UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EFICIENCIA DE LA TECNOLOGIA UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS A NIVEL FAMILIAR, DISTRITO DE NUEVA REQUENA, REGION UCAYALI"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

JHON MAYKOL TREJO ROJAS

PUCALLPA – PERU

2018

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su **APROBACIÓN** ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes Catedráticos:

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas _____
Presidente

Dr. Carlos Panduro Carbajal _____
Miembro

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza _____
Miembro

Ing. M.Sc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez _____
Asesora

Bach. Jhon Maykol Trejo Rojas _____
Tesista

DEDICATORIA

A Dios, por ser el inspirador y haberme dado la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, son admirables y mis mayores ejemplos de vida.

A mis hermanos, por estar siempre presentes acompañándome y por el apoyo moral e incondicional que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

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

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres: Joaquina Rojas y Melecio Trejo, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado y formado.

A mis hermanos: Diana Trejo R., Luisa Vergara R. y Clever Trejo A., quienes me brindaron sus valiosos consejos, que han sido de gran apoyo en este camino.

A la empresa Hanilest EG Perú EIRL, al Ing. Elías León por darme la oportunidad de realizar la investigación en uno de sus innovadores proyectos y al Ing. Luis Huamaní por el apoyo técnico de la tecnología UBS, siendo fundamental para el desarrollo de la tesis.

Al laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Nacional de Ucayali, por abrirme las puertas para realizar los análisis correspondiente al proyecto.

A la familia Pérez García, beneficiarios del proyecto quienes permitieron el acceso a su vivienda, siendo de valioso aporte para la investigación.

A mis docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi formación profesional, de manera especial, a la Magister en Ciencias, Ing. Gladys Rojas Gutiérrez asesora de mi tesis de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que confiaron en mí, mis tíos, primos, sobrinos y demás familiares que estuvieron pendientes de mi camino universitario y deseándome lo mejor; y a mis amistades que me acompañaron en este proceso universitario, agradecido total con cada uno de ustedes.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO iv

INDICE GENERAL v

INDICE DE TABLAS viii

INDICE DE FIGURAS x

RESUMEN xii

ABSTRACT xiii

INTRODUCCION 1

CAPITULO I 3

1. Planteamiento del problema 3

1.1. Objetivos de la investigación 5

1.1.1. General 5

1.1.2. Específicos 5

2. Justificación de la investigación 6

CAPITULO II 9

MARCO TEORICO 9

2.1. ANTECEDENTES 9

2.2. BASES TEORICAS 13

2.2.1. Aguas Residuales 13

2.2.2. Características del agua residual 14

2.2.3. Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) 15

2.2.4. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC. 16

2.2.5. Límites Máximos Permisibles (LMP) 24

2.2.6. Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. 25

CAPITULO III 32

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION 32

3.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO 32

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 36

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 36

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS……...37

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 39

3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS RECOLECTADOS. 44

CAPITULO IV 47

RESULTADOS Y DISCUSION 47

4.1. CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA VIVIENDA CON UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS). 47

4.1.1. Afluente (entrada) 47

4.1.2. Efluente (salida) 48

4.1.3. Medición de caudal 48

4.2. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS CON LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES (LMP). 50

4.2.1. Parámetros físicos. 50

4.2.2. Parámetros químicos 56

4.2.3. Parámetros microbiológicos. 61

4.3. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA REMOCION DE CONTAMINANTES CON LA UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC…….64

CAPITULO V 68

CONCLUSIONES 68

RECOMENDACIONES 69

CAPITULO VI 70

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 70

ANEXOS 74

Anexo 1. Ubicación del punto de monitoreo 74

Anexo 2. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo 75

Anexo 3. Registro de datos de campo 76

Anexo 4. Reporte de resultados del monitoreo de efluentes de PTAR 78

Anexo 5. Certificado de análisis del Efluente, Laboratorio Natura Analítica S.A.C. 83

Anexo 6. Mapa de Ubicación del proyecto de investigación. 84

Anexo 7. Iconografía 85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Material y especificaciones de la Media de contacto. 10

Tabla 2. Comparación del método HBC y el Proceso de lodo activado estándar.11

Tabla 3. Cuadro comparativo UBS – HBC con Otras propuestas.....17

Tabla 4. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR 24

Tabla 5. Distancia y estado del tramo al distrito de Nueva Requena. 33

Tabla 6. Formato de Ubicación de los Puntos de Monitoreo 40

Tabla 7. Cantidad de muestras de agua a utilizar. 41

Tabla 8. Etiqueta para muestreo de agua residual. 42

Tabla 9. Formato de Registro de datos Campo.....43

Tabla 10. Método de análisis de los parámetros.....44

Tabla 11. Esquema de la Prueba T Student para muestras relacionadas. 45

Tabla 12. Cuadro comparativo para la elección de prueba.....46

Tabla 13. Resultados de los análisis in situ y de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Afluente). 47

Tabla 14. Resultados de los análisis in situ y de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Efluente). 48

Tabla 15. Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de temperatura en el afluente y efluente. 50

Tabla 16. Prueba de muestras relacionadas Temperatura.....51

Tabla 17. Estadísticas de muestras relacionadas de las medias del pH en el afluente y efluente. 53

Tabla 18. Prueba de muestras relacionadas pH 53

Tabla 19. Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de SST en el afluente y efluente. 55

Tabla 20. Prueba de muestras relacionadas SST 56

Tabla 21. Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de DBO_5 en el afluente y efluente. 57

Tabla 22. Prueba de muestras relacionadas DBO_5 58

Tabla 23. Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de DQO en el afluente y efluente. 60

Tabla 24. Prueba de muestras relacionadas DQO 61

Tabla 25. Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de Coliformes Termotolerantes en el afluente y efluente.....63

Tabla 26. Prueba de muestras relacionadas Coliformes Termotolerantes. 64

Tabla 27. Medias y Eficiencia de los parámetros del afluente y efluente. 65

Tabla 28. Ubicación de los puntos de monitoreo de la investigación. 74

Tabla 29. Requerimientos para toma de muestra y preservación según parámetros. 75

Tabla 30. Registro de datos de campo de los días de monitoreo. 76

Tabla 31. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 1. 78

Tabla 32. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 2. 78

Tabla 33. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 3. 79

Tabla 34. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente por Día 4.79

Tabla 35. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 5. 80

Tabla 36. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 6. 80

Tabla 37. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 7. 81

Tabla 38. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 8. 81

Tabla 39. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 9. 82

Tabla 40. Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 10. 82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar. 18

Figura 2. Tanque primario de Sedimentación HBC. 19

Figura 3. Instalación del Tanque primario. 19

Figura 4. Medio de Contacto HBC (Grupo HBC, 2017)..... 20

Figura 5. Propiedad del Medio de Contacto HBC. 21

Figura 6. Visión en conjunto del Medio de contacto HBC. 21

Figura 7. Balance Anaerobio de la Materia orgánica. 22

Figura 8. Tanque de Filtro Biológico Anaeróbico..... 23

Figura 9. Interior del tanque de Filtro Biológico Anaeróbico. 23

Figura 10. Carbón Activado 24

Figura 11. Pastillas de Cloro. 24

Figura 12. Ubicación del trabajo de investigación. 32

Figura 13. Puntos de muestreos de la Planta unifamiliar. 40

Figura 14. Resultado de Temperatura de las muestras del afluente y efluente 50

Figura 15. Comparación de medias de la temperatura (afluente y efluente) con los LMP. 51

Figura 16. Resultado del pH de las muestras del afluente y efluente. 52

Figura 17. Comparación de medias del pH (afluente y efluente) con los LMP. 53

Figura 18. Resultado de SST de las muestras del afluente y efluente. 54

Figura 19. Comparación de medias de SST (afluente y efluente) con los LMP 55

Figura 20. Resultados de DBO_5 de las muestras del afluente y efluente. 57

Figura 21. Comparación de medias de DBO_5 (afluente y efluente) con los LMP……...58

Figura 22. Resultado de DQO de las muestras del afluente y efluente. 59

Figura 23. Comparación de medias de DQO (afluente y efluente) con los LMP.60

Figura 24. Resultado de CTT de las muestras del afluente y efluente. 62

Figura 25. Comparación de medias de Coliformes Termotolerantes (afluente y efluente) con los LMP..... 63

Figura 26. Porcentaje de remoción de Solidos Suspendidos Totales. 65

Figura 27. Porcentaje de remoción de la DBO. 66

Figura 28. Porcentaje de remoción de la DQO. 66

Figura 29. Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes. 67

Figura 30. Certificado de análisis referencial de Coliformes Termotolerantes y DBO_5 del efluente de la PTAR por el Laboratorio Natura Analítica S.A.C. 83

Figura 31. Mapa de ubicación del Distrito de Nueva Requena. 84

RESUMEN

El trabajo de investigación denominado eficiencia de la tecnología Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, en el tratamiento de aguas residuales domesticas a nivel familiar, se realizó en el centro poblado Nuevo Paraíso, distrito de Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo, Ucayali – Perú. El objetivo planteado en la investigación es evaluar la eficiencia de la tecnología Unidad Básica de Saneamiento (UBS), prototipo de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas a nivel familiar, con la tecnología HBC (Hanging Bio Contactor) la cual es un medio de contacto entre las bacterias y el crudo, con la finalidad de reducir la contaminación causada por efecto de las descargas de las aguas residuales domésticas, que son vertidos directamente al cuerpo receptor agua. El proceso metodológico que se ha planteado es realizar evaluaciones, identificación y la obtención de datos y muestreo en dos puntos del sistema, denominada como afluente (entrada) y efluente (salida). Se colectaron muestras semanales durante 4 meses, entre los meses de Marzo a Junio del presente año, determinándose el pH, Temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos totales (SST) y Coliformes Termotolerantes (CTT), calculando la eficiencia de la planta de tratamiento y comparando con los Límites Máximos Permisibles (LMP), según la normativa D.S. N° 003 – 2010 – MINAM. Los resultados obtenidos de los valores promedios de los parámetros investigados en el afluente y efluente respectivamente fueron de 6.88 – 7 .11 (pH); 26.46 – 26.3 °C (Temperatura); 231.00 – 89.50 mg/L (DBO_5); 289.20 – 127.00 mg/L (DQO); 25.08 – 7.04 mg/L (SST) y 649,253.80 – 9899.90 NMP/100ml (CTT). La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales fue de 71.93% (Solidos Suspendidos Totales); 61.25 % (DBO_5); 56.08% (DQO); 98.47% (Coliformes Termotolerantes); pH y Temperatura se encontraron dentro del rango de los LMP. Se concluye que estos parámetros en promedio cumplen con la normativa ambiental de Límites Máximos Permisibles para efluentes según D.S. N° 003 – 2010 – MINAM y demuestran eficiencia en la remoción de los contaminantes.

Palabras clave: Unidad Básica de Saneamiento (UBS), tecnología HBC (Hanging Bio Contactor), afluente, efluente, eficiencia, Límites Máximos Permisibles (LMP).

ABSTRACT

The research project called "Efficiency of the Basic Sanitation Unit (UBS) - HBC, in the treatment of household wastewater at family level", was carried out in the Nuevo Paraíso local community, district of Nueva Requena, province of Coronel Portillo, Ucayali - Peru. The objective of the research is to evaluate the efficiency of the Basic Sanitation Unit (UBS) technology, a prototype of a domestic wastewater treatment plant at family level with the HBC (Hanging Bio Contactor) technology, which is a means of contact between the bacteria and the raw sewage, in order to reduce the pollution caused by the effect of discharges from domestic wastewater which are discharged directly into the receiving water body. The methodological approach that has been proposed is to carry out evaluations, identification and obtaining data and sampling at two points in the system, known as tributary (entrance) and effluent (exit). Weekly samples were collected during 4 months, between the months of March to June of this year, determining the pH, Temperature, Biochemical Oxygen Demand (BOD_5), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS) and Thermotolerant Coliforms (CTT), calculating the efficiency of the treatment plant and comparing with the Maximum Permissible Limits (LMP), according the regulations DS N ° 003 - 2010 - MINAM. The results obtained from the average values of the parameters investigated in the tributary and effluent respectively were 6.88 - 7.11 (pH); 26.46 - 26.3 ° C (Temperature); 231.00 - 89.50 mg / L (BOD5); 289.20 - 127.00 mg / L (COD); 25.08 - 7.04 mg / L (SST) and 649.253.80 - 9899.90 NMP / 100ml (CTT). The efficiency in the treatment of wastewater was 71.93% (Total Suspended Solids); 61.25% (BOD_5); 56.08% (COD); 98.47% (Thermotolerant Coliforms); pH and Temperature were within the range of the LMP. It is concluded that these parameters on average comply with the environmental regulations of Maximum Permissible Limits for effluents according the regulations D.S. N ° 003 - 2010 - MINAM and demonstrate efficiency in the removal of contaminants.

Keywords: Basic Sanitation Unit (UBS), HBC (Hanging Bio Contactor) technology, tributary, effluent, efficiency, Maximum Permissible Limits (MPL).

INTRODUCCION

Las aguas residuales en las zonas rurales de nuestra región y país es un problema que en la actualidad se va manejando lentamente, éste recurso está siendo contaminado por las distintas actividades de los usuarios del agua, es decir, la agricultura, ganadería, acuicultura, doméstica, industrial, de servicios, entre otros.

Contextualizamos aquí dicha problemática en el ámbito de los usuarios domésticos del agua, debido a que tiene una significativa importancia ya que es donde se ubican prácticamente las actividades de todos los seres humanos, mismas que impactan y afectan sensiblemente los servicios ambientales ecosistémicos, porque contaminan los mantos acuíferos y/o los cuerpos de agua naturales superficiales y subterráneos, mediante la descarga de los siguientes factores: las aguas residuales con alto contenido de materia orgánica; las grasas y aceites; los detergentes y jabones; el drenaje, entre otros.

Lo expuesto, muestra la necesidad de desarrollar diferentes estrategias que permitan cuidar el recurso hídrico, como puede ser el desarrollo de una cultura local del cuidado del agua, en donde, por ejemplo, se puedan tratar las aguas residuales domésticas para no impactar y afectar al medio ambiente, y también para su reúso. En lo específico, se establece que en el contexto urbano el proceso de la disposición de las aguas residuales inicia en las redes de alcantarillado, para su conducción a las plantas de tratamiento, donde se realiza un procedimiento de limpieza y desinfección. Uno de los problemas que se detectan es cuando no existe drenaje, ya que el agua utilizada en las casas llega directamente a lagunas, ríos, arroyos, mantos acuíferos subterráneos, entre otros, podemos establecer que lo anterior sucede principalmente en áreas rurales.

La importancia de este proyecto es brindar una tecnología para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, específicamente las aguas negras, considerado a los fluidos procedentes de vertidos cloacales, de instalaciones de saneamiento; líquidos con materia orgánica, fecal y orina. Es por ello que el objetivo principal de la presente investigación es evaluar la eficiencia de la tecnología Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, Planta unifamiliar, en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el Distrito de Nueva Requena, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali; y como objetivos específicos: Analizar la calidad de las aguas residuales domésticas de la vivienda con la tecnología Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, Planta unifamiliar; Comparar los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas

residuales tratadas con la tecnología UBS – HBC Planta unifamiliar, con los Límites Máximos Permisibles vigentes en la legislación ambiental peruana y determinar el porcentaje de eficiencia de remoción de contaminantes que posee la tecnología. La investigación es producto de la determinación y evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos antes y después del tratamiento, bajo una metodología descriptiva, y consta de cuatro capítulos.

En el Capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación y su justificación. En el Capítulo II, Marco Teórico, se muestran los antecedentes de esta investigación y las bases teóricas. Se presenta información básica sobre las aguas residuales, su definición, clasificación, fuentes, características, método de muestreo de aguas residuales con manejo del Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales, establecido por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y la tecnología del método de tratamiento. También se incluye información sobre la Unidad Básica de Saneamiento (UBS), el medio de contacto HANIL, destacando las actividades, características de las aguas residuales generadas y los métodos de tratamiento. Posteriormente, se presenta en el capítulo III, Metodología de la Investigación, los procedimientos para la recolección de datos de los análisis in situ y laboratorio, como también la comparación de estos valores con los Límites Máximos Permisibles (LMP), según D.S. N° 003 – 2010 MINAM, y aplicación de la Prueba T Student para muestras relacionadas, para determinar el promedio de los parámetros antes y después del tratamiento, como también su eficiencia. Seguidamente se encuentra el capítulo IV, donde se presentan los resultados de análisis de los parámetros evaluados y la eficiencia del Planta de tratamiento UBS – HBC; se discute y analiza la información, dando cumplimiento a los objetivos planteados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y referencias.

CAPITULO I

1. Planteamiento del problema

Desde el momento en que aparecieron las primeras poblaciones estables, la eliminación de los residuos ha constituido un problema primordial para las sociedades humanas, ya que surgió la necesidad de deshacerse tanto de las excretas como de los restos de alimentación. Durante las últimas décadas del siglo XX e inicios de este siglo, el mundo ha venido observando con inquietud, analizando y tratando de resolver una serie de problemas relacionados con la disposición de los residuos líquidos procedentes del uso doméstico, agrícola e industrial.

Los cuerpos receptores, es decir, ríos y corrientes subterráneas, lagos, estuarios y el mar, en la mayoría de las ocasiones, especialmente en las zonas más densamente pobladas y desarrolladas, han sido incapaces, por sí mismas, para absorber y neutralizar la carga polucional que tales residuos imponen. De esta forma, han venido perdiendo sus condiciones naturales de apariencia física y su capacidad para sustentar una vida acuática adecuada, que responde al equilibrio ecológico que de ellas se espera para preservar nuestras masas hídricas. Como consecuencia de esto, en numerosas ocasiones pierden aquellas condiciones mínimas que les son exigidas para su racional y adecuado aprovechamiento como fuentes de abastecimiento de agua, como vías de transporte o aún como fuentes de energía.

Los problemas causados no son sólo de índole física o estética, sino que trascienden al campo de la sanidad, ya que las comunidades humanas necesitan recurrir a diversos recursos de agua superficiales para su abastecimiento de agua de bebida, y si éstos están contaminados con los productos de desecho humanos o industriales, pueden dar lugar a problemas epidemiológicos graves (Espigares & Perez, 2005).

Más de 1000 millones de toneladas de aguas residuales son vertidas anualmente al agua subterránea, a ríos, lagos y océanos del mundo, contaminándolos con metales pesados, disolventes, aceites, grasas, detergentes, ácidos, sustancias radioactivas, fertilizantes, pesticidas y otros productos químicos. Esta contaminación química del ambiente se ha convertido en uno de los problemas globales más urgentes de la humanidad.

Esta contaminación se manifiesta con mayor intensidad en los países industrializados y con una explotación intensiva de la agricultura. China, por ejemplo, ha tenido que admitir que más del 80% de sus ríos están tan contaminados, que ya no son aptos para agua potable ni para lavar. En Estados Unidos, dos de cada cinco ríos, incluyendo casi todos los más grandes, están tan contaminados, que las autoridades sanitarias han tenido que advertir a los habitantes que no se bañen ni pesquen en ellos. La esperanza de antaño de que el ciclo del agua actuaría como planta purificadora a nivel global y que los océanos servirían como vertederos universales de basura para la moderna civilización hace ya tiempo que se ha revelado como una falacia y los sistemas de tratamiento de las aguas y la disposición final de los desperdicios para evitar que contaminen, se han tornado más que costosos, inasequibles hasta para las economías más privilegiadas.

En República Dominicana la situación es aún más crítica, al no existir una política nacional de saneamiento que establezca las estrategias a seguir en ese sentido. Están aún pendientes las tareas de avanzar en la superación de problemas vinculados con la higiene del hogar, del entorno urbano y rural y de las cuencas de los ríos; mejorar la recolección y disposición final de los desechos sólidos, drenaje pluvial, dar tratamiento adecuado a las aguas residuales para la remoción de patógenos humanos y disponer la construcción obligatoria de plantas de tratamiento en industrias, hoteles, de aguas cloacales urbanas y otros, para poder reutilizar esas aguas residuales en labores productivas (Rodríguez H. , 2017).

Es por esto que las aguas residuales, antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado según su composición, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, hasta evitar que se provoquen los problemas de polución y de contaminación de las aguas receptoras.

En la Región Ucayali existen tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales, siendo las más conocidas en la ciudad de Pucallpa las lagunas de estabilización, estas son sistemas de lagunas integrados por unidades anaerobias, facultativas y de maduración; por otro lado se encuentran la tecnología PCTAR FMBR – HBC (Planta Compacta de Tratamiento de Aguas Residuales Fiber Mixer Bio Reactor – Hanging Bio Contactor), ubicado en diversos distritos de la Provincia de Padre Abad, método más avanzado 100% biológico para el tratamiento de aguas residuales domésticas,

consiste en un conjunto de procesos o fases generado por la simbiosis de bacterias aerobias de un caudal de alta tasa. Así mismo, también podemos encontrar una nueva tecnología que recientemente ha sido implementada en una vivienda ubicada en el distrito de Nueva Requena, denominada UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS), conocida también como Planta unifamiliar, es una planta completa con tratamiento primario, secundario (digestión biológica HBC) y tratamiento terciario para eliminar totalmente los patógenos del agua. De esta manera el agua tratada puede ser vertida sin que esto represente un problema para las personas y el Medio Ambiente. En la investigación nos centraremos principalmente en esta última tecnología para evaluar su eficiencia, comparando los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la Tecnología UBS - HBC con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de acuerdo al DECRETO SUPREMO Nº 003-2010-MINAM y evaluar el porcentaje de remoción de los contaminantes DBO, DQO, SST y Coliformes Termotolerantes para conocer la calidad del tratamiento de las aguas residuales, y de esta manera sirva como indicador socioeconómico ambiental para futuros proyectos de dicha índole.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. General

- Evaluar la eficiencia de la Tecnología Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – Planta unifamiliar, en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el Distrito de Nueva Requena, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali.

1.1.2. Específicos

- Analizar la calidad de las aguas residuales domésticas de la vivienda con Unidad Básica de Saneamiento (UBS), distrito de Nueva Requena, Región Ucayali.
- Comparar los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales tratadas con la tecnología Unidad Básica de Saneamiento – Planta unifamiliar, con los Límites Máximos Permisibles vigentes en la legislación ambiental peruana.

- Determinar la eficiencia del tratamiento en la remoción de contaminantes con la tecnología Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, Planta unifamiliar.

2. Justificación de la investigación

El desarrollo urbano es parte de la realidad del mundo, la infraestructura urbana, las instituciones y los recursos naturales disponibles resultan a menudo insuficientes para responder al ritmo creciente de los nuevos proyectos. El agua es un recurso vital insustituible; su abastecimiento, localización y manejo presenta numerosos retos, los cuales deben ser enfrentados para satisfacer las crecientes demandas de estas nuevas áreas y el sostenimiento de las actuales.

El tratamiento de las aguas residuales es una necesidad y obligación de la sociedad de hoy, para proteger el ambiente y garantizar el bienestar humano; para esto se ha recurrido a sistemas de tratamiento que implican grandes inversiones económicas. En Guatemala el problema de la falta de tratamiento de las aguas residuales domésticas es mayor en el área rural que en las zonas urbanas, aunque en ambos casos es un tema que se ha venido discutiendo por la falta de conciencia ecológica en general.

