

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N°. 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
SANITARIA**

TESIS

**CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL
AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE YAULI – HUANCVELICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TOXICOLOGÍA AMBIENTAL Y/O SANITARIA

DISCIPLINA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

PRESENTADO POR:

Bach. ANCALLE ESPEZA, Carlos

Bach. LEDESMA GIRALDEZ, Wilder

HUANCVELICA, PERÚ

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)
Ciudad Universitaria Paturpampa
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
SECRETARÍA DOCENTE



"Año de la universalización de la salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los nueve días del mes de noviembre del año 2020, siendo las diecisiete horas con treinta minutos (17:30) se reunieron los miembros del Jurado Calificador, designado con la Resolución de Decano N°024-2020-FCI-UNH con fecha 24 de agosto del 2020, conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Ing. M.Sc. Pedro Antonio Palomino Pastrana
SECRETARIO : Ing. Dr. Fernando Martín Toribio Román
VOCAL : Ing. M.Sc. Esmila Yeime Chavarria Marquez

para llevar a cabo la sustentación de tesis por medio virtual de forma sincrónica, a través del aplicativo MEET la tesis titulada: CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE YAULI-HUANCAVELICA, perteneciente a los Bachilleres:

ANCALLE ESPEZA Carlos y
LEDESMA GIRALDEZ Wilder

Terminada la sustentación y defensa de la tesis por medio virtual sincrónica, el presidente del Jurado Calificador comunica a los bachilleres y público asistente que el Jurado Calificador abandonará la reunión virtual sincrónica por un momento con el propósito de deliberar el acto de sustentación de tesis. Después de 12 minutos, el Jurado Calificador se reincorpora a dicha reunión virtual, donde el Secretario da lectura el acta de sustentación en el que se determina lo siguiente:

Bachiller, ANCALLE ESPEZA Carlos

Bachiller, LEDESMA GIRALDEZ Wilder

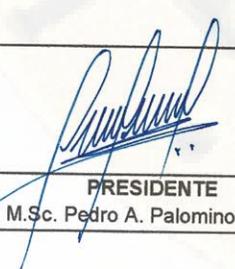
Aprobado por: MAYORIA

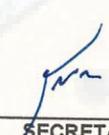
Aprobado por: MAYORIA

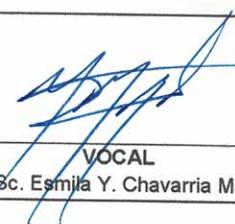
Desaprobado por:

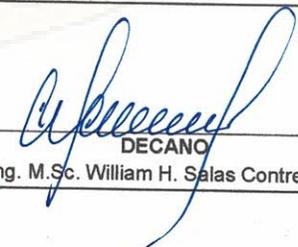
Desaprobado por:

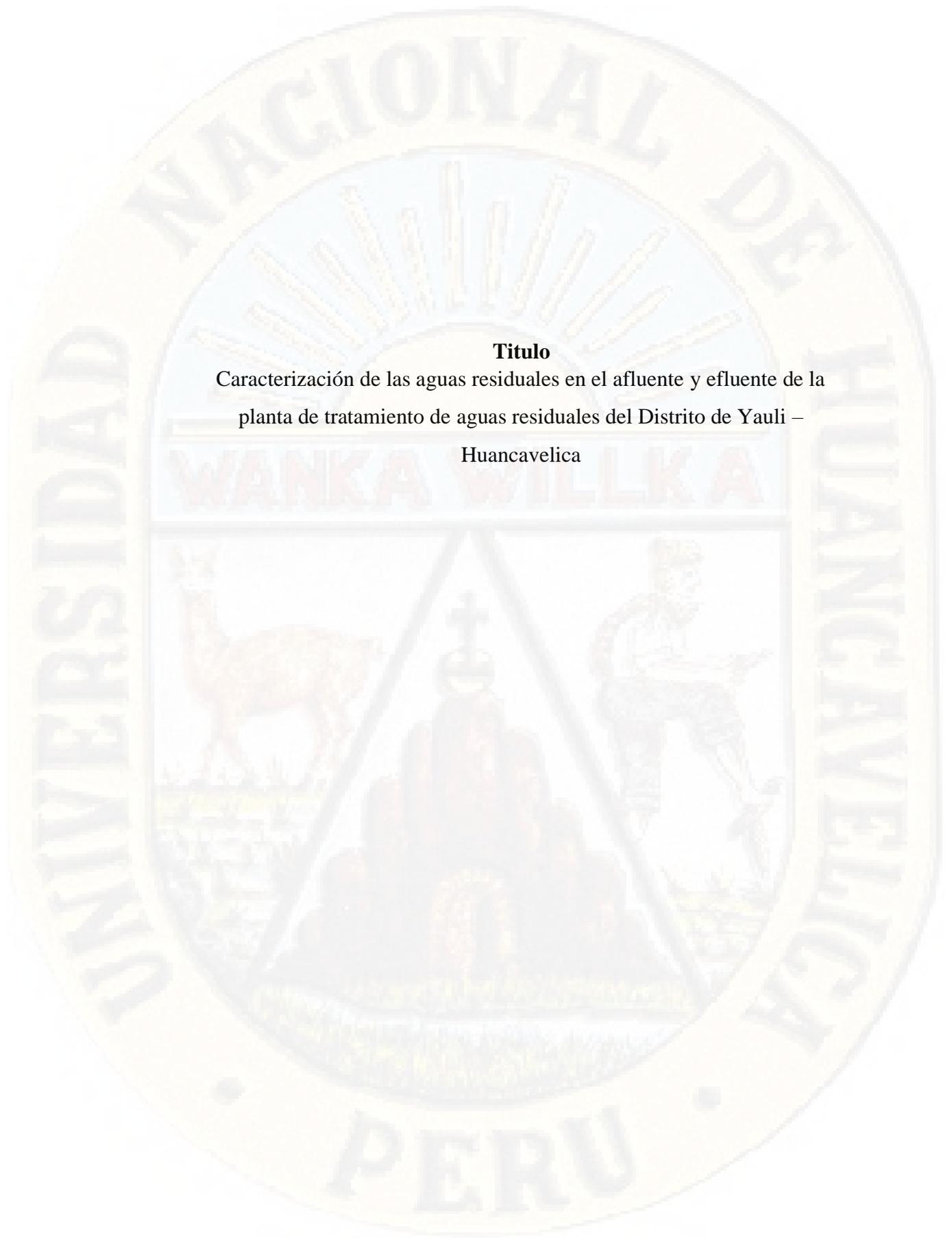
Siendo las 19:20 horas del mismo día, se da por concluida la reunión y en señal de conformidad firmamos al pie:


PRESIDENTE
Ing. M.Sc. Pedro A. Palomino Pastrana


SECRETARIO
Ing. Dr. Fernando M. Toribio Román


VOCAL
Ing. M.Sc. Esmila Y. Chavarria Marquez

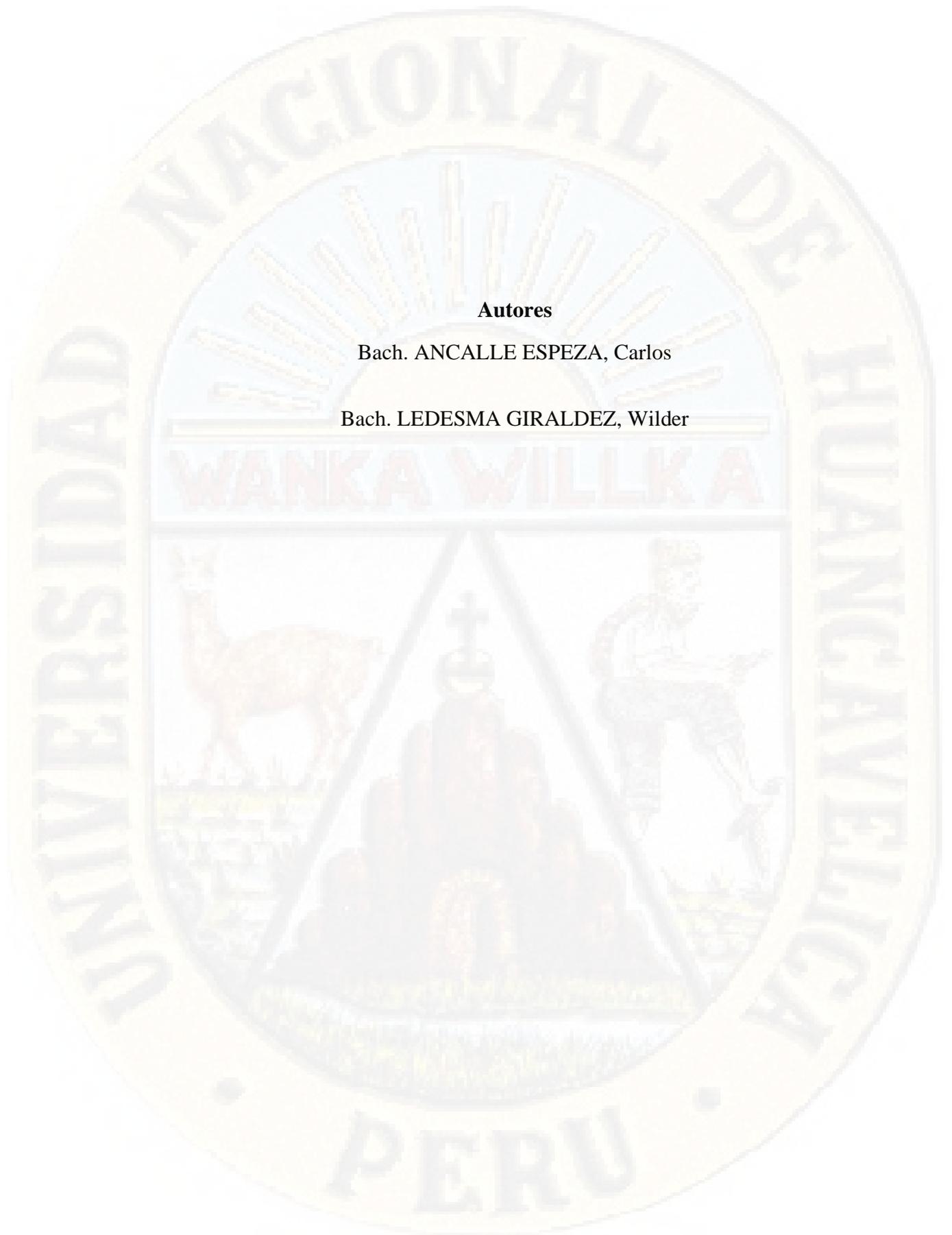

DECANO
Ing. M.Sc. William H. Salas Contreras



Título

Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la
planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yauli –

