFC 100 ml-1 y un máximo admisible de 10 UFC 100 ml-1 para coliformes termotolerantes o fecales (Organización Mundialde la Salud, 1988)

1.3. Definición de términos básicos

➤ **Aerobio:**

Se denomina aerobios a los organismos que necesitan del oxígeno diatómico para vivir o a los procesos que lo necesitan para poder desarrollarse (Metcalf & Eddy, 2003).

➤ **Afluente:**

Aguas residuales crudas que proceden de la red de alcantarillado y fluye hacia dentro de un estanque, depósito o planta de tratamiento para ser tratada. Puede ser que venga directamente de la fuente de las excretas o sea suministrado de forma controlada (Romero, 2001).

➤ **Aguas Residuales.**

El agua residual (AR), es aquella que ha sufrido una alteración en sus características físicas, químicas o biológicas por la introducción de contaminantes como residuos sólidos, biológicos, químicos, municipales, industriales, agrícolas etc., afectando así los ecosistemas acuáticos y su entorno. Las AR provienen del sistema de abastecimiento de una población, por esta razón son líquidos de composición variada que pueden clasificarse según su origen en aguas residuales domésticas (ARD), industriales, de infiltración y pluviales. Las dos primeras son las más relacionadas con la contaminación del agua (Romero, 2001).

➤ **Aguas servidas**

Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen doméstico (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre (Mackenzie, 2010).

➤ **Anaerobio:**

Se llama anaerobios a los organismos que no necesitan oxígeno para desarrollarse, a diferencia de los organismos aerobios (Metcalf & Eddy, 2003).

➤ **Biomasa:**

Es el conjunto de recursos forestales, plantas terrestres y acuáticas, residuos y subproductos agrícolas, ganaderos urbanos e industriales. Esta fuente energética puede ser aprovechada mediante su combustión directa a través de su transformación en biogás, bioalcohol, etcétera (Cardona, 2008).

➤ **Caudal**

Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013).

➤ **Criba gruesa**

Artefacto generalmente de barras paralelas de separación uniforme (4 a 10 cm) para remover sólidos flotantes de gran tamaño (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013).

➤ **Criba media**

Estructura de barras paralelas de separación uniforme (2 a 4 cm) para remover sólidos flotantes y en suspensión; generalmente se emplea en el tratamiento preliminar (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013).

➤ **Diques**

Se denomina diques al muro construido para contener el empuje del agua.

➤ **Efluente:**

Un líquido que fluye hacia fuera del depósito confinado que lo contiene. Aguas negras, agua o cualquier otro líquido, parcial o totalmente tratado, o en su estado natural, como puede ser el caso de la salida de un depósito, estanque o planta de tratamiento (Romero, 2001).

➤ **Laguna de estabilización**

Estanque en el cual se descarga aguas residuales y en donde se produce la estabilización de materia orgánica y reducción de bacterias.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Medios de transporte

- Vehículos para transporte terrestre (moto lineal, motockar)

Equipos

- Equipo multiparametro marca

OAKTONE especificaciones

técnicas:

- ✓ Precisión pH = +/-0.01
 - ✓ Resolución pH = 0.01
 - ✓ Rango pH = -2.00 a 16.00
 - ✓ Precisión de temperatura = +/-1.0 Degrees F
 - ✓ Resolución de temperatura = 0.1 Degrees F o Degrees C
 - ✓ Apagado automático = Sí
 - ✓ Calibración = automática o Manual
 - ✓ Memoria = 500 espacios de almacenamiento
 - ✓ Rango de compensación de temperatura = -10 Degrees a 110 Degrees C
 - ✓ Rango total de sólidos = 0 a 200 ppt
 - ✓ Precisión del total de sólidos = +/-1% escala completa
 - ✓ Rango de conductividad eléctrica = 0 a 200 ms/cm
 - ✓ Resolución de la conductividad eléctrica = 0.01 uS a 0.1 mS
 - ✓ Precisión de la conductividad eléctrica = +/-1% escala completa
- GPS Garmin etrex 10
 - ✓ Dimensiones de la unidad (ancho/alto/profundidad) = 2,1" x 4" x 1,3" (5,4 x 10,3x 3,3 cm).
 - ✓ Tamaño de la pantalla (ancho/alto) = 1,4" x 1,7" (3,6 x 4,3 cm); 2,2" en diagonal(5,6 cm).
 - ✓ Resolución de pantalla (ancho/alto) = 128 x 160 píxeles
 - ✓ Tipo de pantalla = transflectiva, monocroma

- ✓ Peso = 5 oz (141,7 g) con pilas
- ✓ Batería 2 pilas AA (no incluidas); se recomienda NiMH o litio
- ✓ Autonomía de la batería = 25 horas
- ✓ Clasificación de resistencia al agua = IPX7
- Calculadora científica fx-82MS
- Cámara fotográfica Cannon
- Computadora hp

Formatos

- Mapa cartográfico.
- Fichas de toma de muestras.

Indumentaria de protección

- Capas impermeables
- Casco de seguridad
- Botas de plástico
- Zapatos de seguridad
- Guantes, mascarillas protectoras.

Otros materiales

- Wincha de 50m
- Libreta de campo
- Tablero plastificado
- Fólder manila
- Material de escritorio (medio millar de papel bom A4 de 75 gr., plumones, lapiceros, etc).

2.2. Métodos

Métodos para la recolección de datos

- a) Para desarrollar la caracterización de las aguas residuales
 - Se visitó el área de estudio primeramente en una oportunidad antes de empezar con los muestreos a fin de determinar los puntos de monitoreo en el

afluente como en el efluente, los mismos que se muestran a continuación:

Tabla 1

Puntos de monitoreo

Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84, 18 S	
	Este (X)	Norte (Y)
Afluente	287591.84	9323378.04
Efluente	287693.47	9323177.21

- Se realizó la toma de muestra dos veces por mes, durante cuatro meses (noviembre, diciembre, enero y febrero) sumando un total de ocho muestreos teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el D.S. N° 003-2010-MINAN (Aprueban los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales), la toma de muestra se realizó antes del ingreso del agua a la PTAR (afluente) y a la salida de la PTAR (efluente) los parámetros analizados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2

Parámetros de muestreo

Parámetros	Unidades
Aceites y grasas	mg/L
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L
Demanda química de oxígeno	mg/L
pH	Unidad
Sólidos totales en suspensión	mL/L
Temperatura	°C

Fuente: D.S. 003-2010-MINAM

- Los resultados obtenidos del laboratorio HDM CONSULT S.A.C fueron analizados subdividiéndolos para afluente y efluente, y representándolos mediante tablas y figuras de barras.

b) Para la comparación de la caracterización de parámetros con los límites máximos permisibles se realizó lo siguiente:

- De los resultados obtenidos del laboratorio HDM CONSULT S.A.C después del análisis de los parámetros evaluados por cada mes se hizo la comparación con los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (D.S. N° 003-2010-MINAM).

Tabla 3

Valores de límites máximos permisibles

Parámetros	Unidades	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20,0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10000,0
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	100,0
Demanda química de oxígeno	mg/L	200,0
pH	Unidad	6,5 - 8,5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150,0
Temperatura	°C	< 35,0

Fuente: D.S. 003-2010-MINAM

- Se compararon los resultados de las mediciones del afluente y del efluente, los mismos que son representados mediante tablas y figuras.
- c) Para la determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR, se realizó lo siguiente:
- Teniendo los resultados de las mediciones en el afluente y efluente se realizó el cálculo de la eficiencia de remoción de cada parámetro haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$$

Donde:

n: Grado de eficiencia en porcentaje

FZ: Sumatoria de las cargas que ingresan a

planta
FA: Sumatoria de las cargas que salen
de planta

El cálculo de las cargas, requiere la determinación de las concentraciones de los parámetros escogidos, en las muestras de líquido tomadas en sitios representativos(Entrada y salida del sistema).

- Una vez obtenido los resultados se analizaron los datos de eficiencia de todos los parámetros por cada mes, asimismo se realizó un análisis por cada parámetro durante los cuatro meses y al final los datos promedios de todos los meses, los mismos que son representados en tablas y figuras.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de parámetros de las aguas residuales

Los resultados con respecto a este objetivo se muestran en las siguientes tablas en base a siete parámetros caracterizados según el D.S. N° 003-2010-MINAN (Aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales).

3.1.1. Caracterización de los parámetros del agua residual que ingresan a la PTAR

Del análisis de las muestras tomadas antes del ingreso a la PTAR los resultados semuestran en las siguientes tablas:

Tabla 4

Caracterización del afluente en el mes de noviembre

Parámetros	Concentración de parámetros		
	1/11/2019	15/11/2019	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	88,0	92,0	90,0
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	9,50E+05	9,70E+05	9,60E+05
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	310,0	286,0	298,0
Demanda química de oxígeno (mg/L)	452,4	398,5	425,5
pH	7,3	7,0	7,2
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	507,0	488,1	497,6
Temperatura (°C)	21,4	20,0	20,7

De la tabla se tiene que en la primera fecha se registraron las mayores concentraciones de los parámetros medidos a diferencia de coliformes termotolerantes y, aceites y grasas las cuales las mayores concentraciones fueron registradas en la segunda fecha de monitoreo, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

Tabla 5*Caracterización del afluente en el mes de diciembre*

Parámetros	Concentración de parámetros		
	1/12/2019	15/12/2019	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	102,4	79,5	91,0
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	8,40E+05	9,05E+05	8,73E+05
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	222,0	250,3	236,2
Demanda química de oxígeno (mg/L)	428,2	563,9	496,1
pH	6,7	7,4	7,1
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	551,1	580,0	565,6
Temperatura (°C)	21,1	19,9	20,5

De la tabla se tiene que en la segunda fecha se registraron las mayores concentraciones de los parámetros medidos a diferencia de la temperatura y, aceites y grasas las cuales las mayores concentraciones fueron registradas en la primera fecha de monitoreo, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

Tabla 6*Caracterización del afluente en el mes de enero*

Parametros	Concentración de parámetros		
	3/01/2020	18/01/2020	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	90,7	120,6	105,7
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	8,90E+05	7,50E+05	8,20E+05
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	305,4	299,1	302,3
Demanda química de oxígeno (mg/L)	334,2	358,0	346,1
pH	6,9	7,1	7,0
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	389,0	483,5	436,3
Temperatura (°C)	21,7	20,4	21,1

De la tabla se tiene que en la segunda fecha se registraron las mayores concentraciones de los parámetros medidos a diferencia de los coliformes, DBO y

temperatura las cuales las mayores concentraciones fueron registradas en la primera fecha de monitoreo, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

Tabla 7

Caracterización del afluente en el mes de febrero

Parámetros	Concentración de parámetros		
	1/02/2020	15/02/2020	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	100,5	114,0	107,3
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	9,20E+05	8,80E+05	9,00E+05
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	261,0	204,5	232,8
Demanda química de oxígeno (mg/L)	390,3	480,7	435,5
pH	7,2	7,3	7,3
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	510,8	535,0	522,9
Temperatura (°C)	22,0	19,8	20,9

De la tabla se tiene que en la segunda fecha se registraron las mayores concentraciones de los parámetros medidos a diferencia de los coliformes, DBO y temperatura las cuales las mayores concentraciones fueron registradas en la primera fecha de monitoreo, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

3.1.2. Caracterización de los parámetros del agua residual que salen de la PTAR

Del análisis de las muestras tomadas del agua que sale de la PTAR los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 8*Caracterización del efluente en el mes de noviembre*

Parametros	Concentración de parametros		
	1/11/2019	15/11/2019	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	8,2	9,0	8,6
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	8,20E+02	1,10E+03	9,60E+02
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	71,5	68,0	69,8
Demanda química de oxígeno (mg/L)	104,0	127,0	115,5
pH	6,9	6,9	6,9
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	107,4	80,4	93,9
Temperatura (°C)	20,1	20,3	20,2

De la tabla se tiene que en la segunda fecha se registraron las mayores concentraciones de los parámetros medidos a diferencia de DBO y sólidos totales en suspensión las cuales las mayores concentraciones fueron registradas en la primera fecha de monitoreo en cuanto al pH los resultados son los mismos en ambos muestreos, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