Todo esto se traduce en impactos ambientales que incluyen la pérdida de calidad del agua, alta morbilidad por enfermedades de origen hídrico y degradación de los ecosistemas. Tomando en cuenta que en las ciudades hay muchos desechos que aún no están siendo tratados, o bien se encuentran con sistemas de tratamiento colapsados, mal operados o mal diseñados, lo cual ha contaminado de manera creciente y rápida los cuerpos de agua aledaños a las grandes poblaciones, que en algunos casos sirven de abastecimiento a las mismas (Hernández, 2014)

(Acurio & Arciniegas, 2015) manifiestan que el agua es uno de los recursos más importantes y de mayor valor para la humanidad; constituyendo así uno de los elementos más importantes para el desarrollo de la vida en la tierra, es por esto que día a día se buscan mecanismos que ayuden a mantener, cuidar y preservar este recurso. Las diferentes actividades que el ser humano realiza con el agua, la ponen como una de las principales fuentes de materia prima para su supervivencia. El agua es requerida casi en la totalidad de las actividades que realiza el ser humano, sin embargo este

recurso en la mayoría de ocasiones no recibe un tratamiento adecuado después de su uso.

Una forma eficiente de controlar una gran parte de problemas generados por la mala disposición de las aguas residuales domesticas es por medio de un tratamiento efectivo que ayude a minimizar la contaminación de los cuerpos receptores de estas aguas, su ecosistema, disminuir las afectaciones negativas a las poblaciones que se encuentran en el área de influencia (Valencia, 2013).

Derivado de esta situación, en los últimos años se viene trabajando en la búsqueda de alternativas de sistemas de tratamiento eficientes y económicamente competitivos, que puedan solventar la problemática de entregar agua tratada de acuerdo a las normativas ambientales nacionales y al menor costo posible y tiempo posible.
En nuestro país existen poblaciones que se encuentran apartadas de las grandes ciudades o lugares en donde las casas están muy distanciadas unas de otras. Esta condición hace imposible que se cuente con una planta de tratamiento convencional. Sin embargo, es importante hacer una correcta disposición de las aguas residuales dado que al estar alejados tampoco cuentan con sistema de agua potable por redes. En estos casos utilizan pozos de agua de donde obtienen el agua para consumo.

En estas condiciones las aguas residuales no son tratadas adecuadamente o peor aún no se tratan. Estas contaminan las aguas subterráneas, afectando directamente la salud de las personas aledañas, en un ciclo permanente que nunca se detiene. Centrando la investigación en estas poblaciones vulnerables el Grupo Empresarial Hanilest ha adecuado y desarrollado la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) para poder tratar adecuadamente las aguas residuales de manera económica y que no genere problemas de salud a la unidad familiar. La Unidad Básica de Saneamiento es completa, pues contempla tanto el Tratamiento Primario, el Secundario (digestión biológica HBC) y posee un Tratamiento Terciario para eliminar totalmente los patógenos del agua. De esta manera el agua tratada puede ser vertida sin que esto represente un problema para las personas y el Medio Ambiente (Grupo HBC, 2017).

Este proyecto de investigación tiene como propósito evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domestica a nivel familiar UBS (Unidad Básica de Saneamiento) – HBC Planta unifamiliar, para así asegurar un adecuado manejo del

recurso hídrico después de su uso en las actividades diarias; por lo tanto desde el punto de vista práctico serán las familias las más beneficiadas con los resultados de esta investigación. Desde la perspectiva metodológica, los métodos y técnicas utilizados aquí, podrán ser extrapolados o reutilizados en otros contextos y/o poblaciones.

Con estos argumentos se demostrará la importancia que existe de realizar un proyecto que sirva como documento referente a una posible alternativa del mejoramiento del tratamiento de las aguas residuales que actualmente se generan en las familias de las zonas rurales que no cuentan con sistema de drenaje o alcantarillado.

El estudio pretende realizar muestreos y análisis de las aguas residuales domesticas de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) - HBC, planta unifamiliar, en el Distrito de Nueva Requena, de esta manera se verificará la eficiencia de esta tecnología para reducir los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

(Bastidas & Palomino, 2013) desarrollaron la tesis "Estudio de Tratamiento de Aguas Residuales proveniente del colector Huaycan mediante Tanque Séptico Avanzado de Flujo Ascendente (TSA) a escala piloto", cuyo objetivo fue estudiar el Tanque Séptico Avanzado de Flujo Ascendente a escala piloto para el tratamiento en el lugar de aguas residuales, con énfasis en la eficiencia del sistema trabajando con carga alta a diferente periodo de retención hidráulico, la cual se concluyó el TSA 1 (Tanque Séptico Avanzado de Flujo Ascendente cuyo periodo de retención hidráulico fue de 18 horas), TSA 2 (Tanque Séptico Avanzado de Flujo Ascendente cuyo periodo de retención hidráulico fue de 15 horas) y TSA 3 (Tanque Séptico Avanzado de Flujo Ascendente cuyo periodo de retención hidráulico fue de 12 horas), la cual tuvieron una eficiencia promedio de 51.40%, 48.66% y 40.60% respectivamente, siendo el TSA 1 con un PRH de 18 horas es el más eficiente en remoción de DBO; así mismo el TSA 1, TSA 2 y TSA 3 tuvo una eficiencia promedio de 40.33%, 39.22% y 36.51% respectivamente, siendo el TSA 1 es el más eficiente en remoción de DQO, al analizar los Coliformes Totales al ingreso del TSA1, TSA 2 y TSA3 es 9.2x108 NMP/100mL y los coliformes totales del efluente del TSA 1 es 1.6x108 NMP/100mL, del TSA 2 es 9.2x108 NMP/100mL y del TSA 3 es 1.6x108 NMP/100mL. Los Coliformes Termotolerantes al ingreso del TSA1, TSA 2 y TSA3 es 3.5x106 NMP/100mL y los coliformes termotolerantes del efluente del TSA 1 es 1.6x107 NMP/100mL, del TSA 2 es 1.6x107 NMP/100mL y del TSA 3 es 9.2x106 NMP/100mL. 7.9. No se observa remoción de coliformes totales y termotolerantes.

En un estudio realizado por (Hansol, 2009) comparó el método HBC (Método de aireación de contacto microbiano suspendido) con el Proceso de lodos activados nivel estándar.

Dedujo que, los principales contaminantes de las aguas residuales municipales y de las aguas residuales industriales son la materia orgánica, y que este es un método biológico que utiliza principalmente microorganismos.

Sin embargo, el proceso de lodos a nivel estándar se ha estado utilizando actualmente, ocasionando gastos de mantenimiento, ocupando grande espacio de instalación y consumo de energía.

Este método es anaeróbico y utiliza un método de tratamiento biológico HBC (Hanging Bio Contactor) método de uso de la torta de anillo de contacto que sirve en la digestión anaerobia, al mismo tiempo, un anillo especial (Ring) en contacto con el medio. Es un método de tratamiento avanzado que utiliza la simbiosis microbiana y el fenómeno de la cadena alimenticia.

Tabla 1. *Material y especificaciones de la Media de contacto.*

CARACTERISTICA	VALOR
Longitud de fibra (mm)	110
La cantidad de hilo individual de fibra (cantidad / nódulo)	81,000
Espaciado (mm)	60
Peso unitario (kg/m^3)	2.4 ~ 2.8
Densidad (nódulo/m^3)	1,157
Peso después de la formación del biofilm (kg/m^3)	580
Superficie teórica específica (m^2/m^3)	2,474

Fuente: *Hansol, 2009.*

Características del aireador de contacto microbiano suspendido:

- El material de contacto se carga en el agua y la adhesión de los microorganismos es estable, la duración es larga.
- En comparación con otros materiales de contacto, el área de contacto es grande y el área de contacto por volumen de unidad puede ser arbitrariamente ajustado.
- La proliferación y la digestión ocurren simultáneamente por la interacción de microorganismos aerobios y anaerobios.
- No hay eliminación de microorganismos adheridos al anillo, y la calidad del efluente es estable.
- Reducción de la generación de exceso de lodo (10-20% del método estándar de lodos activados).
- Sin expansión de lodos o atascos.

- La velocidad de flujo y la temperatura son óptimas contra los cambios en las condiciones externas.
- Es el último método de tratamiento biológico.

Tabla 2. *Comparación del método HBC y el Proceso de lodo activado estándar*

CLASIFICACIÓN	MÉTODO HB C	MÉTODO DE LODO ACTIVO (ESTÁNDAR)
Eficiencia de eliminación de DBO	96% o más	95% o más
DBO	0.25	0.2 a 0.4
Carga reducida para DBO	0.4 a 0.9	0.3 a 0.8
Concentración de Solidos Suspendidos (mg / l)	1,500 ~ 5,000	1,500 ~ 3,000
Concentración de Solidos Volátiles (mg / l)	1,125 ~ 3,750	1,125 ~ 2,250
Tasa de retorno (%)	10-20	20 a 50
Edad de lodos (día)	4 ~ 7	2 a 4
Cantidad excedente de generación de lodo	0.5 a 0.8% de la cantidad de DBO entrante	40 a 60% de la cantidad de DBO entrante
Requisito de energía a utilizar	1.2 a 1.7 KWH / kg · O 2	1.2 a 1.7 KWH / kg · O 2
Conclusión	- Optimo en el tratamiento de materia orgánica a alta carga. - Baja acumulación de lodos. - Se requiere un área pequeña para su instalación. - Se requiere la sustitución de los medios filtrantes a partir de los 10 años. - Fácil de operar.	- Alta de acumulación de lodo. - Área de gran tamaño para su instalación. - Sin material de filtro. - Difícil de operar.

Fuente: *Hansol, 2009.*

Es recomendable aplicar este método en los siguientes tratamientos:

- ✓ Aguas residuales con grandes fluctuaciones de carga (alimentos, procesamiento de pescado).
- ✓ Abastecimiento de aguas residuales (alimentos, papel).
- ✓ Agua residual soluble (farmacéutica, papel, tinte, cuero).
- ✓ Aguas residuales que requieren tratamiento avanzado (instalaciones de entretenimiento como campo de golf, área costera, etc.)
- ✓ Planta de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Otras plantas de tratamiento de aguas residuales en general. (Hansol, 2009)

Otro estudio realizado por (Parra, 2011) sobre la Operación de un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) hasta alcanzar el estado estable, intentó disminuir el grado de contaminación de las aguas residuales utilizando un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) para el tratamiento de las vinazas originadas en el proceso de la fermentación alcohólica en el laboratorio. Dicho objetivo se logró debido al seguimiento que se le hizo a algunos parámetros como la caracterización del afluente y el efluente, la definición de rangos de caudal y tiempo de residencia para la operación más eficiente, la determinación de la masa orgánica máxima admisible con sus respectivas eficiencias y por último la determinación de la producción de biogás durante el proceso.

Se evaluaron periódicamente las siguientes propiedades físicas y químicas de las vinazas para encontrar el mayor rendimiento del reactor; propiedades como la DQO_{Total} y DBO_5 para poder hallar el porcentaje de remoción del medio de soporte del filtro.

El filtro anaerobio de flujo ascendente se operó durante un periodo de 16 semanas. En las primeras cinco semanas se trató con un flujo en recirculación, y en las siguientes once semanas se alimentaba diariamente el reactor con un flujo continuo (Parra, 2006).

En los filtros anaerobios de flujo ascendente, se puede decir que el contacto entre las vinazas y los microorganismos que se encargaron de reducir su carga contaminante, se realizó de la siguiente manera. Las vinazas se alimentaron al reactor a través de un falso fondo por donde el flujo se distribuyó uniformemente. Luego las vinazas a tratar se hicieron pasar sobre o a través de una masa de sólidos biológicos suspendidos (o cerca al estado coloidal), contenidos dentro del sistema por un medio fijo de soporte. Los microorganismos se adhieren a la superficie del medio en forma de fina biopelícula, o bien se agrupan en forma de una masa de lodo floculado o granulado dentro de los intersticios del medio. La materia orgánica soluble que pasa a través del filtro, se difunde dentro de las superficies de los sólidos adheridos o floculados, donde se realiza el proceso de degradación anaerobia (Young, 1991). De acuerdo a la anterior descripción se puede inferir que los filtros anaerobios pueden considerarse alternativamente como reactores de cultivo fijo o en suspensión.

Este fue un proceso con muy buenas alternativas, pues se obtuvieron resultados favorables en cuanto a la eficiencia del filtro; ya que a pesar de que se trataba de aguas residuales tan contaminantes como lo son las vinazas, su porcentaje de remoción para la DQO y de DBO5 fue de 45.63% y 35.42% respectivamente (Parra, 2006).

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. Aguas Residuales

Por aguas residuales se entiende a la acción y efecto en la que el hombre introduce materias contaminantes, formas de energía o inducir condiciones en el agua de modo directo o indirecto; implica alteraciones perjudiciales de su calidad con relación a los usos posteriores o con su función ecológica. Estas aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. El agua residual está compuesta de componentes físicos, químicos y biológicos; es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos.

De manera específica, las aguas residuales domésticas hacen referencia a aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.), consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares Se estima que las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca de 99,9 % y apenas 0,1 % de sólidos suspendidos, coloidales y disueltos, esta pequeña fracción de sólidos es la que presenta los mayores problemas en su tratamiento y su disposición. En el tratamiento de aguas residuales domésticas se pretende eliminar los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales. En virtud de la diversidad de contaminantes que se pueden presentar en las aguas residuales, la forma de tratarlos es también muy amplia, y por ende, las técnicas que se utilizan en estos procesos son diversas, éstas se clasifican según su operación, en convencionales y alternativas. (Mara & Cairncross, 1990).

2.2.2. Características del agua residual

a) Características físicas

Algunos contaminantes físicos incluyen cambios térmicos, el color, olor y turbiedad, espumas y radioactividad. La temperatura puede indicar los antecedentes de las aguas negras, su efecto en actividades biológicas, solubilidad de los gases y el efecto de la viscosidad en la sedimentación. El color de las aguas usualmente es gris, otros colores pueden indicar la presencia de desechos industriales.

El olor de las aguas negras puede indicar que están alteradas o que son sépticas. La turbiedad es una característica física, que rara vez se indica. La concentración se determina en base al olor, la DBO y el contenido de sólidos, e indica el grado de daños que puede causar esta agua.

Los parámetros más usados para medir la contaminación por productos físicos, son la concentración de sólidos en suspensión y la concentración de sólidos disueltos (Duarte, 2002).

b) Características químicas

Los contaminantes químicos comprenden tanto productos químicos orgánicos como inorgánicos. La principal consecuencia de la presencia de químicos orgánicos es la disminución de oxígeno como resultado del consumo del oxígeno existente en el proceso de degradación biológica de dichos compuestos.

Esta disminución de Oxígeno Disuelto (OD) altera el medio ambiente y la biodiversidad. El parámetro más importante para la medición de la contaminación por productos químicos es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), que es una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación, por acción bioquímica aeróbica, de las sustancias biodegradables presentes en una muestra de agua. La DBO y la OD están relacionadas de tal forma que la concentración de oxígeno disuelto es baja donde la DBO es alta. En el caso de la contaminación, debido a la presencia

de compuestos inorgánicos, el resultado más importante es su posible efecto tóxico, más que la disminución de oxígeno (Duarte, 2002).

c) Características biológicas

Los contaminantes biológicos comprenden los microorganismos que pueden ser responsables de la transmisión de enfermedades en las aguas, o que bien pueden ser inofensivos o incluso, hasta útiles. Los más pequeños son los virus y; luego, le siguen las bacterias. Los análisis de las aguas residuales para el estudio de la vida biológica comprenden exámenes bacteriológicos y microscópicos.

Las enfermedades más dañinas transmitidas por las aguas residuales son el cólera y la tifoidea. La presencia de microorganismos vivos es importante porque muchos métodos de tratamiento se basan en el efecto de la acción biológica. Para las pruebas bacteriológicas solamente pueden utilizarse muestras instantáneas. Todas las muestras deben examinarse lo más pronto posible después de haberse recolectado (Duarte, 2002).

2.2.3. Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son instalaciones que, mediante procesos mecánicos, físicos, químicos y/o biológicos, mejoran la calidad del agua al reducir contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de las aguas resultantes del uso doméstico. Independientemente del tipo de instalaciones, el objetivo de una planta de tratamiento de agua residual es mejorar la calidad del agua para que su descarga no dañe al medio ambiente ni la salud de las personas que puedan tener contacto con ella o pueda ser reutilizada (Recinos, 2010).
La tecnología UBS – HBC se compone de varias etapas, siendo la primera el tratamiento primario, luego el tratamiento secundario y por último el tratamiento terciario.

2.2.3.1. Tratamiento Primario

El objetivo del tratamiento primario es la remoción de la materia orgánica suspendida (Diehl & Jeppsson 1998), pudiendo lograr una relativamente

alta remoción de materia orgánica a bajo costo. Las principales tecnologías para la remoción de sólidos son la sedimentación y la flotación, siendo la flotación que usa aire disuelto la más común (DAF, por sus siglas en inglés).

2.2.3.2. Tratamiento Secundario

El objetivo del tratamiento secundario es la remoción de la materia orgánica disuelta (Gaudy & Gaudy 1971), típicamente medida como la fracción soluble de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Esta etapa del tratamiento es muchas veces vista como la principal de una planta de tratamiento, y la que define como 'biológico' a aquellos procesos que utilizan organismos biológicos para la remoción de la materia orgánica.

2.2.3.3. Tratamiento Terciario (Desinfección)

El objetivo de la desinfección es remover organismos eventualmente patógenos para el ser humano (Olsson & Newell 1999). Como indicador, se utiliza el número de coliformes fecales por 100 ml, cuya norma de emisión es de 1.000 coliformes (100 ml)- 1, lo que equivale a la norma de calidad de agua para usos recreacionales.

2.2.4. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC.

Es una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a nivel familiar especialmente para las poblaciones que se encuentran apartadas de las grandes ciudades y no cuentan con un sistema de alcantarillado doméstico. Esta condición hace imposible que se cuente con una planta de tratamiento convencional.

Centrando sus investigaciones en estas poblaciones vulnerables el Grupo Empresarial Hanilest ha adecuado y desarrollado la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) para poder tratar adecuadamente las aguas residuales de manera económica y que no genere problemas de salud a la unidad familiar y el ambiente (Grupo HBC, 2017).

Propuesta de Tratamiento

Actualmente existen productos en el mercado que se presentan como una solución, sin embargo estas solo contemplan el Tratamiento Primario (sedimentación). El agua resultante de este tratamiento incompleto aún posee abundantes contaminantes disueltos en el agua, que luego se vierten al ambiente. A diferencia de los demás, la Unidad Básica de Saneamiento es completa pues contempla tanto el Tratamiento Primario, el Secundario (digestión biológica HBC) y posee un Tratamiento Terciario para eliminar los totalmente los patógenos del agua. De esta manera el agua tratada puede ser vertida sin que esto represente un problema para las personas y el Medio Ambiente (Grupo HBC, 2017).

Ventajas de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS)

- Es una planta modular por lo tanto es de fácil instalación en obra. Solo requiere hacer la excavación para la instalación de los tanques.
- No requiere de equipamiento mecánico, por lo tanto no tiene gastos en operación.
- No requiere hacer la disposición de lodos anual que tienen los otros sistemas, ya que el sistema reductor de lodos interno, los degrada progresivamente.
- El efluente de la planta cumple con los Límites Máximos Permisibles por lo tanto se puede disponer el agua residual, las otras plantas requieren infiltrar.
- No contamina las aguas superficiales ni la napa freática (Grupo HBC, 2017).

Tabla 3. *Cuadro comparativo UBS – HBC con Otras propuestas*

UBS – HBC	***OTRAS PROPUESTAS***
Es una planta Completa con tratamiento primario, Secundario y Terciario.	*Solo tienen tratamiento primario, el agua tratada aún está contaminada.*
El efluente final cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) presentes en la Norma. Haciendo fácil su disposición.	*El efluente de estas plantas no cumple con la Norma, por lo que requieren infiltrarse en el terreno*
Los efluentes de la planta no contaminan las aguas superficiales ni las subterráneas	*El efluente al ser descargado directamente contaminan los cuerpos de agua*
No requiere hacer una disposición constante de lodos (los degrada progresivamente)	*Requiere hacer purgas de lodo periódicamente, además de ser un costo, este lodo es considerado peligroso para su manipulación.*
Se puede instalar en cualquier región del país, no depende de las condiciones del terreno.	*Requieren infiltrar el agua tratada por lo que no pueden ser instaladas en zonas donde no haya buena capacidad filtrante.*

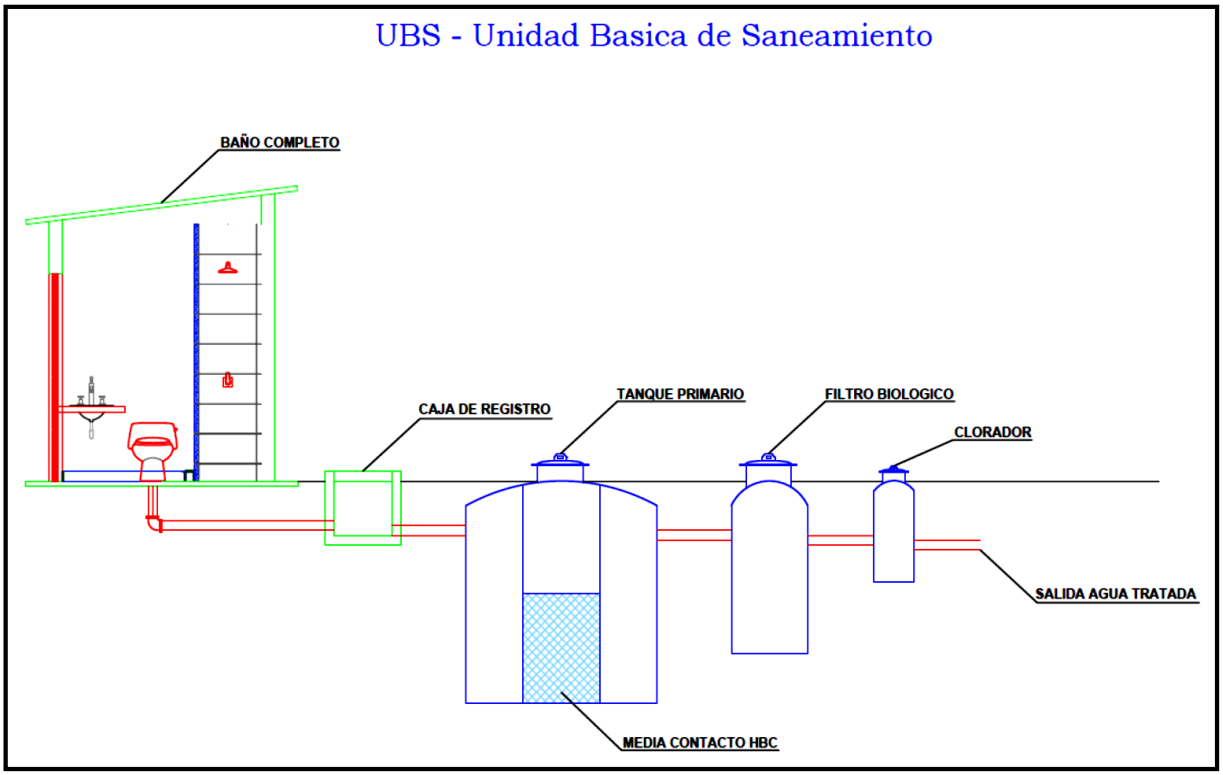
Fuente: *Grupo HBC, 2017*

2.2.4.1. Descripción de la Tecnología UBS - HBC

La Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, es un sistema subterráneo que está compuesta por 3 etapas, Tratamiento Primario la cual cuenta con un tanque séptico encargada de la digestión de lodos y en este mismo se encuentra la tecnología Media de contacto HBC (Hanging Bio Contactor o Aeración por Contacto de microbio suspendido), conocido también como **Hanil**, que facilita permanentemente el contacto entre el crudo y los microorganismos, en toda la sección del reactor; Tratamiento Secundario que posee un filtro biológico anaeróbico; y por último, un Tratamiento Terciario la cual comprende el carbón activado y un sistema de Desinfección o cloración (Grupo HBC, 2017).