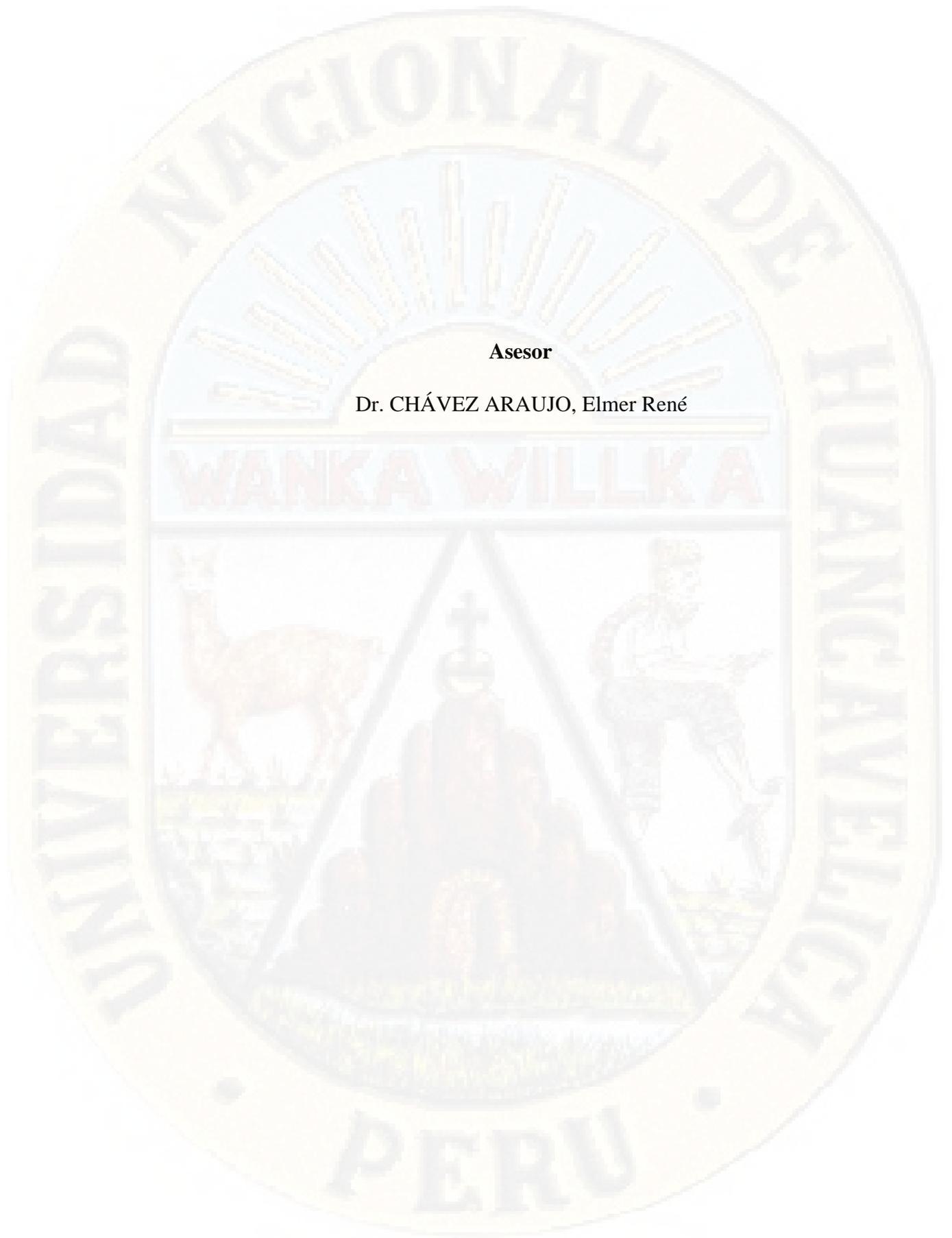
Huancavelica



Autores

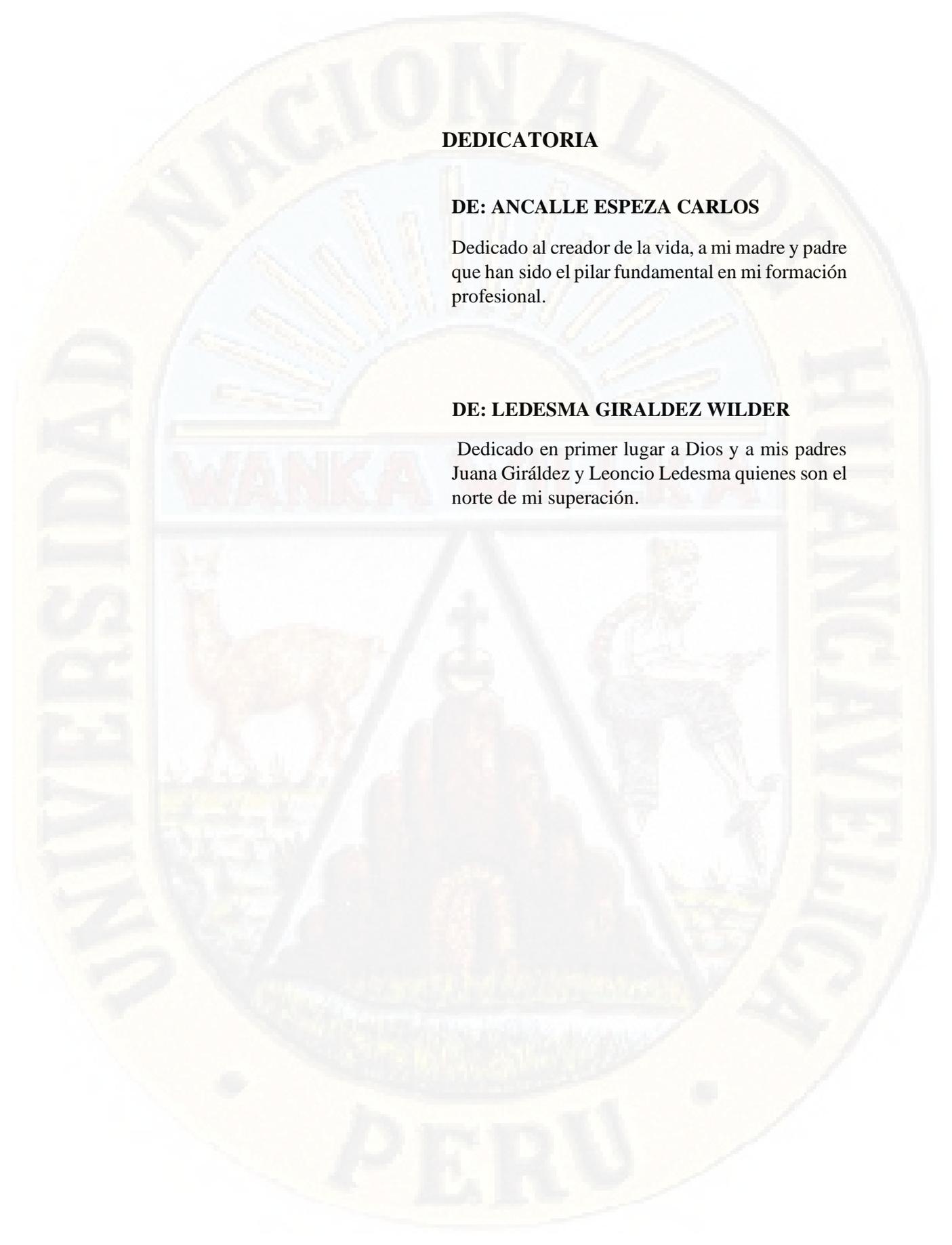
Bach. ANCALLE ESPEZA, Carlos

Bach. LEDESMA GIRALDEZ, Wilder



Asesor

Dr. CHÁVEZ ARAUJO, Elmer René



DEDICATORIA

DE: ANCALLE ESPEZA CARLOS

Dedicado al creador de la vida, a mi madre y padre que han sido el pilar fundamental en mi formación profesional.

