

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**ANÁLISIS DE CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DE
LA CIUDAD DE BAGUA, REGIÓN AMAZONAS**

AUTOR:

Bach. Brusli Ruiz Tavera

ASESOR:

Mag. Jefferson Fitzgerald Reyes Farje

Registro (.....)

CHACHAPOYAS - PERÚ

2022

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Ruiz Tanara Bausli
 DNI N°: 45367314
 Correo electrónico: bausli_89@hotmail.com
 Facultad: Ingeniería Civil y Ambiental (ETCIAM)
 Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
 DNI N°: _____
 Correo electrónico: _____
 Facultad: _____
 Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

* Análisis de calidad de los aguas residuales de la ciudad de Bagua, Región Amazonas

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Royce Farje Jefferson Fitzgerald
 DNI, Pasaporte, C.E N°: 70034004
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) https://orcid.org/0000-0003-4130-9235

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
 DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html 1.04.00-Química 1.04.07-Química Analítica

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(los) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 24, octubre, 2022

[Firma]

 Firma del autor 1

 Firma del autor 2

[Firma]

 Firma del Asesor 1

 Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme enfrentar cada reto y anteponerme a las adversidades, por iluminar cada paso y guiarme para poder lograr mis objetivos trazados en mi vida.

A mis padres, Rosel y Orfelinda, por brindarme todo su amor y apoyo, permitiéndome consolidarme en mi vida personal y profesional, para poder lograr alcanzar mis objetivos y metas trazadas.

A mis hermanos Catalina, Miluska e Isaías, por exigirme y apoyarme durante las diferentes etapas de mi vida y durante mi época universitaria y el desarrollo de mi investigación, haciendo que se cristalicen los objetivos de mi tesis. Además, dedicar esta tesis a todas las personas que estuvieron ahí apoyándome y dándome aliento para llevar a cabo esta tesis.

Brusli Ruiz

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme la existencia, por darme la sabiduría y dedicación para poder cumplir las metas y objetivos propuestos durante mi vida universitaria y profesional.

A mi alma mater la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por brindarme la oportunidad de lograr una carrera universitaria y al mismo tiempo estar preparado para afrontar los retos que se presenten en el futuro.

Al Mag. Ing. Jefferson Fitzgerald Reyes Farje, por su apoyo y dedicación, compartiendo sus enseñanzas y conocimiento. Por su tiempo exclusivo dedicado a la revisión y síntesis de la presente investigación, logrando plasmar lo aprendido durante mi carrera universitaria.

De manera muy especial a mis padres y hermanos por estar siempre ahí apoyándome en los momentos más difíciles y oportunos para alcanzar ser un profesional en la vida.

Brusli Ruiz.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
Vicerrector Académico

Dra. Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
Vicerrectora de Investigación

Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS
Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional extranjero (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Análisis de Calidad de las Aguas Residuales en la ciudad de Bagua, Región Amazonas. del egresado Bausli Ruiz Torres de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental - FICIAM Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 08 de Julio de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Mg. Jefferson Fitzgerald Reyes Farje.

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



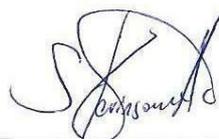
Ph.D. Martha Steffany Calderón Ríos

Presidenta



M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

Secretario



Mg. Erick Stevinnson Arellanos Carrión

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Análisis de calidad de los aguas residuales de la ciudad de
Baños, Región Amozonas.

presentada por el estudiante () /egresado (X) Ruiz, Tereza Brandy

de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

con correo electrónico institucional brandy_89@hotmail.com

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 22 de Junio del 2022

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 12 de Julio del año 2022, siendo las 08:00 horas, el aspirante: Ruiz Torvara Bausi, asesorado por Mg. Jefferson Fitzgerald Reyes Faraj defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Análisis de calidad de las aguas residuales de la Ciudad de Bagua, Región Amazonas. para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. D. Martha Stiffany Calderon Rios

Secretario: M. Sc. Gino Alfredo Venancio Medina

Vocal: Mg. Erick Stevanovich Anallany Casión

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:50 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE DEL GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I.INTRODUCCIÓN.....	15
II.MATERIAL Y MÉTODOS	17
2.1. Área de estudio.....	17
2.2. Diseño de la investigación	18
2.3. Población, muestra y muestreo.....	18
2.4. Análisis de datos	20
III.RESULTADOS	21
3.1. Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de las muestras de aguas residuales y del río Utcubamba.....	21
3.1.1. Contenido de Sólidos Totales en Suspensión (SST).....	21
3.1.2. Comportamiento de la Temperatura (°C).....	21
3.1.3. Comportamiento del pH	22
3.1.4. Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅ (mgO ₂ /L)	23
3.1.5. Valores de Demanda Química de Oxígeno DQO (mgO ₂ /L)	24
3.1.6. Valores de Nitratos (NO ₃) ⁻¹ (mg/L)	24
3.1.7. Resultado del Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L).....	25
3.1.8. Resultados de presencia de grasas y aceites (mg/L).....	26
3.1.9. Resultados de presencia de Coliformes fecales o termotolerantes (NMP/100mL)	26
3.2. Comparación de resultados de las muestras de agua con LMP y ECA para aguas residuales.....	27
IV.DISCUSIÓN	29
V.CONCLUSIONES	33
VI.RECOMENDACIONES	34
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de ECAs para cuerpos receptores de agua y LMP de efluentes hacia cuerpos de agua.....	20
Tabla 2. Comparación de resultados de las muestras de agua con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad de Agua (ECA), donde P2 corresponde a las muestras tomadas del efluente de aguas residuales.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y señalización de puntos de muestreo (P1-P10).....	17
Figura 2. Sólidos Totales en Suspensión (SST) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.	21
Figura 3. Temperatura de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.	22
Figura 4. Valor de pH de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.	23
Figura 5. Cantidad de DBO5 (mgO2/L) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.....	23
Figura 6. Cantidad de DQO (mgO2/L) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.....	24
Figura 7. Presencia de Nitratos (NO ₃)-1 (mg/L) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.	25
Figura 8. Cantidad de Oxígeno Disuelto (OD) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.	25
Figura 9. Cantidad de presencia de Grasas y Aceites de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.....	26
Figura 10. Presencia de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.	27
Figura 11. Toma de muestra para análisis fisicoquímicos y microbiológicos.....	41
Figura 12. Espacio que se debe dejar para la oxigenación de las muestras a analizar.	41
Figura 13. Cauce del río Utcubamba, ciudad de Bagua.	42
Figura 14. Zona donde desembocan las aguas residuales hacia el río Utcubamba.	42
Figura 15. Resultados de Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.....	43

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, evaluar la calidad de las aguas residuales en la ciudad de Bagua, región Amazonas según la legislación ambiental vigente. Para esta evaluación, se tomaron 10 puntos de muestreo en época de lluvia., Como resultado, se obtuvo que la zona de descarga (P2) tuvo los valores más altos para Sólidos Totales en Suspensión (SST= 400mg/L valor en P2), temperatura ($T^{\circ}=28^{\circ}\text{C}$ valor en P2), pH (8,09 valor en P2), grasas y aceites (18 mg/L valor en P2) y coliformes fecales o termotolerantes (10000 NMP/100ML valor en P2). Respecto a nitratos y oxígeno disuelto (OD), los valores obtenidos en todos los puntos estuvieron dentro de los rangos establecidos, tanto para Estándares de calidad para Agua (ECA) como para Límites Máximos Permisibles (LMP). Se pudo evidenciar que tanto los valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y SST, exceden los LMP para aguas provenientes de las descargas de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR); mientras que los valores para SST, el pH, la temperatura, coliformes termotolerantes y grasas y aceites, se encuentran dentro de los permitido. Como conclusión, se obtuvo que las aguas residuales a medida que se alejan de la zona de descarga, presentan parámetros más cercanos a los valores de ECA – Agua: Riego de vegetales y bebida de animales, debido a que se van diluyendo en el cuerpo de agua donde son arrojados.

Palabras claves: Aguas residuales, calidad de agua, ECA, LMP, parámetros de calidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the quality of wastewater in the city of Bagua, Amazonas region according to current environmental legislation. For this evaluation, 10 sampling points were taken in the rainy season., As a result, it was obtained that the discharge zone (P2) had the highest values for Total Suspended Solids (TSS= 400mg/L value in P2), temperature ($T^{\circ}= 28^{\circ}\text{C}$ value in P2), pH (8.09 value in P2), fats and oils (18 mg/L value in P2) and fecal or thermotolerant coliforms (10000 NMP/100ML value in P2). Regarding nitrates and dissolved oxygen (DO), the values obtained at all points were within the established ranges, both for Water Quality Standards (ECA) and for Maximum Permissible Limits (LMP). It was possible to show that both the values of biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) and SST, exceed the LMP for water from the discharges of Wastewater Treatment Plants (WWTP); while the values for SST, pH, temperature, thermotolerant coliforms and fats and oils, are within what is allowed. As a conclusion, it was obtained that the residual waters, as they move away from the discharge zone, present parameters closer to the ECA values - Water: Vegetable irrigation and animal drinking, because they are diluted in the body of water where they are thrown.