Componentes de la planta de tratamiento:

a) Tratamiento primario - Tanque séptico de sedimentación con digestión de lodos.
b) Tratamiento secundario - Filtro Biológico Anaeróbico
c) Tratamiento terciario - Desinfección o Cloración.



FUENTE: *Grupo HBC, 2017*

Figura 1. Diseño de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.

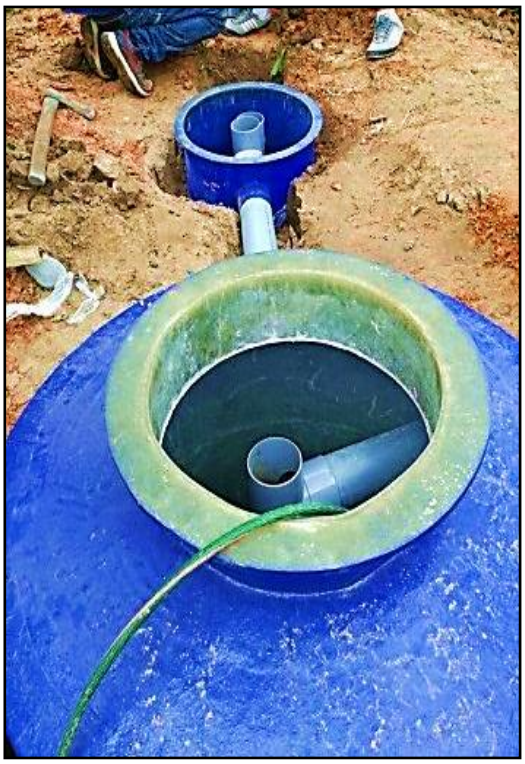
A continuación se describe cada uno de los componentes de la planta de tratamiento:

a) Tratamiento primario - Tanque séptico de sedimentación con digestión de lodos.

Este sistema individual para el tratamiento de aguas residuales producidas por familias que habitan en zonas residenciales poco pobladas, en ciudades donde no existe acceso a otros sistemas colectivos de tratamiento, es también utilizado para el tratamiento de efluentes provenientes de instituciones como escuelas y hospitales de pequeñas comunidades. Es un sistema de tratamiento apropiado para lugares donde se cuenta con abastecimiento domiciliar de agua (cañería); donde el agua llega en forma permanente y suficiente. Este sistema puede recibir tanto el agua con los excrementos humanos como aquella proveniente de cocinas y baños (aguas residuales, más aguas servidas) (Rosales, 2003). Su funcionamiento es ser un tanque sedimentador que cumpla apropiadamente con la retención y separación de los sólidos más pesados y de las grasas en la base, mediante el medio de Contacto HBC.



Figura 2. Tanque primario de Sedimentación HBC.

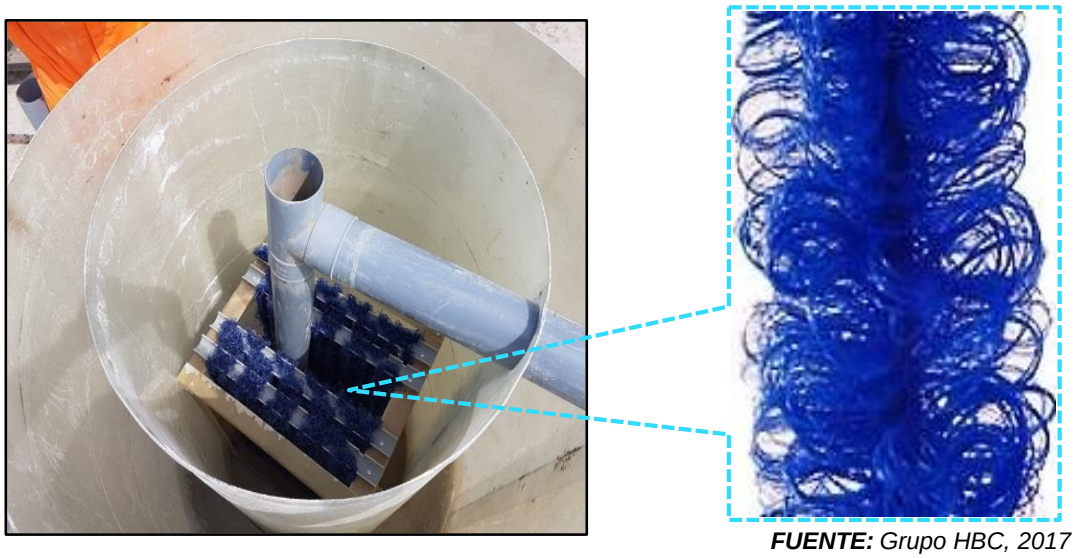


FUENTE: *Grupo HBC, 2017*

Figura 3. Instalación del Tanque primario.

MEDIO DE CONTACTO HBC

El método HBC es un Sistema integrado de lodos activados con medio fijo en el cual se proporciona una biomasa adicional a la planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de cumplir con los parámetros de los efluentes más estrictos o cargas elevadas, sin la necesidad de un aumento del bio reactor. Los Sistemas HBC proveen a la población de bacterias adicionales una superficie fija, eliminando así la necesidad de aumentar el crecimiento de la población en suspensión (Grupo HBC, 2017).



FUENTE: *Grupo HBC, 2017*

Figura 4. Medio de Contacto HBC (Grupo HBC, 2017)

Esta tecnología asegura un rendimiento y capacidad de tratamiento de aguas residuales estables ya que atrapa altas concentraciones de microorganismos adheridos y microbios en el tanque de aireación utilizando el método de portador de fase estacionaria para complementar los inconvenientes del método de lodo activado existente (CLEAN, 2004).

A diferencia de los sistemas convencionales posee un medio de suspensión fijo de alta adherencia de fibra de Nylon, en él se define el método HBC (*Hanging Bio Contactor* o Aeración por Contacto de microbio suspendido), que facilita permanentemente el contacto entre el crudo y los microorganismos, en toda la sección del reactor (HANILEST, 2004).

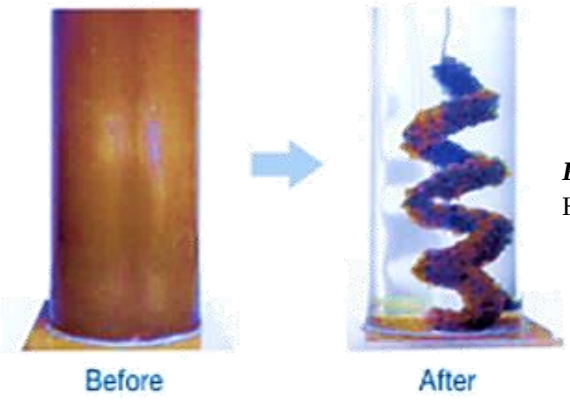
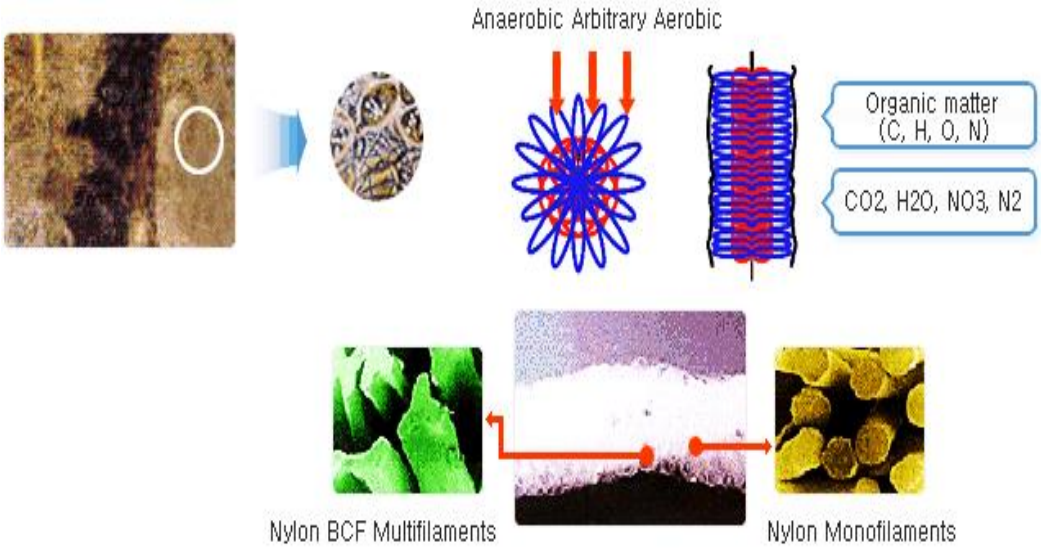


Figura 5. Propiedad del Medio de Contacto HBC.

FUENTE: *HANILEST, 2004*

En los procesos convencionales este contacto solo se da durante la aireación en cambio el método HBC mantiene el contacto constante al darle a los microrganismos un medio donde adherirse y suspenderse. Simultáneamente además se produce la digestión aeróbica y anaeróbica, mediante la formación de anillos biológicos de tipo facultativo cuya superficie proporciona acción aerobia e internamente se da también la acción anaerobia, esto es muy importante para la degradación del nitrógeno.

Las condiciones para la degradación biológica son entonces optimas, produciéndose diversos efectos de simbiosis y cadenas alimenticias de varios microorganismos que trasforman la materia orgánica en elementos inertes al ambiente, luego estas colonias van al alcanzando en el proceso un tamaño y densidad que favorecerán la sedimentación y clarificación final (HANILEST, 2004).



FUENTE: *HANILEST, 2004*

Figura 6. Visión en conjunto del Medio de contacto HBC.

Características

- Aumento de la capacidad de tratamiento gracias al incremento de microorganismos en el tanque de aireación.
- Muy eficaz contra aguas residuales de baja concentración o filtro de nitrificación.
- Baja generación de lodo.
- Excelente eficacia de tratamiento gracias a varias especies de microorganismos.
- Bajos costos operativos gracias a la nitrificación y desnitrificación que ocurren simultáneamente.
- Bajos costos en mano de obra.
- Sin aumento de volumen y aumento en el rendimiento del tanque de sedimentación.
- Apropiado para funcionamiento intermitente (CLEAN, 2004)

b) Tratamiento secundario - Filtro Biológico Anaeróbico

Tratamiento Anaerobio: La digestión anaerobia es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica, como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido. En vista de que no hay oxidación, se tiene que la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90 a 97%), una mínima parte de la DQO es convertida en lodo (3 a 10%). En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido. (Rodríguez J. , 2004)

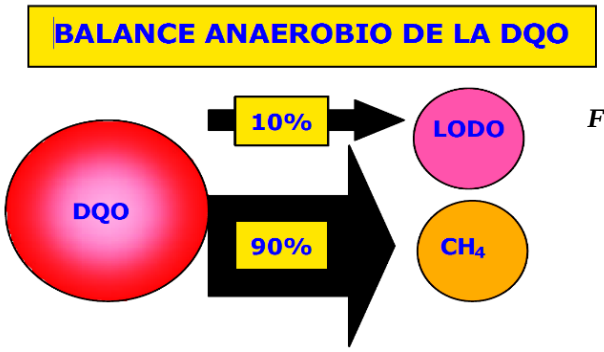
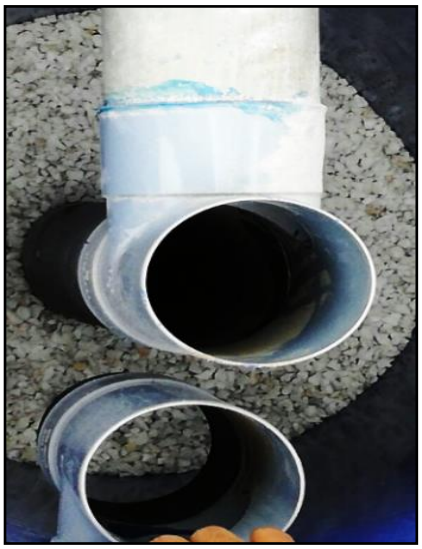


Figura 7. Balance Anaerobio de la Materia orgánica.

FUENTE: *Rodríguez J. , 2004.*



Figura 8. Tanque de Filtro Biológico Anaeróbico.



FUENTE: *Grupo HBC, 2017*

Figura 9. Interior del tanque de Filtro Biológico Anaeróbico.

c) Tratamiento terciario - Desinfección o Cloración.

La cloración es el procedimiento más extendido en la desinfección de aguas de consumo en razón a que el cloro reúne la mayoría de las propiedades del "desinfectante ideal". El principal objeto de la cloración es la destrucción de microorganismos gracias a la acción germicida del cloro, pero también tiene una gran importancia la oxidación de sustancias inorgánicas reducidas (hierro, manganeso, sulfuros, etc), la destrucción de compuestos que producen olor y sabor, eliminación de microorganismos del légamo, así como el efecto coadyuvante en la coagulación. El cloro es un gas tóxico, de olor penetrante, más pesado que el aire y no combustible ni explosivo. El poder desinfectante del cloro o sus compuestos radica en su capacidad de oxidación, que a su vez se mide por el potencial de oxidación reducción (redox), que puede considerarse como la capacidad del cloro para reaccionar con otras sustancias. (Pérez & Espigares, 1995)

CARBON ACTIVO

El carbón activo es el más popular adsorbente y ha sido utilizado con un índice de éxito alto durante muchos años en tratamientos de potabilidad de tratamientos de aguas y para esta tecnología no es la excepción. El uso del carbón activo es básicamente conocido por el hecho de eliminar contaminantes dentro del tratamiento de aguas de efluentes contaminados mediante el proceso de la adsorción (Vimonses, Jin & Chow, 2010)



Figura 10. Pastillas de Cloro.



Figura 11. Carbón Activado

2.2.5. Límites Máximos Permisibles (LMP)

Es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

Con la finalidad de controlar excesos en los niveles de concentración de sustancias físicas, químicas y biológicas presentes en efluentes o emisiones, para evitar daños a la salud y al ambiente, el Ministerio del Ambiente publicó el Decreto Supremo Nº 003-2010-MINAM, por el cual se aprueban los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda.

Los valores de LMP de emisiones contaminantes serán comparados con los efluentes de las aguas residuales de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS), de esta manera conoceremos la calidad del efluente de la PTAR cuando se vierte a un cuerpo natural de agua y la eficiencia que posee esta tecnología frente a la normativa ambiental.

Tabla 4. *Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR*

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO_5)	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	200
Ph		6.5 – 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	< 35

FUENTE: *D.S. N° 003 – 2010 - MINAM*

2.2.6. Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

El protocolo de Monitoreo es un instrumento de gestión ambiental de cumplimiento obligatorio para efectuar el monitoreo, supervisión y fiscalización ambiental, así como para la verificación del cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) y de los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados, de conformidad con lo establecido en el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. También es de obligatorio cumplimiento para la evaluación y seguimiento de la eficiencia de las PTAR.

2.2.6.1. Puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo deben guardar concordancia, respecto a la evaluación del efluente residual, según lo especificado en el instrumento de gestión ambiental.

Los puntos de monitoreo serán dos: en la entrada de la PTAR y en el dispositivo de salida de la PTAR, pudiendo incorporarse un punto adicional, entre el dispositivo de la salida de la PTAR y el punto de vertido ante la posibilidad de la incorporación o conexión de otras descargas, lo cual quedará a criterio de la autoridad sectorial ambiental competente.

- **Agua residual cruda (afluente), entrada a la PTAR**

  Se ubicará un punto de monitoreo en el ingreso del agua residual cruda a la PTAR.

- **Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida**

  Se ubicará un punto de monitoreo en el dispositivo de salida del agua residual tratada de la PTAR.

- **Identificación del punto de monitoreo**

  Los puntos de monitoreo, deben ser identificados y reconocidos claramente, de manera que permita su ubicación exacta en los muestreos. En la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de

Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que se registrará en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

2.2.6.2. Parámetros de calidad

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes:

- Aceites y Grasas
- Coliformes Termotolerantes
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Demanda Química de Oxígeno
- pH
- Sólidos Totales Suspendidos
- Temperatura

Estos parámetros se monitorearán en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples.

2.2.6.3. Desarrollo del monitoreo

El Monitoreo se desarrollará conforme al Protocolo mencionado y será realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual – INDECOPI. El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos e indumentaria de protección. Asimismo, se deberá contar con las facilidades de transporte y logística para el desarrollo del trabajo de campo.

a) Preparación de materiales y equipos

Tiene como objetivo cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo el monitoreo de forma efectiva, por lo que es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, solución amortiguadora de pH, formatos (registro de datos de campo, etiquetas para las muestras de agua residual y cadena de custodia). Asimismo, se debe contar, sin carácter

limitante, con los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados.

b) Muestreo

El objetivo del muestreo es tomar una muestra representativa del afluente y efluente de la PTAR, para analizar los parámetros establecidos. Al llegar al punto de monitoreo, se deben realizar las acciones que se describen a continuación:

1) Ubicación del punto de monitoreo

La toma de muestras se realizará únicamente en los puntos de monitoreo debidamente marcados con las placas de identificación.

2) Cuidados y acondicionamiento

En la toma de muestras se debe evitar partículas grandes, sedimentos y/o material flotante que se haya acumulado en el punto de muestreo.

3) Medición de parámetros en campo y registro de información

Los parámetros de campo son: pH y temperatura, además de la medición y registro de caudal. A fin de obtener la confiabilidad de los datos se requiere:

- Equipo portátil calibrado (pH-metro), con registro de la calibración y mantenimiento. Debe realizarse la verificación del equipo antes del inicio del trabajo de campo y calibrar el equipo, de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.
- Las mediciones no deben ser realizadas directamente en el flujo de aguas residuales, se debe tomar una muestra simple en un recipiente apropiado y limpio. La determinación de pH y temperatura, debe realizarse en forma inmediata a la toma de muestra.
- Realizar la medición y registro del caudal del afluente y efluente durante el período de muestreo.
- La información recabada de la medición de parámetros de campo, así como el caudal del afluente y efluente se debe ingresar en el formato de

Registro de Datos de Campo que se muestra en el **Anexo N° IV. Registro de Datos de Campo**.

- Registrar las características del agua residual (sólidos, color, olor, etc.), así como eventuales características anómalas delos puntos de monitoreo, en el formato del **Anexo N° IV Registro de datos de campo**. Esta información puede complementarse con una foto.

4) Toma de muestras de agua, preservación, etiquetado, rotulado y transporte

Las muestras serán recolectadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados. En este caso seguir las instrucciones generales de preservación, embalaje y transporte de las muestras, mostradas en el **Anexo N° III. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo**, así como las instrucciones de etiquetado mostradas en el **Anexo N° V. Etiqueta para muestras de agua residual**.

Se recomienda etiquetar o rotular los frascos preferentemente antes de la toma de muestras de agua.

Colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua residual y desecharlos luego de culminado el muestreo en cada punto; es importante los cuidados en el manejo de los reactivos de preservación por tratarse de sustancias peligrosas. En todo momento evitar tomar la muestra tomando el frasco por la boca.

4.1) Toma de muestras de agua residual

Las características de los recipientes, volumen requerido (dependerá del laboratorio) y tipo de reactivo para preservación de la muestra se contemplan en el **Anexo N° III. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para monitoreo.**

Se recomienda utilizar frascos de plástico o vidrio de boca ancha con cierre hermético y limpio. El tipo de frasco dependerá del parámetro a analizar.

4.2) Preservación de muestras

Una vez tomada la muestra, se deberá incorporar, en caso que el parámetro lo requiera, el reactivo de preservación que se agregaría preferentemente in-situ después de la toma de la muestra de agua.

4.3) Etiquetado y rotulado de las muestras de agua

Los frascos deben ser etiquetados y rotulados, con letra clara y legible. De preferencia debe usarse plumón de tinta indeleble y cubrir la etiqueta con cinta adhesiva transparente

4.4) Llenado del formato de Cadena de Custodia

Llenar el formato de cadena de custodia indicando los parámetros a evaluar, tipo de frasco, tipo de muestra de agua (agua residual cruda, agua residual tratada), volumen, número de muestras, reactivos de preservación, condiciones de conservación, operador del muestreo y otra información relevante.

4.5) Conservación y Transporte de las Muestras

Las muestras de agua residual recolectadas, preservadas y rotuladas, deben colocarse en una caja de almacenamiento térmica con refrigerante (ice pack), para cumplir con la recomendación de temperatura. En el caso de utilizar hielo, colocar éste en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua. Asimismo, se debe evitar roturas en el caso de frascos de vidrio durante el transporte de muestras, utilizando bolsas de poliburbujas, de embalaje o de cualquier otro material.

El envío de muestras perecibles (coliformes, DBO5 y otros) al laboratorio para su análisis, debe cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación y éstas deben ir acompañadas de su respectiva cadena de custodia Y transportar las muestras hasta el laboratorio, adjuntando el formato de cadena de custodia.

2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- **Afluente:** Agua residual que ingresa a una planta de tratamiento de aguas residuales o proceso de tratamiento.

- **Aguas residuales:** Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas.

- **Cadena de custodia:** Documento de control y seguimiento de las condiciones de recolección de la muestra, preservación, codificación, transporte, esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta la entrega de los resultados. Es la evidencia de la trazabilidad del muestreo.

- **Caudal:** Es la cantidad de agua residual que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.

- **DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno):** Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).

- **DQO (Demanda Química de Oxígeno):** Es definido como la cantidad de oxidante que reacciona con la muestra bajo condiciones controladas. La cantidad de oxidante consumido es expresado en términos de su equivalente en oxígeno.

- **Efluente:** Agua residual que sale de una planta o un proceso de tratamiento.

- **Límite Máximo Permisible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Monitoreo de la calidad del agua residual**: Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua residual, con el objeto de realizar el

seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.

- **Muestra de agua:** parte representativa del material a estudiar (para este caso agua residual cruda y tratada) en la cual se analizan los parámetros de interés.

- **Oxígeno disuelto:** Concentración de oxígeno en el agua que depende de la temperatura y la presión atmosférica, condicionante para el desarrollo de la vida acuática.

- **Parámetros de calidad:** Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad de agua.

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de los parámetros contaminantes contenidos en las aguas residuales domésticas o municipales.

- **Preservante químico:** Es una solución química que inhibe y/o estabiliza la muestra para conservar las características de la muestra de agua residual hasta el momento del análisis.

- **Protocolo:** Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica.

- **Punto de aforo:** Dispositivo o estructura donde se realiza la medición de caudal.

- **Punto de monitoreo o punto de control:** Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad (en este caso del agua residual cruda y tratada) en forma periódica

FUENTE: *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las PTAR - MVCS, 2014).*

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en la vivienda instalada con la tecnología UBS – HBC Planta unifamiliar, la cual se encuentra ubicado en el Centro Poblado Nuevo Paraíso, distrito de Nueva Requena, región Ucayali, a una altitud de 138 m.s.n.m.



Figura 12. Ubicación del trabajo de investigación.

3.1.1. Ubicación política y geográfica

Ubicación política:

Región : Ucayali
Departamento : Ucayali
Provincia : Coronel Portillo
Distrito : Nueva Requena

Ubicación geográfica:

Latitud : 08º 29 45”

Longitud : 75º 48 00”

Altitud : 138 m.s.n.m.

3.1.2. Límites del Distrito

Norte : Distrito de Padre Márquez, Provincia de Ucayali, Departamento de Loreto.

Sur : Distritos de Curimaná (Prov. Padre Abad) y Campo Verde (Prov. Coronel Portillo).