Tabla 9*Caracterización del efluente en el mes de diciembre*

Parametros	Concentración de parametros		
	1/12/2019	15/12/2019	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	10,1	8,9	9,5
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	7,80E+02	8,90E+02	8,35E+02
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	80,7	69,9	75,3
Demanda química de oxígeno (mg/L)	118,6	90,8	104,7
pH	6,8	7,0	6,9
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	99,0	76,0	87,5
Temperatura (°C)	20,5	20,0	20,3

De la tabla se tiene que en la primera fecha se registraron las mayores concentraciones de los parámetros medidos a diferencia de los coliformes termotolerantes y pH las cuales las mayores concentraciones fueron registradas en la segunda fecha de monitoreo, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

Tabla 10

Caracterización del efluente en el mes de enero

Parametros	Concentración de parametros		
	3/01/2020	18/01/2020	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	7,4	12,0	9,7
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	5,85E+02	6,00E+02	5,93E+02
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	59,2	70,8	65,0
Demanda química de oxígeno (mg/L)	95,6	109,0	102,3
Ph	6,6	6,8	6,7
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	82,0	96,3	89,2
Temperatura (°C)	20,4	21,0	20,7

De la tabla se tiene que en la segunda fecha se registraron las mayores concentraciones de todos los parámetros medidos todas las menores concentraciones fueron registradas en la primera fecha de monitoreo, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

Tabla 11*Caracterización del efluente en el mes de febrero*

Parametros	Concentración de parametros		
	1/02/2020	15/02/2020	Promedio
Aceites y grasas (mg/L)	11,1	8,0	9,6
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	6,23E+02	4,98E+02	5,61E+02
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	48,0	55,7	51,9
Demanda química de oxígeno (mg/L)	84,8	98,0	91,4
Ph	6,8	7,1	7,0
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	87,3	70,4	78,9
Temperatura (°C)	20,3	20,9	20,6

De la tabla se tiene que en la segunda fecha se registraron las mayores concentraciones de los parámetros medidos a diferencia de los aceites y grasas, coliformes termotolerantes y sólidos totales en suspensión las cuales las mayores concentraciones fueron registradas en la primera fecha de monitoreo, la mayor concentración promedio del mes lo registro el parámetro de coliformes y el mínimo el pH.

3.2. Comparación de caracterización de parámetros con límites máximos permisibles

3.2.1. Comparación de la caracterización de parámetros de promedios mensuales

Las concentraciones promedio de los parámetros caracterizados tanto del afluente como del efluente se comparan con los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales o domésticas (D.S. N° 003- 2010-MINAM), los resultados se muestra en la siguiente figura:

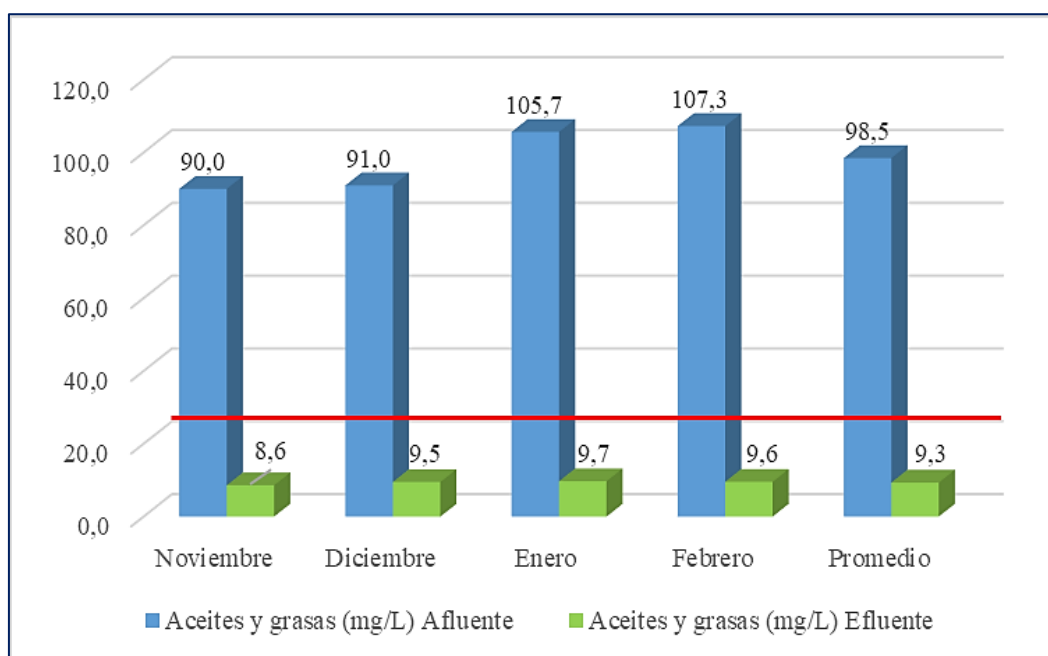


Figura 1. Comparación de concentraciones promedios de aceites y grasas

Se tiene las concentraciones promedio del afluente y efluente de todos los meses con respecto a aceites y grasas, del cual se puede interpretar que los resultados de todas las mediciones realizadas en el afluente y el promedio general de los 4 meses exceden los LMP, asimismo todos los resultados de las concentraciones del efluente incluyendo el promedio general se encuentran por debajo de los LMP, por lo cual se puede decir que las descargas con aceites y grasas a la quebrada Rumiayacu se encuentran dentro de lo permitido (20,0 mg/L) por el DS-003-2017-MINAM.

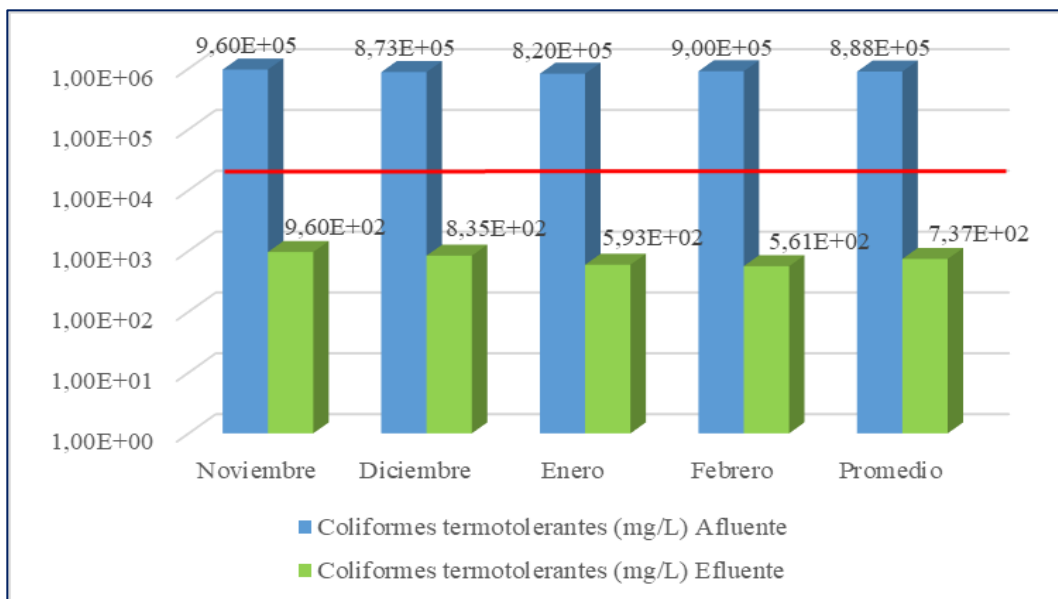


Figura 2. Comparación de concentraciones promedios de coliformes termotolerantes

Se tiene las concentraciones promedias del afluente y efluente de todos los meses con respecto a coliformes termotolerantes, del cual se puede interpretar que los resultados de todas las mediciones realizadas en el afluente y el promedio general de los 4 meses exceden los LMP, asimismo todos los resultados de las concentraciones del efluente incluyendo el promedio general se encuentran por debajo de los LMP, por lo cual se puede decir que las descargas con coliformes termotolerantes a la quebrada Rumiycuse encuentran dentro de lo permitido (10 000,0 NMP/100mL) por el DS-003-2017- MINAM.

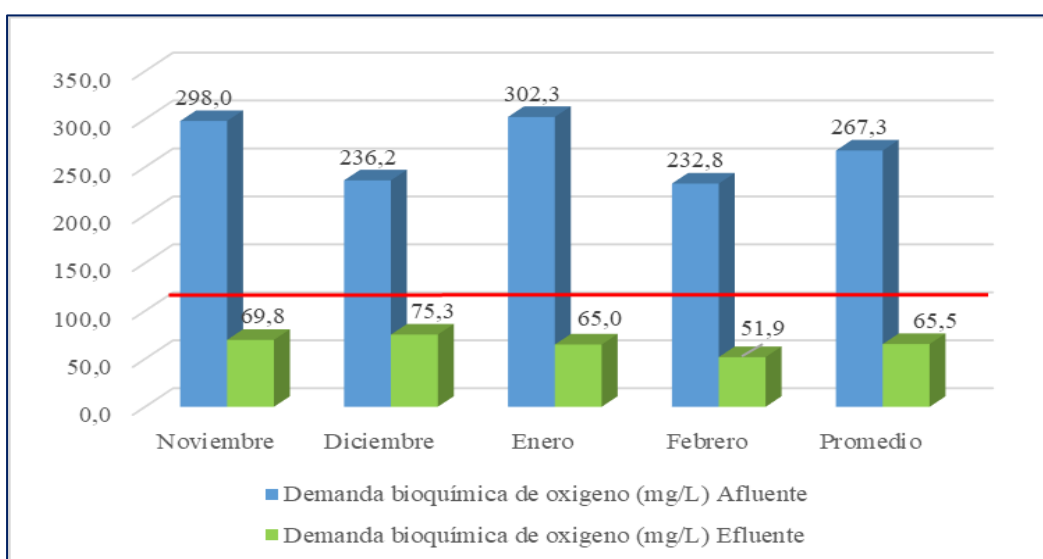


Figura 3. Comparación de concentraciones promedios de demanda bioquímica de oxígeno

Se tiene las concentraciones promedios del afluente y efluente de todos los meses con respecto a demanda bioquímica de oxígeno, del cual se puede interpretar que los resultados de todas las mediciones realizadas en el afluente y el promedio general de los 4 meses exceden los LMP, asimismo todos los resultados de las concentraciones del efluente incluyendo el promedio general se encuentran por debajo de los LMP, por lo cual se puede decir que las descargas con demanda bioquímica de oxígeno a la quebrada Rumiyaçu se encuentran dentro de lo permitido (100,0 mg/L) por el DS- 003-2017-MINAM.