Keywords: Wastewater, water quality, ECA, LMP, quality parameters.

I. INTRODUCCIÓN

Cada año se vierte a nivel mundial, alrededor de 1000 millones de metros cúbicos de agua (MMC) residuales, de éstas, el 80% son dispuestas al ambiente sin algún tratamiento; siendo los países con mayores ingresos económicos, los que realizan el tratamiento a sus aguas residuales (70%), mientras que, en los países con ingresos más bajos, solo se trata en un 10% aproximadamente (Rodríguez et al., 2020). Ocasionando la falta de vida en diferentes espacios, debido a la desoxigenación en mares y océanos debido a disposición de aguas servidas sin tratamiento, teniendo efectos negativos en dichos ecosistemas, abarcando más de 245 mil km², repercutiendo en la industria pesquera, fuentes de ingresos mediante la pesca y diversos ecosistemas marinos (WWAP, 2017).

La falta de tratamiento de aguas residuales, hace que países como México o China y el sur de Europa, sufran por falta de recurso hídrico, viéndose también en países de Oceanía como Australia, Sudamérica occidental y África Meridional en el hemisferio sur (WWAP, 2018). La falta de servicios básicos afecta negativamente a la salud, la economía y los ecosistemas (Gil et al., 2012), reduciendo las oportunidades de mejora y desarrollo en la población, debido a la falta de implementación de los servicios básicos, registrados mayormente en zonas alejadas o rurales (Gonzales y Vallejos, 2020).

Los dos grandes países industrializados del mundo son los que presentan mayor contaminación hacia sus aguas. Se tiene que, en China, más del 80% de sus ríos están tan contaminados, no pudiéndose recuperar sus aguas ni para lavar o para ser potabilizada para el consumo humano (GREENPACE, 2011). La contaminación severa está afectando a cerca de una séptima parte de todos los tramos de río de América Latina, África y Asia, afectando así a la industria pesquera de agua dulce y, por ende, presentando una preocupación a la seguridad alimentaria y de subsistencia económica por parte de este rubro (UNEP, 2016).

En Latinoamérica y El Caribe, la depuración de aguas residuales urbanas ha alcanzado una mejora positiva durante las últimas tres décadas, lográndose recuperar en un 20 - 30%, respectivamente (WWAP, 2017). Anualmente, se descarga un volumen muy alto de aguas residuales domésticas sobre los ríos, siendo éste un promedio de 4,46 hm³/año, posteriormente le siguen las descargas al mar con un 2,18 hm³/año (Aquino, 2017). En el Perú, más del 70% de las aguas residuales no reciben depuración alguna, causando la

contaminación del agua y su escasa recuperación del agua para su posterior uso en beneficio de los hogares (Larios et al., 2015). Se sabe que, de alrededor de 50 Empresas de Saneamiento encargadas de las redes de desagüe, sólo se brinda cobertura a menos del 70% de los habitantes que viven en la ciudad, viéndose que en lugares donde no se brinda este servicio, disponen sus aguas servidas, sin algún tratamiento; siendo afectados los ríos, mares, quebradas, lagos o siendo estas usadas para el regadío de vegetales (OEFA, 2014).

El vertido de aguas servidas hacia las masas de agua, tanto de ríos, lagos, mares, tienen dos fuentes principales; primero están las descargas de aguas servidas del sector urbano y de las zonas agrícolas, y, por otro lado, las aguas que provienen de las zonas industriales (Paucar & Iturregui, 2020). Los vertimientos urbanos y agrícolas, por lo general, son de tipo orgánico facilitando su tratamiento, por su rápida degradación; aunque algunas veces se hace complicado la depuración, debido al uso frecuente de detergentes, los cuales contienen productos químicos (Ministerio de Medio Ambiente, 2000).

Según el Artículo 79° Vertimiento de agua residual - Ley de Recursos Hídricos 29338 (ANA, 2019), la Autoridad Nacional es la que regula sobre la disposición de aguas residuales tratada a efluentes acuáticos (ya sean ríos o mares), siempre y cuando se tenga el visto bueno de las Autoridades Ambientales y de Salud, las cuales deben estar dentro de los parámetros para Límites Máximos Permisibles (LMP) y Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua).

Según el Censo Nacional 2017, la ciudad de Bagua cuenta con una población de más de 24000 habitantes, de los cuales, el 77,6% de viviendas cuentan con el servicio de red de alcantarillado (INEI, 2018); sistema el cual está conectado hacia las viviendas que reciben el servicio y que tiene su punto de descarga en el río Utcubamba, a la altura del camal municipal; ocasionando alteración y modificación la calidad ecológica de este efluente, debido a la falta de depuración de las aguas residuales antes de ser vertidas. Frente al impacto negativo que causan este tipo de vertimientos, es que se ha creído conveniente realizar un estudio que tiene por objetivo determinar la calidad de las aguas residuales de la ciudad de Bagua mediante medición de parámetros fisicoquímicos, los cuales determinarán el estado de conservación en la que se encuentran estas aguas y si cumplen con los ECA y LMP establecidos.

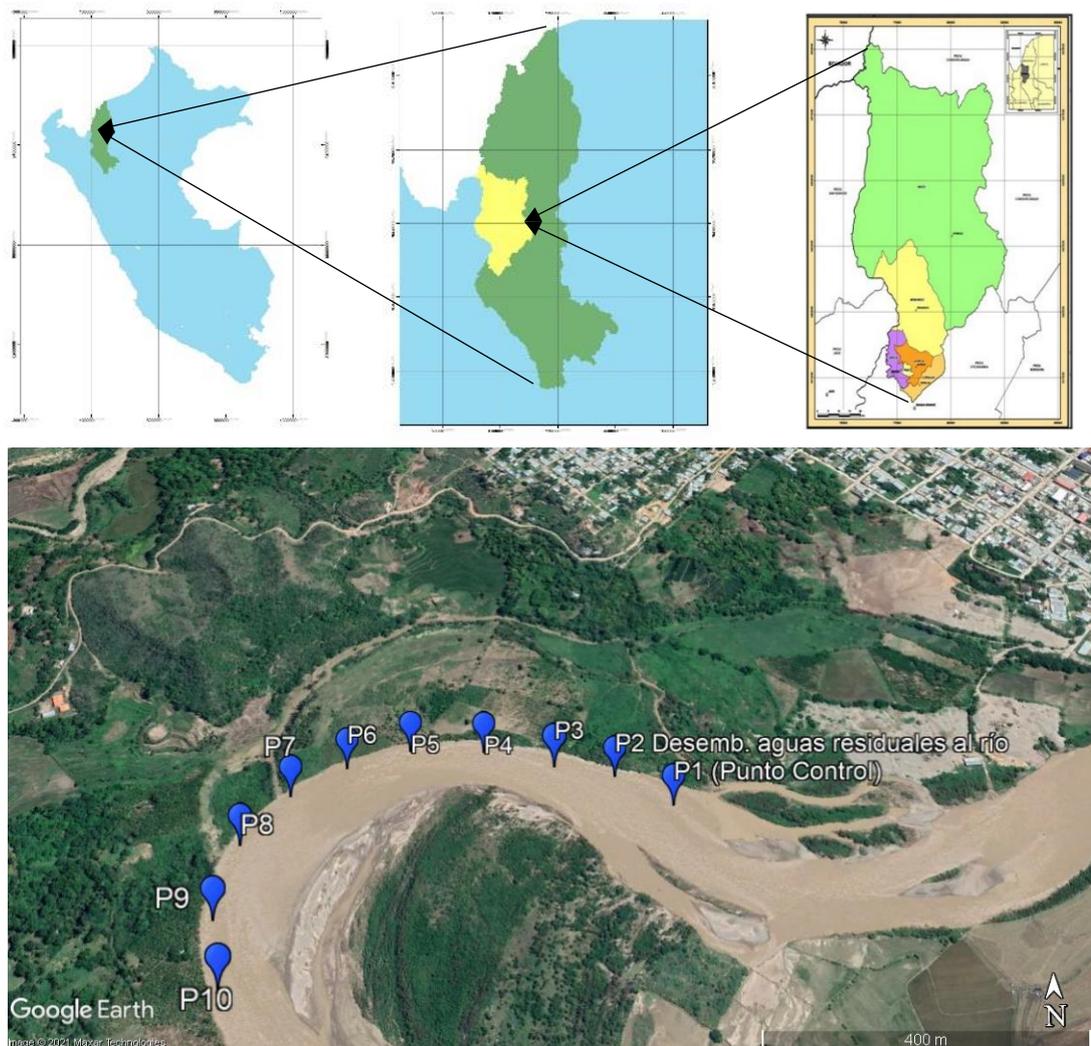
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó al sur de la ciudad de Bagua, específicamente donde se vierten las aguas residuales provenientes de las viviendas hacia el río Utcubamba, a la altura del kilómetro 250 de recorrido de la cuenca fluvial; lugar ubicado a 400 msnm dentro de las coordenadas iniciales de $5^{\circ}38'42.2''\text{S}$ $78^{\circ}32'30.4''\text{O}$ y finales de $5^{\circ}38'50.8''\text{S}$ y $78^{\circ}32'50.3''\text{O}$ (Google Maps 2021) (Fig. 1).