Este : Distritos de Yarinacocha y Callería.

Oeste : Departamento de Loreto.

3.1.3. Vías y Medios de Comunicación:

Vías de acceso

La principal vía de acceso al distrito de Nueva Requena es terrestre desde la ciudad de Pucallpa aproximadamente dos horas, ésta misma se conecta con el distrito de Campo Verde por una vía principal que lo une a nueva Requena, presenta vías de acceso en estado regular, tal como se detalla a continuación:

Tabla 5. *Distancia y estado del tramo al distrito de Nueva Requena.*

ESTADO DE VIABILIDAD EN NUEVA REQUENA						
UBICACIÓN - TRAMO	LONGITUD (Km)	CATEGORIA	ESTADO DE CONSERVACION			
			Bueno	Regular	Mala	Muy mala
Campo Verde – Nueva Requena	18	Carretera Vecinal		X		
Nueva Requena – Santa Clara de Uchunya	18	Carretera Vecinal			X	
Yarinacocha – Shambo porvenir	46	Carretera Vecinal		X		
Naranjal – Agrícola el Sol	19	Carretera Vecinal		X		
Km. 17 – Tres Islas	5	Carretera Vecinal				X
Nueva Requena – Km. 24	22	Carretera Vecinal		X		
Km. 11 – Nuevo Piura	28	Carretera Vecinal			X	

FUENTE: *Municipalidad Distrital de Nueva Requena*.

Medios de comunicación

Se cuenta con servicios de radiofonía y televisión por cable, cuenta con 03 cabinas telefónicas que prestan servicios de 8.00am a 5.00pm, 03 cabinas adicionales en los caseríos de Naranjal, Esperanza y Nuevo San Juan de Sheshea.

3.1.4. Características generales del ámbito de estudio

Clima

El Distrito de Nueva Requena posee un clima cálido húmedo-lluvioso con precipitaciones pluviales durante 7 meses del año, la precipitación media anual oscila entre 2,000 y 3,500 mm^3. La humedad relativa mensual promedio oscila entre 80 a 90%.

La temperatura media anual se sitúa aproximadamente en 22.31 ºC, con una máxima de 30 ºC y una mínima de 19.5 ºC, su variación es frecuente en los meses de Mayo y Setiembre, registrándose las temperaturas más bajas en el mes de Junio durante horarios nocturnos conocidos como friazos o surazos, originados por los vientos fríos procedente del Atlántico Sur, comprendidos dentro del anticiclón polar marítimo.

Hidrografía

El Distrito de Nueva Requena ocupa la zona Sur de la cuenca del río Aguaytía y se constituye como parte del sistema hidrográfico del río Ucayali, existes otros ríos de importancia como, Juantía, Tahuaya, Rinquitay, Tunuya, Zapotillo (red hídrica) que conforman un terreno franco-arenoso, franco-limoso. El río Aguaytía es la principal fuente de agua natural da acceso al interior del distrito (aguas arriba y aguas abajo), mide aproximadamente 30 metros de ancho y tiene una pendiente de 8 % de caudal poco torrentoso, cauce de recepción amplio, gran longitud y navegable todo el año, su ubicación es estratégica porque sirve de ruta principal de acceso al mercado de Pucallpa.

Paralelo a la red hidrográfica Nueva Requena cuenta en el Sur Este del territorio con un conglomerado de lagunas naturales (Tigre Cocha, Garza Cocha, Vaca Cocha, Wimba Cocha, Lago Huampapa, Cocha Los Ángeles, Shambo Cocha y Nigeja Cocha), que muy bien podría ser utilizado para la crianza de peces propios de la zona con destino comercial y para el autoconsumo.

Suelos

En general el 55.8% de los suelos presentan características edáficas que indican que son aluviales antiguos aptos para cultivos temporales, de textura arenoso a franco-arcilloso, tiene una coloración amarillento rojiza o muy oscuro de textura variable.

3.1.5. Actividades económicas

La principal actividad económica en el distrito es el comercio al por menor (21.22%) seguido de la actividad de transporte, almacenamiento y comunicaciones (11.93%). En tercer lugar se tiene la actividad agrícola (9.72%) esto debido al manejo tradicional de la tierra para la explotación, el cual se da a través de parcelas integrales y monocultivos, predominando aquellos cultivos de tipo perennes (plátano, cacao, cítricos, frutales, etc.) y monocultivos temporales (arroz, maíz, frijol, algodón, yuca, etc.).

La tasa de actividad económica de la PEA mayor de 15 años es muy predominante en la agricultura, pues el 68.95% ocupa una mayor proporción en el uso de la PEA, mientras que en la actividad de pesca existe 0.38% de ocupación de la PEA.

De acuerdo a la distribución de la tasa de ocupación de la PEA, la actividad agrícola es la actividad que ocupa a la mayor proporción de la población económicamente activa, se evidencia entonces así que el Distrito de Nueva Requena sustenta su economía en la actividad agrícola.

El nivel de pobreza del distrito de Nueva Requena alcanza un 38.10% y de extrema pobreza un 11.06% según las estadísticas del INEI.

3.1.6. Servicios Básicos

Agua

En relación al consumo del agua, el 49% de la población consume agua de rio, acequia, manantial o similar, esto trae como consecuencia la proliferación de enfermedades intestinales en la población por el consumo de agua no apropiada; del mismo modo, el 1.24% consume agua potable.

Desagüe y eliminación de excretas

Un 57% de la población utiliza para el desagüe y eliminación de excretas, los pozos ciegos o letrina, el 37.90% no tienen algún tipo de desagüe y utilizan al bosque o ríos como medio de desagüe y eliminación de excretas; siendo porcentajes elevados, situación que constituye focos de enfermedades infecciosas, en especial en los niños.

Energía eléctrica

Con relación al servicio de alumbrado eléctrico, solamente el 26% de la población cuenta con este servicio, notándose mayormente en la zona urbana de Nueva Requena *(Municipalidad Distrital de Nueva Requena, 2016).*

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación que se desarrolló fue el de Descriptivo; (Baptista, Fernández, & Hernández, 2010), señalan que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La Población fue el volumen de las aguas residuales domestica (m^3 o Litro) tomadas semanalmente de la vivienda instalada con la Unidad Básica de

Saneamiento – HBC en el Centro Poblado Nuevo Paraíso, Distrito de Nueva Requena.

La muestra para el tratamiento fue de 20 litros de aguas residuales tomada de una Unidad Básica de Saneamiento, 10 litros del afluente y 10 del efluente de la Planta unifamiliar.

La frecuencia del muestreo fue de 2 litros por semana, 1 litro del afluente (Entrada o agua cruda) y 1 litro en el efluente (Salida o agua tratada), durante 10 semanas consecutivas o dependiendo la facilidad del investigador para la recolección de las muestras.

Se utilizó una Unidad Básica de Saneamiento puesto que el Proyecto de Saneamiento Rural es un prototipo y está en modo prueba.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica utilizada en el proyecto de investigación fue descriptivo, haciendo uso de instrumento de observación en campo y laboratorio y de formatos indicados en el Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, así mismo los métodos para análisis in situ y en laboratorio, como especifica la Tabla 05.

Los materiales e insumos de campo para la recolección de datos fueron los siguientes:

3.4.1. Materiales e insumos

Materiales de campo:

- ✓ Papel secante
- ✓ Cinta adhesiva
- ✓ Plumón indeleble
- ✓ Frascos de vidrio esterilizados (1 Litro)
- ✓ Caja térmica o Cooler
- ✓ Refrigerantes
- ✓ Cronómetro

- ✓ Recipiente de plástico de 1 – 2 Litros.
- ✓ Reloj
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Pastillas de cloro

Materiales de Laboratorio:

- ✓ Pipetas
- ✓ Piseta
- ✓ Pinza para crisol
- ✓ Matraz
- ✓ Probeta
- ✓ Mechero con alcohol
- ✓ Filtro de membrana
- ✓ Vaso precipitado
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Gradillas
- ✓ Micro pipeteador

Insumos y/o reactivos

- ✓ Agua destilada y/o desionizada
- ✓ Muestra de agua
- ✓ Alcohol
- ✓ Buffer (pH: 4, 7 y 10)
- ✓ Medios de cultivo (Lactosa Broth y Lauryl sulfate broth)
- ✓ Test Kit Oxigen, Dissolved (DO), marca HACH.

3.4.2. Equipos

- ✓ GPS
- ✓ Multiparámetro, marca HANNA, modelo HI 9813-6
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Termómetro

- ✓ Autoclave vertical AV-18
- ✓ Estufa
- ✓ Balanza Analítica
- ✓ Horno Incubadora

3.4.3. Indumentaria

- ✓ Bata blanca
- ✓ Botines de seguridad
- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Guantes de jebe antideslizantes
- ✓ Guantes de látex descartables
- ✓ Casco
- ✓ Mascarilla descartable

3.4.4. Formatos de campo

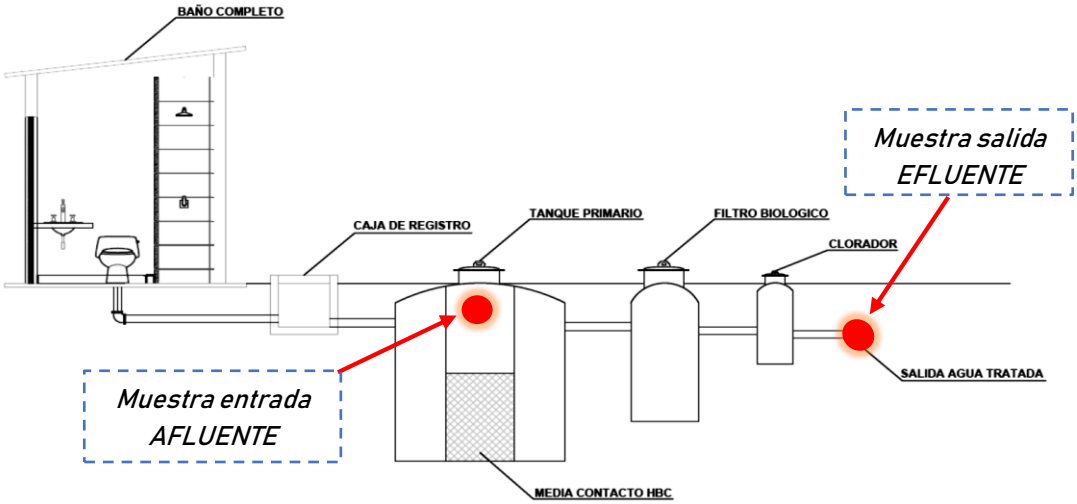
- ✓ Formato de Ubicación del Punto de Monitoreo la Planta unifamiliar.
- ✓ Formato de Registro de datos de campo de la Planta unifamiliar.
- ✓ Formato de Cadena de custodia
- ✓ Método de medición de caudales.

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Fase de campo

3.5.1.1. Selección de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo estuvieron ubicados en la entrada y salida de la planta de tratamiento, la muestra de entrada estuvo ubicado en el tanque primario, puesto que es el área donde se concentra la mayor carga de contaminantes y la muestra de salida estuvo ubicado en la descarga final de la planta, después de un proceso de tratamiento.



FUENTE: *Grupo HBC, 2017*

Figura 13. Puntos de muestreos de la Planta unifamiliar.

Se utilizó el formato de ubicación del punto de monitoreo, Tabla 06, del *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales*, donde se identificaron las coordenadas UTM de los puntos de muestreo.

Tabla 6. *Formato de Ubicación de los Puntos de Monitoreo*

Nombre de EPS/Municipio:			
Nombre de PTAR:			
Ubicación de PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		**Método de medición**	
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		**Método de medición**	
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			

FUENTE: *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales.*

3.5.1.2. Toma de muestras

- Para la toma de muestras en la Planta unifamiliar de Tratamiento de Aguas Residuales se utilizó el *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales*, establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, las muestras fueron tomadas durante los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio del presente año, de acuerdo a las facilidades y conveniencia del investigador.
- Se hizo uso de equipos de protección personal y de todos los instrumentos de muestreo y pruebas in situ para la práctica en campo, además se utilizaron la caja térmica (cooler) con su respectivo refrigerante la cual se mantuvo a las muestras a una temperatura de 4 °C aproximadamente, para su traslado al laboratorio.

- En botellas de vidrio se tomaron 1 Litro de muestra semanalmente del afluente y efluente independientemente por 10 semanas, la cual se tuvo un total de diez litros (10 L) de muestras del afluente y efluente respectivamente, siendo estos mismos llevados al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la presente casa superior de estudios para su respectivo análisis.

Tabla 7. *Cantidad de muestras de agua a utilizar.*

MUESTRA	N° DE MUESTRAS	VOLUMEN MUESTRA/ SEMANA	MUESTRA TOTAL
Aguas residuales domésticas del afluente	10	1 L	10 L
Aguas residuales domésticas del efluente	10	1 L	10 L

- Las muestras de aguas residuales fueron rotuladas especificando el lugar, código, fecha, hora, responsable del muestreo y parámetros a analizar.

Tabla 8. *Etiqueta para muestreo de agua residual.*

LUGAR / UBICACIÓN :	
CODIGO DE MUESTRA :	
FECHA:	***HORA:***
MUESTREADO POR :	
ANALISIS REQUERIDO :	

3.5.1.3. Evaluación de parámetros físicos in situ y Medición de Caudal

- Con el uso del equipo Multiparámetro de marca HANNA, modelo HI 9813-6 y debidamente calibrado, se analizaron in situ los parámetros físicos de las muestras de agua del afluente y efluente de la Planta de tratamiento, entre ellos el pH y Temperatura.

- Para determinar los caudales que entran y salen de la planta, se procedió a utilizar el método volumétrico, este se utiliza para la medición del caudal en una tubería donde se permita colectar el caudal por descarga libre, en la cual se puede interponer un recipiente.

  Medición del tiempo: T (s)

  - Se requiere de un recipiente de 2 a 10 litros con graduaciones de 1 litro para colectar el agua
  - Un cronómetro
  - Se mide el tiempo que demora el llenado de un determinado volumen de agua

  Medición del volumen: V (L)

  - Conocer el volumen del recipiente

  Medición del Caudal: Q (L/s)

  El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en colectar dicho volumen.

$$Q = V/T$$

Donde:
Q = caudal en L/s
V = volumen en litros
T = Tiempo en segundos

FUENTE: *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales, MVCS.*

- Se utilizó el formato de Registro de datos Campo del *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales.*

Tabla 9. *Formato de Registro de datos Campo.*

Nombre de la PTAR:				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal afluente (*)
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal efluente (*)
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo

FUENTE: *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales.*

3.5.2. Fase de laboratorio

Las características químicas y microbiológicas de las aguas residuales fueron determinadas en el laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Ucayali. El método utilizado para el análisis del agua residual fue el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WEF 22nd Edition, para la caracterización de aguas residuales en el afluente (entrada) y las aguas residuales en el efluente (salida).

3.5.2.1. Análisis físico químico ejecutado

Determinación de Solidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno (*Véase Tabla 10*).

3.5.2.2. Análisis microbiológico

Para la realización de este análisis se utilizó el método de los tubos de fermentación de dilución múltiple, para la determinación de coliformes termotolerantes. Para lo cual se utilizaron diluciones de $1x10^{-4}$ hasta $1x10^{-11}$, para posteriormente ser inoculado en los tubos de cultivo con caldo de sulfato de laurilo (Lauryl sulfate broth), para prueba presuntiva, como en los que contenían Caldo de Lactosa (Lactosa Broth), para prueba confirmativa de coliformes termotolerantes. Las metodologías utilizadas se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. *Método de análisis de los parámetros*

PARAMETROS	MÉTODO
Demanda Química de Oxígeno	*SMWW – 5220 Chemical Oxygen Demand (Cod) – D. Closed Reflux, Colorimetric Method.*
Demanda Bioquímica de Oxígeno	*SMWW – 5210 Biochemical Oxygen Demand (Bod) – D. 5 – Day Bod Test.*
Sólidos Suspendidos Totales	*SMWW – 2530 – Floatables – B – Particulate Floatables.*
Coliformes Termotolerantes	*SMWW – 9221 MULTIPLE – Tube Fermentation Technique For Members Of The Coliform Group – E. Fecal Coliform Procedure.*

FUENTE: *Laboratorio de Microbiología y Parasitología – UNU.*

3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS RECOLECTADOS.

3.6.1. Comparación de los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Se utilizó el software Microsoft Excel 2013, mediante gráficos de barras y líneas, para comparar los resultados de los análisis Físicos, químicos y microbiológicos antes y después del tratamiento con los Límites Máximos Permisibles vigente en la Legislación peruana, D.S. N° 003 – 2010 MINAM.

Se tomaron 10 muestras de aguas residuales del afluente (antes del tratamiento) y 10 muestras de aguas residuales del efluente (después del tratamiento), de la Planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de la vivienda.

3.6.2. Prueba T Student para muestras relacionadas (Antes – Después)

Se utilizó el software SPSS Statistics 22 para realizar mediante el procedimiento estadístico Prueba T student para muestras relacionadas, la comparación de 2 medidas en un mismo grupo, una medida antes y después de un tratamiento, comparando variables numéricas en el mismo grupo pero en dos momentos distintos.

Modelo matemático:

$$T = \frac{\overline{di}}{\hat{S}_d}\sqrt{n}$$

Donde:

- $\overline{di}$: media muestral de la diferencia entre las muestras "pre" y "post".
- n: tamaño de la muestra.
- $\hat{S}_d$: desviación estándar muestral de las diferencias.
- T: valor de la prueba T student.

Tabla 11. *Esquema de la Prueba T Student para muestras relacionadas.*

MUESTRA	AFLUENTE	EFLUENTE	di
1	A1	E1	A1-E1
2	A2	E2	A2-E2
3	A3	E3	A3-E3
4	A4	E4	A4-E4
5	A5	E5	A5-E5
6	A6	E6	A6-E6
7	A7	E7	A7-E7
8	A8	E8	A8-E8
9	A9	E9	A9-E9
10	A10	E10	A10-E10
MEDIA	$\overline{A}$	$\overline{E}$	$\overline{di}$

Prueba de Hipótesis: Se evaluó el efecto que una planta de tratamiento de aguas residuales domestica unifamiliar tiene sobre los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos. Para tal objetivo se realizó 10

muestreos de estas aguas antes y después de someterse al tratamiento para determinar su eficiencia.

Hipótesis: Existe diferencias significativas entre las medidas de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos antes de someterse al tratamiento (afluente) y las medidas después de someterse al tratamiento (efluente).

Elección de la prueba

Esta prueba es un estudio longitudinal; la cual la variable fija crea 2 medidas antes y después del tratamiento. La variable aleatoria son valores numéricos de los análisis físicos, químicos y microbiológicos, haciendo los cruces se determina que la prueba que vamos a utilizar en este caso específico es la Prueba T de Student para muestras relacionadas.

Tabla 12. *Cuadro comparativo para la elección de prueba.*

		PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS			PRUEBAS PARAMÉTRICAS
Variable Fija \ Variable Aleatoria		NOMINAL DICOTÓMICA	NOMINAL POLITÓMICA	ORDINAL	NUMÉRICA
Estudio Transversal Muestras Independientes	Un grupo	X^2 Bondad de Ajuste Binomial	X^2 Bondad de Ajuste	X^2 Bondad de Ajuste	T de Student (una muestra)
	Dos grupos	X^2 Bondad de Ajuste Corrección de Yates Test exacto de Fisher	X^2 de Homogeneidad	U Mann-Withney	T de Student (muestras Independientes)
	Más de dos grupos	X^2 Bondad de Ajuste	X^2 Bondad de Ajuste	H Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor INTERsujetos
Estudio Longitudinal Muestras Relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras Relacionadas)
	Más de dos Medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas (INTRAsujetoso)

Normalidad

Los datos de la variable numérica de los Parámetros físicos, químicos y Microbiológicos provienen de una distribución normal, así mismo la prueba de normalidad utilizada fue **Chapiro Wilk**, para muestras pequeñas menores a 30 individuos o muestras, siendo la investigación representada por 10 muestras antes y después del tratamiento. Con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto el nivel de error estimado o P-Valor del 5%.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA VIVIENDA CON UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS).

La calidad física química y microbiológica del agua residual de la Unidad Básica de Saneamiento, se enmarca en los resultados obtenidos sobre las características y concentraciones de los parámetros evaluados en el campo y laboratorio.

4.1.1. Afluente (entrada)

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de las 10 muestras tomadas del afluente (entrada) de la Unidad Básica de Saneamiento, ubicado en el tanque primario o sedimentador.

Tabla 13. *Resultados de los análisis in situ y de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Afluente).*

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	LMP	TIEMPO DE MUESTREO									
			Día 1 12/03/18	Día 2 19/03/18	Día 3 27/03/18	Día 4 03/04/18	Día 5 09/04/18	Día 6 25/04/18	Día 7 07/05/18	Día 8 21/05/18	Día 9 04/06/18	Día 10 18/06/18
PARÁMETROS FISICOS Y QUÍMICOS												
Temperatura	°C	**<35**	26,6	26,5	26,7	26,7	26,6	25,6	26,4	26,8	26,9	25,8
pH	Unid	**6,5-8,5**	6,5	6,9	6,8	6,9	7,4	6,8	6,7	6,9	7,1	6,8
Solidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	**150**	28,4	24,9	29,8	24,3	21,7	19,2	25,8	22,3	27,5	26,9
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	mg/L	**100**	300	250	200	200	160	250	250	300	200	200
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	mg/L	**200**	404	258	280	280	220	330	310	260	280	270
MICROBIOLOGICOS												
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	**10 000**	781 272	781 272	781 272	492 238	781 272	492 238	492 238	328 192	781 272	781 272

***FUENTE**: Resultados de Laboratorio de Microbiología y Parasitología FCS, UNU – UCAYALI.*

4.1.2. Efluente (salida)

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de las 10 muestras tomadas del efluente (salida) de la Unidad Básica de Saneamiento, ubicado en el tubo de salida final de la unidad.

Tabla 14. *Resultados de los análisis in situ y de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Efluente).*

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	LMP	TIEMPO DE MUESTREO									
			Día 1 12/03/18	Día 2 19/03/18	Día 3 27/03/18	Día 4 03/04/18	Día 5 09/04/18	Día 6 25/04/18	Día 7 07/05/18	Día 8 21/05/18	Día 9 04/06/18	Día 10 18/06/18
PARÁMETROS FISICOS Y QUÍMICOS												
Temperatura	°C	**<35**	26,5	26	27,1	26,6	26,8	25,4	26,2	26,5	26,3	25,6
pH	Unid	**6,5-8,5**	6,6	7,1	7,2	7,1	7,3	7,2	6,9	7,2	7,2	7,3
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	**150**	5,2	8,5	7,2	9,1	5,8	4,4	7,9	8,3	7,1	6,9
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	mg/L	**100**	100	80	100	100	80	100	80	100	80	75
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	mg/L	**200**	135	110	130	130	110	130	120	115	150	140
MICROBIOLOGICOS												
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	**10 000**	23 054	16 902	13 826	6 918	4 922	2 159	4 922	7 797	10 702	7 797

FUENTE: *Resultados de Laboratorio de Microbiología y Parasitología FCS, UNU – UCAYALI.*

4.1.3. Medición de caudal

La medición del caudal se realizó con el Método Volumétrico, este se utiliza cuando los caudales son pequeños (menor de 3 a 5 L/s) y existe un sitio donde las descargas son por gravedad, se utilizó un envase plástico y se midió el tiempo de llenado del envase con capacidad conocida y con un cronómetro.

El envase tuvo una capacidad de 1 Litro y se hicieron cinco repeticiones para obtener un caudal de mayor representatividad.