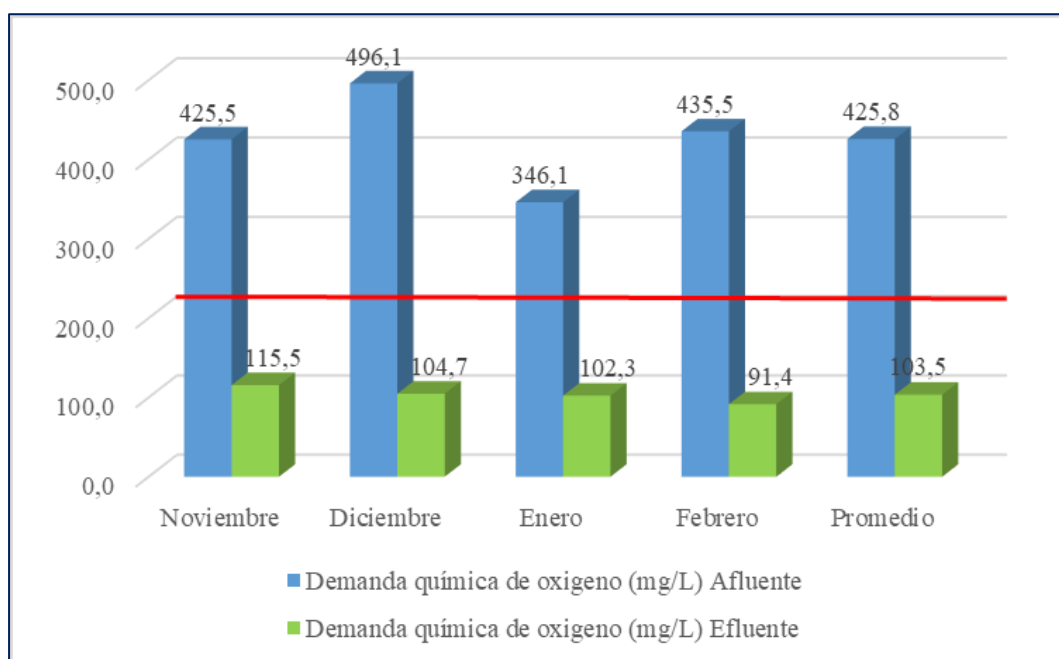


Figura 4. Comparación de concentraciones promedios de demanda química de oxígeno

Se tiene las concentraciones promedios del afluente y efluente de todos los meses con respecto a demanda química de oxígeno, del cual se puede interpretar que los resultados de todas las mediciones realizadas en el afluente y el promedio general de los 4 meses exceden los LMP, asimismo todos los resultados de las concentraciones del efluente incluyendo el promedio general se encuentran por debajo de los LMP, por lo cual se puede decir que las descargas con demanda química de oxígeno a la quebrada Rumiyaçu se encuentran dentro de lo permitido (200,0 mg/L) por el DS- 003-2017-MINAM.

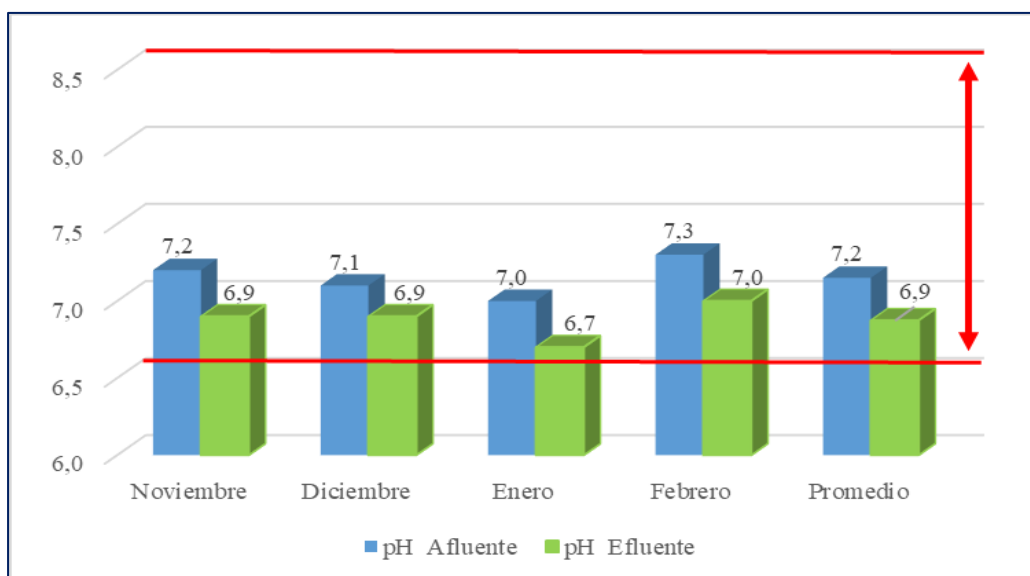


Figura 5. Comparación de concentraciones promedios de pH

Se tiene las concentraciones promedios del afluente y efluente de todos los meses con respecto al pH, del cual se puede interpretar que los resultados de todas las mediciones realizadas en el afluente y el promedio general de los 4 meses se encuentran dentro de los LMP, asimismo todos los resultados de las concentraciones del efluente incluyendo el promedio general se encuentran también dentro de los LMP, por lo cual se puede decir que tanto el afluente como las descargas (efluente) con pH a la quebrada Rumiycu se encuentran dentro de lo permitido (6,5 – 8,5) por el DS-003-2017-MINAM.

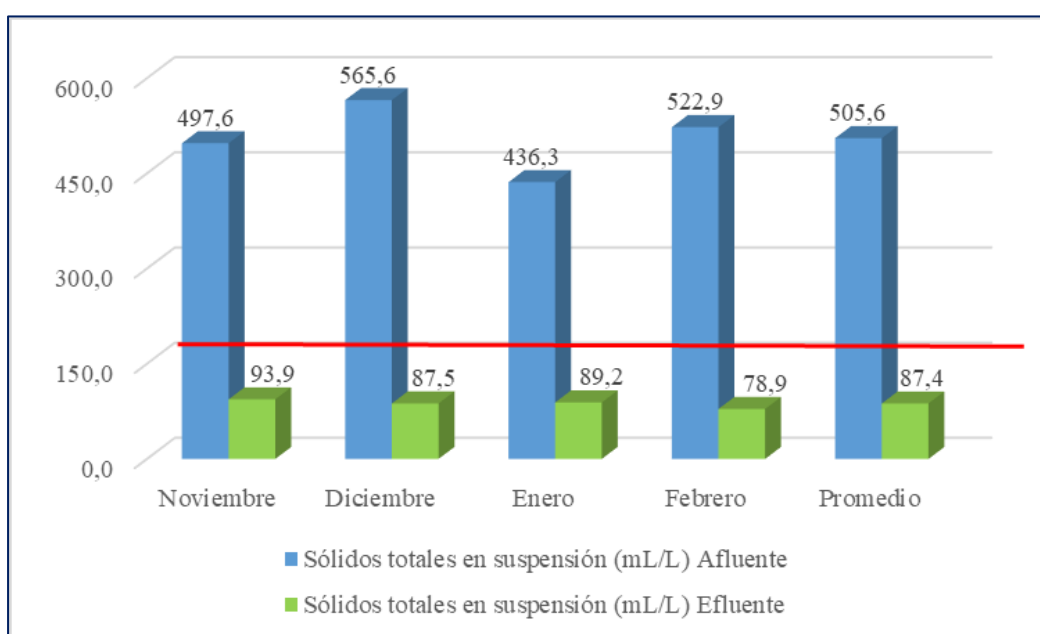


Figura 6. Comparación de concentraciones promedios de sólidos totales en suspensión

Se tiene las concentraciones promedios del afluente y efluente de todos los meses con respecto a sólidos totales en suspensión, del cual se puede interpretar que los resultados de todas las mediciones realizadas en el afluente y el promedio general de los 4 meses exceden los LMP, asimismo todos los resultados de las concentraciones del efluente incluyendo el promedio general se encuentran por debajo de los LMP, por lo cual se puede decir que las descargas con sólidos totales en suspensión a la quebrada Rumiycacu se encuentran dentro de lo permitido (150,0 mL/L) por el DS- 003-2017-MINAM.

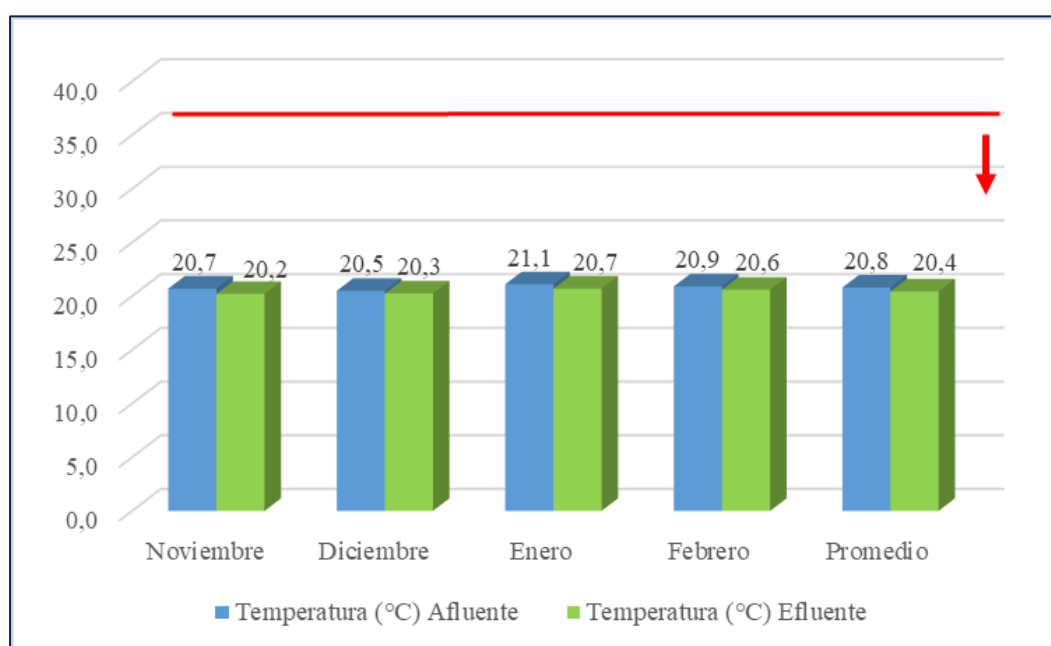


Figura 7. Comparación de concentraciones promedios de temperatura

Se tiene las concentraciones promedios del afluente y efluente de todos los meses con respecto a temperatura, del cual se puede interpretar que los resultados de todas las mediciones realizadas en el afluente y el promedio general de los 4 meses se encuentran por debajo de los LMP, asimismo todos los resultados de las concentraciones del efluente incluyendo el promedio general se encuentran también por debajo de los LMP, por lo cual se puede decir que tanto el afluente como las descargas (efluente) con temperatura a la quebrada Rumiycacu se encuentran dentro de lo permitido (150,0 mL/L) por el DS-003-2017-MINAM.

3.3. Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR

La determinación de la eficiencia de remoción se sacó por cada parámetro estudiado y por cada mes, en base a las concentraciones promedio tanto del afluente como del efluente utilizando la fórmula detallada en la metodología, los resultados se muestran en las siguientes figuras:

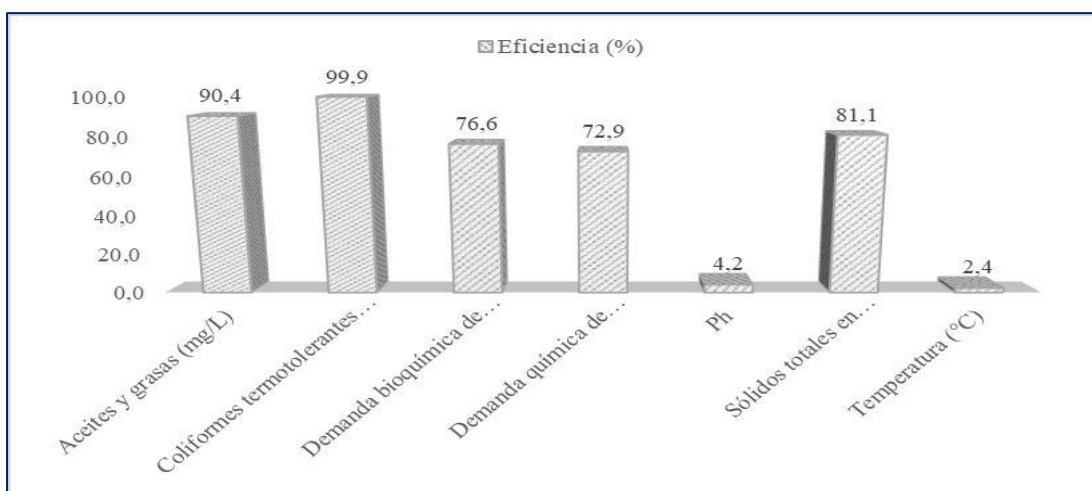


Figura 8. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de noviembre

Se tiene la eficiencia de remoción de parámetros en la PTAR, del cual se puede interpretar que debido a los procesos en la planta el parámetro que tiene mayor eficiencia de remoción son los coliformes termotolerantes (99,9%) seguido de los aceites y grasas (90,4), asimismo los parámetros que menor eficiencia de remoción tienen al pasar por la planta de tratamiento son la temperatura (2,4%) y el pH (4,2), siendo estos parámetros los únicos que conservan sus concentraciones sin presentar un gran porcentaje de remoción.