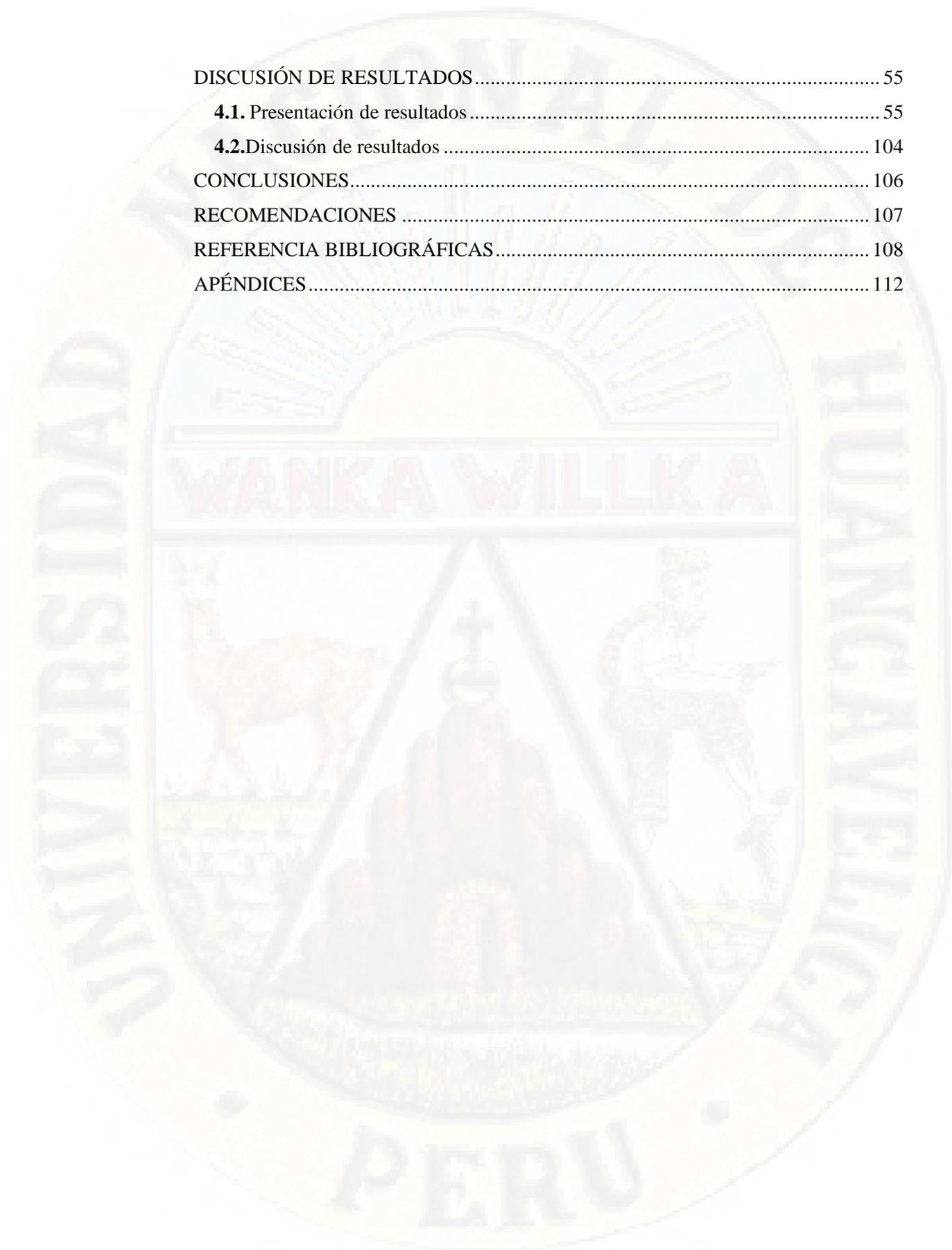
DE: LEDESMA GIRALDEZ WILDER

Dedicado en primer lugar a Dios y a mis padres Juana Giráldez y Leoncio Ledesma quienes son el norte de mi superación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| Título..... | i |
| Autores..... | ii |
| Asesor..... | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | vii |
| RESUMEN..... | ix |
| Abstract..... | xi |
| INTRODUCCIÓN..... | xiii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1. Descripción del problema..... | 1 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 3 |
| 1.3. Objetivos: General y específicos..... | 3 |
| 1.4. Justificación..... | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 5 |
| MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1. Antecedentes..... | 5 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 13 |
| 2.3. Hipótesis..... | 33 |
| 2.4. Definición de términos..... | 34 |
| 2.5. Definición operativa de variables..... | 36 |
| CAPÍTULO. III..... | 36 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 36 |
| 3.1. Ámbito temporal y espacial..... | 36 |
| 3.2. Tipo de investigación..... | 38 |
| 3.3. Nivel de investigación..... | 38 |
| 3.4. Método de investigación..... | 38 |
| 3.5. Población, muestra y muestreo..... | 39 |
| 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 41 |
| 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 54 |
| CAPÍTULO IV..... | 55 |

| | |
|--|-----|
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 55 |
| 4.1. Presentación de resultados | 55 |
| 4.2. Discusión de resultados | 104 |
| CONCLUSIONES..... | 106 |
| RECOMENDACIONES | 107 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS..... | 108 |
| APÉNDICES..... | 112 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Ruta de los Contaminantes Potenciales Relacionada con el Ambiente Acuático..... | 16 |
| Figura 2 Componentes de las Aguas Residuales Urbanas..... | 29 |
| Figura 3 Ubicación Geográfica de la Municipalidad Distrital de Yauli..... | 37 |
| Figura 4 Área de Intervención del Trabajo de Investigación | 39 |
| Figura 5 GPS para Ubicación de Puntos de Muestreo..... | 43 |
| Figura 6 Multiparametro Portátil | 44 |
| Figura 7 Extractor Soxhlet para Aceites y Grasas | 46 |
| Figura 8 Equipo para Medir Sólidos Suspendidos Totales..... | 47 |
| Figura 9 Me-98 Examination Of Tha Water And Wewater..... | 48 |
| Figura 10 Colorímetro Portátil DR-125 | 48 |
| Figura 11 Kit Portátil de Coliformes..... | 49 |
| Figura 12 Afluente de la PTAR-Yauli | 50 |
| Figura 13 Efluente de la PTAR-Yauli..... | 50 |
| Figura 14 Monitoreo en el Afluente de la PTAR-Yauli..... | 51 |
| Figura 15 Medición de Ph Y T°C en el Afluente de la PTAR | 51 |
| Figura 16 Medición de Ph Y T°C en el Afluente de la PTAR..... | 52 |
| Figura 17 Muestra de Agua Etiquetado | 53 |
| Figura 18 Concentración de Coliformes Termotolerantes en el Afluente de la PTAR | 57 |
| Figura 19 Concentración de Aceites y Grasas en el Afluente de la PTAR – Yauli..... | 58 |
| Figura 20 Concentración de Sólidos Totales En Suspensión en el Afluente de la PTAR – Yauli..... | 59 |
| Figura 21 Concentración de la DBO5 en el Afluente de la PTAR – Yauli | 60 |
| Figura 22 Concentración de la DQO en el Afluente de la PTAR – Yauli..... | 61 |
| Figura 23 Concentración del Ph en el Afluente de la PTAR– Yauli | 61 |
| Figura 24 Concentración de la Temperatura en el Afluente De La PTAR– Yauli..... | 62 |
| Figura 25 Prueba de Homogeneidad para Coliformes Termotolerantes | 65 |
| Figura 26 Comparación de Concentración de Coliformes Termotolerantes PTAR..... | 65 |

| | |
|---|----|
| Figura 27 Campana de Gauss para la Prueba De Hipótesis de Coliformes Termotolerantes..... | 67 |
| Figura 28 Prueba de Homogeneidad para Aceites y Grasas..... | 70 |
| Figura 29 Comparación de Concentración de Aceite y Grasas De PTAR..... | 70 |
| Figura 30 Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de Aceite y Grasas..... | 72 |
| Figura 31 Prueba de Homogeneidad para Sólidos Totales en Suspensión | 75 |
| Figura 32 Comparación de Concentración de Sólidos Totales en Suspensión con (LMP) para Efluentes de PTAR..... | 75 |
| Figura 33 Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de Sólidos Totales en Suspensión..... | 77 |
| Figura 34 Prueba de Homogeneidad para DBO5 | 80 |
| Figura 35 Comparación de Concentración de DBO5 con (LMP) para Efluentes de PTAR..... | 80 |
| Figura 36 Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de DBO5 Toma de Decisión..... | 82 |
| Figura 37 Prueba de Homogeneidad para DQO..... | 84 |
| Figura 38 Comparación de Concentración de DQO con (LMP) para Efluentes de PTAR..... | 85 |
| Figura 39 Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis De DQO..... | 87 |
| Figura 40 Prueba de Homogeneidad para PH..... | 89 |
| Figura 41 Comparación de Concentración de Ph con (LMP) para Efluentes de PTAR..... | 90 |
| Figura 42 Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de PH..... | 92 |
| Figura 43 Prueba de Homogeneidad para Temperatura..... | 94 |
| Figura 44 Comparación de Concentración de Temperatura con (LMP) para Efluentes de PTAR | 95 |
| Figura 45 Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de Temperatura..... | 97 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Fuentes Antropogénicas de Contaminantes en el Ambiente Acuático..... | 17 |
| Tabla 2 Alteraciones Físicas del Agua..... | 18 |
| Tabla 3. Alteraciones Químicas del Agua..... | 19 |
| Tabla 4 Alteraciones Biológicas del Agua..... | 20 |
| Tabla 5. Estimación de los Componentes de Sólidos Totales en Agua Residual..... | 23 |
| Tabla 6. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR..... | 33 |
| Tabla 7 Cronograma del Proyecto de Tesis..... | 36 |
| Tabla 8. Determinación de los Puntos de Monitoreo para la Recolección de las Muestras | 40 |
| Tabla 9. Método de Aplicación del Diseño Transeccional Descriptivo..... | 42 |
| Tabla 10. Formato para Registro de Ubicación..... | 44 |
| Tabla 11. Formato de Registro de Parámetros de Campo..... | 45 |
| Tabla 12. Cadena de Custodia..... | 45 |
| Tabla 13. Etiqueta para Muestras de Agua Residual..... | 52 |

| | |
|---|----|
| Tabla 14. Cadena de Custodia para Monitoreo de Agua Residual..... | 53 |
| Tabla 15. Resultados de la Concentración de los Parámetros del Afluente..... | 55 |
| Tabla 16. Resultados de la Concentración de los Parámetros del Efluente..... | 56 |
| Tabla 17. Normalidad para Coliformes Termotolerantes..... | 63 |
| Tabla 18. Medidas de Tendencia Central y Dispersión para Coliformes Termotolerantes.... | 64 |
| Tabla 19. Prueba de T de Student..... | 67 |
| Tabla 20. Normalidad para Aceite y Grasas..... | 68 |
| Tabla 21. Medidas de Tendencia Central y Dispersión para Aceite y Grasas..... | 69 |
| Tabla 22. Prueba de T de Student..... | 71 |
| Tabla 23. Normalidad para Sólidos Totales en Suspensión..... | 73 |
| Tabla 24. Medidas de Tendencia Central y Dispersión para Sólidos Totales en Suspensión. | 74 |
| Tabla 25. Prueba de T de Student..... | 76 |
| Tabla 26. Normalidad para DBO ₅ | 78 |
| Tabla 27. Medidas de Tendencia Central y Dispersión para DBO ₅ | 79 |
| Tabla 28. Prueba de T de Student..... | 81 |
| Tabla 29. Normalidad para DQO..... | 83 |
| Tabla 30. Medidas de Tendencia Central y Dispersión Para DQO..... | 84 |
| Tabla 31. Prueba de T de Student..... | 86 |
| Tabla 32. Normalidad para Ph..... | 87 |
| Tabla 33. Medidas de Tendencia Central y Dispersión para pH..... | 88 |
| Tabla 34. Prueba de T de Student..... | 91 |
| Tabla 35. Normalidad para Temperatura..... | 92 |
| Tabla 36. Medidas de Tendencia Central y Dispersión para Temperatura..... | 93 |
| Tabla 37. Prueba de T de Student..... | 96 |
| Tabla 38. Promedio de los Parámetros de Afluente..... | 97 |
| Tabla 39. Promedio de los Parámetros de Efluente..... | 98 |