4.1.3.1. Caudal afluente:

Volumen (L)	
V_1	1,00
V_2	1,00
V_3	1,00
V_4	1,00
V_5	1,00
V_{PROM}	**1,00**

Tiempo (s)	
T_1	8,91
T_2	9,23
T_3	8,08
T_4	8,52
T_5	8,41
T_{PROM}	**8,63**

Caudal(Q)		
Caudal (m^3/s)	:	0,0001
Caudal (L/s)	:	0,12
Caudal (m^3/día)	:	10,01

El caudal promedio que presentó el afluente de la Unidad Básica de Saneamiento fue de 0,12 litros por segundo (L/s) por lo que haciendo las conversiones este valor representa 10,01 m^3/día.

4.1.3.2. Caudal efluente:

Volumen (L)	
V_1	1,00
V_2	1,00
V_3	1,00
V_4	1,00
V_5	1,00
V_{PROM}	**1,00**

Tiempo (s)	
T_1	7,72
T_2	8,23
T_3	11,22
T_4	11,34
T_5	8,11
T_{PROM}	**9,32**

Caudal(Q)		
Caudal (m^3/s)	:	0,0001
Caudal (L/s)	:	0,11
Caudal (m^3/día)	:	9,27

El caudal promedio que presentó el efluente de la Unidad Básica de Saneamiento fue de 0,11 litros por segundo (L/s) por lo que haciendo las conversiones este valor representa 9,27 m^3/día, siendo 2 personas que habitan en la vivienda, se deduce que una persona representa una descarga de 4,635 m^3/día.

4.2. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS CON LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES (LMP).

4.2.1. Parámetros físicos.

Determinación de Temperatura

En la figura 14 se observa una variación mínima de la temperatura en la evaluación, tanto el ingreso (afluente) y la salida (efluente) del sistema durante los días de evaluación, como se pudo determinar en las pruebas in situ, las muestras del afluente varían desde 25,6 a 26,9 °C, mientras que el efluente entre 25,4 a 27,1 °C, no se observa considerable variación de la temperatura, debido a que el área de estudio se encuentra a 138 msnm, zona tropical con una temperatura ambiente promedio anual de 26.5 °C.

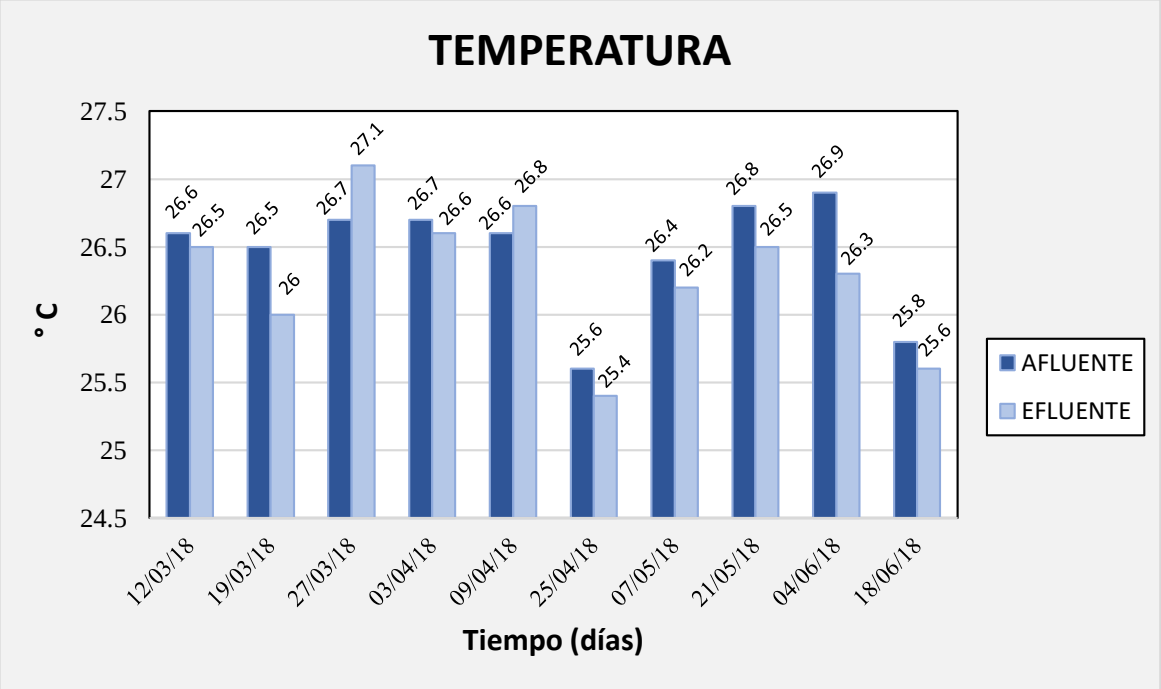


Figura 14. Resultado de Temperatura de las muestras del afluente y efluente.

Los valores del afluente presentaron una media de 26,46 °C y en el efluente de 26,30 °C, para ambos casos trabajaron normalmente, tal como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. *Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de temperatura en el afluente y efluente.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Temperatura (Afluente)	26,460	10	0,4274	0,1352
	Temperatura (Efluente)	26,300	10	0,5228	0,1653

Estos valores se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes según D.S. 003 - 2010 MINAM, considerado como aceptable según normativa, tal como se muestra en la siguiente figura.

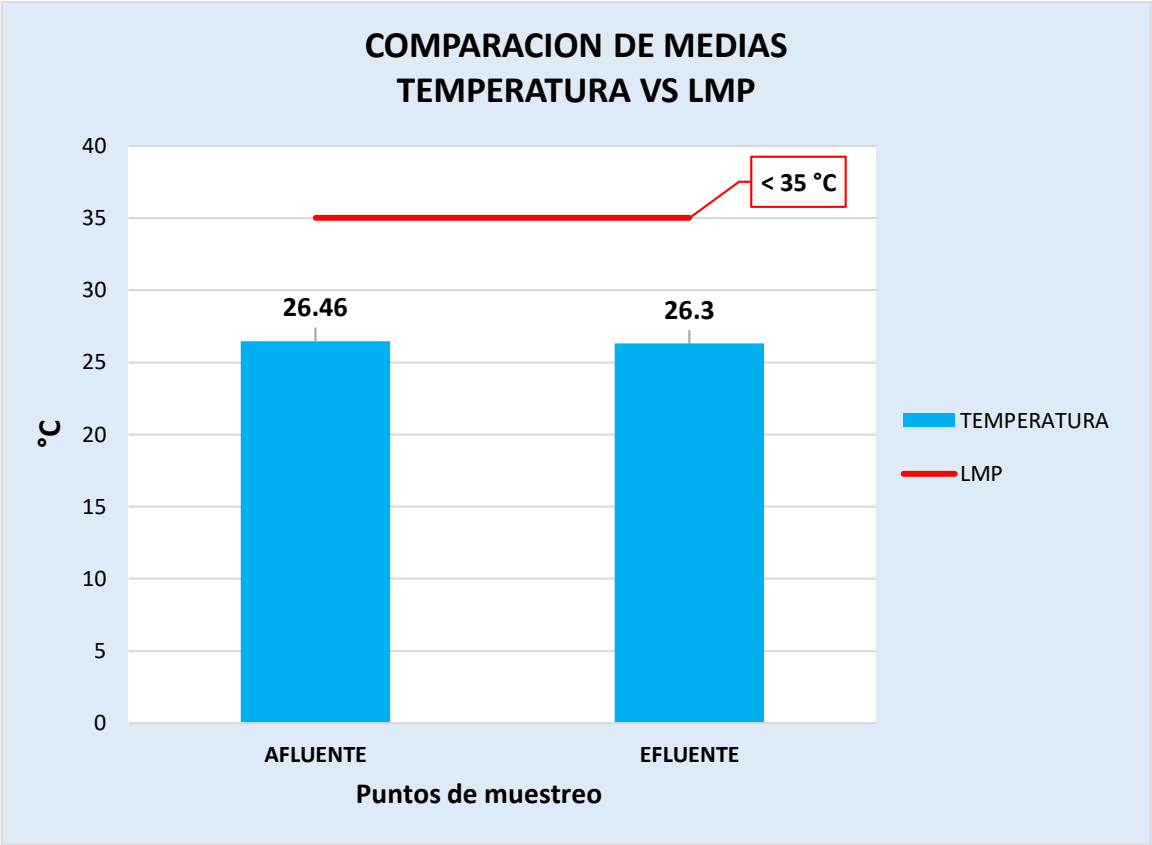


Figura 15. Comparación de medias de la temperatura (afluente y efluente) con los LMP.

La tabla siguiente muestra el resumen de la prueba T Student de muestras relacionadas de la temperatura; de acuerdo al P-Valor obtenido de 0,121 se indica que no existe una diferencia significativa en las medias de los valores de la temperatura antes y después del tratamiento, resultando una media de 26,46 °C en el afluente y 26,3 °C en el efluente.

Tabla 16. *Prueba de muestras relacionadas Temperatura*

		Diferencias emparejadas					t	gl	P-Valor (Sig.)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temperatura (Afluente) - Temperatura (Efluente)	0,1600	0,2951	0,0933	-0,0511	0,3711	1,714	9	0,121

Para ambos resultados obtenidos, afluente y efluente, estos se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (<35 °C), tomado como referencia según D.S. N° 003-2010-MINAM. Estos valores también concuerda con lo reportado por la literatura Romero (2010) el cual indica que la temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto, la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial; siendo la temperatura óptima para la actividad bacterial de 25°C a 35°C.

Determinación del pH

Este parámetro en fase acuosa se define como el logaritmo negativo de la actividad del ion hidronio (protón hidratado H+); -pH = -logH+, el valor de las aguas residuales y de ello podemos determinar su basicidad o acidez de la misma, en la figura 16 se refleja en el afluente un pH mínimo de 6,5 y máximo de 7,4, por otro lado en el efluente, un pH mínimo de 6,6 y máximo de 7,3.

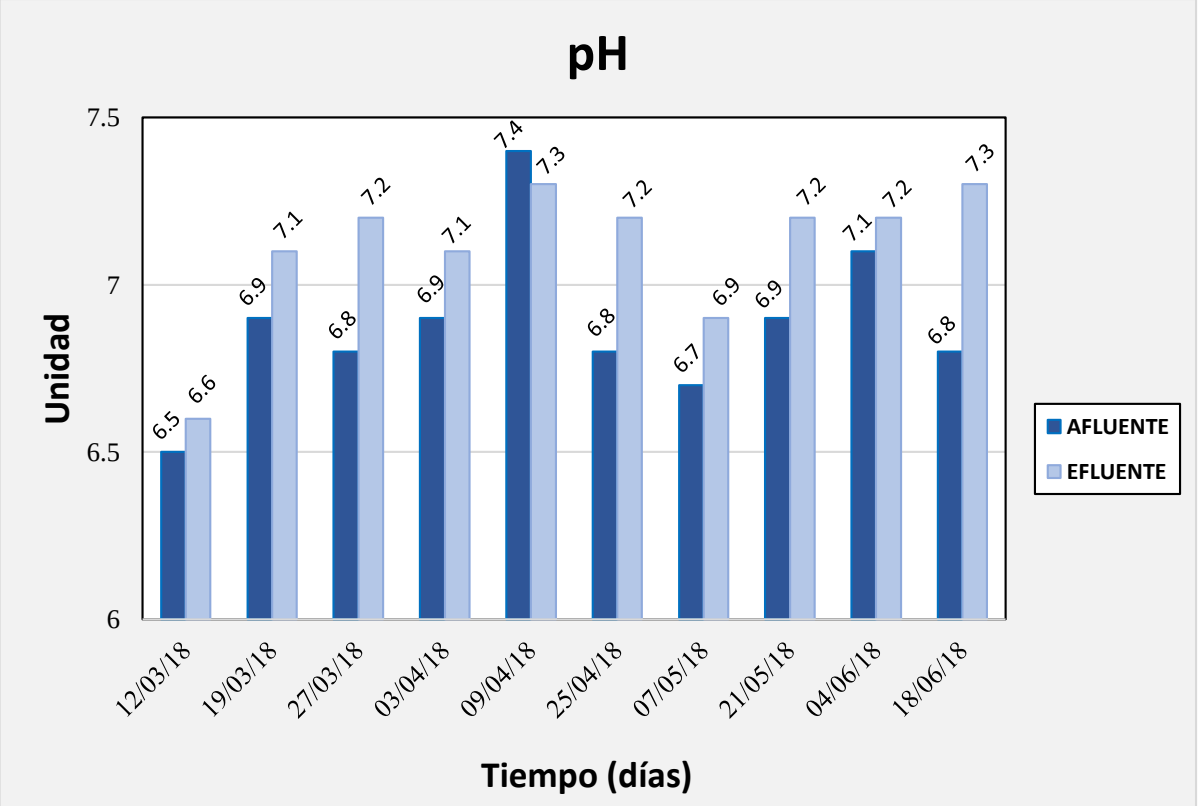


Figura 16. Resultado del pH de las muestras del afluente y efluente.

Los valores de su afluente presentaron una media de 6,880 y en el efluente de 7,110, para ambos casos trabajaron normalmente, tal como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 17. *Estadísticas de muestras relacionadas de las medias del pH en el afluente y efluente.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 2	pH (Afluente)	6,880	10	0,2394	0,0757
	pH (Efluente)	7,110	10	0,2132	0,0674

Así mismo estos valores se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes según D.S. N° 003 - 2010 MINAM, tal como se muestra en la figura 17.

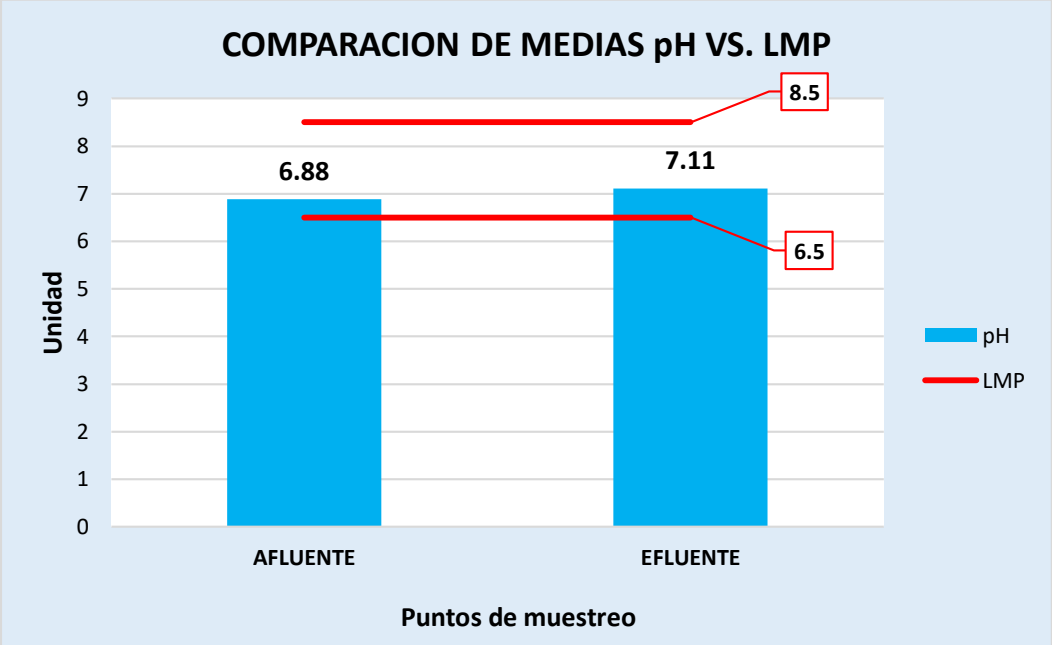


Figura 17. Comparación de medias del pH (afluente y efluente) con los LMP.

La tabla 18 muestra el resumen de la prueba T Student de muestras relacionadas del pH; de acuerdo al P-Valor obtenido de 0,003, se deduce que existe una diferencia altamente significativa en las medias de los valores del pH antes y después del tratamiento, resultando que el pH del afluente es menor que el efluente.

Tabla 18. *Prueba de muestras relacionadas pH*

		Diferencias emparejadas					t	gl	P-Valor (Sig.)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 2	pH (Afluente) - pH (Efluente)	-0,2300	0,1767	0,0559	-0,3564	-0,1036	-4,116	9	0,003

Ambos resultados obtenidos se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (pH = 6,5 – 8,5), tomado como referencia según D.S. N° 003-2010-MINAM.

El pH promedio registrado en el efluente fue de 7,11, considerado rango aceptable, el cual está entre valores de pH mencionado por la literatura (Romero et al., 2010), enfatizando que el pH óptimo para diversos procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica generalmente es de 4,5 a 8,5.

Determinación de Solidos Suspendidos Totales

En la figura 17, en los días de monitoreo, en el afluente se registraron concentraciones de 19,2 a 29,8 mg/L, mientras en el efluente concentraciones de 5,2 a 9,1 mg/L.

La utilización de compuestos orgánicos del agua para la producción de biomasa, proporcionan efectos que ayudan al proceso de tratamiento como es el crecimiento de la raíz para sostenimiento de microorganismos y propiedades hidráulicas del sustrato y el aporte de oxigeno hacia la rizósfera (Romero y Colín, 2009; Ríos y Gutiérrez, 2012). Tal condición incrementa la intervención de bacterias facultativas y anaeróbicas adheridas a las raíces y rizomas de las plantas, que con el tiempo de retención hidráulica y la acción filtrante del sustrato retienen los SST.

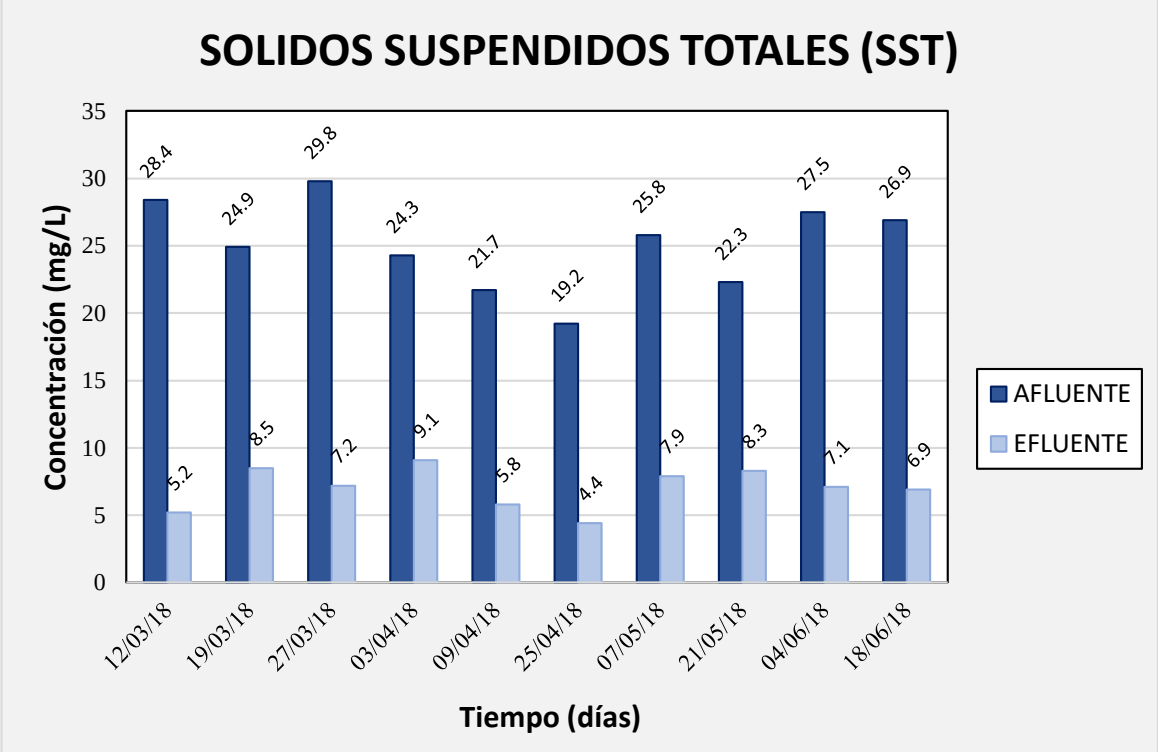


Figura 18. Resultado de SST de las muestras del afluente y efluente.

Los valores del afluente presentaron una media de 25,08 mg/L y en el efluente de 7,04 mg/L, para ambos casos trabajaron normalmente, tal como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 19. *Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de SST en el afluente y efluente.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 3	Solidos Suspendidos Totales (Afluente)	25,0800	10	3,28897	1,04006
	Solidos Suspendidos Totales (Efluente)	7,0400	10	1,51452	,47893

Estos valores se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes según D.S. N° 003 - 2010 MINAM, considerado como aceptable según normativa, tal como se muestra en la siguiente figura.

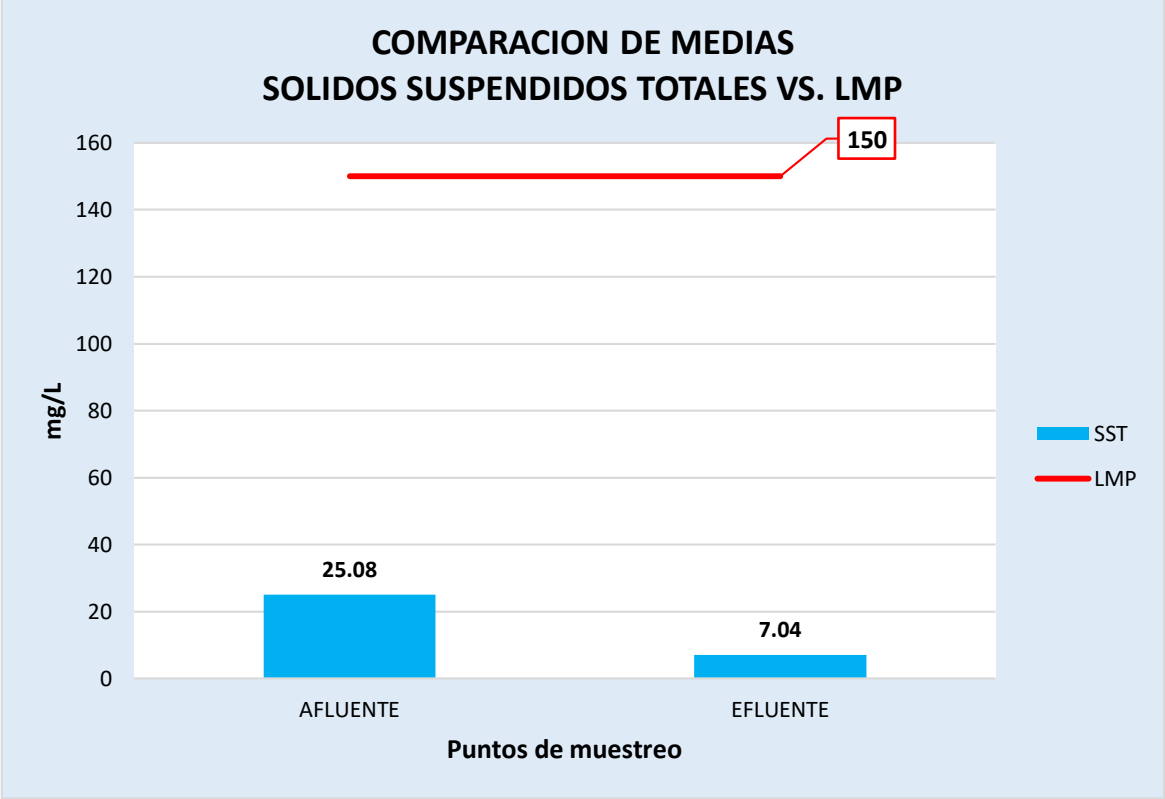


Figura 19. Comparación de medias de SST (afluente y efluente) con los LMP.