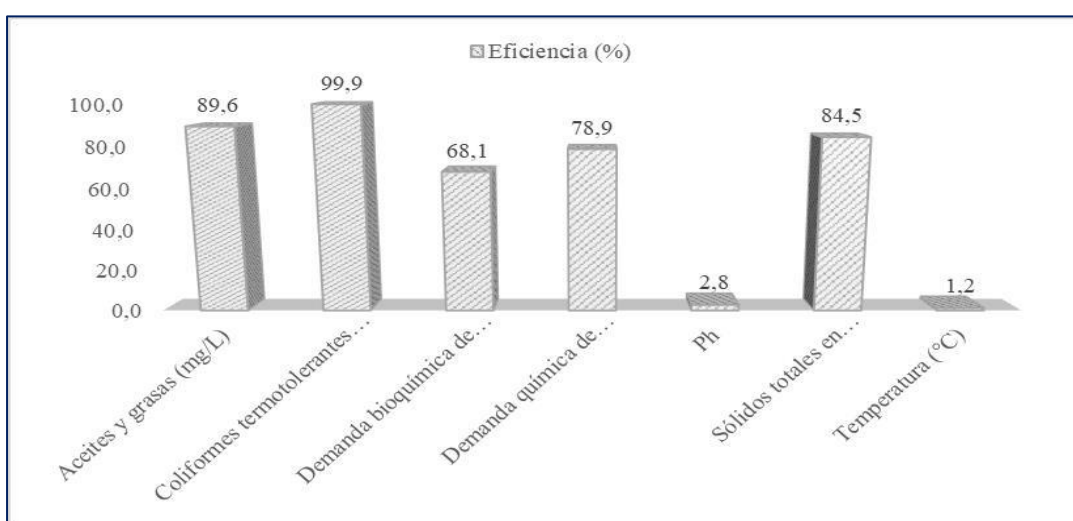


Figura 9. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de diciembre

Se tiene la eficiencia de remoción de parámetros en la PTAR, del cual se puede interpretar que debido a los procesos en la planta el parámetro que tiene mayor eficiencia de remoción son los coliformes termotolerantes (99,9%) seguido de los aceites y grasas (89,6), asimismo los parámetros que menor eficiencia de remoción tienen al pasar por la planta de tratamiento son la temperatura (1,2%) y el pH (2,8), siendo estos parámetros los únicos que conservan sus concentraciones sin presentar un gran porcentaje de remoción.

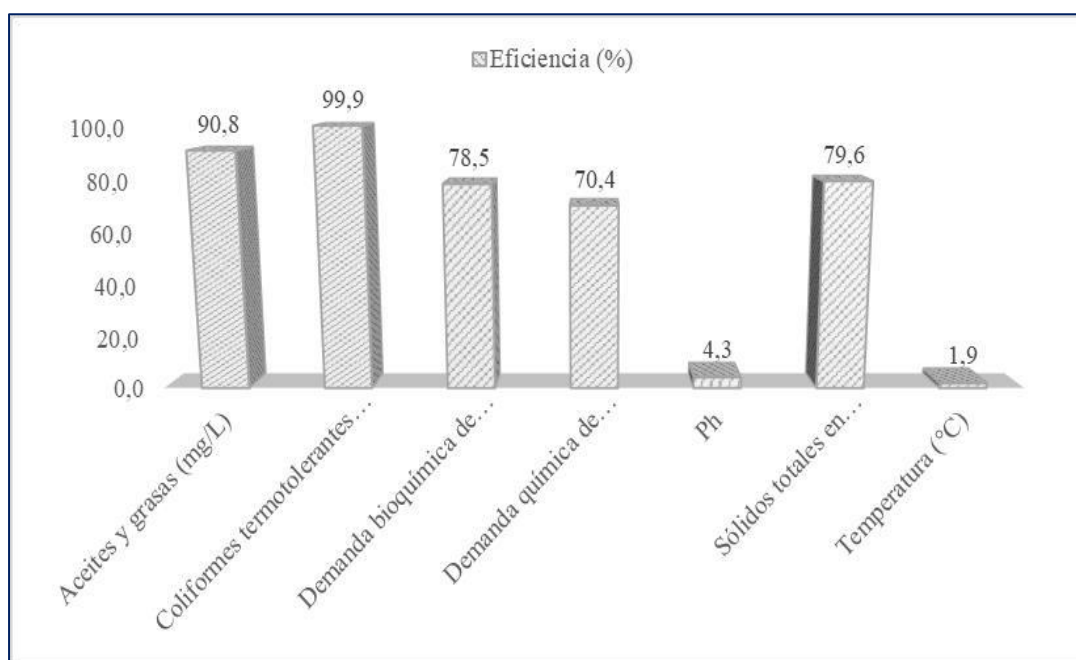


Figura 10. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de enero

Se tiene la eficiencia de remoción de parámetros en la PTAR, del cual se puede interpretar que debido a los procesos en la planta el parámetro que tiene mayor eficiencia de remoción son los coliformes termotolerantes (99,9%) seguido de los aceites y grasas (89,6), asimismo los parámetros que menor eficiencia de remoción tienen al pasar por la planta de tratamiento son la temperatura (1,9%) y el pH (4,3), siendo estos parámetros los únicos que conservan sus concentraciones sin presentar un gran porcentaje de remoción.

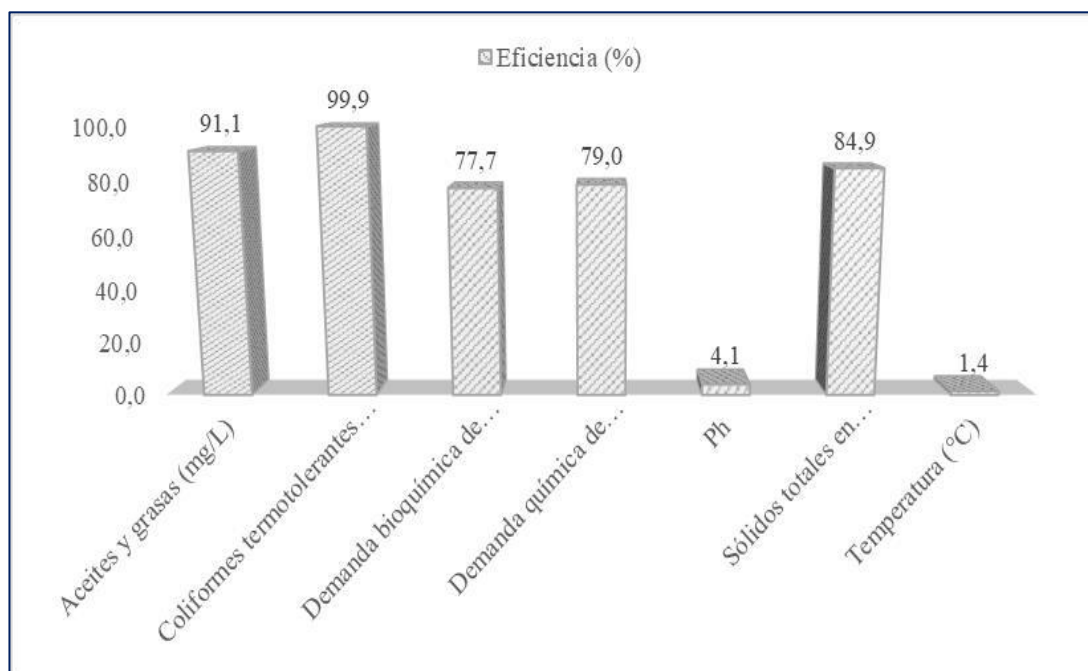


Figura 11. Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de febrero

Se tiene la eficiencia de remoción de parámetros en la PTAR, del cual se puede interpretar que debido a los procesos en la planta el parámetro que tiene mayor eficiencia de remoción son los coliformes termotolerantes (99,9%) seguido de los aceites y grasas (91,1), asimismo los parámetros que menor eficiencia de remoción tienen al pasar por la planta de tratamiento son la temperatura (1,4%) y el pH (4,1), siendo estos parámetros los únicos que conservan sus concentraciones sin presentar un gran porcentaje de remoción.

3.3.1. Eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR por cada parámetro

Para el desarrollo de este ítem se ha tomado las eficiencias anteriormente determinadas para realizar una evaluación por cada parámetro durante los cuatro meses de estudio, los mismos que se presentan en las siguientes figuras:

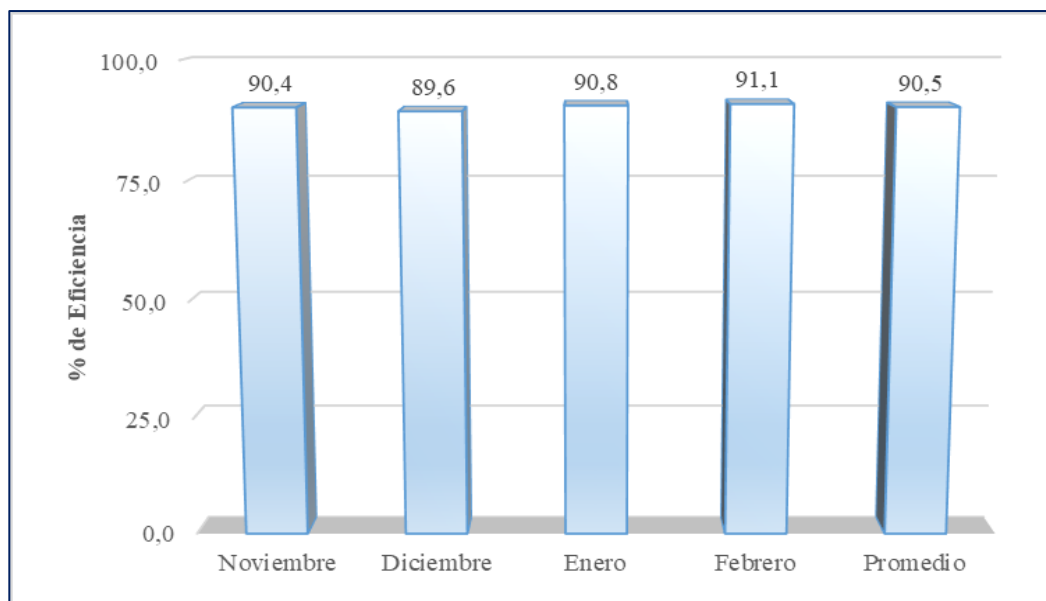


Figura 12. Eficiencia de remoción mensuales de aceites y grasas

De la anterior figura se tiene la eficiencia de remoción de aceites y grasas en la PTAR, del cual se puede apreciar que el mayor porcentaje de eficiencia de remoción fue determinado en febrero (91,1%) y la menor eficiencia fue en diciembre (89,6%), la eficiencia de remoción promedio de los 4 meses es de 90,5%. Es el segundo parámetro que mayor eficiencia de remoción tiene, indicando de esta manera la no acumulación de natas sobre la superficie del agua.