ÍNDICE DE APÉNDICE

| | |
|--|-----|
| Apéndice 1: Matriz de consistencia..... | 112 |
| Apéndice 2. Formato de ubicación de punto..... | 113 |
| Apéndice 3. Informe de resultados de laboratorio..... | 114 |
| Apéndice 4. Registro de cadena de custodia..... | 115 |
| Apéndice 5. Formato de registro de datos de campo..... | 116 |
| Apéndice 6. Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli..... | 138 |
| Apéndice 7. Ubicación del punto de monitoreo..... | 138 |
| Apéndice 8. Recolección de muestras de agua residual..... | 139 |
| Apéndice 9. Medición de parámetros de campo..... | 139 |
| Apéndice 10. Registro de parámetros de campo de efluente de la PTAR..... | 140 |
| Apéndice 11. Rotulado de muestras de agua residual..... | 140 |
| Apéndice 12. Toma de muestra del afluente de la PTAR..... | 141 |
| Apéndice 13. Toma de muestra de agua residual del efluente de la PTAR..... | 141 |
| Apéndice 14. Registro de parámetros de campo del efluente de la PTAR..... | 142 |
| Apéndice 15. Certificado de confiabilidad de análisis de los parámetros..... | 143 |

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de determinar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales en suspensión, en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica. La investigación es de tipo básica, nivel de investigación descriptivo, método descriptivo diseño experimental trasversal descriptivo. Los resultados fueron comparados con los límites máximos permisibles del D.S. N°003-2010 - MINAM y se determinó la eficiencia de remoción de la PTAR-Yauli, durante el procedimiento se realizó la toma de 8 muestras de cada punto del afluente y efluente respectivamente, se rellenó los registros y formatos para el monitoreo (registro datos de campo, registro de cadena de custodia, etiqueta para muestra de agua residual, etc.), se realizó de acuerdo al protocolo de monitoreo de la calidad para efluentes de PTAR (R.M. 273-2013-VIVIENDA), para posteriormente realizar el análisis de las muestras en el laboratorio y los resultados fueron específicos donde la concentración promedio de la demanda bioquímica de oxígeno en el efluente de la PTAR es de 670.57mg/L dicho parámetro no cumple con los límites máximos permisibles de acuerdo a D.S. N°003-2010 –MINAM, puesto que el % de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yauli es de 3.98% y con respecto a los cuatro parámetros (demanda química de oxígeno, aceites y grasas, coliformes termotolerantes y sólidos solubles totales), si cumplen con los límites máximos permisibles de acuerdo al D.S. N°003-2010 –MINAM, el % de remoción de demanda química de oxígeno es negativo porque la concentración en el afluente es menor a lo requerido en D.S. N°003-2010 –MINAM , el % de remoción de aceites y grasas es de 40.61%, el % de remoción de coliformes termotolerantes es de 44.48% y el

% de remoción de sólidos solubles totales es de 73.15%. Se concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli es eficiente debido a que remueve la mayoría de los parámetros de control y cumplen con los límites máximos permisibles, a excepción de la demanda bioquímica de oxígeno que supera los límites máximos permisibles siendo el único parámetro que no puede mover la PTAR de Yauli, para el procesamiento de datos de los resultados se utilizó el estadístico de Kolmogorov-Smirnov^a y Shapiro-Wilk, para contrastar la hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable.

PALABRAS CLAVES: concentración de parámetros, tratamiento de aguas residuales, afluentes de PTAR, efluentes de PTAR, eficiencia de remoción y caracterización de aguas residuales.

Abstract

The research was carried out with the aim of determining the concentration of the parameters of oils and fats, thermotolerant coliforms, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, total suspended solids, in the tributary and effluent of the Yauli-Huancavelica district wastewater treatment plant, and these results were compared with the LMP of the DS N ° 003- 2010 -MINAM and the removal efficiency of the WWTP-Yauli was determined, during the procedure 8 samples were taken from each point (tributary and effluent), respectively, all records and formats for monitoring (record field data, chain of custody record, label for waste water sample, etc.), was performed according to the quality monitoring protocol for effluents from WWTP (RM 273-2013-HOUSING), to subsequently carry out the analysis of the respective samples in the laboratory and the results were specific where the average concentration of biochemical oxygen demand in the effluent of the WWTP is 670.57mg / L, this parameter does not comply with the LMP according to DS N ° 003-2010 –MINAM, since the% removal from the Yauli District wastewater treatment plant is 3.98% and with respect to the four parameters (COD, AyG, CT and SST), if they comply with the LMP according to the DS N ° 003-2010

–MINAM, the chemical oxygen demand removal% is negative because the concentration in the tributary is less than that required in D.S. N ° 003-2010 – MINAM, the% removal of oils and fats is 40.61%, the% removal of CT is 44.48% and the% removal of TSS is 73.15%. It is concluded that the Yauli district wastewater treatment plant is efficient because it removes most of the control parameters and complies with the Maximum Allowable Limits (LMP), with the exception of the Biochemical Oxygen Demand that exceeds the LMP being the only parameter that cannot be removed by the Yauli WWTP, for the data processing of the results of analysis of the

concentration of the parameters the Kolmogorov- Smirnova and Shapiro-Wilk statistic was used to test the hypothesis of normality of the population and the normality of the data obtained, this when the sample is a maximum of size 50 and at the same time it was used to check hypothesis of normality necessary for the result of some analyzes to be reliable is verified.

Keywords: parameter concentration, wastewater treatment, tributaries PTAR, effluents PTAR, removal efficiency and characterization of wastewater.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los recursos hídricos en la actualidad es un gran problema tanto en las zonas urbanas y rurales en la mayoría por la descarga de las aguas residuales sin un tratamiento eficiente, debido al desconocimiento de la operación y mantenimiento de los sistemas de la planta de tratamiento de aguas residuales, llegando así a contaminar los sistemas acuáticos y asimismo afectando la salud pública.

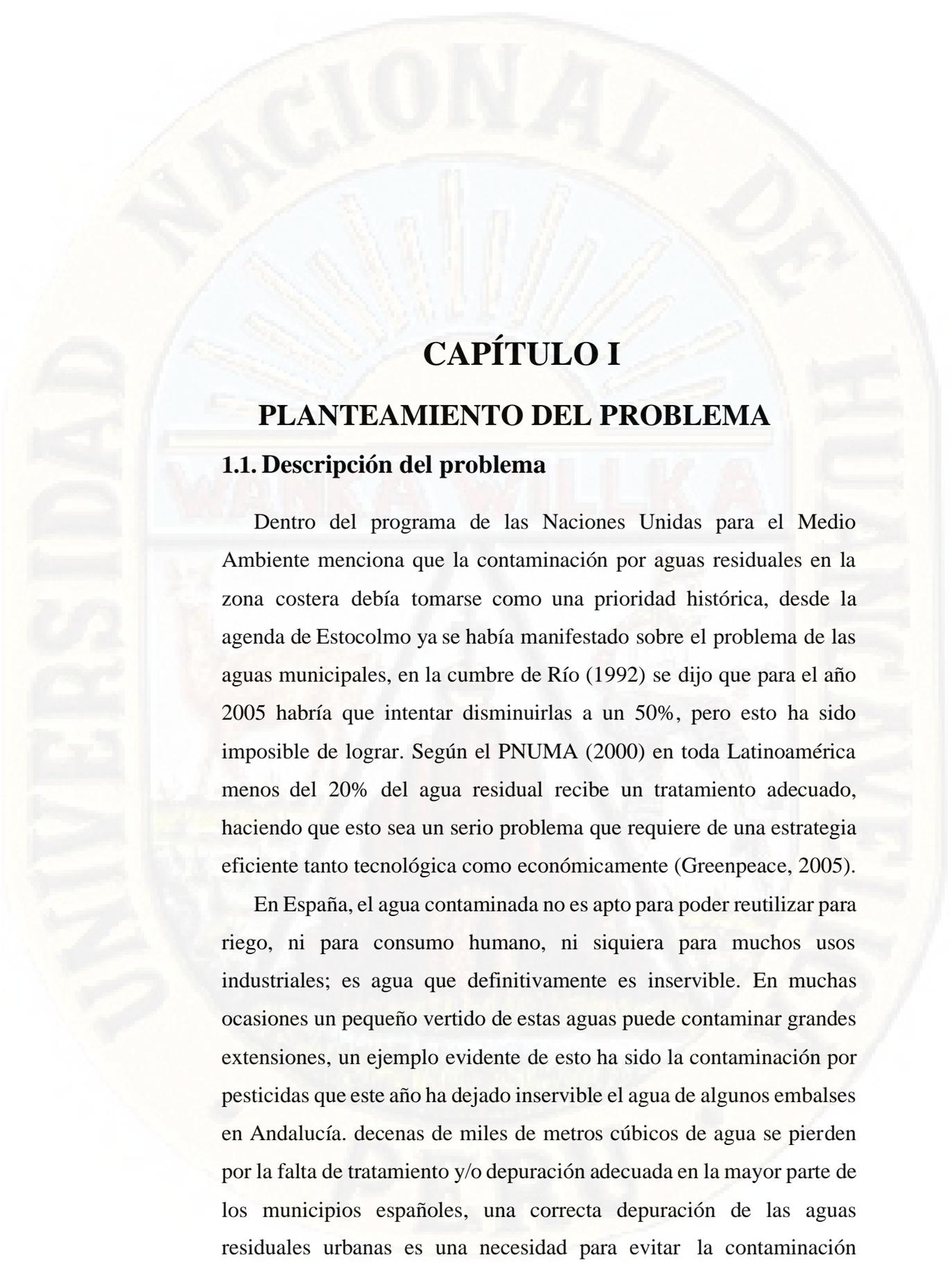
Esta investigación titulada Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, donde la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicado en el distrito de Yauli; a una altitud de 3383 msnm, cuenta con las operaciones y procesos unitarios como: cribado, desarenador, trampa de grasa, sedimentadores, lecho de secado y como último el filtro percolador. Actualmente la planta de tratamiento de aguas residuales opera deficientemente contaminando el cuerpo receptor (río Ichu) por la descarga de algunos parámetros por encima de los Límites Máximos Permisibles, y muchas veces esto sucede por dos simples razones uno es los criterios técnicos en el diseño y la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Esta investigación presenta como capítulo I el planteamiento del problema donde nos preguntamos ¿Cuál es la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica?, en la que presenta como objetivo general: Determinar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli

– Huancavelica. Por estas razones el presente estudio tiene como objetivo principal determinar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes Termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica. Con los resultados finalmente comprobar si los parámetros de estudio superan los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

En el capítulo II se presenta las bases teóricas teniendo como antecedentes a la investigación, investigaciones a nivel internacional, nacional y local, así mismo dando a conocer las teorías y definiciones que se utiliza en la presente investigación. En el capítulo III se presenta los materiales y métodos que se aplicaron en la investigación dando a conocer detalladamente el procedimiento de la investigación donde los parámetros de control son determinados de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, así también la caracterización del afluente nos ayuda para determinar el porcentaje de remoción de los parámetros de estudio desde el ingreso hasta la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli- Huancavelica.

En el capítulo IV se presenta la discusión de los resultados obtenidos, las conclusiones y sugerencias Y finalizando con bibliografía utilizada durante toda la investigación y el apéndice.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Dentro del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente menciona que la contaminación por aguas residuales en la zona costera debía tomarse como una prioridad histórica, desde la agenda de Estocolmo ya se había manifestado sobre el problema de las aguas municipales, en la cumbre de Río (1992) se dijo que para el año 2005 habría que intentar disminuirlas a un 50%, pero esto ha sido imposible de lograr. Según el PNUMA (2000) en toda Latinoamérica menos del 20% del agua residual recibe un tratamiento adecuado, haciendo que esto sea un serio problema que requiere de una estrategia eficiente tanto tecnológica como económicamente (Greenpeace, 2005).

En España, el agua contaminada no es apto para poder reutilizar para riego, ni para consumo humano, ni siquiera para muchos usos industriales; es agua que definitivamente es inservible. En muchas ocasiones un pequeño vertido de estas aguas puede contaminar grandes extensiones, un ejemplo evidente de esto ha sido la contaminación por pesticidas que este año ha dejado inservible el agua de algunos embalses en Andalucía. decenas de miles de metros cúbicos de agua se pierden por la falta de tratamiento y/o depuración adecuada en la mayor parte de los municipios españoles, una correcta depuración de las aguas residuales urbanas es una necesidad para evitar la contaminación

sanitaria, de poco sirven las inversiones millonarias destinadas a las municipalidades (Greenpeace, 2005).

En Colombia, los vertimientos de agua residuales están regulados por el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura, en el cual se exigen remociones de materia orgánica en términos de demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST), superiores al 80%, y se establecen concentraciones mínimas permisibles para parámetros de interés sanitario como los metales pesados. El Decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hace parte de la construcción normativa que gira en torno a la política para la gestión integral del recurso hídrico (PNGIRH) en Colombia, la cual busca establecer directrices unificadas para el manejo del agua en el país, con el fin de contribuir a la protección del recurso hídrico y hacer uso eficiente del mismo (Jaramillo Gallego et al., 2016).

En el Perú, según el estudio realizado por SUNASS (2008), se desprende que el 70% de las aguas residuales en el Perú no tienen un tratamiento adecuado de aguas alguno; asimismo que de las 143 plantas de tratamiento residual que existen en el Perú, solo el 14% cumplen con la normatividad vigente para vertimiento de PTAR; de acuerdo al plan nacional de saneamiento 2006- 2015, existe un déficit de 948 millones de dólares americanos, la inversión ejecutada hasta el 2005 por las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) alcanzó el importe de 369 millones de dólares americanos (Larios Meoño et al., 2015).

En la ciudad de Huancavelica, en el estudio realizado por la E.P.S. EMAPA, menciona que la cobertura del servicio es muy baja, solamente el 48% de la población cuenta con el servicio domiciliario, lo que significa que un 52% no tiene acceso a una disposición sanitaria de las aguas servidas. Este alto porcentaje de población busca alguna forma para disponer sus aguas servidas y dispone sus aguas residuales a las calles, a los canales, a las acequias o directamente al río Ichu. Como

consecuencia de ello todos los cursos o escorrentías superficiales que se ven en la ciudad están muy contaminados. El problema de la contaminación del Río Ichu representa un potencial foco de contaminación de la población urbana asentada aguas abajo (Emapa, 2008).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica?

1.3. Objetivos: General y específicos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica.

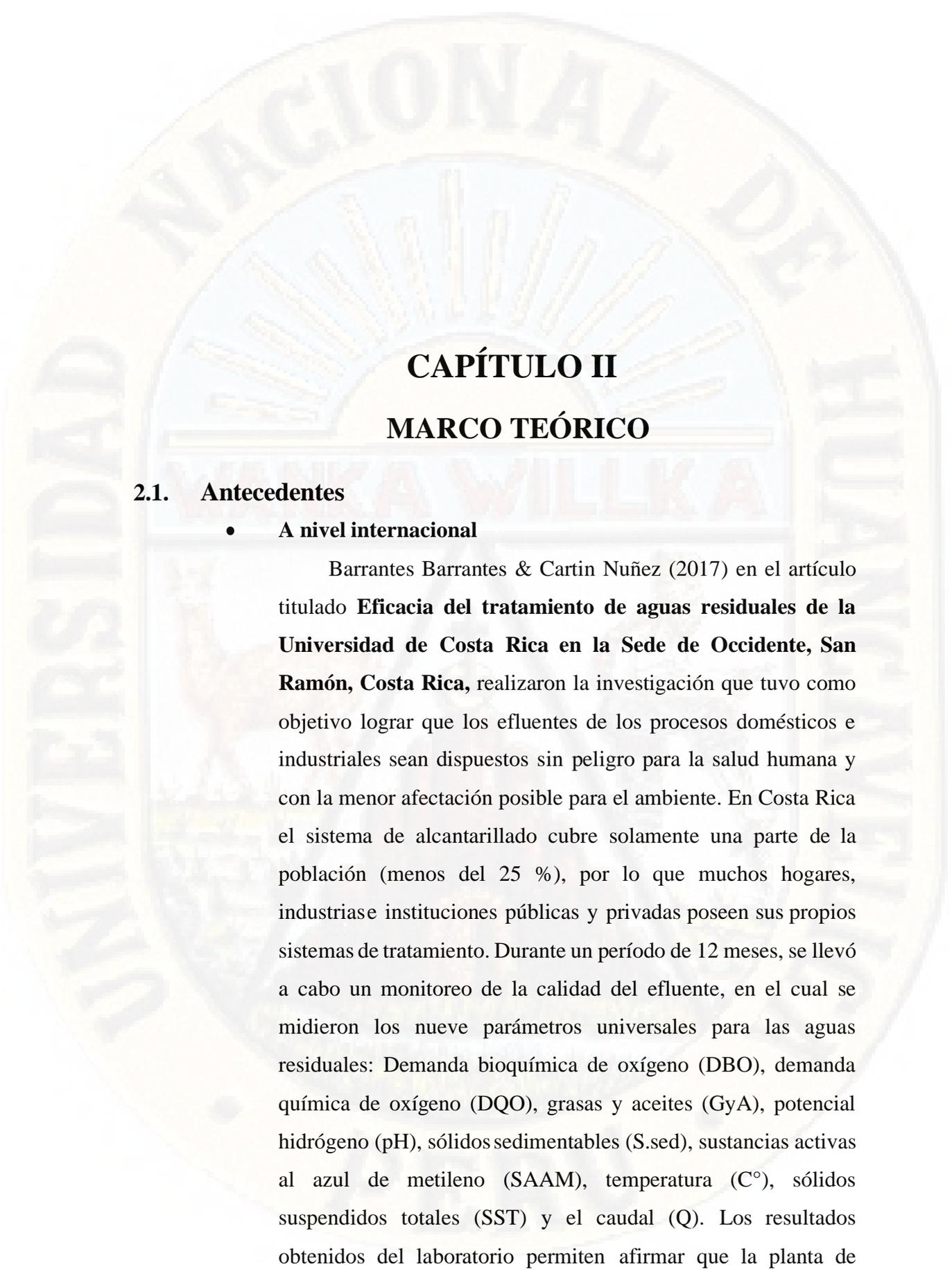
1.3.2. Objetivo específico

- Comparar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión con la normativa de límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales vertidos a cuerpos de aguas naturales, según el D.S. 003 – 2010 – MINAM.
- Determinar la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yauli de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión.

1.4. Justificación

Actualmente la contaminación de los cuerpos receptores (ríos, arroyos, lagunas, humedales, etc.) se presentan como uno de los problemas de alto riesgo, todo ello por las constantes descargas de las aguas residuales sin previo tratamiento y si algunas de estas cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales estas operan en pésimas condiciones o no cuentan con los sistemas de tratamiento o procesos necesarios, originando una descarga con concentraciones elevadas de los parámetros de control. La descarga incontrolada de estos parámetros posteriormente alterara las concentraciones de los parámetros en los cuerpos receptores provocando el agotamiento del oxígeno presente en el agua, eutrofización de los medios receptores, acumulación de sedimentos entre otros. Así mismo alteramos la calidad del agua y el ecosistema acuático de los seres vivos.