Figura 1

Ubicación geográfica del área de estudio y señalización de puntos de muestreo (P1-P10).



2.2. Diseño de la investigación

La investigación es de tipo descriptivo, de corte trasversal, debido a que contiene una exploración de estudio cuya intención fue obtener resultados que permitan hacer conclusiones generalizadas sobre semejantes realidades (Hernández et al., 2014). Se aplicó un enfoque cuantitativo, porque se siguió planteamientos acordados, y se empleó la estadística en los resultados e interpretación de los mismo, y con ello el fundamento teórico a través de las bases teóricas, permitiendo tener un enfoque desarrollado mediante el procesodeductivo, interpretación numérica y con análisis estadístico inferencia (Hernández et al., 2014).

Diseño de la investigación:

Se utilizó el diseño tipo no experimental

A-----B

A = Aguas muestreadas evaluadas

B = Resultados Obtenidos

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Aguas residuales generadas de la población de Bagua que terminan en el río Utcubamba, aguas arriba y aguas abajo del río.

2.3.2. Muestra

El muestreo se realizó en época de lluvia, tomándose para el análisis de parámetros fisicoquímicos, 1 litro de muestra por cada punto de muestreo, para posteriormente ser llevados al laboratorio para realizar dichos análisis (Figura 1) (MINSA, 2007).

2.3.3. Métodos para recolección de muestras

Selección de puntos de muestreo

Para este método, se tuvo en cuenta el recorrido que tienen las aguas residuales. En total, se seleccionaron 10 puntos de muestreo, donde el primer punto (P1) se ubicó a 100 metros antes de la unión de las aguas del río con las aguas residuales, el cual se le denominó el Punto Control. El segundo punto (P2) fue justo en la desembocadura en donde se unen las aguas servidas con las aguas del río, el tercer punto (P3) fue a 100 m. siguiendo la corriente del agua después del segundo punto,

y así sucesivamente, de tal forma que cada punto de muestreo estuvo separado por 100 metros río abajo (Figura 1).

Recolección de muestras de agua

Se recolectó 1 muestra de cada punto de muestreo, para lo cual se utilizaron frascos esterilizados y herméticos de pyrex de 1000 ml, evitando cualquier contaminación por agentes externos, el cual podría alterar los resultados de los análisis a estudiar. Además, se dejó un vacío de aire para homogenizar la muestra antes de someter a los análisis (Cornejo, 2020).

Se manejaron las muestras con mucho cuidado para evitar la alteración de resultados al momento de realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Rotulación de las muestras

Para rotular las muestras se utilizó cinta masking tape y plumón indeleble. Para identificar bien cada muestra, se consignaron los siguientes datos: punto de muestreo, fecha y tiempo (hora) de obtención de cada muestra, volumen de la muestra en centímetro cúbico (cm³). y datos personales del que toma la muestra. Además, se tomó en cuenta la fecha y el tiempo de llegada de los muestreos al laboratorio. Se realizó el mismo procedimiento y se consignaron los datos respectivos de acuerdo a cada muestra tomada.

Transporte de las muestras

Después de haber sido recolectadas y rotuladas las muestras, estas se almacenaron en una caja térmica; además, se procedió a su traslado rápido, ya que el método estándar para análisis recomienda que las muestras una vez tomadas del punto, no debe almacenarse más de seis horas. Para conservar las muestras a 5°C, se utilizaron geles refrigerantes, evitando la multiplicación de bacterias y gérmenes (ANA, 2016).

Finalmente, las muestras recabadas fueron llevadas para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos: Demanda Bioquímica de oxígenos (DBO₅), y demanda química de oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes Fecales, nitratos, sulfatos, fosfatos, grasas y aceites, oxígeno disuelto y coliformes totales, en el laboratorio INVERSIONES ANSA SAC - Consultores & Ejecutores Proveedores en General.

2.4. Análisis de datos

Los resultados obtenidos de los análisis realizados a las muestras de agua de río (P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10) fueron comparados con los ECA del D.S. N° 004-2017-MINAM establecidos en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales; mientras que los resultados de la muestra colectada en la descarga del efluente de agua residual (P2), con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, según D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 1

Parámetros de ECAs para cuerpos receptores de agua y LMP de efluentes hacia cuerpos de agua.

Parámetros	ECA D. S. N° 004-2017-MINAM			LMP de efluentes de PTAR para vertidos a cuerpos de aguas D.S. N° 003-2010-MINAM
	D1: Riego de Vegetales		D2: Bebida de animales	
	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales	
Sólidos totales en suspensión (SST) (mg/L)	-	-	-	150
Temperatura (°C)	Δ 3		Δ 3	< 35
pH	6.5 a 8.5		6.5 a 8.4	6.5 a 8.5
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	15		15	100
DQO (mg O ₂ /L)	40		40	200
Nitratos (NO ₃) ⁻¹ (mg/L)	100		100	-
Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	≥ 4		≥ 5	-
Grasas y aceites (mg /L)	5		10	20
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP/100mL)	1. 000	2. 000	1. 000	10000

Fuente: ECA Agua – D. S. N° 004-2017-MINAM (MINAM, 2017). LMP para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, D.S. N° 003-2010-MINAM (MINAM, 2010).

III. RESULTADOS

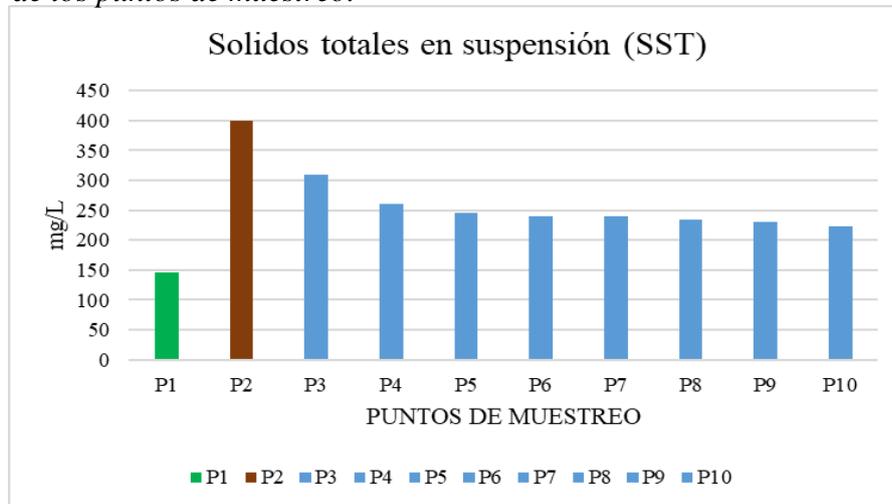
3.1. Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de las muestras de aguas residuales y del río Utcubamba

3.1.1. Contenido de Sólidos Totales en Suspensión (SST)

Los resultados arrojados de SST (**Figura 2**), indican que el Punto de muestreo P2 (efluente de aguas residuales que desemboca hacia el río) es el que contiene mayor cantidad SST, debido a la mayor presencia de materia con un total de 400 mg/L; además, se puede observar que los demás puntos de muestreo, tienen valores también altos, como las muestras P3 y P4, con valores de 310 mg/L y 260 mg/L respectivamente, esto debido a que el estudio fue realizado en el mes de setiembre (época de lluvias), en donde las aguas del río Utcubamba contienen mayor cantidad de materia orgánica.

Figura 2

Sólidos Totales en Suspensión (SST) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.