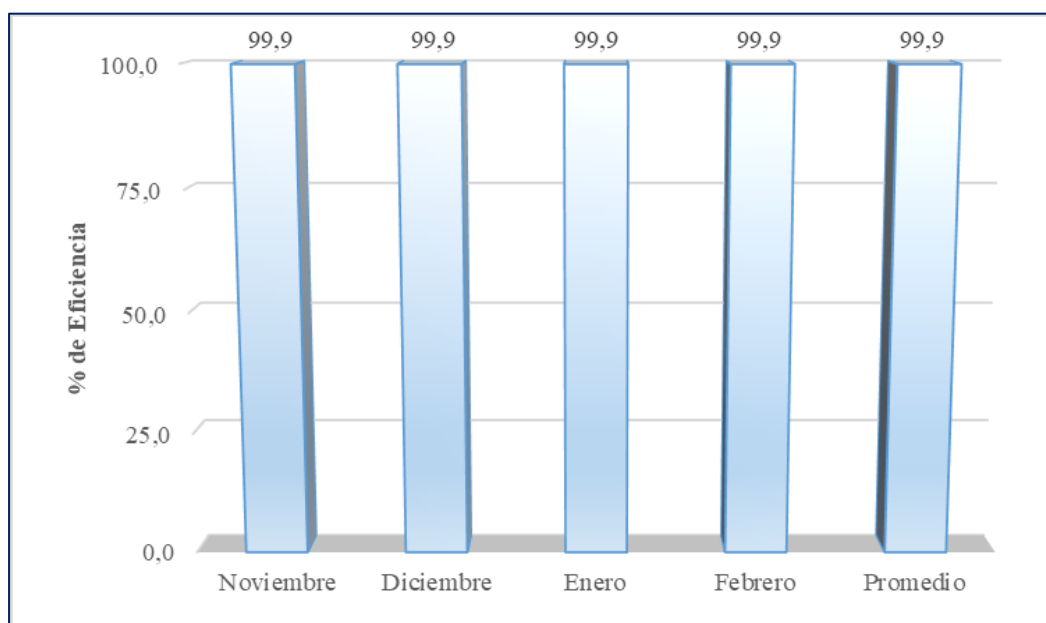


Figura 13. Eficiencia de remoción mensuales de coliformes termotolerantes

De la anterior figura se tiene la eficiencia de remoción de coliformes termotolerantes en la PTAR, del cual se puede apreciar que todos los porcentajes de eficiencia de remoción determinados son de 99,9%, siendo también la eficiencia de remoción promedio de los 4 meses el mismo porcentaje. Es el primer parámetro que mayor eficiencia de remoción tiene, lo que indica que la remoción se realizó en los procesos de sedimentación primaria y la acción de microorganismos en la laguna secundaria.

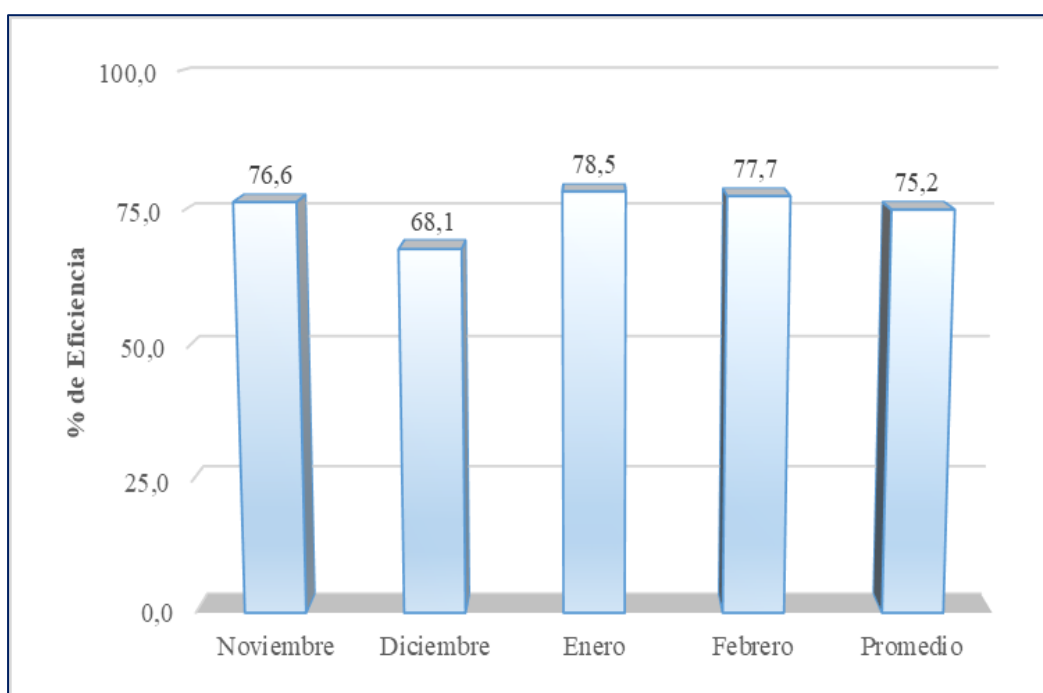


Figura 14. Eficiencia de remoción mensuales de demanda bioquímica de oxígeno

De la anterior figura se tiene la eficiencia de remoción de demanda bioquímica de oxígeno en la PTAR, del cual se puede apreciar que el mayor porcentaje de eficiencia de remoción fue determinado en enero (78,5%) y la menor eficiencia fue en diciembre (68,1%), la eficiencia de remoción promedio de los 4 meses es de 75,2%. Es el quinto parámetro que mayor eficiencia de remoción tiene, lo que indica que la remoción se realizó en los procesos de sedimentación de la materia orgánica y a través de reacciones aerobias y anaerobias.

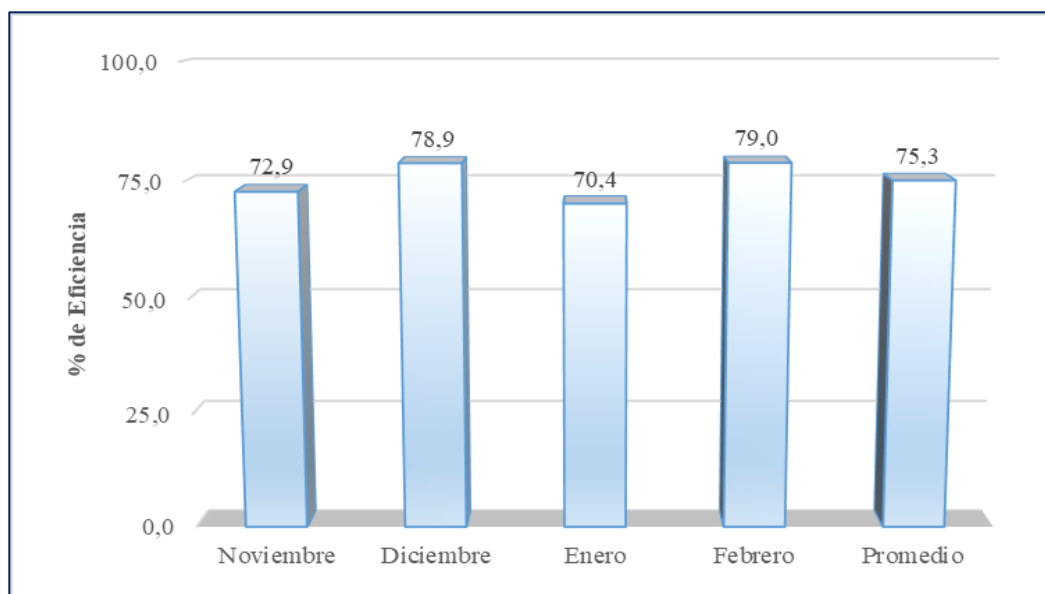


Figura 15. Eficiencia de remoción mensuales de demanda química de oxígeno

De la anterior figura se tiene la eficiencia de remoción de demanda química de oxígeno en la PTAR, del cual se puede apreciar que el mayor porcentaje de eficiencia de remoción fue determinado en febrero (79,0%) y la menor eficiencia fue en diciembre (70,4%), la eficiencia de remoción promedio de los 4 meses es de 75,3%. Es el cuarto parámetro que mayor eficiencia de remoción tiene, dichos valores obtenidos posiblemente son debido a la acción metabólica de los microorganismos que utilizan los compuestos orgánicos del agua para la producción de biomasa.

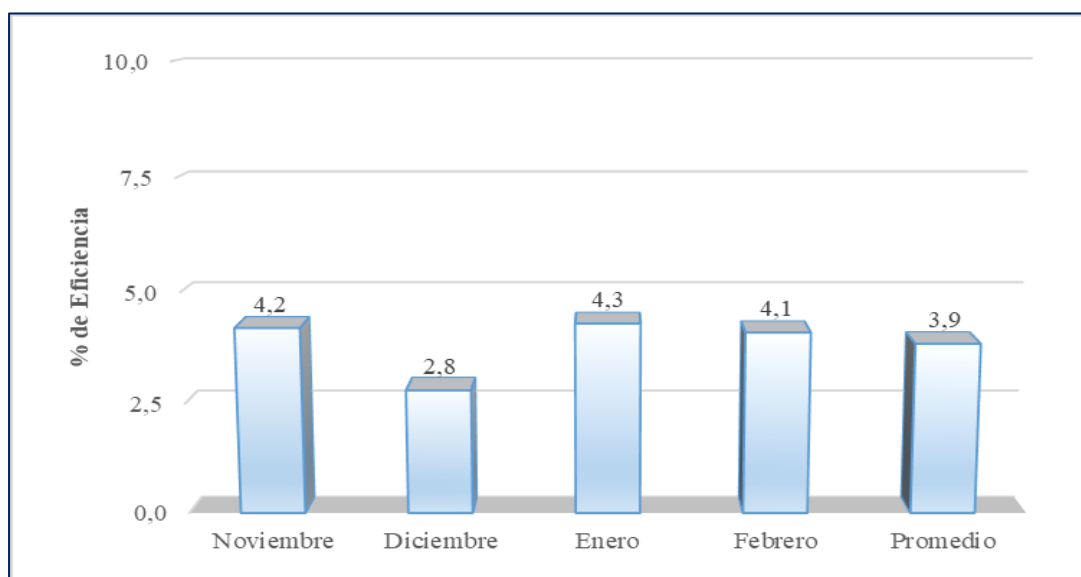


Figura 16. Eficiencia de remoción mensuales de pH

De la anterior figura se tiene la eficiencia de remoción de pH en la PTAR, del cual se puede apreciar que el mayor porcentaje de eficiencia de remoción fue determinado en enero (4,3%) y la menor eficiencia fue en diciembre (2,8%), la eficiencia de remoción promedio de los 4 meses es de 3,9%. Es el segundo parámetro que menor eficiencia de remoción tiene, dichos valores obtenidos no presentan tanta variación siendo este parámetro de los dos únicos parámetros que no se ven tan influenciados por los procesos de la planta de tratamiento.

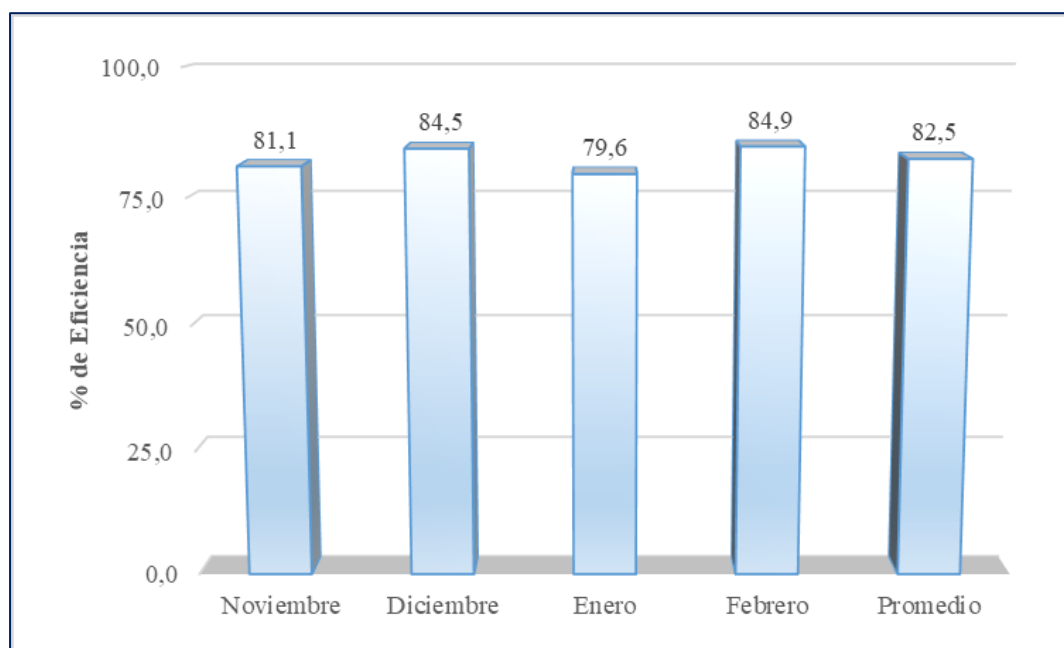


Figura 17. Eficiencia de remoción mensuales de sólidos totales en suspensión

De la anterior figura se tiene la eficiencia de remoción de sólidos totales en suspensión en la PTAR, del cual se puede apreciar que el mayor porcentaje de eficiencia de remoción fue determinado en febrero (84,9%) y la menor eficiencia fue en enero (79,6%), la eficiencia de remoción promedio de los 4 meses es de 82,5%. Es el tercer parámetro que mayor eficiencia de remoción tiene, lo que indica que los mecanismos de remoción se realizan a través de procesos de sedimentación y filtración en el substrato.