La tabla siguiente muestra el resumen de la prueba T Student de muestras relacionadas de los Solidos Suspendidos Totales (SST); de acuerdo al P-Valor obtenido de 0,000 , se deduce que existe una diferencia altamente significativa en las medias de los valores de los SST antes y después del tratamiento, resultando que los SST del efluente es menor que el afluente.

Tabla 20. *Prueba de muestras relacionadas SST*

		Diferencias emparejadas					t	gl	P-Valor (Sig.)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 3	Solidos Suspendidos Totales (Afluente) - Solidos Suspendidos Totales (Efluente)	18,04000	3,31669	1,04883	15,66738	20,41262	17,200	9	0,000

Ambos resultados obtenidos de los análisis del afluente y efluente están por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP = 150 mg/L), según normativa ambiental peruana.

Los investigadores (Metcalf & Eddy, 2003) señalan que la característica física más importante del agua residual es el contenido de solidos totales, los cuales están compuestos de materia flotante, materia sedimentable, materia coloidal y materia en solución.

Los SST se asocian a la turbidez, color del agua, obedece también a la dinámica de los ríos, en cuanto al tipo de material del cauce y el clima de la región (precipitación). Valores altos de SST (>1000 mg/L) afectan la entrada de luz, limitando el desarrollo de la vida acuática, así como es posible que transporte sustancias tóxicas o nocivas cuando existe partículas pequeñas (< 63 μm) (Kulkarni, 2011).

4.2.2. Parámetros químicos.

Determinación de Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO).

Es uno de los parámetros de contaminación orgánica más importantes y empleados. Está relacionado con la medición del oxígeno disuelto que consume la vida microbiana con el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Es un parámetro de monitoreo obligatorio. La oxidación bioquímica es un proceso en teoría infinito, aunque para un período de 20 días, se estima que ya se ha completado alrededor del 95-99 % del proceso, y de un 60 a un 70 % para los primeros cinco días, que resultan en las mediciones de DBO_{20} y DBO_5, respectivamente (Universidad de Salamanca, s.f.).

En la figura 20, en los días de monitoreo, en el afluente se registraron concentraciones de 300 a 160 mg/L, mientras en el efluente concentraciones de 75 a 100 mg/L.

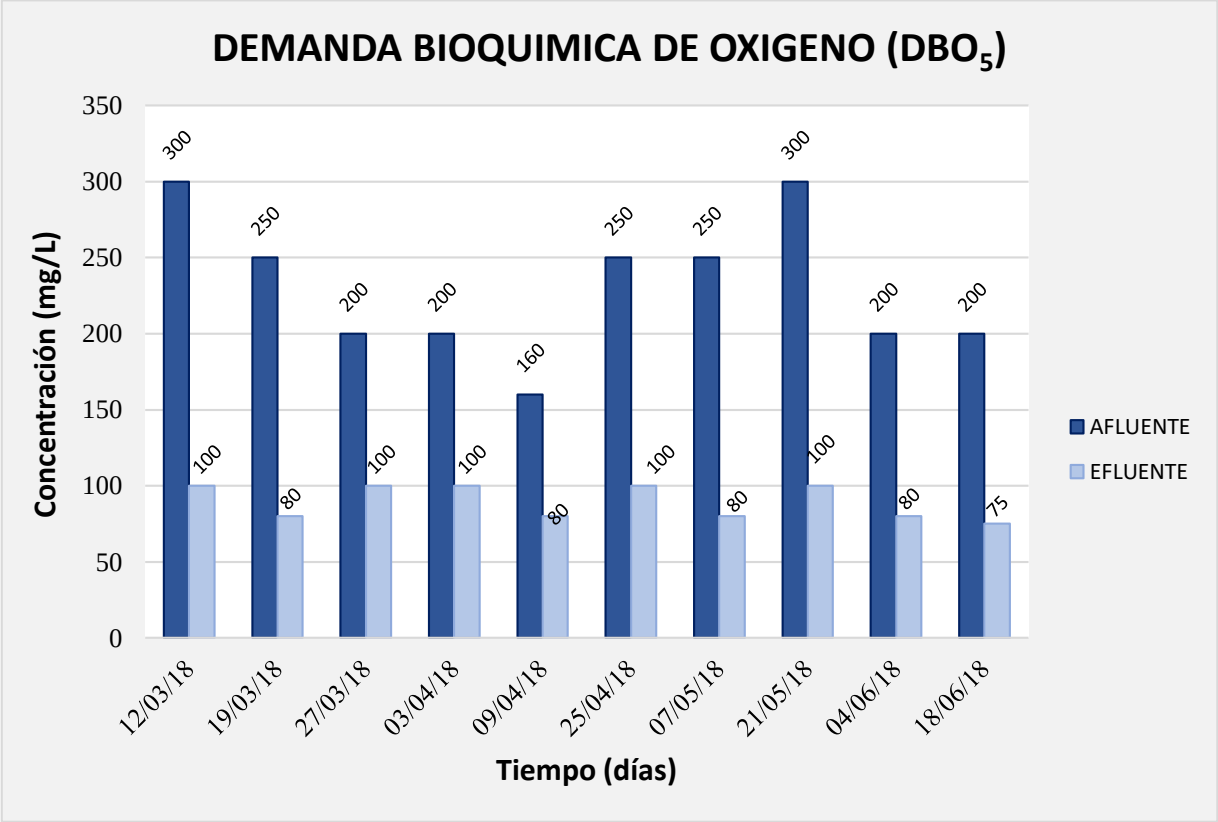


Figura 20. Resultados de DBO_5 de las muestras del afluente y efluente.

Los valores del afluente presentaron una media de 231 mg/L y en el efluente de 89,5 mg/L, para ambos casos trabajaron normalmente, tal como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 21. *Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de DBO_5 en el afluente y efluente.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 4	DBO5 (Afluente)	231,00	10	46,536	14,716
	DBO5 (Efluente)	89,50	10	11,168	3,532

La media de los valores del afluente se encuentra por encima de los Límites Máximos Permisibles, mientras que la media de los valores del efluente está por debajo del LMP para efluentes según D.S. N° 003 - 2010 MINAM,

considerado como aceptable según normativa ambiental peruana, tal como se muestra en la siguiente figura.

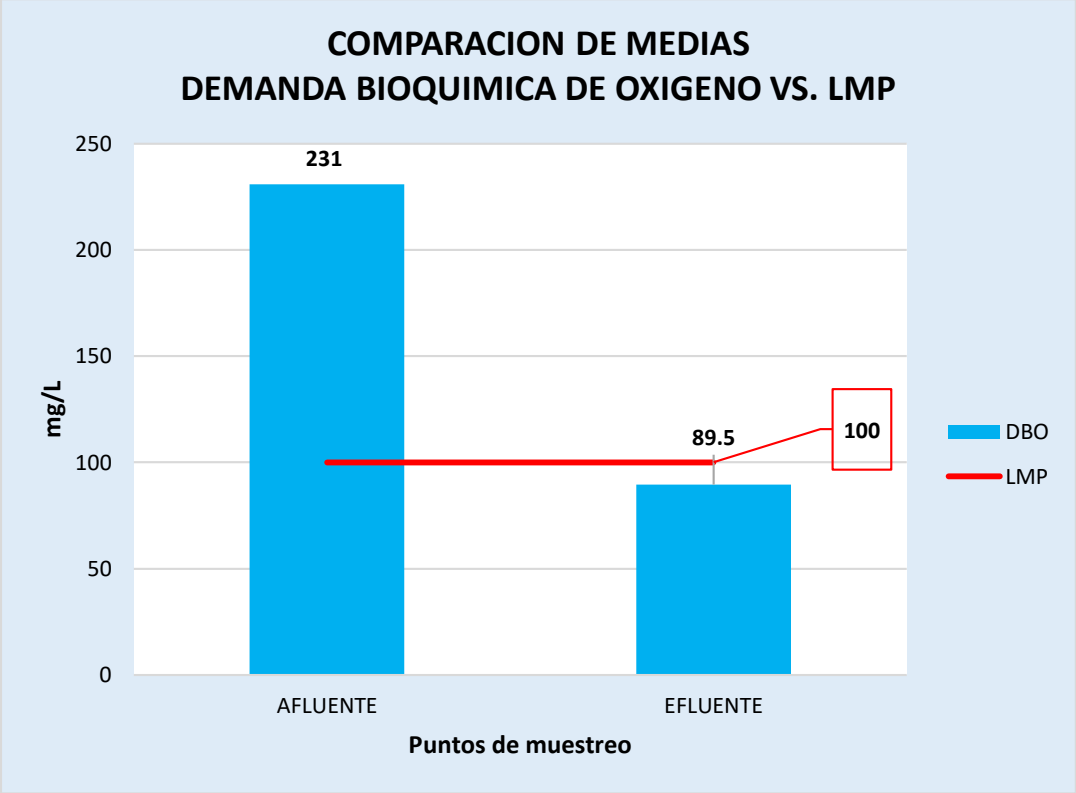


Figura 21. Comparación de medias de DBO_5 (afluente y efluente) con los LMP

La tabla siguiente muestra el resumen de la prueba T Student de muestras relacionadas de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO); de acuerdo al P-Valor obtenido de 0,000, se deduce que existe una diferencia altamente significativa en las medias de los valores de DBO antes y después del tratamiento, resultando que la DBO del efluente es menor que el afluente.

Tabla 22. *Prueba de muestras relacionadas DBO_5*

		Diferencias emparejadas					t	gl	P-Valor Sig.
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 4	DBO_5 (Afluente) - DBO_5 (Efluente)	141,500	42,821	13,541	110,868	172,132	10,450	9	0,000

Los valores del afluente superaron los límites máximos permisibles, por otro lado los resultados del efluente se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (100 mg/L), cumpliendo la normativa para los efluentes de PTAR, D.S. 003 – 2010 – MINAM.

Determinación de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Este ensayo busca medir el contenido de materia orgánica en las aguas residuales, midiendo la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos (Rosabal, Chang, & Pérez, 2011). La Demanda Química de Oxígeno (DQO) de un agua residual suele ser mayor que la DBO, debido al mayor número de compuestos cuya oxidación es llevada a cabo mediante compuestos químicos, frente a la vía biológica (Universidad de Salamanca, s.f.).

En la figura 19, en los días de monitoreo, en el afluente se registraron concentraciones de 220 a 404 mg/L, mientras en el efluente concentraciones de 110 a 150 mg/L.

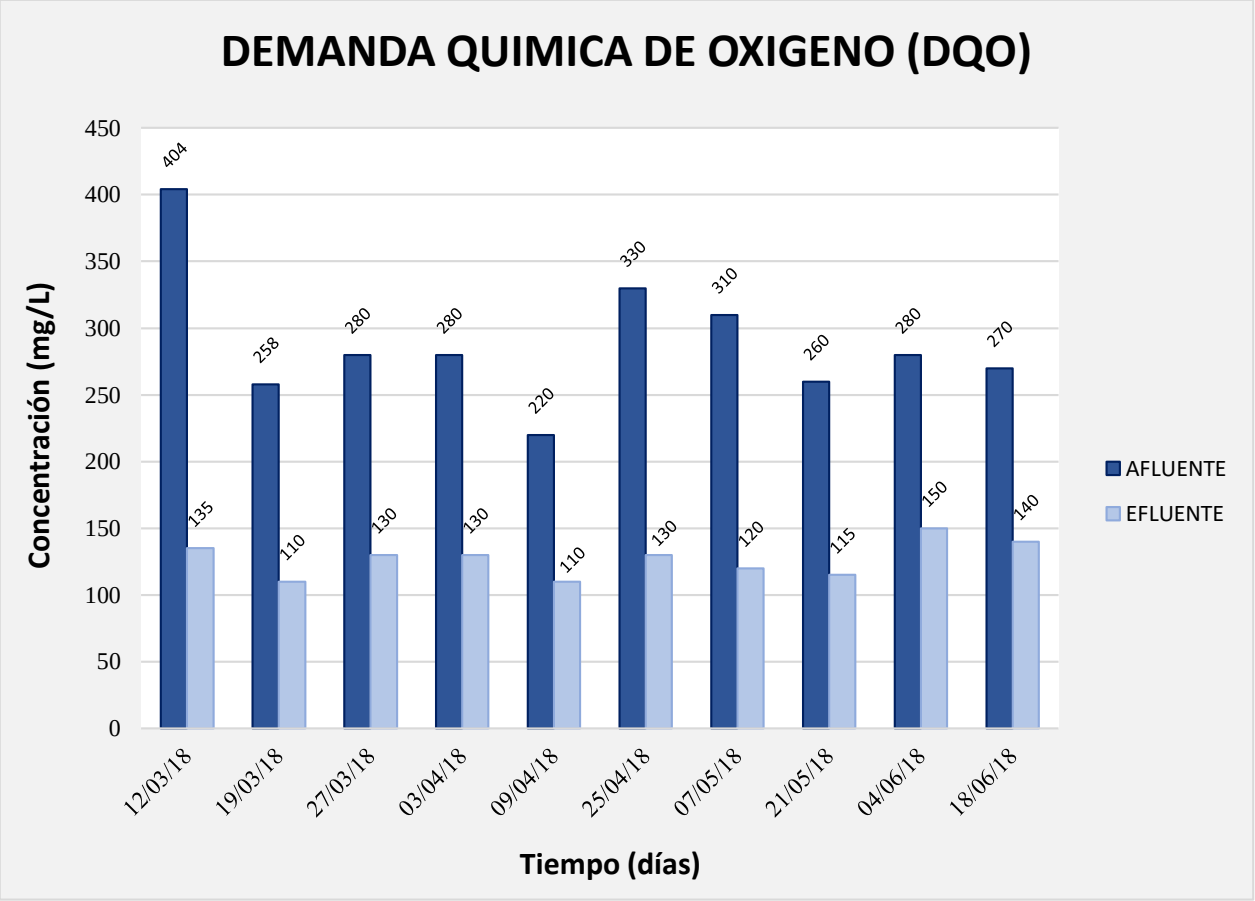


Figura 22. Resultado de DQO de las muestras del afluente y efluente.

Los valores del afluente presentaron una media de 289,2 mg/L y en el efluente de 127 mg/L, para ambos casos trabajan normalmente, tal como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 23. *Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de DQO en el afluente y efluente.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 5	Demanda Química de Oxigeno (Afluente)	289,20	10	50,015	15,816
	Demanda Química de Oxigeno (Efluente)	127,00	10	13,166	4,163

La media de los valores del afluente se encuentran por encima de los Límites Máximos Permisibles, mientras que la media de los valores del efluente están por debajo del LMP para efluentes según D.S. N° 003 - 2010 MINAM, posiblemente considerado como aceptable según normativa ambiental peruana, tal como se muestra en la siguiente figura.

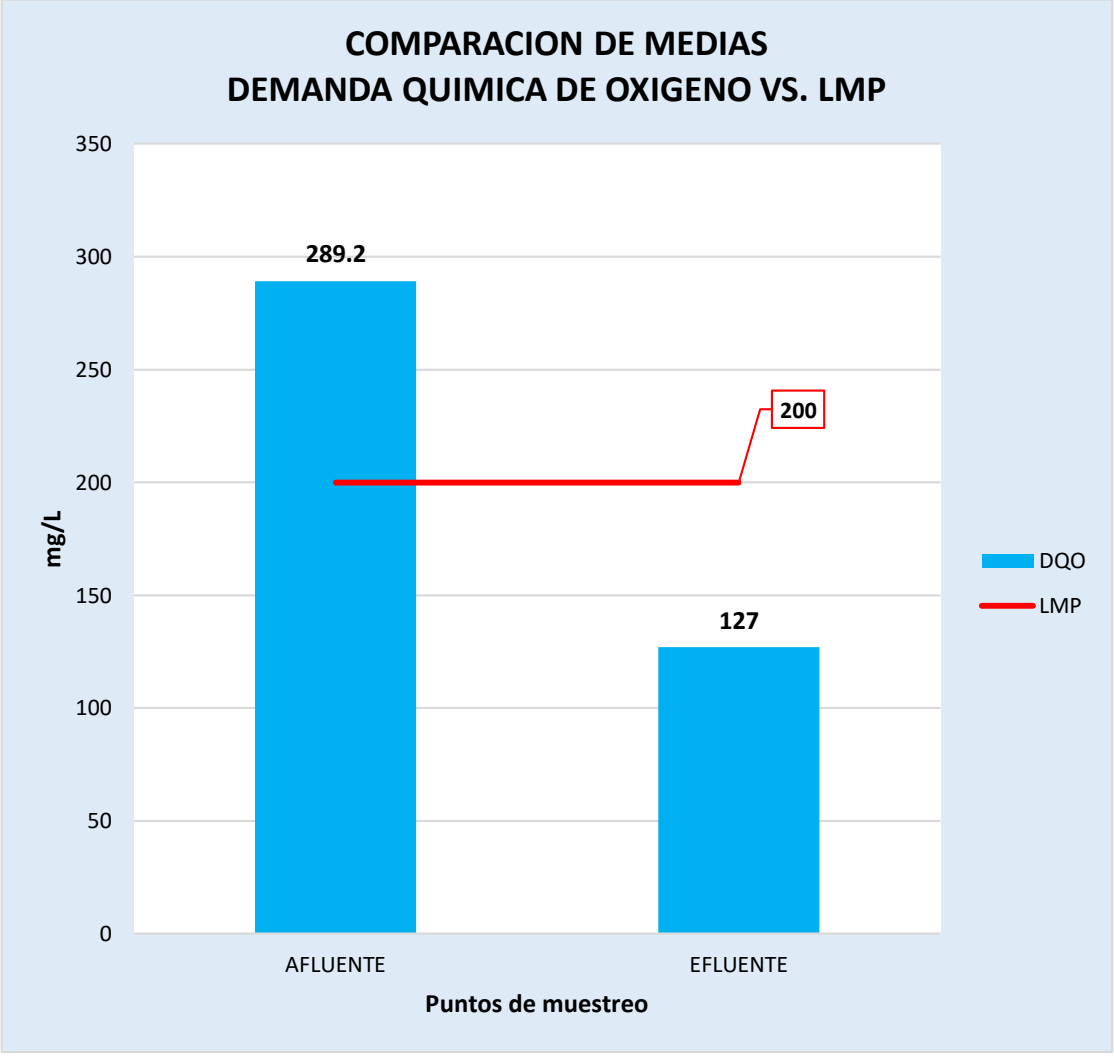


Figura 23. Comparación de medias de DQO (afluente y efluente) con los LMP.

La tabla siguiente muestra el resumen de la prueba T Student de muestras relacionadas de la Demanda Química de Oxígeno (DQO); de acuerdo al P-Valor obtenido de 0,000 , se deduce que existe una diferencia altamente significativa en las medias de los valores de DQO antes y después del tratamiento, resultando que la DQO del efluente es menor que el afluente.

Tabla 24. *Prueba de muestras relacionadas DQO*

		Diferencias emparejadas					t	gl	P-Valor Sig.
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 5	Demanda Química de Oxigeno (Afluente) - Demanda Química de Oxigeno (Efluente)	162,200	46,190	14,607	129,158	195,242	11,105	9	0,000

Los resultados de la media del afluente superaron los límites máximos permisibles, por otro lado los resultados de la media del efluente se encuentran por debajo del Límite Máximo Permisible (200 mg/L) tomado como referencia según D.S. N° 003-2010-MINAM.

4.2.3. Parámetros microbiológicos.

Coliformes Termotolerantes (CTT)

En la figura 20, en los días de monitoreo, en el afluente se registraron concentraciones de 328 192 a 781 272 NMP/100ml, mientras en el efluente concentraciones de 2 159 a 23 054 NMP/100ml.

Campos, et al. (2015) resaltan la importancia del monitoreo de CTT en las aguas de riego en zonas de explotación agrícola, ya que aguas con elevados valores comprometen ampliamente la salud de los agricultores y los consumidores.

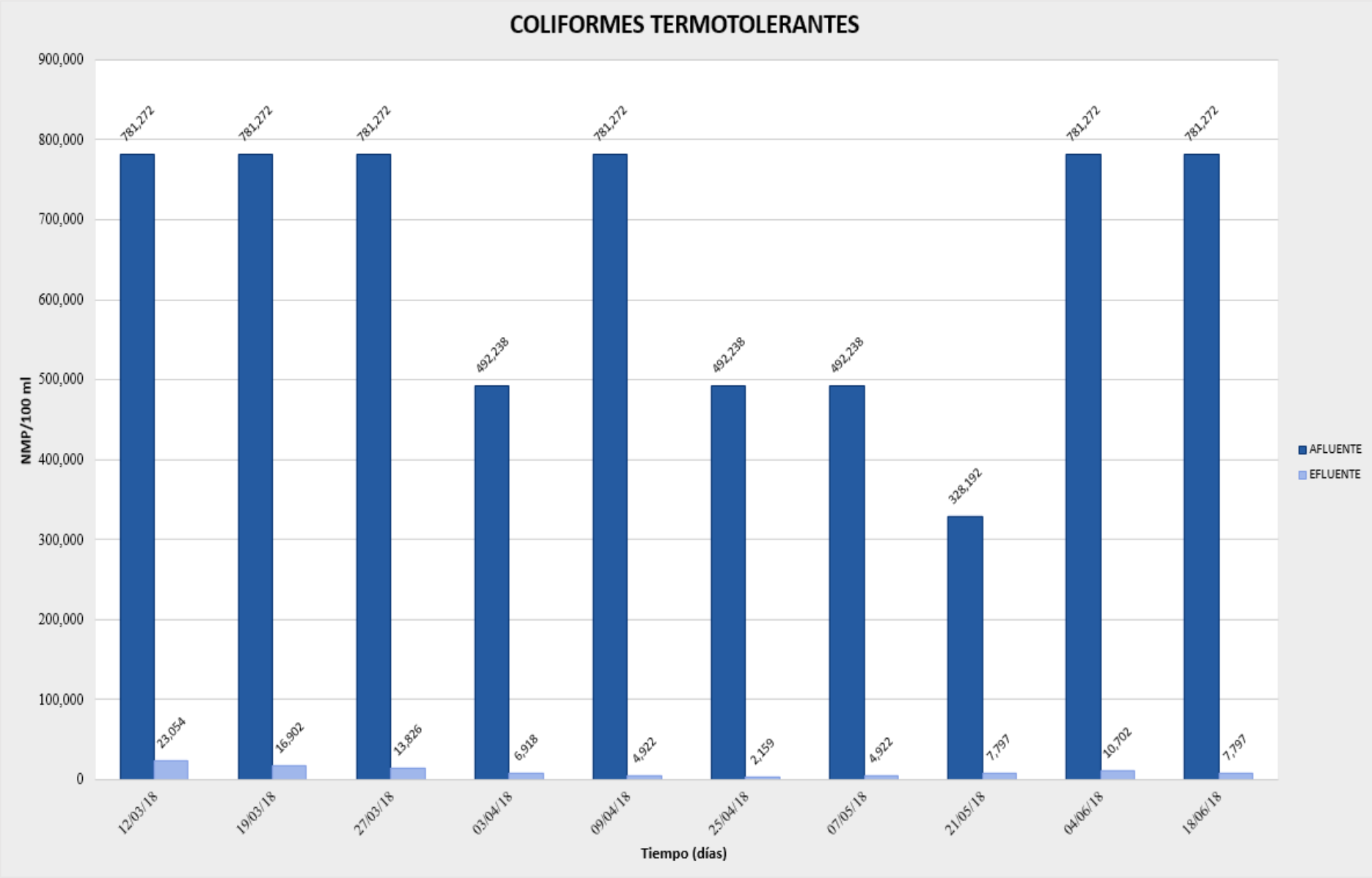


Figura 24. Resultado de CTT de las muestras del afluente y efluente.