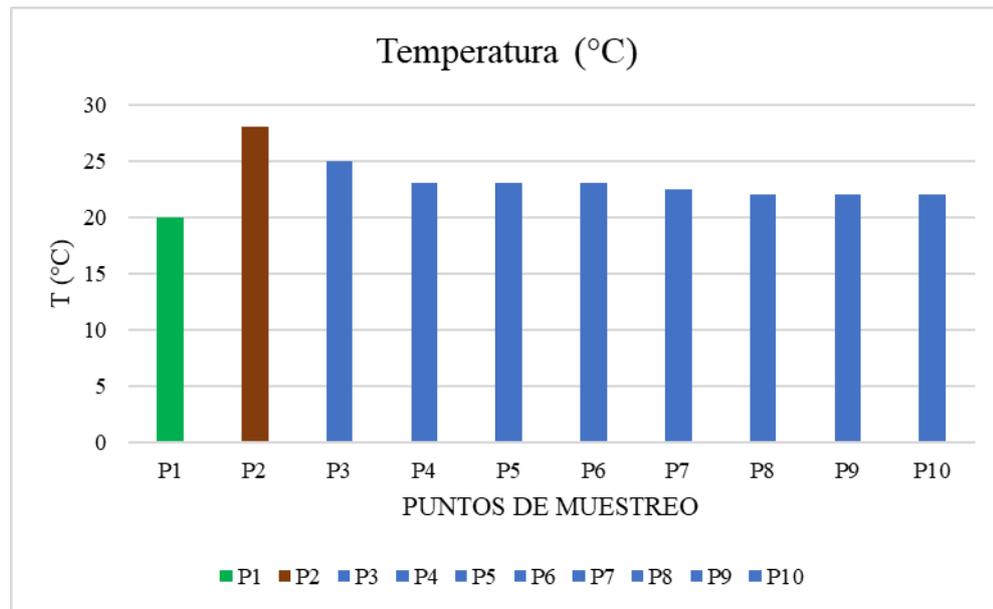
3.1.2. Comportamiento de la Temperatura (°C)

La temperatura es mayor en el punto de descarga del efluente (P2) (**Figura 3**) debido a la carga microbiana, la cual hace que el agua eleve su temperatura llegando hasta los 28°C, ya que estas suelen desarrollarse a temperaturas entre 25 – 35 °C (Rojas, 2000), a diferencia de los otros puntos, en donde la temperatura es menor, presentando un comportamiento similar en las siguientes muestras

tomadas. Además, se puede observar que en el Punto de Control (P1), el valor de temperatura es menor (20°C), debido a la baja presencia microbiana, parecido a los tres últimos puntos, los cuales tienen una temperatura de 22°C.

Figura 3

Temperatura de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.

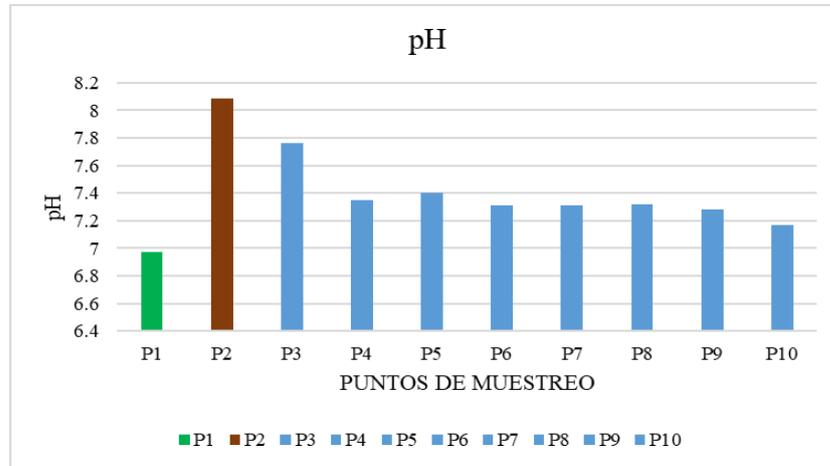


3.1.3. Comportamiento del pH

Este indicador arroja un pH cambiante en los diferentes puntos muestreados (**Figura 4**), obteniéndose un pH más alcalino en el punto número 2 (descarga de efluente), en donde el valor arrojado fue de 8,09, luego se encuentra el Punto de muestreo 3, con un valor de 7,76, valor que va disminuyendo debido a la unión y mezcla de la las aguas del río Utcubamba (tienen un pH más neutro), indicando que, a mayor distancia de donde se toman las muestra del efluente, el pH se vuelve más cercano al neutro, como lo muestran el P9 y P10, con un pH de 7,8 y 7,17, respectivamente.

Figura 4

Valor de pH de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.

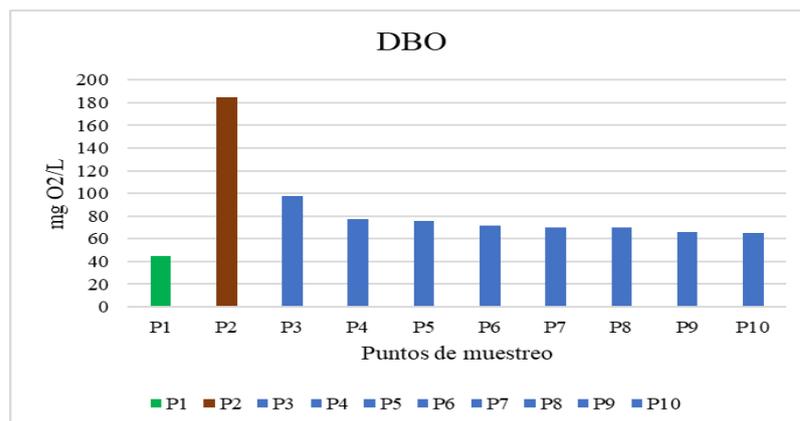


3.1.4. Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅ (mgO₂/L)

Los resultados de este parámetro indican el valor necesario de oxígeno para que los microorganismos logren degradar la materia orgánica presentes en el agua (**Figura 5**). Se observa que el punto de muestreo P2 (descarga de efluente), tiene el valor más elevado, con un total de 185mgO₂/L (valor que supera el LMP que es 100mgO₂/L), indicando que se va a requerir más oxígeno para degradar o reducir las sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales, a diferencia de los otros puntos muestreados, en donde la presencia de materia orgánica es menor, requiriéndose menor demanda de oxígeno, como por ejemplo el punto 1, donde la DBO₅ es mínima con un valor de 45 mgO₂/L.

Figura 5

Cantidad de DBO₅ (mgO₂/L) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.

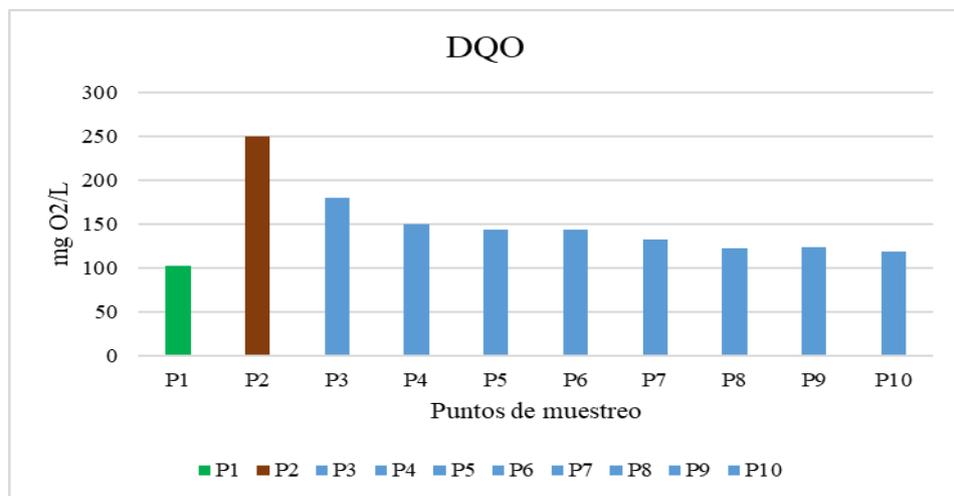


3.1.5. Valores de Demanda Química de Oxígeno DQO (mgO_2/L)

El estudio de este indicador hace referencia al valor necesario de oxígeno para que se logre degradar sustancias biodegradables o no biodegradables presentes en el agua (**Figura 6**), en donde se puede ver que el punto de muestreo P2 (descarga de efluente), es el que va a necesitar más oxígeno, con un valor total de $250\text{mgO}_2/\text{L}$ (valor que supera el LMP que es $200\text{mgO}_2/\text{L}$), a diferencia de los demás puntos muestreados del cuerpo de agua (río Utcubamba), donde la cantidad necesaria de oxígeno será menor, ya que para el P3, se necesitará $180\text{mgO}_2/\text{L}$ y cada vez será menor la cantidad de oxígeno necesario para degradar las sustancias presentes en el agua, llegando a ser necesario para el Punto 10, alrededor de $118\text{mgO}_2/\text{L}$, cantidad muy parecida a la que se necesitara para el P1 (punto control), en donde se requiere $102\text{mgO}_2/\text{L}$.