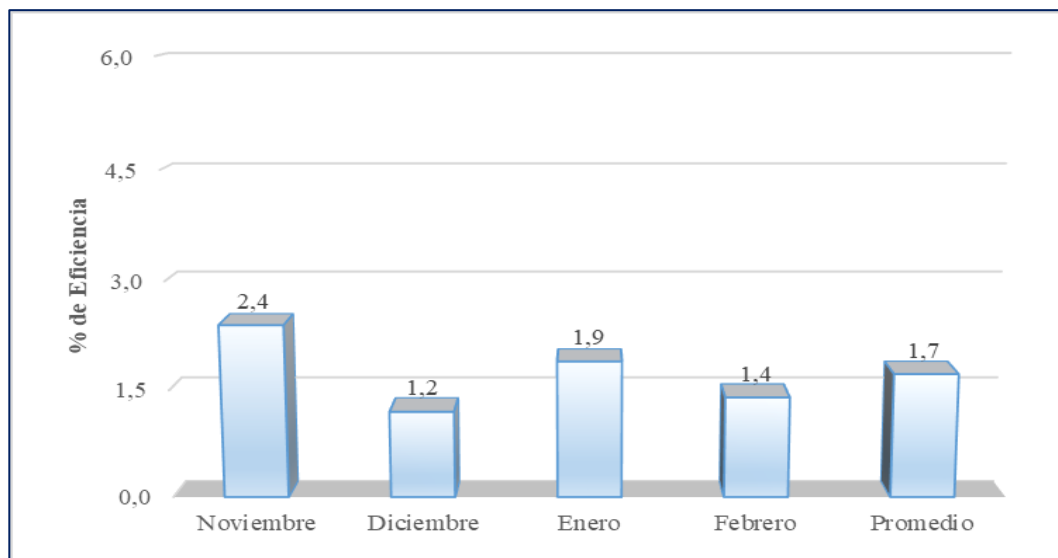


Figura 18. Eficiencia de remoción mensuales de temperatura

De la anterior figura se tiene la eficiencia de remoción de temperatura en la PTAR, del cual se puede apreciar que el mayor porcentaje de eficiencia de remoción fue determinado en noviembre (2,4%) y la menor eficiencia fue en diciembre (1,2%), la eficiencia de remoción promedio de los 4 meses es de 1,7%. Es el primer parámetro que menor eficiencia de remoción tiene, dichos valores obtenidos no presentan tanta variación siendo este parámetro el que ve influenciado principalmente por las condiciones climáticas propias de la zona.

3.3.2. Eficiencia de remoción general de contaminantes en la PTAR

Se ha tenido a bien desarrollar este ítem con los promedios de eficiencia de los cuatro meses de todos los parámetros, el resultado se presenta en las siguientes figuras:

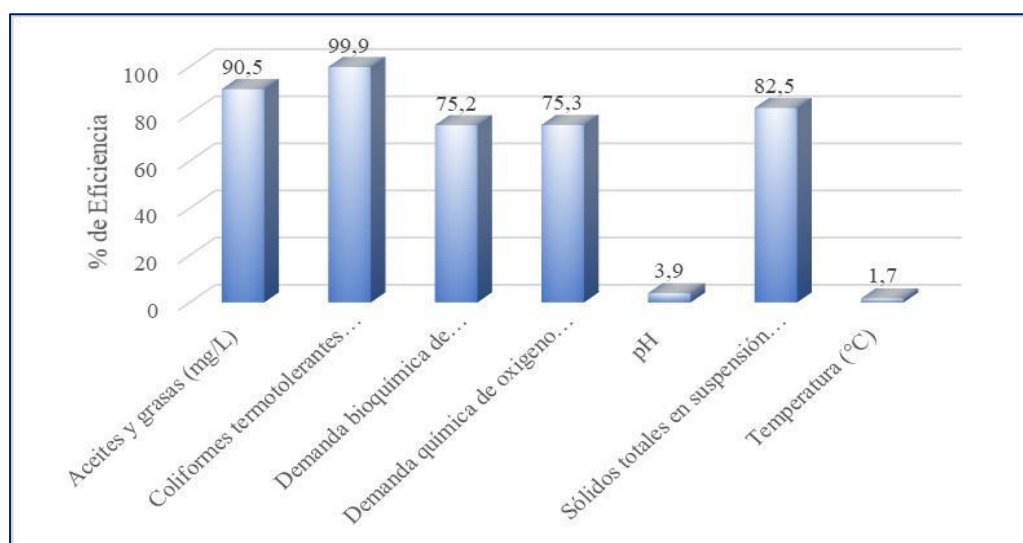


Figura 19. Eficiencia de remoción total de parámetros

De la anterior tabla se tiene un resumen general de los promedios de la eficiencia de remoción de los cuatro meses de estudio, de los cuales el mayor porcentaje de remoción es de coliformes termotolerantes (99,9 %), seguido de aceites y grasas (90,5 %), sólidos totales en suspensión (82,5 %), demanda química de oxígeno (75,3 %), demanda bioquímica de oxígeno (75,2 %), los dos últimos parámetros son los que menor porcentaje de remoción tienen que son el pH (3,9%) y la temperatura (1,7%) este último mayormente se ve influenciado por las condiciones climáticas, de todo esto y teniendo en cuenta que los coliformes termotolerantes es el parámetro que mayor porcentaje de remoción tiene se puede decir que los procesos de sedimentación primaria y la acción de microorganismos en la laguna secundaria de la PTAR tienen influencia muy positiva en la remoción.

3.4. Discusión de resultados

Los resultados de la investigación dan a conocer con respecto a la eficiencia de remoción de los parámetros de DBO_5 el mayor porcentaje determinado es 78,5% y el menor 68,1% siendo el promedio general de los 4 meses de 75,2%, asimismo con respecto a DQO el mayor determinado es 78,9%, el menor 70,4% y el promedio general de 75,3%, de todo esto se puede decir que la eficiencia de remoción de ambos parámetros en la planta de tratamiento de aguas residuales es significativa ya que Racchumi (2016) menciona que según Sánchez Ortiz (2005), un sistema que cuenta con un tratamiento primario y secundario el nivel de tratamiento en cuanto a remoción de DBO_5 y DQO debe estar en el orden de 60% a 99%, es así que los resultados determinados de eficiencia de remoción de estos parámetros se encuentran en ese orden. Además, esta información de eficiencia significativa de remoción de DQO contrasta con la presentada por Pinchi (2013) quien concluyó que existe una influencia significativa en la disminución de la carga orgánica DQO, desde el ingreso del afluente a las lagunas anaerobias, hasta su salida en las lagunas facultativas, hacia las parcelas de fertirriego.

La determinación de la eficiencia de remoción nos da a conocer que todos los parámetros analizados tienen un porcentaje de remoción positiva siendo la de coliformes termotolerantes el parámetro de mayor remoción y la temperatura de menor eficiencia de remoción, los resultados encontrados difieren con la presentada

por Racchumi (2016) con respecto a un parámetro evaluado que es la temperatura, dicha autora menciona que la mayoría de parámetros presentan eficiencia de remoción positiva a diferencia de la temperatura cuyo valor de eficiencia es negativo -2,89%.

De la caracterización de los parámetros analizados se tiene que el promedio entra la temperatura de las aguas del afluente y del efluente no existe tanta diferencia manteniéndose lo que ingresa casi estable a cuando sale, lo mismo ocurre con el pH tanto en los resultados promedios del afluente como del efluente, esta información contrasta con la encontrada por Perales (2018) quien a través de su investigación en tres pozas determinó que la temperatura del lecho acuático se mantiene estable y que se registra un pH neutro en todas las pozas muestreadas, como la determinada en la presente investigación donde los resultados de pH se encuentran en neutro.

Los resultados de la presente investigación indican con respecto a la comparación con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM los resultados de la medición en el afluente exceden los LMP, sin embargo, los resultados de la medición en el efluente se encuentran dentro de lo permitido por el decreto, esta información difiere con la presentada por Racchumi (2016) quien encontró que los valores de Coliformes Termotolerantes, DQO, DB0₅ y PH, reportan valores que independientemente del grado de eficiencia obtenido, los valores no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S N° 003-2008- MINAM.

CONCLUSIONES

- Las segundas fechas muestreadas son donde se registraron las mayores concentraciones de los parámetros a diferencia de algunos que fueron en las primeras fechas. En cuanto a la caracterización de agua residual que sale (efluente) de la PTAR se tiene también igual que en las segundas fechas de muestreo los resultados fueron mayores a los de las primeras fechas.
- De la comparación de parámetros con los límites máximos permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales o domésticas (D.S. N° 003- 2010-MINAM), se concluye en base a la caracterización de los parámetros en los cuatro meses muestreados las mediciones en el efluente ningún resultado registrado de ninguno de los siete parámetros excede los LMP, asimismo con respecto a los resultados de las mediciones en el afluente al ser comparados con los límites todos estos exceden lo establecido en el decreto, dando a entender así la eficiencia de la planta de tratamiento.
- De la determinación y evaluación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR se concluye que el mayor porcentaje de remoción es de coliformes termotolerantes (99,9 %), seguido de aceites y grasas (90,5 %), sólidos totales en suspensión (82,5 %), demanda química de oxígeno (75,3 %), demanda bioquímica de oxígeno (75,2 %), los dos últimos parámetros son los que menor porcentaje de remoción tienen que son el pH (3,9%) y la temperatura (1,7%) este último mayormente se ve influenciado por las condiciones climáticas, de todo esto y teniendo en cuenta que los coliformes termotolerantes es el parámetro que mayor porcentaje de remoción tiene se indica que los procesos de sedimentación primaria y la acción de microorganismos en la laguna secundaria de la PTAR tienen influencia muy positiva en la remoción.

RECOMENDACIONES

- La municipalidad distrital de Jepelacio deberá realizar el muestreo periódico de las aguas residuales en el afluente y sobre todo en el efluente aquellas aguas que serán descargadas a la quebrada Rumiyaçu a fin de tener conocimiento y mantener registro para la evaluación del mismo.
- La municipalidad distrital de Jepelacio deberá desarrollar jornadas de limpieza de la planta de tratamiento de aguas residuales a fin de garantizar el adecuado funcionamiento de este, como también la limpieza de los alrededores de la planta.
- Es de suma importancia mantener a los trabajadores con todos los implementos de seguridad adecuados, asimismo a la municipalidad recomendarles desarrollar capacitaciones a los pobladores y sobre todo a usuarios no domésticos que son quienes más contaminantes generan en sus aguas residuales, con el objetivo de minimizar las altas concentraciones de todos estos parámetros.
- A los estudiantes y docentes de la Facultad de Ecología de ambas escuelas académicas recomendar las visitas periódicas al lugar, como desarrollo de prácticas a fin de evidenciar las posibles fallencias en la planta y las recomendaciones respectivas para la mejora del sistema de tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPIS/OPS (Centro Panamericano para Ingeniería Sanitaria/Organización Panamericana de la Salud), Regional Project, Integrated Systems for the Treatment and Recycling of Waste Water in Latin America: Reality and Potential, Lima, 2000.
- CARDONA, Juanita y GARCÍA, Luisa. Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica. Tesis de Pregrado para optar el título de Microbiólogo industrial. Facultad de Ciencias – Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 2008.
- CHUQUIBALA, Mervin y SÁNCHEZ, Hipattia. Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes del afluente doméstico mediante la aplicación de *Eichhornia crassipes* y *Lemma minor* en el anexo el molino, distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas 2016. Tesis de grado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas. 2017.
- Davis, M.L., y D.A, Cornwell, Introduction to Environmental Engineering, Mc Graw Hill, Series in Water Resources and Environmental Engineering. p.224. 1998.
- FONAM. Manual de Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. 2010.
- FRANKEN, M. Resultados con el sistema anaerobio en Cochabamba. Bolivia. 2012.
- GALVEZ, Carlos. Eficiencia de la planta de tratamiento de agua residual de San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar, Guatemala de la Asunción. 2013.
- GRONERTH, Merling. Tratamiento de Aguas Residuales en el Camal de Ahuashiyacu. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba. 2017.
- MACKENZIE, D. Ingeniería sanitaria y de aguas residuales. Vol. 4. México. 2010.