Esta investigación surge de la necesidad de determinar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica e interpretar los resultados de los parámetros como (aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión) cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el efluente de la PTAR, según el D.S. N° 003-2010-MINAM, ya que como cuerpo receptor tenemos al río Ichu donde aguas abajo de la descarga se desarrollan diversas actividades como la agricultura, ganadería, pecuaria, etc. Por otro parte, la investigación será de mucha ayuda para futuros trabajos concernientes con el tema, de modo que teniendo como resultado la eficiencia de remoción de la materia orgánica en la PTAR se recomendará, implementar otros sistemas de tratamiento con el propósito de cumplir con los Límites Máximos Permisibles para el efluente de la PTAR, según el D.S. N° 003-2010-MINAM.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

- **A nivel internacional**

Barrantes Barrantes & Cartin Nuñez (2017) en el artículo titulado **Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica**, realizaron la investigación que tuvo como objetivo lograr que los efluentes de los procesos domésticos e industriales sean dispuestos sin peligro para la salud humana y con la menor afectación posible para el ambiente. En Costa Rica el sistema de alcantarillado cubre solamente una parte de la población (menos del 25 %), por lo que muchos hogares, industriales e instituciones públicas y privadas poseen sus propios sistemas de tratamiento. Durante un período de 12 meses, se llevó a cabo un monitoreo de la calidad del efluente, en el cual se midieron los nueve parámetros universales para las aguas residuales: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), grasas y aceites (GyA), potencial hidrógeno (pH), sólidos sedimentables (S.sed), sustancias activas al azul de metileno (SAAM), temperatura (C°), sólidos suspendidos totales (SST) y el caudal (Q). Los resultados obtenidos del laboratorio permiten afirmar que la planta de

tratamiento de aguas residuales bajo estudio cumple con los parámetros permitidos por la legislación vinculante. Por lo tanto, se concluye que la PTAR-SO cumple con los parámetros establecidos en la legislación nacional, lo cual garantiza que no haya afectación significativa a ningún ecosistema, ni a la salud de las personas.

Galindo, Toncel, & Rincón (2016) en su artículo menciona la investigación titulado **Evaluación de un filtro biológico como unidad de postratamiento de aguas residuales utilizando conchas marinas como material de soporte de la Universidad de La Guajira – Colombia**, en donde se valoró la eficiencia de un filtro biológico (FB) a escala piloto, utilizando conchas marinas como material de soporte (MS) para el posterior tratamiento de aguas residuales municipales (ARM) que provenían de un tratamiento previo anaerobio-aerobio. A pesar de recibir tratamiento previo, el número de coliformes totales y fecales afluentes al FB fueron altos, presentando órdenes hasta de 10^7 NMP/100ml, las mayores eficiencias en la remoción de Coliformes totales y fecales fueron de 97,24 y 94,63%, respectivamente, registradas en el TRH de 12,85h.

Sandra Crombet, Abalos Rodriguez, Rodriguez Pérez, & Pérez Pompa (2016) realizaron la investigación titulado **Evaluación del tratamiento anaerobio de las aguas residuales de una comunidad universitaria de la Universidad de Oriente – Cuba**, La remoción de la materia orgánica en las aguas residuales de la comunidad universitaria Antonio Maceo de la Universidad de Oriente empleando, a escala de laboratorio, dos sistemas: reactor UASB y laguna anaerobia. Los sistemas anaerobios evaluados, alcanzaron una remoción de la DQO

superior al 70 % y una disminución de las bacterias coliformes totales desde 72×10^5 NMP/100 mL hasta 16 NMP/100 mL. La clarificación con alumbre mejora las características estéticas del efluente. Cualquiera de las variantes (UASB o laguna anaerobia) pueden ser aplicadas para la remoción de la materia orgánica en las aguas domésticas de la comunidad universitaria.

Matsumoto & Sánchez Ortiz (2016) realizaron la investigación titulado **Desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Iracema (Brasil)**, algunos de los más importantes parámetros medidos en las plantas de tratamiento de aguas residuales –PTAR– son: materia orgánica, sólidos y organismos fecales. El objetivo de este trabajo fue realizar el diagnóstico del desempeño de la PTAR de San Juan de Iracema en la remoción de dichos parámetros. Se realizó un estudio batimétrico de las lagunas anaerobia y facultativa; se monitorearon el afluente y efluente de la PTAR en tres temporadas climáticas diferentes, cada una con duración de tres meses, por medio de la medición de oxígeno disuelto, pH, temperatura, DBO, DBO filtrada, DQO, sólidos y coliformes. Como resultado se registraron acumulaciones de lodos del 1,3 y 6,5% del volumen de las lagunas anaerobia y facultativa; la remoción media de DBO fue del 73,6%, inferior al 80% recomendado por la legislación brasilera. Llegando a una conclusión de que la PTAR necesita implementar un sistema de postratamiento que garantice remoción adicional de materia orgánica y coliformes para ajustar el efluente a la normatividad ambiental.

Muñoz Sánchez & Reyes Mazzoco (2013) en su artículo realizaron la investigación titulado **Evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica y nitrógeno en un filtro percolador con nuevo empaque de la Universidad de las Américas Puebla – México**, En donde se evaluó la eficiencia de un filtro percolador para remover DQO de una descarga sanitaria real con DQO promedio de 380 mg/L en la Universidad de las Américas Puebla. El empaque diseñado por los autores opero en el 2012 durante marzo y mayo. En la última prueba, con CH de $19.6 \text{ m}^3 / \text{m}^2\text{d}$ se observó consecuentemente que el porcentaje de remoción de DQO se redujo. Las cargas orgánicas removidas entre 1.62 y 3.19 kg DQO/ m^3d corresponden a un empaque de alta carga y eficiencia. Se midió el oxígeno disuelto en tres puntos del filtro que coinciden con los valores de reducción de la DQO. La remoción de nitrógeno no fue significativa en los cuatro experimentos.

- **A nivel nacional**

Alaya Esparraga & Barboza Elera (2018) realizaron la investigación titulado **Análisis de la eficiencia del proceso electroquímico para el tratamiento de las aguas residuales en la PTAR Jaen, Cajamarca - 2017**, en la Universidad de Lambayeque, donde tiene por finalidad de establecer la calidad del agua residual antes y después del proceso electroquímico de la provincia de Jaén y su caracterización fisicoquímica y microbiológica se, tomando como base las muestras de acuerdo a la normativa peruana por el método del número más probable para el recuento de coliformes totales y termotolerantes. La presente investigación tiene como objetivo principal determinar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales; a través del tratamiento electroquímico en eliminar la concentración de

coliformes totales y termotolerantes de las aguas residuales de la PTAR de Jaén; con la intención de cumplir con la D.S. N° 015 – 2015 Las muestras iniciales antes del proceso electroquímico tienen como parámetros al pH entre 7.38 y 7.68, temperatura entre 19.1°C y 20.2°C, conductividad entre 749 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 949 $\mu\text{s}/\text{cm}$, coliformes totales >1600 y coliformes termotolerantes >1600. Se logró reducir menos de 1.8 usando como el método del número más probable, agregando un voltaje de 12 voltios y una intensidad de corriente de 5 Amperios, en un tiempo de 40 minutos demostrando la eficiencia del proceso electroquímico en la eliminación de las bacterias coliformes totales y termotolerantes.

Villanueva Aliaga & Yance Soto (2017) realizaron la investigación titulado **Mejoramiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes en la PTAR del distrito de Huáchac-Chupaca**, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, donde tuvo como objetivo mejorar la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes en la PTAR del distrito de Huáchac-Chupaca. Se instaló una zanja de disposición final de residuos sólidos generados en la PTAR. Se realizó la remoción periódica de natas y sólidos flotantes de las lagunas facultativas. Y posterior a ello se monitoreó la calidad de agua residual en los puntos de monitoreo establecidos de acuerdo con la RM N°273- 2013-VIVIENDA, y finalmente se procedió al cálculo de la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes obteniendo los siguientes valores: 84.2% de DBO, 86.3% de DQO y 77.3% de coliformes termotolerantes.

Martínez Bardales (2016) realizó la investigación titulado **Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos**

totales en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Celendín, de la Universidad Nacional de Cajamarca, el presente trabajo se realizó con el propósito de conocer, evaluar y contrastar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas Residuales de la ciudad de Celendín (PTAR) en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno y los sólidos suspendidos totales, así como determinar la concentración del pH y temperatura en el tratamiento de las aguas residuales cuando entre en funcionamiento la PTAR; de tal manera que se cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes de PTAR para vertidos a cuerpos de agua, dando a conocer las condiciones fisicoquímicas del agua que se trataría en la planta.

Montenegro Juárez (2016) en su tesis de maestría realizó la investigación titulado **Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticos del distrito del Parco, Bagua, Amazonas, Abril-Octubre 2013 de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo**, con el objetivo de determinar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, PTAR del distrito El Parco, Bagua, Amazonas durante abril – octubre, 2013. La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales fue de 99,99% (coliformes fecales); 92,36% (DQO); 92,14% (DBO5); 72,46% (aceites y grasas) y 49,44% (sólidos totales en suspensión). El valor de coliformes fecales ($14,5 \times 10^6$ CF/100mL) en el afluente de la PTAR El Parco superó el límite máximo permisible (10×10^3 CF/100mL), de igual manera en el efluente la DQO (210 mg/L) y la DBO5 (117,50 mg/L) superó los límites máximos permisibles, indicando que no se cumple con la normatividad vigente.

Eduardo Pareja (2015) realizó la investigación titulado **Evaluación de la eficiencia de la remoción de nutrientes del efluente de la PTAR de la empresa Esmeralda Corp S.A.C**, mediante el uso de humedales artificiales, empleando la especie *typha domingensis pers* (Totora) de la Universidad Científica del Sur, tuvo como objetivo la implementación de un humedal artificial o wetland de flujo subsuperficial (HAFSS) en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Esmeralda Corp S.A.C., empleando como vegetación emergente a la especie *Typha domingensis Pers*(totora); con la finalidad de reducir los niveles de nutrientes - nitrógeno y fósforo- del efluente de la PTAR, mejorando así su calidad y minimizando los potenciales impactos ambientales negativos. Finalmente, debido a la alta eficiencia, bajos costos, facilidad de operación y mantenimiento, y la semejanza de la calidad del afluente con un agua residual doméstica, el HAFSS se utilizó en zonas rurales que carezcan de redes de alcantarillado público.