Figura 6

Cantidad de DQO ($\text{mg O}_2/\text{L}$) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.

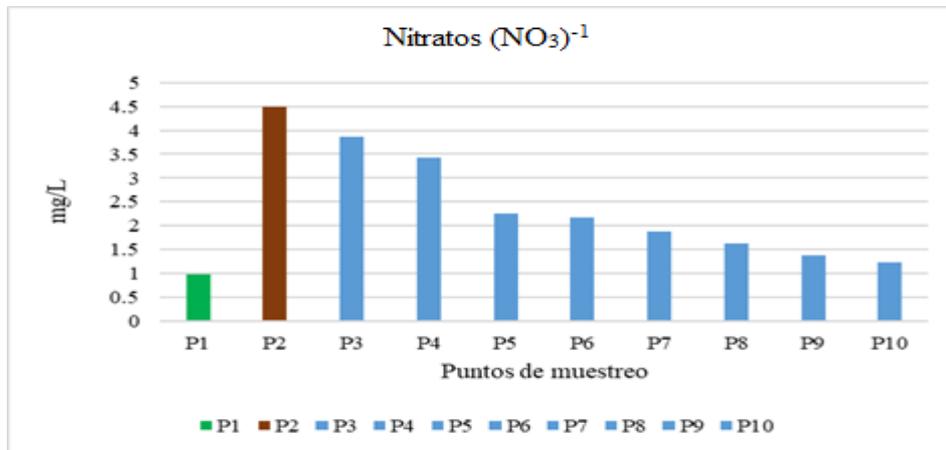


3.1.6. Valores de Nitratos (NO_3)⁻¹ (mg/L)

Se puede observar la baja presencia de nitratos en las muestras realizadas a las aguas del río Utcubamba (**Figura 7**), en donde el punto con mayor concentración de Nitratos es el Punto de Muestreo Numero 2 (descarga de efluente), con $4,5\text{mg/L}$, mientras que los puntos desde el P3 hasta el P10, presentan concentraciones menores que van desde los $3,86$ hasta los $1,24\text{mg/L}$, valores que cumplen con lo establecido para Estándares de Calidad para agua.

Figura 7

Presencia de Nitratos (NO_3)⁻¹ (mg/L) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.

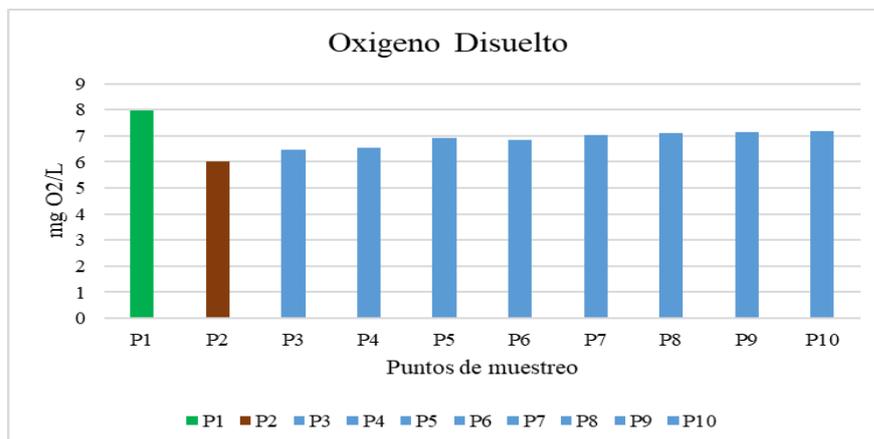


3.1.7. Resultado del Oxígeno Disuelto (mg O₂/L)

Se puede evidenciar, que el punto 1 (punto control), es el que presenta mayor cantidad de Oxígeno disuelto con 7.96 mg O₂/L, a diferencia del punto 2 (descarga de efluente), en donde la cantidad de oxígeno disuelto es menor con 6 mg O₂/L (**Figura 8**). Por otro lado, los resultados arrojaron que existe mayor presencia de oxígeno, mientras las aguas se van alejando de la zona de descarga de efluentes, ya que los últimos tres puntos muestreados (P8, P9, P10), presentaron mayor cantidad de oxígeno disuelto con valores de 7,11; 7,14 y 7,19 mg/L respectivamente.

Figura 8

Cantidad de Oxígeno Disuelto (OD) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.

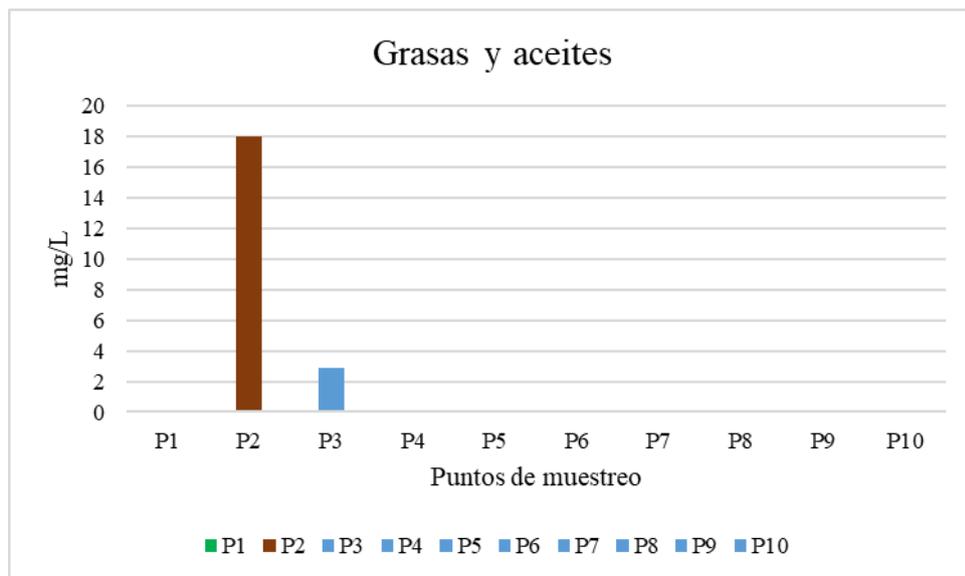


3.1.8. Resultados de presencia de grasas y aceites (mg/L)

En cuanto a aceites y grasas presentes en las muestras realizada, indicaron que la disminución y expansión de estas, se hacen rápidamente, (**Figura 9**), en donde el punto 2, es el que contiene mayor cantidad de Grasas y aceites con un total de 18mg/L, valor que indica que se encuentra dentro de los LMP para agua (20mg/L). Por otro lado, el P3 también muestra presencia de grasas y aceites con un valor de 2,87 m/L, a diferencia de los demás puntos (desde el P4 al P10), donde los valores son mínimos (entre 0,12 y 0,06 mg/L), indicadores muy parecidos al obtenido en el punto control P1 (0,04 mg/L).

Figura 9

Cantidad de presencia de Grasas y Aceites de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.



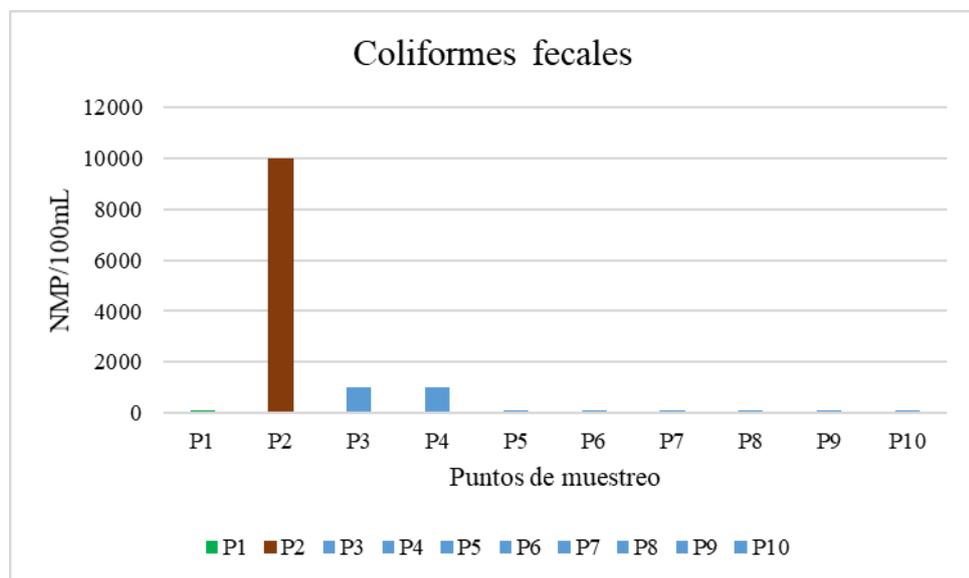
3.1.9. Resultados de presencia de Coliformes fecales o termotolerantes (NMP/100mL)

Los valores en cuanto a coliformes termotolerantes del monitoreo realizado a las aguas del río Utcubamba para conocer su calidad, arrojó resultados, donde el Punto 2 (descarga de efluente), contiene la mayor cantidad con un total de 10000 NMP/100mL, valor dentro de lo aceptable para LMP en efluentes para aguas residuales de PTAR (Figura 10). Por otro lado, se obtuvo que los puntos de muestreo P3 y P4, arrojaron valores de 1000 NMP/100mL, siendo estos los valores más elevados tomados del recurso hídrico (río Utcubamba); sin embargo

se encuentran dentro de los estándares de Calidad para Agua (ECA), cuyo valor máximo aceptable es 2000 NMP/100mL; mientras que los demás puntos (P5 al P10), arrojaron valores mínimos con un total de 100 NMP/100mL. Se puede evidenciar que se encontró la mayor cantidad de coliformes en las muestras P2, P3 y P4, en donde resaltan las bacterias como *Escherichia coli*, presentes mayormente en aguas residuales de redes de alcantarillado de ámbito municipal.