- METCALF & EDDY. Tratamiento y depuración de las aguas residuales: Determinación de caudales de aguas residuales. 1997.
- METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo. España. 1999.
- METCALF & EDDY. Ingeniería de las aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. 3ra ed. España: McGRAW-HILL. 2003.
- MOSCOSO, J.; ALFARO, T. Panorama de experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales en Lima Metropolitana y Callao. 1° Edición. Perú: IPES Promoción del Desarrollo Sostenible. 2008.
- OPS (Organización Mundial de la Salud). Agua y salud humana. México D. F. Limusa. 231 p. 1988.
- PATIÑO, A. Ingeniería sanitaria y de aguas residuales: Diseño de plantas de tratamientos. 2000.
- PALANGE, R. Control de la contaminación del agua: Guías para la planificación y financiamiento de proyectos. Documento Técnico del Banco Mundial, No. 73S. 1999.
- PERALES, Kelith. Tratamiento de aguas residuales domesticas por fitorremediación con *Eichornia Crassipes* en la zona rural del caserío Santa Catalina Moyobamba 2017. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba. 2018.
- PINCHI, Diomedes. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la disminución de la demanda química de oxígeno, en industrias del Shanusi, Yurimaguas 2013. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba. 2013.
- PREQB. Puerto Rico Water Quality Inventory and List of Impaired Waters, 2004 –305 (b) /303 (d) Final Report. 2004.
- QUIROZ, Pedro. Planta de Tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima: Universidad Mayor de San Marcos. 2009.

- RACCHUMI, Karem. Determinación del grado de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Segunda Jerusalén- Rioja 2014. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba. 2016.
- Reglamento nacional de edificaciones (RNE). 4ta. ed. Perú: Megabyte. Norma OS. 090. 2013.
- RODRÍGUEZ, Jenny. Tratamiento Anaerobio de Lixiviados en Reactores UASB. Ingeniería y Desarrollo, 18, Julio - diciembre, 2005. Universidad del Valle. Colombia. 2004.
- ROMERO, Mariana, COLÍN, Arturo, SÁNCHEZ, Elina y ORTIZ, Laura. Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. México, Distrito Federal: editorial atmosfera.unam.mx. 2009.
- ROMERO, Jairo. Tratamiento de Aguas Residuales: Teorías y Principios de Diseño. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 2001.
- RODAS, Jhorlin. Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con Decantación de Flujo Radial para reducir el grado de Contaminación del cuerpo Receptor, Distrito de Yántalo – Moyobamba. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba. 2017.
- SEGUÍ, Luis. Sistemas de Regeneración y Reutilización de Aguas Residuales. Una fuente alternativa de suministro dentro de una gestión integral del agua. Universidad Politécnica de Cataluña – España. 2004.
- SEGHEZZO, L. Exposición de Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente. Trabajo expuesto en “Curso Internacional: Tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas e industriales”. 2012.
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (SUNASS).
- Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución. Perú: Biblioteca Nacional del Perú. 2008.
- THIRUMURTI, D. Biodegradation in waste stabilization ponds (facultative lagoons)"

Martin,

A. M. C Biological Degradation of Wastes. Elsevier applied science, pp. 23 1 -246. Gran Bretaña. 2008.

VÁSQUEZ, Alex. Determinación del efecto de los microorganismos eficientes para la remoción del valor de la DBO en las aguas residuales domésticas de la localidad de Japelacio – 2016. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Moyobamba. 2017.

YANEZ, Fabián. Teoría, Diseño, Evaluación y Mantenimiento de Lagunas de Estabilización. Cuenca, Ecuador. 1993

ANEXOS

Anexo 1:

Ubicación de los puntos de monitoreo



Anexo 2:

Comparación de la caracterización de parámetros con los límites máximos permisibles

Tabla 12

Comparación de concentraciones promedios de aceites y grasas

	Aceites y grasas (mg/L)		D.S. 003-2010- MINAN
	Afluente	Efluente	LMP
Noviembre	90,0	8,6	
Diciembre	91,0	9,5	
Enero	105,7	9,7	20,0
Febrero	107,3	9,6	
Promedio Meses	98,5	9,3	

Tabla 13

Comparación de concentraciones promedios de coliformes termotolerantes

Meses	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)		D.S. 003-2010- MINAN
	Afluente	Efluente	LMP
Noviembre	9,60E+05	9,60E+02	
Diciembre	8,73E+05	8,35E+02	
Enero	8,20E+05	5,93E+02	10000,0
Febrero	9,00E+05	5,61E+02	
Promedio	8,88E+05	7,37E+02	

Tabla 14*Comparación de concentraciones promedios de demanda bioquímica de oxígeno*

Meses	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)		D.S. 003-2010-MINAN
	Afluente	Efluente	LMP
Noviembre	298,0	69,8	
Diciembre	236,2	75,3	
Enero	302,3	65,0	100,0
Febrero	232,8	51,9	
Promedio	267,3	65,5	

Tabla 15*Comparación de concentraciones promedios de demanda química de oxígeno*

Meses	Demanda química de oxígeno (mg/L)		D.S. 003-2010-MINAN
	Afluente	Efluente	LMP
Noviembre	425,5	115,5	
Diciembre	496,1	104,7	
Enero	346,1	102,3	200,0
Febrero	435,5	91,4	
Promedio	425,8	103,5	

Tabla 16*Comparación de concentraciones promedios de pH*

Meses	pH		D.S. 003-2010-MINAN
	Afluente	Efluente	LMP
Noviembre	7,2	6,9	
Diciembre	7,1	6,9	
Enero	7,0	6,7	6,5-8,5
Febrero	7,3	7,0	
Promedio	7,2	6,9	

Tabla 17*Comparación de concentraciones promedios de sólidos totales en suspensión*

Meses	Sólidos totales en suspensión (mL/L)		D.S. 003-2010-MINAN
	Afluente	Efluente	LMP
Noviembre	497,6	93,9	
Diciembre	565,6	87,5	
Enero	436,3	89,2	150,0
Febrero	522,9	78,9	
Promedio	505,6	87,4	

Tabla 18*Comparación de concentraciones promedios de temperatura*

Meses	Temperatura (°C)		D.S. 003-2010-MINAN
	Afluente	Efluente	
Noviembre	20,7	20,2	
Diciembre	20,5	20,3	
Enero	21,1	20,7	< 35,0
Febrero	20,9	20,6	
Promedio	20,8	20,4	

Anexo 3:

Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la PTAR

Tabla 19

Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de noviembre

Parametros	Concentración de parametros		
	Afluente	Efluente	Eficiencia (%)
Aceites y grasas (mg/L)	90,0	8,6	90,4
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	9,60E+05	9,60E+02	99,9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	298,0	69,8	76,6
Demanda química de oxígeno (mg/L)	425,5	115,5	72,9
pH	7,2	6,9	4,2
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	497,6	93,9	81,1
Temperatura (°C)	20,7	20,2	2,4

Tabla 20

Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de diciembre

Parametros	Concentración de parametros		
	Afluente	Efluente	Eficiencia (%)
Aceites y grasas (mg/L)	91,0	9,5	89,6
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	8,73E+05	8,35E+02	99,9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	236,2	75,3	68,1
Demanda química de oxígeno (mg/L)	496,1	104,7	78,9
Ph	7,1	6,9	2,8
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	565,6	87,5	84,5
Temperatura (°C)	20,5	20,3	1,2

Tabla 21*Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de enero*

Parametros	Concentración de parametros		
	Afluente	Efluente	Eficiencia (%)
Aceites y grasas (mg/L)	105,7	9,7	90,8
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	8,20E+05	5,93E+02	99,9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	302,3	65,0	78,5
Demanda química de oxígeno (mg/L)	346,1	102,3	70,4
Ph	7,0	6,7	4,3
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	436,3	89,2	79,6
Temperatura (°C)	21,1	20,7	1,9

Tabla 22*Eficiencia de remoción de parámetros en el mes de febrero*

Parametros	Concentración de parametros		
	Afluente	Efluente	Eficiencia (%)
Aceites y grasas (mg/L)	107,3	9,6	91,1
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	9,00E+05	5,61E+02	99,9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	232,8	51,9	77,7
Demanda química de oxígeno (mg/L)	435,5	91,4	79,0
Ph	7,3	7,0	4,1
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	522,9	78,9	84,9
Temperatura (°C)	20,9	20,6	1,4

Tabla 23*Eficiencia de remoción mensuales de aceites y grasas*

Meses	% de Eficiencia de Aceites y Grasas (mg/L)
Noviembre	90,4
Diciembre	89,6
Enero	90,8
Febrero	91,1
Promedio	90,5

Tabla 24*Eficiencia de remoción mensuales de coliformes termotolerantes*

Meses	% de Eficiencia de Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)
Noviembre	99,9
Diciembre	99,9
Enero	99,9
Febrero	99,9
Promedio	99,9

Tabla 25*Eficiencia de remoción mensuales de demanda bioquímica de oxígeno*

Meses	% de Eficiencia de Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)
Noviembre	76,6
Diciembre	68,1
Enero	78,5
Febrero	77,7
Promedio	75,2

Tabla 26*Eficiencia de remoción mensuales de demanda química de oxígeno*

Meses	% de Eficiencia de Demanda Química de Oxígeno (mg/L)
Noviembre	72,9
Diciembre	78,9
Enero	70,4
Febrero	79,0
Promedio	75,3

Tabla 27*Eficiencia de remoción mensuales de pH*

Meses	% de Eficiencia de pH
Noviembre	4,2
Diciembre	2,8
Enero	4,3
Febrero	4,1
Promedio	3,9

Tabla 28*Eficiencia de remoción mensuales de sólidos totales en suspensión*

Meses	% de Eficiencia de Sólidos Totales en Suspensión (mL/L)
Noviembre	81,1
Diciembre	84,5
Enero	79,6
Febrero	84,9
Promedio	82,5