- **A nivel local**

Castro Olarte (2018) realizó la investigación titulado **Evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica**, se estudió un nuevo sistema de tratamiento primario para aguas residuales industriales, propone utilizar el reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB), aplicado a la remoción de materia orgánica. Se evaluó la mejor eficiencia de remoción de materia orgánica en un reactor UASB, para un tiempo de retención hidráulico (TRH) de 14 horas con un caudal de circulación de 35ml/min se obtuvo una eficiencia mínima de remoción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 33.66% y una máxima

eficiencia de 76.90% todo ello en un rango de temperatura de agua residual de 10°C y 19°C. También para este TRH de 14 horas la cantidad de sólidos suspendidos totales disminuyó de 524.34mg/L a 365.04mg/L, obteniéndose una eficiencia de remoción de sólidos suspendidos totales de 30.28%. El tratamiento primario reactor UASB es una alternativa para remover la materia orgánica y sólidos suspendidos totales, aplicado para aguas residuales del Camal Municipal de Huancavelica a localidades ubicados en lugares con condiciones de clima y altitud similares, el diseño se optimizó para un TRH de 14 horas para el reactor UASB el cual se obtuvo una mejor eficiencia de remoción de materia orgánica.

Quispe Ramos (2018) en su tesis de maestría realizó la investigación titulado **Evaluación ambiental del efluente del riachuelo pongos y su influencia al cuerpo receptor del río Lircay**, mencionó que el proceso para la obtención de los metales origina impactos negativos al medio ambiente, debido a que se originan cantidades de desechos mineros tanto líquidos como sólidos, siendo una de las principales fuentes de contaminación de aguas superficiales y subterráneas los relaves mineros. La contaminación acuática se ha incrementado a través del tiempo; los ríos y lagunas que son los receptores finales de las evacuaciones de efluentes líquidos de actividades industriales, principalmente de las industrias minero – metalúrgicas. Con contenidos de metales pesados como el Cu (Cobre), Pb (Plomo), Zn (Zinc), As (Arsénico) y algunos reactivos químicos de los pasivos minerales de la mina. Debido a que este problema puede persistir durante décadas e incluso cientos de años una vez finalizado el ciclo productivo. Los resultados obtenidos fueron: la temperatura fluctúa entre 10.2 y 15.3 °C y los valores del pH presentan un rango alcalino (7.31 y

8.14) encontrándose dentro de los límites permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y Minas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teorías

a) Teoría de la gravedad

Matsumoto (2016), menciona la Ley de la Gravitación Universal descubierto por Isaac Newton que explica que los objetos se atraen unos a otros con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros. Al someter a una sola ley matemática los fenómenos físicos más importantes del universo observable, Newton demostró que la física terrestre y la física celeste son una misma cosa.

Cuanto mayor sea la distancia al centro de la tierra, será menor el peso del objeto. A mayores distancias, habrá menores fuerzas. Para distancias muy grandes, la fuerza de gravedad de la tierra tiende a cero, pero nunca será igual a cero. Incluso si te transportas hasta los confines del universo, todavía estarás bajo la acción gravitacional de tu hogar; aunque ésta quedaría “opacada” si se compara con las influencias gravitacionales de cuerpos más cercanos y/o más masivos, pero seguiría existiendo. La influencia gravitacional de todo objeto material, sin importar su pequeñez o su lejanía, se extiende por todo el espacio.

b) Teoría de la doble capa eléctrica

Matsumoto (2016), menciona que Helmholtz propone que cuando una superficie posee una carga neta, esta carga ejercerá una atracción coulombica neta sobre los contra iones que se encuentren en las cercanías. De igual forma postuló la formación de una doble capa eléctrica, esto es, de dos capas adyacentes con cargas opuestas.

Contiene eléctrica que proviene de la transferencia de carga entre las fases, adsorción de los iones positivos y negativos, orientación de las moléculas con momento dipolar y polarización de la carga eléctrica en las moléculas. Adquiere gran importancia en el comportamiento de los coloides y otras superficies en contacto con solventes. Uno de los principales efectos de la existencia de la doble capa en la interfaz electrodo-solución es la acumulación de carga o capacidad, superpuesta a una actividad farádica.

c) Teoría microbiana o germinal de las enfermedades

Matsumoto (2016), menciona que Pasteur sugiere que la acción de microorganismos exteriores es la causa, por ejemplo, del deterioro de la leche, esos mismos microorganismos podían invadir un cuerpo sano y causar las afecciones. Llegó así a establecer, como consecuencia de sus trabajos, la llamada teoría microbiana o germinal de las enfermedades, según la cual muchas de éstas se deben a la penetración en un cuerpo sano de

microorganismos patógenos. Pese a la incompreensión que suscitó (derivada en cierto modo del sentido común, para el que resulta sorprendente que seres microscópicos puedan matar a otros infinitamente más grandes), los resultados de sus ulteriores investigaciones acabarían avalando su hipótesis.

2.2.2. Generalidades

- **Importancia del agua**

El agua es una fuente única, de gran significación para los seres vivos, es el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que genera vida en el medio natural. El agua aparentemente se resume en una simple fórmula: H_2O , que es la característica más general de las grandes masas que cubren el 71% de la superficie de la tierra (océanos, casquetes polares, glaciares, aguas superficiales y subterráneas) y que conforman lo que se denomina la hidrosfera (García et al., 2001).

- **Calidad de agua**

La calidad del agua está definida por su composición química y por sus características físicas y biológicas, adquiridas a través de los diferentes procesos naturales y antropogénicas. Éstos implican contacto y disolución de los componentes minerales de las rocas sobre las cuales el agua actúa como agente meteorizante, en sus diferentes estados de adherencia (sólido, líquido y gaseoso), además de intervenir como

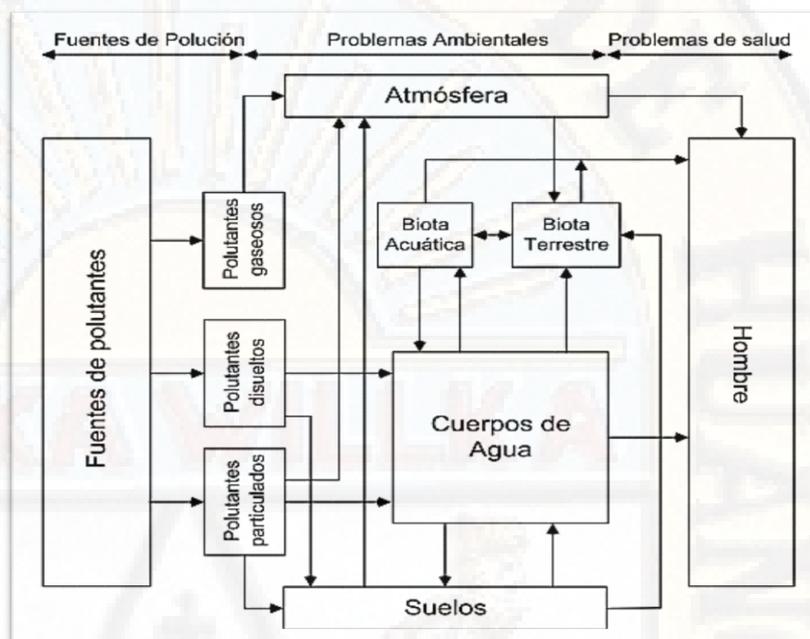
disolvente de los gases presentes en la atmósfera. La calidad del agua natural y su variación espaciotemporal se modifica por el influjo de las múltiples actividades socioeconómicas, de acuerdo con las características propias de estas dinámicas. Comúnmente la calidad del agua se expresa en términos de cantidades mensurables y relacionadas con su uso potencial. La composición general de los diversos tipos de agua en la hidrosfera puede estudiarse mejor dentro del marco de referencia del ciclo hidrológico (García et al., 2001).

- **Principales alteraciones de la calidad del recurso hídrico.**

En general, los contaminantes pueden ser soltados al ambiente como gases, sustancias disueltas o en forma de partículas. Los contaminantes llegan al ambiente acuático a través de una variedad de trayectorias, incluyendo la atmósfera y el suelo (García et al., 2001).

Figura 1

Ruta de los Contaminantes Relacionada con el Ambiente Acuático



Fuente: Segura Triana (2007)

El mayor origen de contaminación de las aguas superficiales es la acumulación y descarga de las aguas residuales domésticas, industriales, agrícolas, ganaderas, mineras, etc. En las aguas agrícolas la aplicación de plaguicidas o fertilizantes es considerada como fuente difusa de contaminación (García et al., 2001).

Tabla 1

Fuentes Antropogénicas De Contaminantes En El Ambiente Acuático

| Fuente | Bacterias | Nutrientes | Micro contaminante Orgánico | Aceites y Grasas |
|------------------------|-----------|------------|-----------------------------|------------------|
| Atmósfera | | X | XXX.G | |
| Fuentes puntuales | | | | |
| De Residuos | XXX | XXX | XXX | |
| Efluentes Industriales | | X | XXX.G | XX |
| Fuentes Difusas | | | | |
| Agrícola | XX | XXX | | |
| Dragado | | X | XXX | X |
| Navegación- Puertos | X | X | X | XXX |
| Fuentes Mixtas | | | | |
| Residuos Urbanos | XX | XX | XX | XX |
| Residuos Urbanos | | X | XXX | X |

X=Baja significación local XX=Significación moderada local/regional

XXX=Significación alta local/regional G=Significado global Fuente: Organización Mundial de la Salud

Existen diferentes tipos de cambios del recurso hídrico, las cuales pueden ser clasificadas en físicas, químicas y biológicas. Cada uno de estos tipos de cambios indica diferentes tipos de contaminación del agua (Segura Triana, 2007).