Figura 10

Presencia de Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) de cada muestra de agua a lo largo de los puntos de muestreo.



3.2. Comparación de resultados de las muestras de agua con LMP y ECA para aguas residuales

Los resultados obtenidos tanto de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras colectadas en el río Utcubamba (P1, P3, P4, P5, ...P10), fueron comparados con los estándares de calidad de agua (ECA), los cuales están establecidos en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Por consiguiente, se realizó la comparación del segundo punto (descarga de efluente) con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el efluente de PTAR, el cual es vertido a cuerpos de aguas, según D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 2

Comparación de resultados de las muestras de agua con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad de Agua (ECA), donde P2 corresponde a las muestras tomadas del efluente de aguas residuales.

Parámetros	ECA D. S. N° 004-2017-MINAM			LMP de efluentes de PTAR para vertidos a cuerpos de aguas D.S. N° 003-2010-MINAM	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
	D1: Riego de Vegetales		D2: Bebida de animales											
	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales											
Sólidos totales en suspensión (SST) (mg/L)	-	-	150	146	400	310	260	245	240	240	235	230	223	
Temperatura (°C)	Δ 3	Δ 3	< 35	20	28	25	23	23	23	22.5	22	22	22	
pH	6.5 a 8.5	6.5 a 8.4	6.5 a 8.5	6.97	8.09	7.76	7.35	7.4	7.31	7.31	7.32	7.28	7.17	
DBO ₅ (mg O ₂ /L)	15	15	100	45	185	98	77	76	72	70	70	66	65	
DQO (mg O ₂ /L)	40	40	200	102	250	180	150	143	144	132	122	124	118	
Nitratos (NO ₃) ¹ (mg/L)	100	100	-	0.98	4.5	3.86	3.42	2.25	2.17	1.89	1.63	1.38	1.24	
Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	≥ 4	≥ 5	-	7.96	6	6.46	6.55	6.91	6.84	7.02	7.11	7.14	7.19	
Grasas y aceites (mg/L)	5	10	20	0.04	18	2.87	0.12	0.11	0.13	0.08	0.07	0.06	0.06	
Coliformes fecales o termotolerantes NMP/100mL)	1.000	2.000	1.000	10000	100	10000	1000	1000	100	100	100	100	100	

En la muestra P2 (descarga del efluente), los resultados obtenidos para SST, DBO₅ y DQO, exceden los valores máximos establecidos para Límites Máximos Permisibles (LMP), a diferencia de la temperatura, pH, Coliformes Termotolerantes y Grasas y Aceites, estando estos dentro de los valores aceptables para LMP.

Los resultados obtenidos de las muestras P1, P3, P4, P5, P6, P7, 08, P9 y P10, tanto para el pH, Oxígeno Disuelto, Nitratos, Grasas y aceites y coliformes termotolerantes, arrojaron valores dentro de lo establecido para Estándares de Calidad Ambiental – Agua (ECA – Agua); en el caso de los parámetros DBO₅ y DQO, se encontró que los valores arrojados, exceden los rangos establecidos para ECA – Agua, influyendo negativamente en la calidad del recurso hídrico perteneciente al río Utcubamba.

IV. DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de las muestras colectadas a lo largo del río Utcubamba para pH, fueron entre 6,97 – 8,09, cumpliendo con los rangos establecidos para ECA-Agua, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, valores que se asemejan a los obtenidos por Ruíz (2017), quién realizó un estudio de calidad de agua de la microcuenca Lluchca, Amazonas, arrojando un pH entre 7,33 y 7,99; y que obtuvo estos resultados, debido al sobrepastoreo de ganado bovino a los alrededores de esta microcuenca, afectando la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua. Por otro lado, Pezo (2018) en su investigación, quien tuvo como finalidad el determinar los principales parámetros fisicoquímicos de la cuenca del río Cumbaza de la ciudad de San Martín (Perú), obtuvo resultados de pH entre 6,98 y 6,50, rangos aceptables para aguas de riego.

En algunos casos, la presencia de ácidos orgánicos producidos naturalmente. Puede tener un efecto en el pH, por ejemplo, a causa del florecimiento de algas, procesos químicos relacionados con la fotosíntesis, etc. Respecto al OD, se sabe que éste puede estar afectado por cambios de temperatura en aguas más cálidas en comparación con aguas frías, presencia de algas, etc.

A todo ello lo encontrado y relacionado indicamos que los resultados obtenidos en las investigaciones están entre los parámetros establecidos, donde la teoría establece que los intervalos de valores óptimos están comprendido entre 6 y 9, siendo categorizado el valor de pH, como neutro según (Castro y Rodríguez, 2021).

Existe bastante influencia de la temperatura y la turbidez sobre el Oxígeno Disuelto (OD) en el agua, ya que, a mayor temperatura, la presencia de oxígeno disuelto va a ser menor. Por otro lado, la mayor turbidez en épocas de lluvia, hace que disminuya el OD, a diferencia de la época de estiaje, donde el OD es mayor según (Wehmeyer y Wagner, 2011; Almerco, 2019) ; (ONU, 2018).; Esta teoría sustenta la presente investigación, ya que el estudio se realizó en épocas de lluvia, y el P2 mostró una temperatura de 28°C, con un valor de OD de 6mgO₂/L, mostrando el mismo comportamiento en los demás puntos., Por ejemplo, el punto P1, arrojó una temperatura de 20°C y un valor de 7,9 mgO₂/L de OD. El aumento pronunciado de turbidez, marca considerablemente la disminución del valor final del OD presente en el agua (Fernández et al., 2016). Para Carpio (2014), la

contaminación por materia orgánica, produce una mayor mortalidad en la vida acuática y malos olores debido a la disminución del OD.

Los valores de nitrato, oscilaron entre 0,98 y 4,5 mg/L, rangos que cumplen con lo establecido para ECA-Agua y LMP. Cabrera y Pacheco (2003), indican que la mayor cantidad de nitratos se presentan en aguas residuales de fuentes agrícolas o de pastoreo de ganado vacuno; mientras que los valores arrojados en la presente investigación son mínimos, esto se debe a que las aguas servidas analizadas provienen de las viviendas urbanas. Chuquimbalqui (2017), en su investigación para determinar calidad del agua del río Tío Yacu en la ciudad de San Martín - Perú, para uso, recreacional y riego de vegetales, obtuvo valores de nitratos de 0,76 mg/L, el cual se encontró dentro de los ECA – Agua al igual que lo obtenido en el presente estudio.

Los resultados obtenidos para Coliformes fecales o Termotolerantes, muestran valores entre 100 – 10 000 NMP/100mL, obteniéndose mayores valores en el P2 (descarga de efluente de aguas residuales), el cual se encuentra dentro de los LMP. Oblitas y Rengifo (2019), en los indicadores físicoquímicos y microbiológicos analizados al afluente de la localidad de Bolívar, La Libertad, cerca de una comunidad Awajún, presentaron coliformes termotolerantes resultados de hasta 49000NMP/100ml, encontrándose fuera de los márgenes legales para ECA-Agua. Ortiz et al. (2016) obtuvieron resultados diversos en diferentes puntos, donde se ve la reducción de coliformes fecales a mayor distancia del punto de descarga de aguas residuales, los cuales van desde 9×10^{10} NMP/100ml (100 metros de la zona de descarga de efluente) y 3000 NMP/100ml a una distancia de tres kilómetros de la desembocadura del efluente.