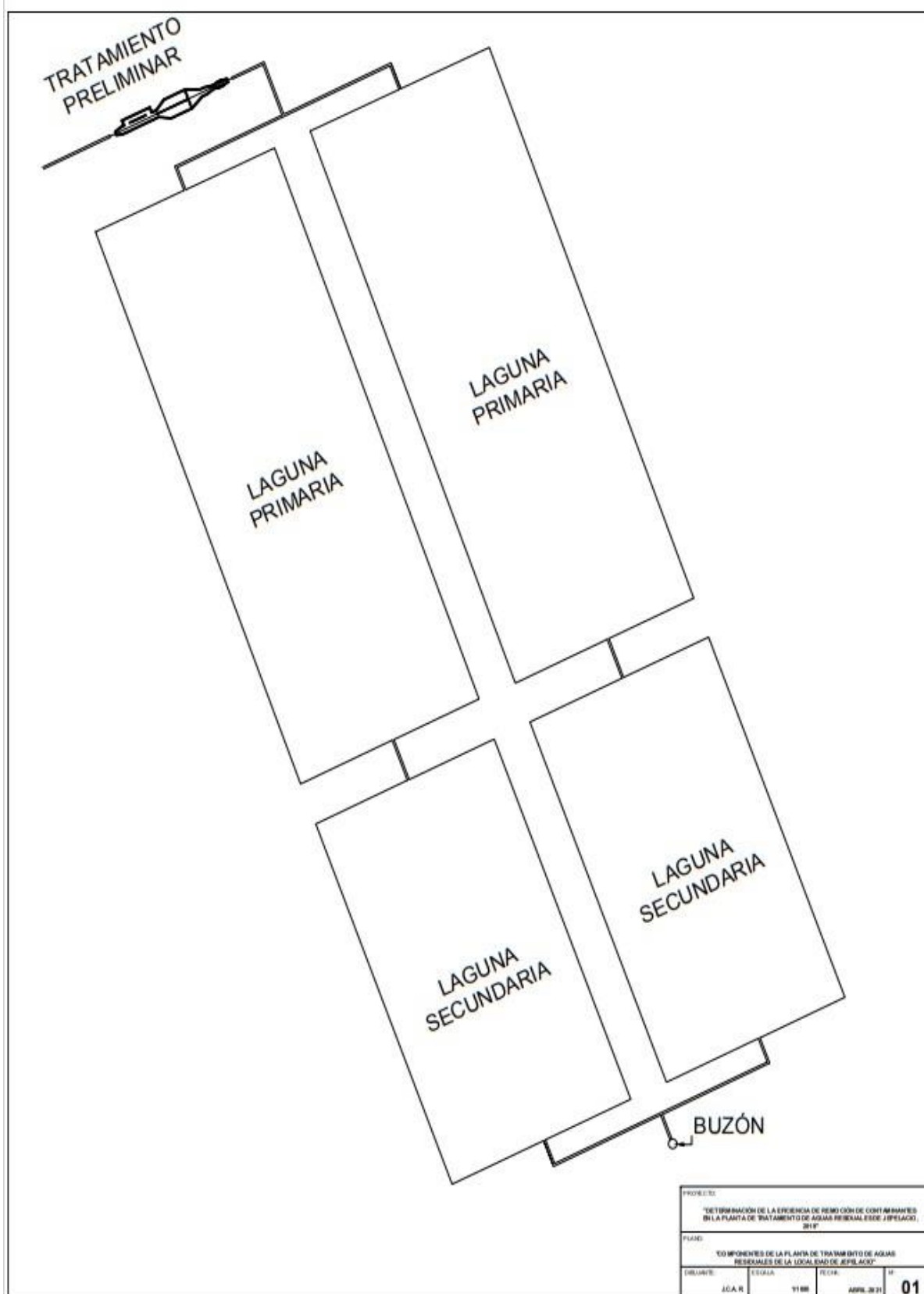
Tabla 29*Eficiencia de remoción mensuales de temperatura*

Meses	% de Eficiencia de Temperatura (°C)
Noviembre	2,4
Diciembre	1,2
Enero	1,9
Febrero	1,4
Promedio	1,7

Tabla 30*Eficiencia de remoción total de parámetros*

Parametros	% de Eficiencia total / 4 meses
Aceites y grasas (mg/L)	90,5
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	99,9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	75,2
Demanda química de oxígeno (mg/L)	75,3
pH	3,9
Sólidos totales en suspensión (mL/L)	82,5
Temperatura (°C)	1,7

Anexo 5:
Plano de componentes de la planta de tratamiento de aguas
residuales



Anexo 6:
Registro fotográfico

Foto 1: Ingreso primer tratamiento



Foto 2: Rejilla o cribas



Foto 3: Ingreso a laguna 1



Foto 4: ingreso a laguna 2



Foto 5: Laguna 3



Foto 6: Laguna 4



Foto 7: Toma de muestra



Foto 8: Toma de muestra



Foto 9: Toma de muestra



Foto 10: Toma de muestra



Anexo 7:**Informes de ensayo muestras de agua residual**

HDM CONSULT S.A.C.

HDM CONSULT S.A.C.

Ejecucion de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 011-2019

Nº de protocolo : 011-2019
Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
Fecha de recepción de la muestra : 01-11-19
Fecha de inicio de análisis : 01-11-19
Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)

Fecha de emisión de informe : 05-11-19

Descripcion – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	88
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	9,50E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	310,0
Demanda química de oxígeno	mg/L	452,4
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,3
Solidos totales en suspensión	mg/L	507,0
Temperatura	°C	21,4

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GÉNERO E. TELLO ARNAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 012-2019

Nº de protocolo : 012-2019
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declarada(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 01-11-19
 Fecha de inicio de análisis : 01-11-19
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)

Fecha de emisión de informe : 05-11-19

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287693.47E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	8,2
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	8,20E+02
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	71,5
Demanda química de oxígeno	mg/L	104,0
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,9
Solidos totales en suspensión	mg/L	107,4
Temperatura	°C	20,1

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 014-2019

Nº de protocolo : 014-2019
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 15-11-19
 Fecha de inicio de análisis : 15-11-19
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)

Fecha de emisión de informe : 20-11-19

Descripción – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	92,0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	9,70E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	286,0
Demanda química de oxígeno	mg/L	398,5
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,0
Solidos totales en suspensión	mg/L	488,1
Temperatura	°C	20,0

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater. 20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión

Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 015-2019

Nº de protocolo : 015-2019
Ciente : Julio Cesar Arbayza Rojas
Muestra(s) declarada(s) : Muestra de agua residual
Fecha de recepción de la muestra : 15-11-19
Fecha de inicio de análisis : 15-11-19
Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)

Fecha de emisión de informe : 20-11-19

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287693.47E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	9,0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1,10E+03
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	68,0
Demanda química de oxígeno	mg/L	127,0
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,9
Solidos totales en suspensión	mg/L	80,4
Temperatura	°C	20,3

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.


HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 017-2019

Nº de protocolo : 017-2019
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 01-12-19
 Fecha de inicio de análisis : 01-12-19
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)
 Fecha de emisión de informe : 05-12-19

Descripción – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	102,4
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	8,40E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	222,0
Demanda química de oxígeno	mg/L	428,2
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,7
Solidos totales en suspensión	mg/L	551,1
Temperatura	°C	21,1

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 018-2019

Nº de protocolo : 018-2019
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declarada(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 01-12-19
 Fecha de inicio de análisis : 01-12-19
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)
 Fecha de emisión de informe : 05-12-19

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	10,1
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	7,80E+02
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	80,7
Demanda química de oxígeno	mg/L	118,6
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,8
Solidos totales en suspensión	mg/L	99,0
Temperatura	°C	20,5

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecucion de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y ODPH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 019-2019

Nº de protocolo : 019-2019
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declarada(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 15-12-19
 Fecha de inicio de análisis : 15-12-19
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)
 Fecha de emisión de informe : 20-12-19

Descripción – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	79,5
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	9,05E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	250,3
Demanda química de oxígeno	mg/L	563,9
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,4
Solidos totales en suspensión	mg/L	580,0
Temperatura	°C	19,9

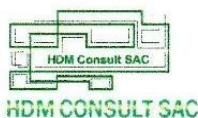
Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 020-2019

Nº de protocolo : 020-2019
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 15-12-19
 Fecha de inicio de análisis : 15-12-19
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)
 Fecha de emisión de informe : 20-12-19

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287693.47E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	8,9
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	8,90E+02
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	69,9
Demanda química de oxígeno	mg/L	90,8
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,0
Solidos totales en suspensión	mg/L	76,0
Temperatura	°C	20,0

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
 GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 001-2020

Nº de protocolo : 001-2020
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 03-01-20
 Fecha de inicio de análisis : 03-01-20
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)
 Fecha de emisión de informe : 06-01-20

Descripción – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	90,7
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	8,90E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	305,4
Demanda química de oxígeno	mg/L	334,2
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,9
Solidos totales en suspensión	mg/L	389,0
Temperatura	°C	21,7

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión

Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 002-2020

Nº de protocolo : 002-2020
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declarada(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 03-01-20
 Fecha de inicio de análisis : 03-01-20
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)
 Fecha de emisión de informe : 06-01-20

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287693.47E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	7,4
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	5,85E+02
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	59,2
Demanda química de oxígeno	mg/L	95,6
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,6
Solidos totales en suspensión	mg/L	82,0
Temperatura	°C	20,4

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater. 20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.


HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 008-2020

Nº de protocolo : 008-2020
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 18-01-20
 Fecha de inicio de análisis : 18-01-20
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)
 Fecha de emisión de informe : 23-01-20

Descripción – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	120,6
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	7,50E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	299,1
Demanda química de oxígeno	mg/L	358,0
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,1
Solidos totales en suspensión	mg/L	483,5
Temperatura	°C	20,4

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater. 20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 009-2020

Nº de protocolo : 009-2020
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 18-01-20
 Fecha de inicio de análisis : 18-01-20
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)
 Fecha de emisión de informe : 23-01-20

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287693.47E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	12,0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	6,00E+02
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	70,8
Demanda química de oxígeno	mg/L	109,0
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,8
Solidos totales en suspensión	mg/L	96,3
Temperatura	°C	21,0

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecucion de Obras y Proyectos de Inversion
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 013-2020

Nº de protocolo : 009-2020
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 01-02-20
 Fecha de inicio de análisis : 01-02-20
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)
 Fecha de emisión de informe : 04-02-20

Descripción – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	100,5
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	9,20E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	261,0
Demanda química de oxígeno	mg/L	390,3
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,2
Solidos totales en suspensión	mg/L	510,8
Temperatura	°C	22,0

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 AGENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 014-2020

Nº de protocolo : 014-2020
Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
Muestra(s) declarada(s) : Muestra de agua residual
Fecha de recepción de la muestra : 01-02-20
Fecha de inicio de análisis : 01-02-20
Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)
Fecha de emisión de informe : 04-02-20

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287693.47E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	11,1
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	6,23E+02
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	48,0
Demanda química de oxígeno	mg/L	84,8
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	6,8
Solidos totales en suspensión	mg/L	87,3
Temperatura	°C	20,3

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.


HDM CONSULT S.A.C
GENARO E. TELLO ARNIAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 015-2020

Nº de protocolo : 015-2020
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 15-02-20
 Fecha de inicio de análisis : 15-02-20
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Afluente)
 Fecha de emisión de informe : 20-02-20

Descripción – Muestra 01: Afluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287591.84E-9323378.04N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	114,0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	8,80E+05
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	204,5
Demanda química de oxígeno	mg/L	480,7
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,3
Solidos totales en suspensión	mg/L	535,0
Temperatura	°C	19,8

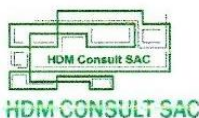
Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARNAS
 GERENTE GENERAL



HDM CONSULT S.A.C.

Ejecución de Obras y Proyectos de Inversión
 Venta de Materiales de Construcción, Combustibles Líquidos y OPDH, Alquiler
 de Maquinaria y Equipos, Suministro e Instalación de Equipos Hidráulicos

INFORME DE ENSAYO 016-2020

Nº de protocolo : 016-2020
 Cliente : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Muestra(s) declaradas(s) : Muestra de agua residual
 Fecha de recepción de la muestra : 15-02-20
 Fecha de inicio de análisis : 15-02-20
 Responsable de muestreo : Julio Cesar Arbayza Rojas
 Procedencia de la muestra : Planta de tratamiento de aguas residuales (Efluente)
 Fecha de emisión de informe : 20-02-20

Descripción – Muestra 01: Efluente PTAR (Coordenadas UTM WGS 84: 287693.47E-9323177.21N)		
Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/L	8,0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	4,98E+02
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	55,7
Demanda química de oxígeno	mg/L	98,0
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7,1
Solidos totales en suspensión	mg/L	70,4
Temperatura	°C	20,9

Referencia de métodos analíticos

- Estándar methods for the examination of water and wastewater.20 th. Edic. APHA AWWA, WEF 1998
- Manual de methods for chemical analysis of water of water and wastes, US-EPA 600/4-79-020, March. 1983

Observaciones

- La muestra fue recepcionada en condiciones de conservación y preservación.

HDM CONSULT S.A.C.
GENARO E. TELLO ARMAS
 GERENTE GENERAL