Los valores del afluente presentaron una media de 649 253,80 NMP/100ml y en el efluente de 9 899,90 NMP/100ml, para ambos casos trabajan normalmente, tal como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 25. *Estadísticas de muestras relacionadas de las medias de Coliformes Termotolerantes en el afluente y efluente.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 6	Coliformes Termotolerantes (Afluente)	649253,80	10	176891,490	55938,001
	Coliformes Termotolerantes (Efluente)	9899,90	10	6371,237	2014,762

La media de los valores del afluente se encuentra por encima de los Límites Máximos Permisibles, mientras que la media de los valores del efluente está por debajo del LMP para efluentes según D.S. N° 003 - 2010 MINAM, posiblemente considerado como aceptable según normativa ambiental peruana, tal como se muestra en la siguiente figura.

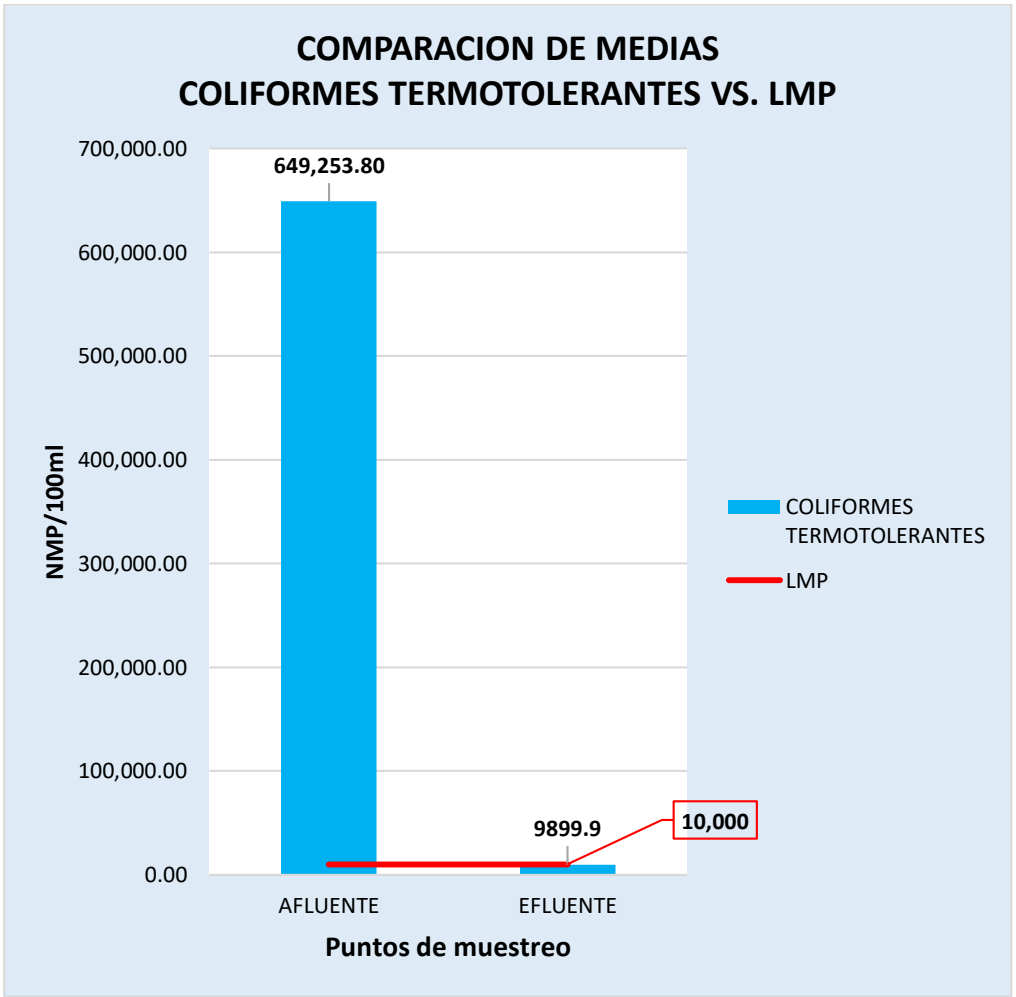


Figura 25. Comparación de medias de Coliformes Termotolerantes (afluente y efluente) con los LMP.

La tabla siguiente muestra el resumen de la prueba T Student de muestras relacionadas de Coliformes Termotolerantes (CTT); de acuerdo al P-Valor obtenido de 0,000 , se deduce que existe una diferencia altamente significativa en las medias de los valores de CTT antes y después del tratamiento, resultando que los CTT del efluente es menor que el afluente.

Tabla 26. *Prueba de muestras relacionadas Coliformes Termotolerantes.*

		Diferencias emparejadas					t	gl	P-Valor Sig.
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 6	Coliformes Termotolerantes (Afluente) - Coliformes Termotolerantes (Efluente)	639353,900	173525,244	54873,500	515221,418	763486,382	11,651	9	0,000

Los resultados de la media del afluente superaron los límites máximos permisibles, mientras que la media del efluente, se encuentra por debajo del límite máximo permisible (10 000 NMP/100ml) para efluentes según D.S. N° 003-2010-MINAM.

4.3. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA REMOCION DE CONTAMINANTES CON LA UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC.

La Eficiencia del tratamiento es la relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje (NORMA OS.090, 2009)

La eficiencia de remoción de carga contaminante en un sistema de tratamiento de aguas residuales viene dada por:

$$\boldsymbol{E = \frac{S0 - S}{S0} \times 100}$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema [%]

S: Carga contaminante de salida [DQO, DBO_5, SST o CCT]

S0: Carga contaminante de entrada [DQO, DBO_5, SST o CTT] (Parra, 2006)

En la tabla 27 se detallan por cada parámetro analizado el porcentaje de eficiencia que tuvo la Unidad Básica de Saneamiento (UBS), a través de la comparación de medias de las 10 muestras tomadas en el afluente y efluente.

Tabla 27. *Medias y Eficiencia de los parámetros del afluente y efluente.*

PARAMETRO	RESULTADOS DE ANALISIS (MEDIAS)		% EFICIENCIA
	Afluente	Efluente	
pH (unidad)	6,88	7,11	Aceptable
Temperatura (°C)	26,46	26,3	Aceptable
Solidos suspendidos totales (mg/L)	25,08	7,04	71,93%
Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L)	231,00	89,50	61,25 %
Demanda Química de Oxigeno (mg/L)	289,20	127,00	56,08%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	649 253,80	9 899,90	98,47%

En la Figura 26, se puede observar que en la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, se produjo el 71,93% de remoción de sólidos suspendidos totales. Este parámetro se utilizó para evaluar la calidad general del agua después de un proceso de tratamiento. Un alto valor de sólidos suspendidos es inaceptable e indica que el tratamiento es ineficiente.

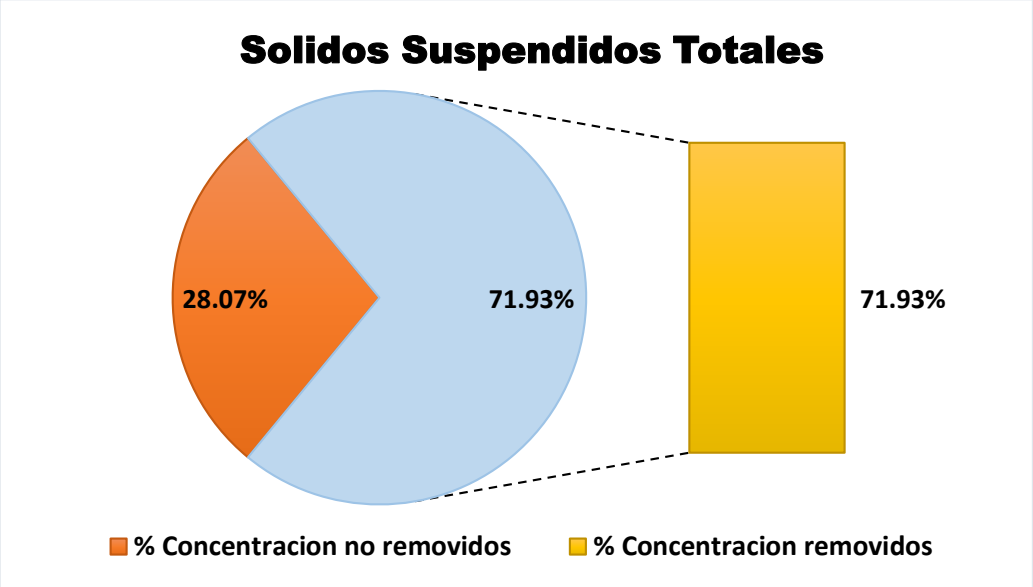


Figura 26. Porcentaje de remoción de Solidos Suspendidos Totales.

En la Unidad Básica de Saneamiento se produjo el 61,25% de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno, como se puede apreciar en la Figura 27.

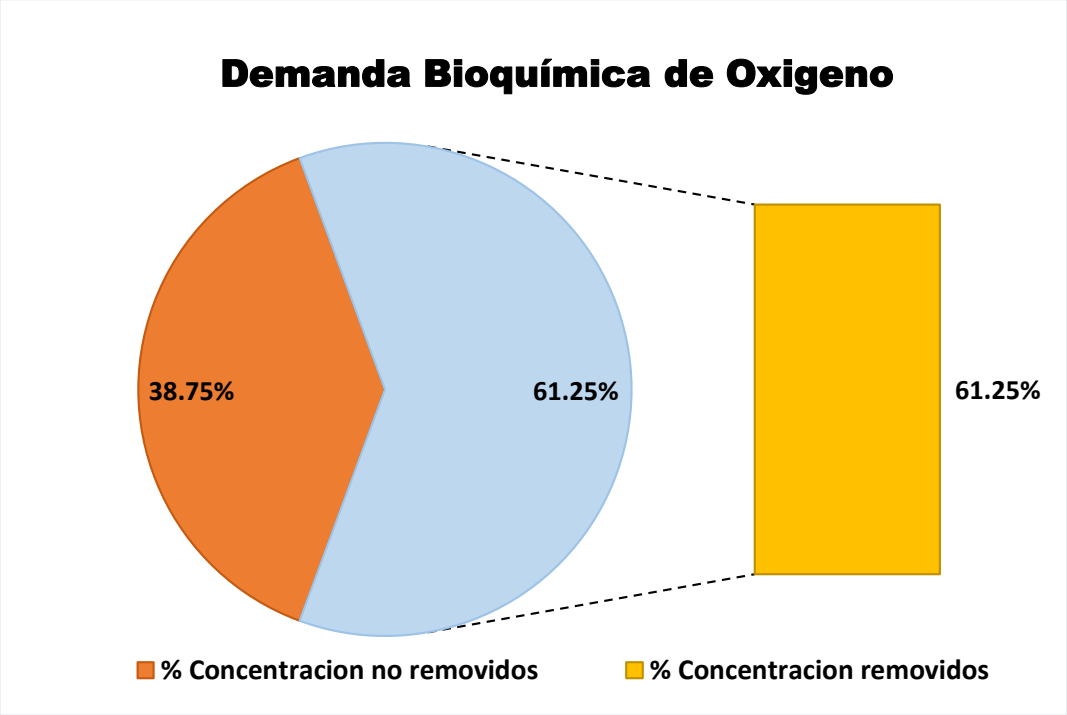


Figura 27. Porcentaje de remoción de la DBO.

En la Figura 28, se puede estimar que en la Unidad Básica de Saneamiento, se produjo el 56,08% de remoción de la Demanda Química de Oxígeno.

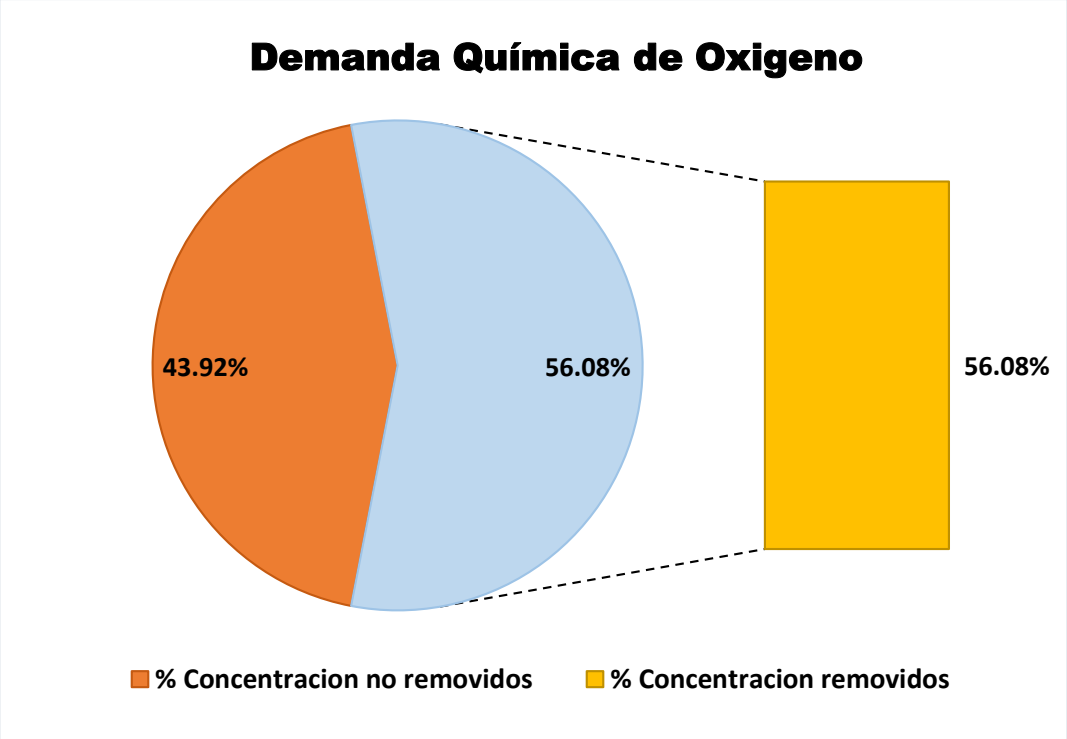


Figura 28. Porcentaje de remoción de la DQO.

En la Figura 29, se puede apreciar que en la Unidad Básica de Saneamiento, se produjo el 98,47% de remoción de Coliformes Termotolerantes.

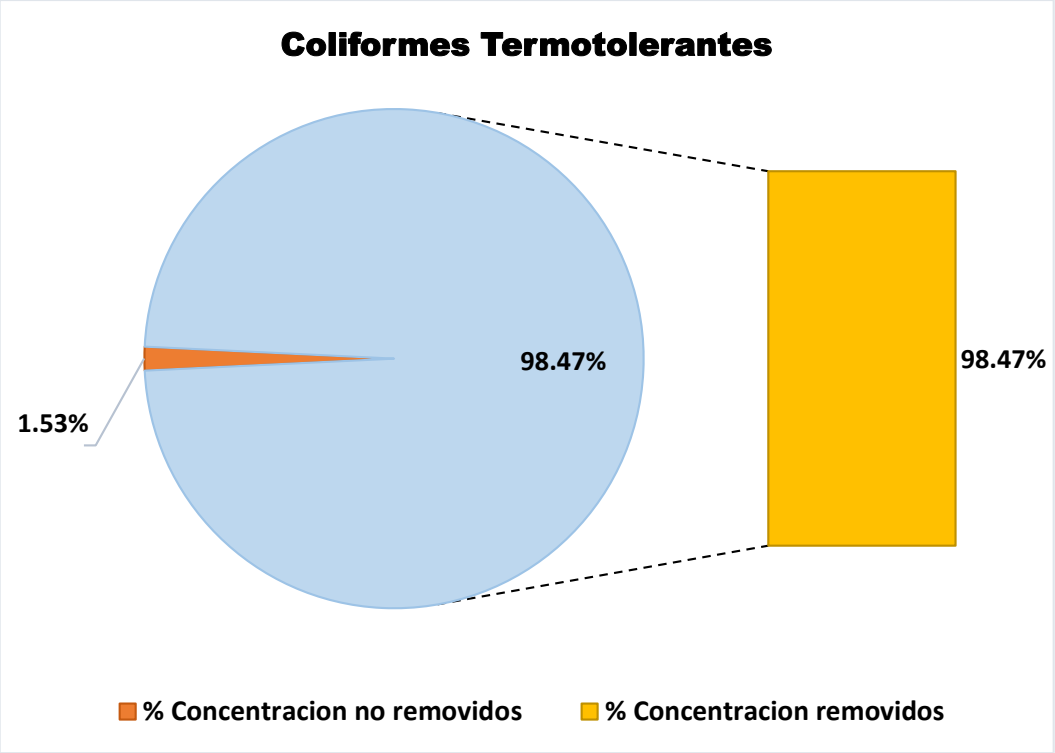


Figura 29. Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes.

La presencia y extensión de contaminación fecal fue un factor importante en la determinación de la calidad de agua. Las heces contienen una variedad de microorganismos y formas de resistencia de los mismos, involucrando organismos patógenos, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano (Mejía F., 2016)

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. Los valores promedios de los parámetros analizados en la entrada (afluente) y salida (efluente), fueron en el pH de 6,880 – 7,110; Temperatura de 26,46°C – 26,3°C; Sólidos Suspendidos Totales (SST) de 25,08 mg/L – 7,04 mg/L; Demanda Química de Oxigeno (DQO) de 289,2 mg/L – 127 mg/L; Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) de 231 mg/L – 8 ,5 mg/L y Coliformes Termotolerantes (CTT) de 649 253,8 NMP/100ml – 9 899,9 NMP/100ml, respectivamente.

2. Los parámetros analizados, Temperatura, pH, Solidos Suspendidos Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química Oxígeno y Coliformes Termotolerantes, se compararon con los Límites Máximos Permisibles (LMP), encontrándose en promedio dentro del rango y por debajo de los valores según normativa D.S. N° 003 - 2010 MINAM, indicando que el tratamiento tiene efectos significativos sobre dichos parámetros analizados.

3. Se determinó la eficiencia de remoción de contaminantes, consiguiendo remover los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas; los Sólidos Suspendidos Totales (SST) tuvieron un porcentaje de eficiencia de remoción del 71,93%; la Demanda Química de Oxigeno (DQO) presentó un 56,08%; la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) obtuvo un 61,25 % y los Coliformes Termotolerantes (CTT) consiguió un 98,47%.

RECOMENDACIONES

1. Agregar periódicamente pastillas de cloro, semanalmente entre 2 a 3 para la desinfección de las aguas residuales en el tratamiento terciario. Con esto estaremos eliminando los patógenos y microorganismos que perjudican la salud de los pobladores y altera nuestro ambiente.

2. Se recomienda tomar las muestras de agua en primer lugar del efluente ya que es una muestra que pasa por un proceso de tratamiento, por ende la contaminación es mínima; y en segundo lugar la del afluente, de esta manera evitaremos la alteración de concentración de contaminantes de las muestras en los análisis in situ.

3. Mejorar e innovar el diseño del sistema de tratamiento, por ser un sistema continuo existe un debil Tiempo de Retención Hidráulico (TRH), la cual permite que las aguas permanezcan menor tiempo en el tratamiento, haciendo dependiente de constante aplicación de insumos como Carbón activado, grava y pastillas de cloro. De esta manera la empresa Hanilest EG Perú EIRL se encuentra trabajando para un nuevo producto llamada UBS mejorado, que contiene un sistema totalmente modificado interna como externamente, logrando solucionarse toda las falencias de la UBS de prototipo, esta innovación permitirá mayor eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales domésticas en las zonas rurales de nuestro país.

4. Proponer el diseño mejorado e innovador de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) – HBC, Planta unifamiliar, y fortalecer alianzas con las instituciones involucradas de la región y el país, para la implementación en las diversas zonas lejanas y rurales donde no cuentan con sistemas de tratamientos de sus aguas residuales domésticas y saneamiento, de esta manera mejoraremos la calidad de vida de los pobladores y se protegerá los componentes ambientales (Agua y Suelo) por la contaminación de los mismos.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acurio, S. & Arciniegas, K. (2015). *Evaluación de la remoción de nitritos y nitratos en muestras de agua del río San Pedro Cantón Rumiñahui por Microalgas Clorofitas*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. p 1.

American public health association. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th Edition. Washington, APHA, AWWA, WWCF, pp 2-56.

Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed., págs. 80-81). México D.F., México: McGRAW-HILL /INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado el 06 de Noviembre de 2018, de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Bastidas, W. & Palomino, M. (2013). *Estudio de Tratamiento de Aguas Residuales proveniente del colector Huaycan mediante tanque séptico avanzado de Flujo Ascendente (TSA) a escala piloto.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Camarero, P. (2009). *Evaluación de tres dosis de microorganismos eficientes en el tratamiento de aguas residuales domesticas que llegan a la planta de tratamiento Villalobos I*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Campos, C., Contreras, A. & Leiva, F. (2015). *Evaluación del riesgo sanitario en un cultivo de lechuga (Lactuca sativa) debido al riego con aguas residuales sin tratar en el Centro Agropecuario Marengo* (Cundinamarca, Colombia). Biosalud, 14 (1): 69-78.

Clean, S. (2004). *Contact oxidation, HBC (Hanging Bio-Contactor)* System: SESHIN CLEAN CO., LTD. Obtenido de SESHIN CLEAN CO., LTD Web site: http://seshinclean.koreasme.com.

Diehl, S. & Jeppsson U. (1998). *A model of the settler coupled to the biological reactor*. Water Res 32(2): 331-342. Universidad de Lund. Suecia.

Duarte, M. (2002). *Diseño de una Planta de Tratamiento para las aguas negras de la Universidad Rafael Landívar* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Espigares, M., & Pérez, J. (2005). *Aspectos sanitarios del estudio de las aguas.* Granada: Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada. 1985.

Gaudy, A. & Gaudy, E. (1971). *Biological Concepts for Design and Operation of the Activated Sludge Process*. Report No. 17090, FQJ, 09/71. Environmental Protection Agency. US EPA., Washington, D.C: U.S.

Grupo HBC HANIL BC PERU S.A.C. (2017). *Soluciones Integrales para la Conservación del Medio Ambiente: UBS – Unidad Básica de Saneamiento (Planta unifamiliar)*. Lima, Perú.

Hanilest. (2004). 현수미생물접촉제 (H.B.C) Contactor microbiano suspendido (HBC): HANILEST Environment Service & Technology. Obtenido de HANILEST Environment Service & Technology Web site: http://www.hanilest.com

Hansol, C. (2009). *Método de aireación de contacto microbiano suspendido* (método HBC): Hansol Environment & Structure. Obtenido de Hansol Web site: http://www.hansolenc.com

Hernández, J. (2014). *Comparación de costos entre una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas prefabricada y una construida en sitio* (Tesis de pregrado). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala. p. 8

Kulkarni, A. (2011). *Water quality retrieval from landsat TM imagery*. Procedia Computer Science, 6, 475–480. https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.088

Norma OS.090. (2009). Plantas de tratamiento de aguas residuales. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú. p 7.

Mara, D. & Cairncross, S. (1990). *Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. Medidas de protección de la salud pública*. OMS (Organización Mundial de la Salud). Ginebra, Suiza.

Mejia, F. (2016). *Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un biodigestor prefabricado en la subestación eléctrica Cotaruse - Apurímac*. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

Metcalf & Eddy. (2003). *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento y reutilización*. 4ª Edición, McGraw-Hill, Nueva York.