En cuanto a grasas y aceites, este estudio arrojó valores entre 0,04 – 18 mg/L, en donde se muestra que la mayor presencia de aceites y grasas está en la muestra P2 (descarga de efluente), pero que encuentra dentro de los ECA – Agua y LMP. Sotil y Flores (2016) determinaron indicadores físicos, químicos y de bacterias contenidas en las aguas del río Mazán, y obtuvieron valores de aceites y grasas de 1,29 mg/L, valores aceptables para ECA-Agua. La presencia de grasas y aceites en agua residual, son cada vez más dañinos para el medio acuático, esto debido a su alta estabilidad y por ser inmiscibles con el agua, en donde valores elevados, ocasionan agotamiento del oxígeno en el agua, eutrofización, entre otros (Bravo et al., 2016).

Lo mencionado anteriormente está sustentado por Wang et al. (2022), que expresa que si bien la separación de agua y aceite basada en membranas se ha explorado ampliamente, el uso de membranas convencionales para tratar aguas residuales aceitosas sigue siendo un desafío en la práctica, especialmente cuando dichas aguas residuales contienen partículas de tamaño nanométrico más estables, gotitas de aceite y son de alto contenido aceitoso y condiciones químicas adversas. Situación que tiene mucha relación con lo que se está desarrollando toda vez que en la ciudad de Bagua. De acuerdo a los resultados obtenidos encontramos diversas partículas de contenidos aceitosos.

Custodio y Pantoja (2012) realizaron análisis a las aguas del río Cunas en la región Junín, y los efluentes domésticos o aguas residuales, obtuvieron los siguientes resultados: pH 8,37, Oxígenos Disueltos 6,45 mg/L, temperatura 12,3 °C, STD 315,00 mg/L, Fosfatos 0,13 mg/L, Nitratos 0,00 mg/L y Coliformes termotolerantes con un valor de 460,00 NMP/100mL.; El análisis anterior presentado corresponde a los datos obtenidos de la contaminación por desechos sólidos hacia las fuentes de agua, caso muy diferente a la ciudad de Bagua, en donde los residuos por lo general son desechados adecuadamente, protegiendo así las corrientes de agua y haciendo que tanto los valores de pH, temperatura y coliformes termotolerantes sean inferiores y se presente una mejor calidad de agua en el río Utcubamba.

Gamarra *et al.* (2018) realizó un estudio para determinar las fuentes principales de contaminantes y la calidad del agua del río Utcubamba a lo largo de 43 estaciones en dos temporadas de muestreo. En su estudio, Gamarra *et al.* (2018) identificó el uso de fertilizantes y plaguicidas, descargas domésticas sin tratamiento previo, la implantación de canteras de extracción de materiales, entre otros, y a pesar de esto, encontró que estas aguas se encuentren en buen estado en cuanto a calidad. Además, determinó que los parámetros fisicoquímicos de las aguas del río Utcubamba, tanto por temporada como por estación de muestreo, se encuentran dentro de los ECA para agua, y que los resultados van disminuyendo mientras que los puntos de muestreo se alejan de la zona de descarga, resultados que refuerzan la presente investigación en donde se logró determinar la calidad mediante la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (Coliformes Termotolerantes) de las aguas que provienen del sistema de alcantarillado de la población de Bagua, obteniéndose que éstas se encuentran dentro de los LMP y ECA para riego de vegetales y bebidas de animales.

Es importante mencionar que el presente estudio fue realizado al sur de la ciudad de Bagua, específicamente donde se vierten las aguas residuales provenientes de las viviendas hacia el río Utcubamba, entre los meses de junio, julio y agosto del año 2022, cuando el camal municipal no estuvo en funcionamiento. Esto podría explicar que la mayoría de parámetros encontrados cumplieran con los valores ECA y LMP permitidos.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que la muestra del Punto 2 (descarga de efluente), presenta valores que están dentro de los parámetros establecidos para Límites Máximos Permisibles (LMP) (D.S. N° 003-2010-MINAM); a excepción de los parámetros de DBO, DQO y SST, los cuales exceden ligeramente los LMP establecidos.
- Los puntos de muestreo P9 y P1, muestran valores más similares a los establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), siendo los más resaltantes los parámetros de pH con 7,17 y 6,97 respectivamente, además de Coliformes termotolerantes con 100NMP/100mL y 100NMP/100mL, y grasas y aceites con 0,06 mg/L y 0,06 mg/L respectivamente.
- El estudio arrojó que las muestras colectadas a lo largo del río Utcubamba (P1, P3, P4, ..., P10) mostraron parámetros de pH, Temperatura, Nitratos y Oxígeno Disuelto (OD), grasas y aceites y Coliformes termotolerantes dentro de lo establecido por la norma para Estándares de Calidad ambiental - Agua, según D.S. N° 004-2017-MINAM, haciendo que dichas aguas sean aptas para el riego de vegetales y bebida de animales.
- Los resultados obtenidos de los análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos, indican que el agua del río Utcubamba ubicada a mayor distancia de la desembocadura de aguas residuales contiene menor presencia de agentes contaminantes, ya que se encontró que, a partir de los 600 metros, los parámetros estuvieron más cercanos a los establecidos para ECA, debido a su capacidad de autopurificación.

VI. RECOMENDACIONES

- Sería conveniente comparar los resultados de esta investigación con análisis de aguas residuales tratadas en una planta de agua para ver la influencia e importancia de tener una PTAR instalada en la ciudad.
- Realizar monitoreo y evaluaciones a las redes de alcantarillado identificando diversos puntos de muestreo en tiempos determinados con la finalidad de tener conocimiento de algún tipo de contaminación y así proponer medidas de solución al problema.
- Realizar un manejo adecuado de las muestras que se obtienen y garantizar el traslado óptimo hacia el laboratorio con la finalidad de tener los resultados adecuados y poder proponer medidas de solución.
- Tomar como partida los estudios realizados en la presente investigación y determinar costo y beneficio para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Bagua.
- Debería tenerse en cuenta antes de la realización de tomas de muestras, realizar un diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua y desagüe de la ciudad de Bagua, con la finalidad de tener en cuenta los puntos críticos en la ciudad.
- Debido a que el presente estudio se realizó en época de pandemia (COVID – 19), no se pudo realizar el estudio a profundidad, por ello se sugiere realizar investigaciones utilizando más muestras y con repeticiones, a fin de contribuir con información importante a cerca de la contaminación de aguas residuales provenientes de la ciudad de Bagua.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almerco, Z. (2019). Análisis del agua superficial de la naciente del Rio tingo relacionado a la inadecuada disposición de los residuos líquidos en la zona de Rumiallana. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- ANA – Autoridad Nacional del Agua (2016) Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
- ANA - Autoridad Nacional del Agua (2019). Ley de Recursos Hídricos LEY N° 29338. Recuperado:<https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/228/ANA0000044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aquino, P. (2017). Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales. Lima: DAR, 2017. 136 pp.
- Bravo, C., Osorno, C. y Salgado E. (2016). Propuesta de un tratamiento para aceites y grasas de las aguas residuales de la microempresa “productos verdes” laboratorio de Biotecnología, UNAN – Managua, marzo - julio 2016. [Seminario de Graduación para optar al título de Licenciado en Química Ambiental]. Nicaragua 2016.
- Castro Martínez, L. M., y Rodriguez Caro, E. G. (2021). Relación entre las prácticas de alimentación y su efecto sobre la calidad del agua en estanques de piscicultura (monografía). *instname:Universidad Antonio Nariño*.
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5062>
- Cabrera, A., y Pacheco, J. (2003). Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en agua subterráneas. Ingeniería, 7(2),47-54.
- Chuquimbalqui, Y. (2017). Determinación de parámetros físico – químicos y biológicos del agua del río Tío Yacu, para uso recreacional y riego de vegetales, del distrito de Elías Soplín Vargas – Rioja, 2015”. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín.
- Cornejo J. (2020). Calidad microbiológica del agua del río Socabaya mediante el recuento de Escherichia coli, Coliformes Totales y Mesófilos Aerobios Totales, en los