Municipalidad distrital de Nueva Requena. (2016). *Historia del Distrito*. Obtenido de Municipalidad Distrital de Nueva Requena Web site: http://muninuevarequena.gob.pe/2016/05/19/historia-del-distrito/

Olsson, G. & newell, R. (1999). *Wastewater Treatment Systems: Modelling, Diagnosis and Control*. IWA publishing. London.

Parra, L. (2006). *Operación de un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) hasta alcanzar el estado estable*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Colombia.

Pérez, J., & Espigares, M. (1995). *Desinfección del Agua, Cloración*. Universidad de Granada. Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. Recuperado el 10 de Febrero de 2018, de http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/CLORACION.pdf

Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales. (2014). Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS). Lima, Perú.

Recinos, C. (2010). *"Guía para el muestro y determinación de pruebas laboratorio de planta-escuela de tratamiento de agua residual del campus central, Universidad Rafael Landívar"*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Ríos, C., Gutiérrez, L. & Aizaki, M. A. (2011). *Case study on the use of constructed wetlands for the tratament of wasterwater an alternative for petroleum industry*. Dyna 78 (170) 125 – 134

Rodríguez, H. (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*: iAgua. Obtenido de sitio web de iAgua: https://www.iagua.es

Rodríguez, J. (2004). *Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales*. 2-3. Cali, Colombia.

Romero, J. A. (2010). *Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño*. 3.a ed. Escuela colombiana de ingeniería: Colombia. ISBN 958-8060-13.-3. Recuperado de https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12263

Rosabal, Y., chang, L., & pérez, N. (2011). *Demanda Qúimica de Oxígeno*. Recuperado de http://www.sabetodo.com/documentos/demanda-quimica-oxigeno-07072011.pdf.pdf

Rosales, E. (2003). *Tanques sépticos. Conceptos teórico base y aplicaciones.* CIVCO-ITCR. Vol. 18 Nº 2 Especial Cartago. Costa Rica. p 26 – 27.

Universidad de Salamanca. (s.f.). Características de las aguas residuales. Salamanca, España. Recuperado de http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF

Valencia, A. (2013). *Diseño de un Sistema de Tratamiento para las Aguas residuales de la Cabecera Parroquial de San Luis – Provincia de Chimborazo* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.

VImonses, V; Jin, B & Chow, C. (2010). *Insight into removal kinetic and mechanisms of anionic dye by calcined clay materials and lime* (J. Hazard Mater). 177: 420 – 427.

Young, J. (1991). *Factors affecting the design and performance of upflow anaerobic filters. Water Science and Technology*. Volumen 24. Número 8. Fayetteville, Arkansas 72701, EE.UU. Página 133-155.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del punto de monitoreo

Tabla 28. *Ubicación de los puntos de monitoreo de la investigación.*

Tesis: "EFICIENCIA DE LA TECNOLOGIA UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS A NIVEL FAMILIAR, DISTRITO DE NUEVA REQUENA, REGION UCAYALI".			
Nombre de PTAR : UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta unifamiliar.			
Ubicación de PTAR:			
Localidad	**Distrito**	**Provincia**	**Departamento**
CENTRO POBLADO NUEVO PARAISO	*NUEVA REQUENA*	*CORONEL PORTILLO*	*UCAYALI*
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)	*TANQUE PRIMARIO O SEDIMENTADOR*		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	**Este**	**Zona UTM**	**Altitud**
9075492,55 mN	*517094,20 mE*	*18 L*	*137*
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	*0,12 L/seg*	**Método de medición**	*VOLUMETRICO*
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)	*EFLUENTE DE LA UBS.*		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	**Este**	**Zona UTM**	**Altitud**
9075492,96 mN	*517093,87 mE*	*18 L*	*137*
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	*0,11 L/seg*	**Método de medición**	*VOLUMETRICO*
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			
Marca: GARMIN **Modelo:** eTrex Legend® H **Número de serie:** 1JZ072248 – Can 310 **Precisión del equipo:** 2m			

Lunes, 12 de marzo del 2018
Trejo Rojas, Jhon Maykol
Responsable de la PTAR

Anexo 2. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo

Tabla 29. *Requerimientos para toma de muestra y preservación según parámetros.*

Determinación/Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (1)	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH (2)		50 mL	No es posible	15 min
DBO_5(3)	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO (3)	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H2SO4 hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos Totales (SST)	P,V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Microbiológico				
Coliformes termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas

(1) No hay restricción para el volumen máximo de la muestra.

(2) En el caso de lagunas de estabilización, la medición del efluente debe realizarse entre las 10:00 y las 11:00 horas para evitar la interferencia del desequilibrio del sistema carbonatado por alta actividad fotosintética que se da en las horas de mayor radiación solar.

(3) En caso de lagunas de estabilización, filtrar las muestras de los efluentes (filtro no mayor a 1 micra de porosidad, lo cual debe ser reportado con los resultados del ensayo) para eliminar la interferencia de algas, determinando de este modo la DBO y DQO, soluble o filtrada. No se debe filtrar las muestras si los efluentes son vertidos en cuerpos de agua lenticos (lagunas, lagos, bahías, etc.).

Leyenda: P = frasco de plástico o equivalente;
V = frasco de vidrio

FUENTE: *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las PTAR - MVCS, 2014.*

Anexo 3. Registro de datos de campo

Tabla 30. *Registro de datos de campo de los días de monitoreo.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC PLANTA UNIFAMILIAR				
AFLUENTE:				
Denominación del punto de monitoreo: *Tanque primario o Sedimentador*				
Fecha	**Hora**	**pH**	**Temperatura**	**Caudal afluente(*)**
12/03/2018	*10:44 am*	*6,5*	*26,6*	*0,12 L/s*
19/03/2018	*10:50 am*	*6,9*	*26,5*	
27/03/2018	*10:54 am*	*6,8*	*26,7*	
03/04/2018	*10:35 am*	*6,9*	*26,7*	
09/04/2018	*10:45 am*	*7,4*	*26,6*	
25/04/2018	*10:51 am*	*6,8*	*25,6*	
07/05/2018	*11:07 am*	*6,7*	*26,4*	
21/05/2018	*12:09 pm*	*6,9*	*26,8*	
04/06/2018	*11:20 am*	*7,1*	*26,9*	
18/06/2018	*09:53 am*	*6,8*	*25,8*	
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Este punto se encontró en el tanque sedimentador, mismo que contenía los residuos liquidos y solidos principales de la familia, para la toma de muestra se tuvo que remover el liquido dentro ya que las excretas flotaban, como también se utilizó mallas finas para su filtrado.		
Características del agua residual (INGRESO)		Aguas residuales negras, consideradas a las aguas residuales provenientes de servicios higiénicos (baño), compuesta por residuos líquidos y excretas humanas, detergentes y jabones de uso personal en la ducha. Agua de color amarillenta clara y olor elevado a descomposición.		

EFLUENTE:				
Denominación del punto de monitoreo: *Afluente*				
Fecha	**Hora**	**pH**	**Temperatura**	**Caudal efluente(*)**
12/03/2018	*10:16 am*	*6,6*	*26,5*	*0,11 L/s*
19/03/2018	*10:24 am*	*7,1*	*26*	
27/03/2018	*10:30 am*	*7,2*	*27,1*	
03/04/2018	*10:05 am*	*7,1*	*26,6*	
09/04/2018	*10:11 am*	*7,3*	*26,8*	
25/04/2018	*10:31 am*	*7,2*	*25,4*	
07/05/2018	*10:43 am*	*6,9*	*26,2*	
21/05/2018	*11:41 am*	*7,2*	*26,5*	
04/06/2018	*10:52 am*	*7,2*	*26,3*	
18/06/2018	*09:27 am*	*7,3*	*25,6*	
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Para la toma de muestra se tuvo que excavar cierta altura, entre 20 a 30 cm, para el llenado de la botella, ya que impedía tomar muestras representativas, puesto que el tubo del efluente (salida) se encontraba al nivel del suelo.		
Características del agua residual (SALIDA)		Agua residual tratada con la tecnología HBC, presenta un color claro con solidos disueltos (arena) en menor proporción, con bajo olor a descomposición.		

Trejo Rojas, Jhon Maykol
Responsable de la PTAR

Anexo 4. Reporte de resultados del monitoreo de efluentes de PTAR

Tabla 31. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 1.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,5	6,6	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,6	26,5	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	300	100	***100***	66,66%
DQO (mg/L)	Puntual	404	135	***200***	66,58%
SST (mg/L)	Puntual	28,4	5,2	***150***	81,69%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	781 272	23 054	***10 000***	97,05%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*12/03/2018*		_____		

Tabla 32. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 2.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,9	7,1	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,5	26	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	250	80	***100***	68,00%
DQO (mg/L)	Puntual	258	110	***200***	57,36%
SST (mg/L)	Puntual	24,9	8,5	***150***	65,86%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	781 272	16 902	***10 000***	97,84%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*19/03/2018*		_____		

Tabla 33. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 3.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,8	7,2	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,7	27,1	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	200	100	***100***	50,00%
DQO (mg/L)	Puntual	280	130	***200***	53,57%
SST (mg/L)	Puntual	29,8	7,2	***150***	75,84%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	781 272	13 826	***10 000***	98,23%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*27/03/2018*		_____		

Tabla 34. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente por Día 4.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,9	7,1	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,7	26,6	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	200	100	***100***	50,00%
DQO (mg/L)	Puntual	280	130	***200***	53,57%
SST (mg/L)	Puntual	24,3	9,1	***150***	62,55%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	492 238	6 918	***10 000***	98,59%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*03/04/2018*		_____		

Tabla 35. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 5.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	7,4	7,3	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,6	26,8	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	160	80	***100***	50,00%
DQO (mg/L)	Puntual	220	110	***200***	50,00%
SST (mg/L)	Puntual	21,7	5,8	***150***	73,27%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	781 272	4 922	***10 000***	99,37%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*09/04/2018*		_____		

Tabla 36. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 6.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,8	7,2	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	25,6	25,4	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	250	100	***100***	60,00%
DQO (mg/L)	Puntual	330	130	***200***	60,61%
SST (mg/L)	Puntual	19,2	4,4	***150***	77,08%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	492 238	2 159	***10 000***	99,56%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*25/04/2018*		_____		

Tabla 37. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 7.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,7	6,9	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,4	26,2	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	250	80	***100***	68,00%
DQO (mg/L)	Puntual	310	120	***200***	61,29%
SST (mg/L)	Puntual	25,8	7,9	***150***	69,38%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	492 238	4 922	***10 000***	99,00%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*07/05/2018*		_____		

Tabla 38. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 8.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,9	7,2	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,8	26,5	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	300	100	***100***	66,67%
DQO (mg/L)	Puntual	260	115	***200***	55,77%
SST (mg/L)	Puntual	22,3	8,3	***150***	62,78%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	328 192	7 797	***10 000***	97,62%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*21/05/2018*		_____		

Tabla 39. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 9.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	7,1	7,2	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	26,9	26,3	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	200	80	***100***	60,00%
DQO (mg/L)	Puntual	280	150	***200***	46,43%
SST (mg/L)	Puntual	27,5	7,1	***150***	74,18%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	781 272	10 702	***10 000***	98,63%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*04/06/2018*		_____		

Tabla 40. *Reporte de resultados del monitoreo de afluente y efluente Día 10.*

Nombre de la PTAR: UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS) – HBC, Planta Unifamiliar.					
Parámetro	**Tipo de muestra**	**Resultado del análisis**		**LMP**	**Eficiencia PTAR**
		Afluente	**Efluente**		
pH (Unid.)	Puntual	6,8	7,3	***6,5-8,5***	Aceptable
Temperatura (°C)	Puntual	25,8	25,6	***<35***	Aceptable
DBO_5 (mg/L)	Puntual	200	75	***100***	62,50%
DQO (mg/L)	Puntual	270	140	***200***	48,15%
SST (mg/L)	Puntual	26.9	6,9	***150***	74,35%
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Puntual	781 272	7 797	***10 000***	99,00%
Caudal del afluente (L/s)	0,12 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Caudal del afluente (L/s)	0,11 L/s		**Método de medición**	VOLUMETRICO	
Nombre de laboratorio de análisis	Laboratorio de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Ucayali.				
Responsable de la PTAR	**Fecha**		**Firma**		
Jhon Trejo	*18/06/2018*		_____		

Anexo 5. Certificado de análisis del Efluente, Laboratorio Natura Analítica S.A.C.

Natura Analítica

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 20180441

SOLICITANTE	HANILEST EG PERU EIRL
RUC O DNI	20393976501
DIRECCION	Jr. Bolognesi Mz 20 Lote 6 Psje San Fernando
*MUESTRA	**Efluente de Planta de Tratamiento**
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	Carretera a Nueva Requena Km 13 – Nuevo Paraíso - Distrito de Nueva Requena
FECHA DE MUESTREO	**25/04/2018**
FORMA Y PRESENTACIÓN	Frasco de vidrio con tapa hermética
CANTIDAD RECIBIDA	1,0 L aprox/ muestra
ANALISTA RESPONSABLE	Quim. Kelly Taco Velasquez
FECHA DE INGRESO	25/04/2018
COLECTOR	Jhon Trejo Rojas
ANÁLISIS SOLICITADOS	**DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES**
FECHA INICIO DE ENSAYO	25/04/2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	02/05/2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	03/05/2018

RESULTADOS

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	SM 9221 E	< 1,8
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	mg /L	SM 5210 B	28,5

MÉTODO: **SMEWW-APHA-AWWA-WEF Ed. 22 2012**
* < 1,8 Equivale a la ausencia del microorganismo.

GERENCIA TÉCNICA Natura Analítica S.A.C.

Natura Analitica S.A.C.
Quim. Kelly Paola Taco Velasquez
CQP. 800
GERENTE TECNICO

1 de 1

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Figura 30. Certificado de análisis referencial de Coliformes Termotolerantes y DBO_5 del efluente de la PTAR por el Laboratorio Natura Analítica S.A.C.

Anexo 6. Mapa de Ubicación del proyecto de investigación.

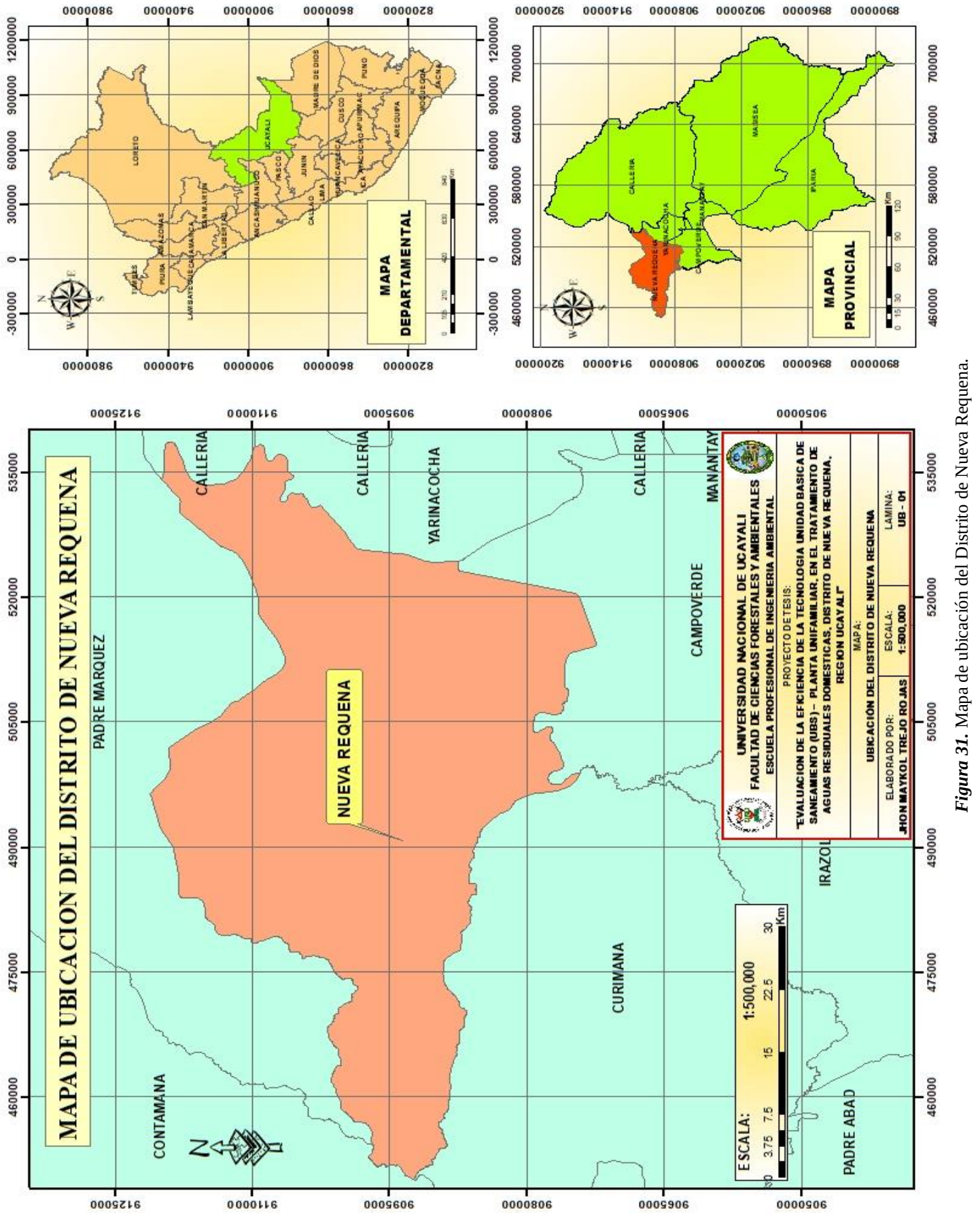


Figura 31. Mapa de ubicación del Distrito de Nueva Requena.

Anexo 7. Iconografía



Fotografía 01. Vista panorámica de la UBS – HBC, Planta de tratamiento unifamiliar.



Fotografía 02. Vista desde el punto del efluente de la Planta de tratamiento unifamiliar.



Fotografía 03. Vista desde el punto del afluente de la Planta de tratamiento unifamiliar.



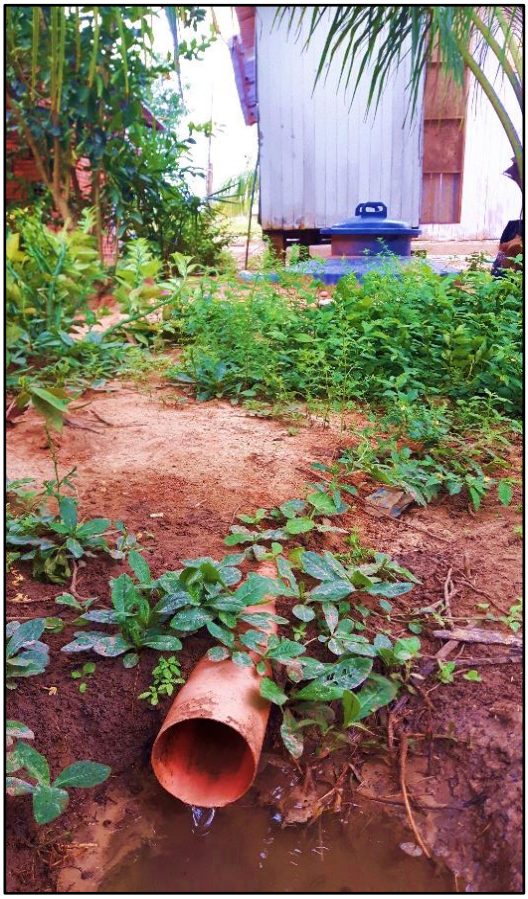
Fotografía 04. Ubicación del punto de monitoreo del afluente.



Fotografía 05. Tanque primario para toma de muestras del afluente.



Fotografía 06. Interior del tanque primario o Sedimentador dentro la media de contacto.



Fotografía 07. Ubicación del punto de monitoreo del efluente



Fotografía 08. Salida del agua tratada (efluente)



Fotografía 09. Identificación del punto de monitoreo para el afluente, uso de GPS.



Fotografía 10. Identificación del punto de monitoreo para el efluente, uso de GPS.



Fotografía 11. Equipo y materiales de campo.



Fotografía 12. Refrigerantes para conservación de muestras.



Fotografía 13. Tratamiento secundario, Filtro biológico anaeróbico.



Fotografía 14. Interior del Filtro biológico anaeróbico, incluida la media de contacto.



Fotografía 15. Toma de muestras de agua del efluente de la PTAR.



Fotografía 16. Muestra de agua del efluente para análisis in situ.



Fotografía 17. Análisis in situ de la muestra de agua del efluente.



Fotografía 18. Muestra del efluente para análisis en laboratorio.



Fotografía 19. Toma de muestra de agua del afluente de la PTAR.



Fotografía 20. Muestra de agua del afluente para análisis in situ.



Fotografía 21. Análisis in situ de la muestra de agua del afluente.



Fotografía 22. Muestra del afluente para análisis en laboratorio.



Fotografía 23. Registro de datos en los formatos para análisis de campo (in situ).



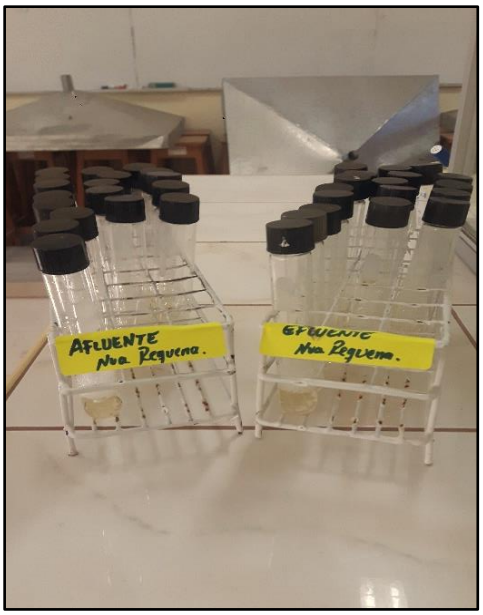
Fotografía 24. Tratamiento terciario (desinfección) por medio de pastillas de cloro.



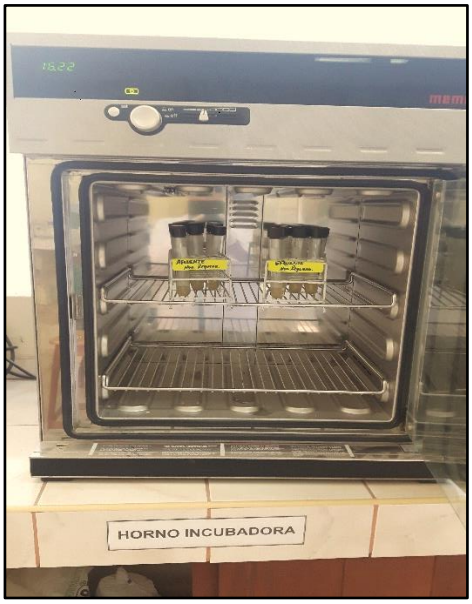
Fotografía 25. Muestras de agua del afluente y efluente para análisis en laboratorio.



Fotografía 26. Prueba para análisis de Coliformes Termotolerantes. Dilución de muestras e inoculación en tubos con cultivos.



Fotografía 27. Muestras de afluente y efluente inoculados en tubos con cultivo de Caldo de laurilo.



Fotografía 28. Incubación de tubos con cultivo para análisis de Coliformes Termotolerantes en afluente y efluente.



Fotografía 29. Prueba de análisis para DBO_5 y DQO en afluente y efluente.



Fotografía 30. Resultado de DBO inicial.



Fotografía 31. Prueba de análisis para Solidos Suspendidos Totales en afluente y efluente.