- Distritos de Socabaya y Jacobo Hunter, Arequipa, 2019. [Tesis Pregrado]. Universidad Católica de Santa María.
- Custodio M. y Pantoja R. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*. 02. 130-137. DOI: 10.18259/acs.2012015.
- Fernández, S., López, N., Sequeira M. y Brandizi L. (2016). Estudio preliminar de agua superficial para el desarrollo socio-económico complementario en una comarca turística. *Revista Estudios Ambientales*. 4:1: 2347-0941
- GREENPACE (2011). *Trapos sucios: Contaminación tóxica del agua en China por marcas textiles internacionales*. Publicado por: Greenpeace International. Ottho Heldringstraat 5. 1066 AZ Amsterdam. The Netherlands. Madrid, España.
- Gupta, A., Pal, R., Mishra, R., Gupta, H. P., Dutta, T., y Hirani, P. (2019). *Game Theory based Early Classification of Rivers using Time Series Data*. 686-691. Scopus.
<https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2019.8767251>
- Gamarra, O., Barrena M., Barboza E., Rascón J., Corroto F. y Taramona L. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú. *Arnaldoa* 25(1): 179-194. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25111>
- Gonzales, L. y Vallejos, M. (2020). Efectos Sociales del Desabastecimiento en Agua Potable y Saneamiento Básico. [Trabajo de investigación para obtener el Grado de Bachiller en Ingeniería Económica y Empresarial]. Universidad Tecnológica del Perú.
- Gil, M., Soto, A., Usma, J. y Gutiérrez O. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia* 7(2): 52-73
- Hernández R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGrwall Hill Education.
- INEI (2018). Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

- INEI (2018). Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
- Larios, J., González, C. y Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Saber y Hacer Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL 2 (2). 09-25 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente (2000). Libro blanco del agua en España. España. Recuperado: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/spa192539.pdf>
- MINAM (2010). Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, DECRETO SUPREMO. N° 003-2010-MINAM.
- MINAM (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- MINSA (2007). Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales. PP. 14.
- MPB – Municipalidad Provincial de Bagua (2019). Estudio de Caracterización de residuos sólidos Municipales 2019. PP. 66 – Gerencia de Residuos Sólidos.
- Oblitas K. y Rengifo, J. (2019). Evaluación de la calidad de efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales municipales de la localidad de Awajún, Rioja – San Martín [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín.
- OEFA-Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014). FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES. pp. 42.
- ONU (2018). Progresos en la calidad del agua – *Prueba piloto de la metodología de monitoreo y primeras constataciones sobre el indicador 6.3.2 del ODS 6.*
- Ortiz, J., Leiva, D. y Corroto F. (2016). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas. Universidad Científica del Perú. Ciencia Amazónica (Iquitos). 6 (1), 16–27. <http://dx.doi.org/10.22386/ca.v6i1.104>

- Paucar, F. & Iturregui, P. (2020). Los desafíos de la reutilización de las aguas residuales en el Perú. *South Sustainability*, 1(1), e004 DOI: 10.21142/SS-0101-2020-004
- Pezo, M. (2018). Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua para regadío del río Cumbaza [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de San Martín. Perú.
- Rodríguez, D.; Serrano, H.; Delgado, A.; Nolasco, D. y Saltiel, G. (2020). De residuo a recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe” Banco Mundial, Washington, DC.
- Rojas J. (2000). Tratamiento de aguas residuales. Escuela Colombiana de Ingeniería
- Ruíz, S. (2019). Calidad de agua de la microcuenca Lluhca, Amazonas. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Sotil, L. y Flores, H. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán - Loreto, 2016*. [Tesis de Pregrado], Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4156>.
- UNEP (2016). A Snapshot of the World’s Water Quality: Towards a global assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. 162pp
- WWAP - Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (2017). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado. París, UNESCO.
- Wang, X., Sun, K., Zhang, G., Yang, F., Lin, S., y Dong, Y. (2022). Robust zirconia ceramic membrane with exceptional performance for purifying nano-emulsion oily wastewater. *Water Research*, 208. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117859>
- WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos) /ONU-Agua. 2018. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el

Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. París, UNESCO.

Zavareh, M., y Maggioni, V. (2018). Application of rough set theory to water quality analysis: A case study. *Data*, 3(4). Scopus. <https://doi.org/10.3390/data3040050>

ANEXOS

ANEXO 1

Fotos de toma de muestras en el río Utcubamba



Figura 11. Toma de muestra para análisis fisicoquímicos y microbiológicos



Figura 12. Espacio que se debe dejar para la oxigenación de las muestras a analizar.



Figura 13. Cauce del río Utcubamba, ciudad de Bagua.



Figura 14. Zona donde desembocan las aguas residuales hacia el río Utcubamba.



INVERSIONES ANSA SAC

Consultores & Ejecutores Proveedores en General



EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL AREA DE LABORATORIO Y ANALISIS DE LA EMPRESA ANSA SAC

CERTIFICA:

Que de los análisis físicos – químico y microbiológico practicado a las muestras de agua procedente de la desembocadura de las aguas residuales hacia el río utcubamba y las aguas del río utcubamba de la Ciudad de Bagua, se obtuvo los siguientes resultados:

Cod.	Punto de muestreo	Fecha de toma de muestra	Sólidos totales en suspensión (SST) (mg/L)	Temperatura (°C)	pH	DOO (mg O ₂ /L)	DBO (mg O ₂ /L)	Nitratos (NO ₃) ⁻ (mg/L)	Sulfatos (SO ₄) ²⁻ (mg/L)	Fosfatos (PO ₄) ³⁻ (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	Grasas y aceites (mg O ₂ /L)	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)
P1	100 m (Punto control) antes de la unión de aguas residuales con el agua del río	06/09/21	146	20	6,97	102	45	0,98	0,34	0,13	7,96	0,04	1x10 ³	1x10 ²
P2	Descarga al río	06/09/21	400	28	8,09	250	185	4,5	8,90	5,00	6,00	18,00	20x10 ⁵	1x10 ⁴



Jr. Sachapuyos N° 411 Telf. (041) 478356 – Chachapoyas – Amazonas / Calle San José N° 322 oficina 311
 Email: edfensontefa@hotmail.com / proconsa@qmail.com / alvaresdiano3h@hotmail.com



INVERSIONES ANSA SAC

Consultores & Ejecutores Proveedores en General

Cod.	Punto de muestreo	Fecha de toma de muestra	Solidos totales en suspensión (SST) (mg/L)	Temperatura (°C)	pH	DQO (mg O ₂ /L)	DBO (mg O ₂ /L)	Nitratos (NO ₃) ⁻¹ (mg/L)	Sulfatos (SO ₄) ⁻² (mg/L)	Fosfatos (PO ₄) ⁻³ (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	Grasas y aceites (mg/L)	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)
P3	100 m	06/09/21	310	25	7,76	180	98	3,86	1,12	0,54	6,46	2,87	1x10 ⁴	1x10 ³
P4	200 m	06/09/21	260	23	7,35	150	77	3,42	1,08	0,32	6,55	0,12	1x10 ³	1x10 ³
P5	300 m	06/09/21	245	23	7,4	143	76	2,25	1,02	0,22	6,91	0,11	1x10 ³	1x10 ²
P6	400 m	06/09/21	240	23	7,31	144	72	2,17	0,98	0,20	6,84	0,13	1x10 ³	1x10 ²
P7	500 m	06/09/21	240	22,5	7,31	132	70	1,89	0,87	0,18	7,02	0,08	1x10 ³	1x10 ²
P8	600 m	06/09/21	235	22	7,32	122	70	1,63	0,85	0,18	7,11	0,07	1x10 ³	1x10 ²
P9	700 m	06/09/21	230	22	7,28	124	66	1,38	0,76	0,16	7,14	0,06	1x10 ³	1x10 ²
P10	800 m	06/08/21	223	22	7,17	118	65	1,24	0,58	0,17	7,19	0,06	1x10 ³	1x10 ²





INVERSIONES ANSA SAC

Consultores & Ejecutores Proveedores en General

ENSAYO	UNIDAD	METODO DE ENSAYO UTILIZADO
Solidos totales en suspensión (SST)	(mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012: Solids. Total, Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Temperatura	(°C)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017: Temperature. Laboratory and Field Methods.
Potencial de hidrogeno (pH)	(pH)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+. B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method
Demanda química de oxígeno (DQO)	(mg O ₂ /L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	(mg O ₂ /L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day 800 Test
Nitratos (NO ₃) ¹	(mg/L)	Método turbidimétrico modificado- medidor de nitratos HI97751C
Sulfatos (SO ₄) ²	(mg/L)	Método turbidimétrico modificado - medidor de sulfatos HI97728C
Fosfatos (PO ₄) ³	(mg/L)	EPA Method 3000. 1 Rev. 1.0 1997 (VALIDO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by ion Chromatography.
Oxígeno disuelto	(mg O ₂ /L)	Método electrométrico - medidor de oxígeno ysi código: tp00883.
Grasas y aceites	(mg /L)	Method 1664, Revision B: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.
Coliformes totales	(NIMP/100 ml)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 23rd Ed. 2017. Fecal Coliform Procedure.



Jr. Sachapuyos N° 411 Telf. (041) 478356 – Chachapoyas – Amazonas / Calle San José N° 322 oficina 311
 Email: jeffersonrefa@hotmail.com (041-6873934) / proconsequi@gmail.com / alvarosedano3n@hotmail.com