Tabla 2

Alteraciones Físicas Del Agua

| Alteraciones Físicas | Tipo de Contaminante que Indica |
|--------------------------|---|
| Color | El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos. Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores, pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación. |
| Olor y Sabor | El olor y sabor del agua se da mediante los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor. |
| Temperatura | El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. |
| Materiales en Suspensión | Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas) |
| Radiactividad | Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos. |
| Espumas | Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder auto depurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. |
| Conductividad | El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. |

Fuente: Segura Triana (2007)

Tabla 3

Alteraciones Químicas Del Agua

| Alteraciones Químicas | Tipo de Contaminante que Indica |
|--|--|
| pH | Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO ₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; alterados por algunos minerales que se encuentran en la naturaleza. Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc. |
| Oxígeno Disuelto (OD) | Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida. |
| Materia Orgánica Biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica. |
| Materiales Oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO) | Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. |
| Alteraciones Químicas | Tipo de Contaminante que Indica |
| Compuestos orgánicos | Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos |

Fuente: Segura Triana (2007)

Algunas características de contaminación generan alteraciones biológicas en el agua, como el incremento en las poblaciones de determinados microorganismos que se pueden comportar como patógenos causantes de diferentes enfermedades humanas (Segura Triana, 2007).

Tabla 4
Alteraciones Biológicas del Agua

| Alteraciones Biológicas del Agua | Tipo de Contaminación que Indica |
|---|-------------------------------------|
| Bacterias Coliformes | Desechos fecales Desechos |
| Virus | Desechos fecales y restos orgánicos |
| Animales, Plantas, Microorganismos Diversos | Eutrofización |

Fuente: Segura Triana (2007)

- **Aguas residuales**

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA, 2014). Dentro de estos conceptos se incluyen aguas con diversos orígenes:

- a) Aguas residuales domésticas:** Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente (OEFA, 2014).
- b) Aguas blancas:** Estas aguas son de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración (Espinares García & Pérez López, 2005).

c) **Aguas residuales industriales:** Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras (OEFA, 2014).

d) **Aguas residuales agrícolas:** Son aguas de procedencia agrícola o zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo (Espinares García & Pérez López, 2005).

- **Características de las aguas residuales urbanas**

Las aguas residuales urbanas se caracterizan por su composición física, química y biológica, haciendo una interrelación entre muchos de los parámetros que integran dicha composición. A la hora de realizar una adecuada gestión de dichas aguas, se hace imprescindible el disponer de una información lo más detallada posible sobre su naturaleza y características (Martin García et al., 2006).

A continuación, se muestran las principales características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales urbanas.

a) Las características físicas más importantes de las aguas residuales urbanas son:

- **Color:** la coloración de las aguas residuales urbanas determina cualitativamente el tiempo de estas. Generalmente varía del beige claro al negro. Pasando a ser de color gris o

negro, debido a la implantación de condiciones de anaerobiosis, por descomposición bacteriana de la materia orgánica (Martin García et al., 2006).

- **Olor:** se debe principalmente al aspecto de determinadas sustancias producidas por la des- composición anaerobia de la materia orgánica: ácido sulfhídrico, indol, escatoles, mercaptanos y otras sustancias volátiles. Si las aguas residuales son recientes, no presentan olores desagradables ni intensos. A medida que pasa el tiempo, aumenta el olor por desprendimiento de gases como el sulfhídrico o compuestos amoniacales por descomposición anaerobia (Martin García et al., 2006).
- **Temperatura:** La temperatura del agua residual es generalmente más alta que la del suministro, debido a la adición de agua caliente procedente de las casas y de actividades industriales. Como el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas de las aguas residuales observadas son más altas que las temperaturas locales del aire durante la mayor parte del año y sólo son más bajas durante los meses más cálidos del verano. Según la localización geográfica, la temperatura media anual del agua residual varía de

10° C a 21 °C, siendo, pues 15 °C un valor representativo (Metcalf and Eddy, 1995).

- **Sólidos totales:** Los sólidos totales del agua residual proceden del agua de abastecimiento, del uso industrial y doméstico y del agua de infiltración de pozos locales y aguas subterráneas, como ya se indicó anteriormente. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños, lavaderos, trituradores de basura y ablandadores de agua (Metcalf and Eddy, 1995).

Tabla 5

Estimación de Componentes de Sólidos Totales en Aguas Residuales

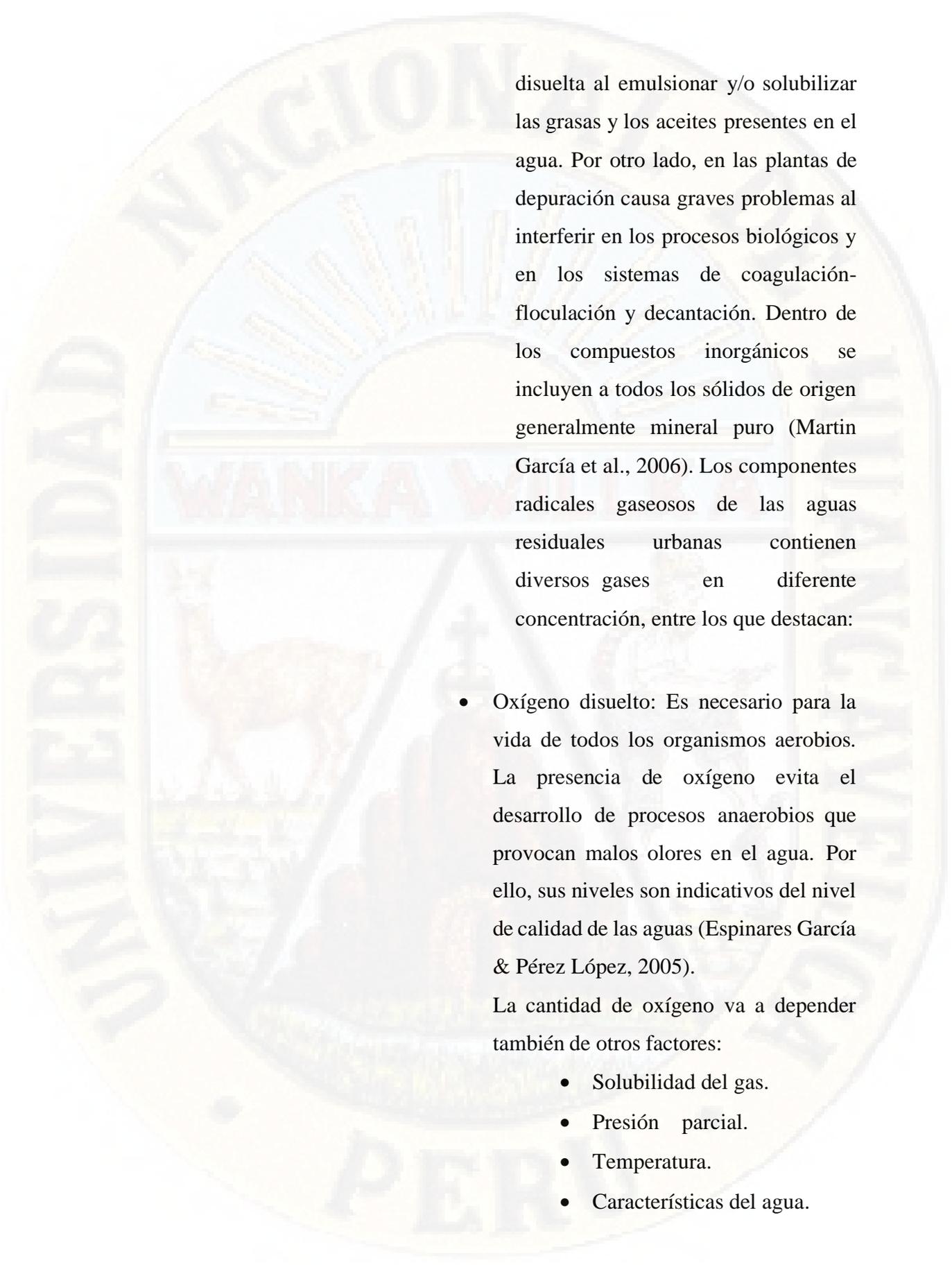
| Componente | Peso Seco, Gramos/Habitante y Día |
|---|--------------------------------------|
| Agua de suministro y agua subterránea, que supone poca dureza | 12,7 |
| Heces (sólidos, 23%) | 20,5 |
| Orina (sólidos, 3,7%) | 43,3 |
| Inodoros (incluyendo papel) | 20,0 |
| Pilas, baños, lavaderos y otras fuentes de aguas domesticas de lavado | 86,5 |
| Basura del suelo | 30,0 |
| Ablandamiento de agua | * |
| Total, para el agua residual domestica de sistema de alcantarillado separativo, excluyendo la aportación de ablandadores del agua | 213,0 |
| Residuos industriales | 200,0** |
| Total, para aguas residuales industriales y domesticas de un sistema de alcantarillado separativo | 413,0 |
| Aguas pluviales | 25,0*** |
| Total, para aguas residuales industriales y domesticas de un sistema de alcantarillado unitario | 438,0 |

Fuente: Meecaft&Eddy(1995)

Características químicas de las aguas residuales urbanas vienen definidas por sus componentes orgánicos, inorgánicos y gaseosos.

Los componentes orgánicos pueden ser de origen vegetal o animal, aunque cada vez, y con mayor frecuencia, las aguas residuales urbanas también contienen compuestos orgánicos sintéticos. Las proteínas, hidratos de carbono y lípidos, así como sus derivados, son los compuestos orgánicos que principalmente aparecen en este tipo de aguas. Son biodegradables y su eliminación por oxidación es relativamente sencilla (Martin García et al., 2006).

- Junto con las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas y los aceites, en el agua residual urbana aparecen pequeñas cantidades de moléculas orgánicas sintéticas. Entre estas moléculas orgánicas sintéticas, destacan los agentes tensoactivos. Los agentes están formados por moléculas de gran tamaño, ligeramente solubles en agua. Son responsables de la aparición de espumas en las plantas de tratamiento y en la superficie de los cuerpos de agua receptores de los vertidos. La formación de estas espumas produce un incremento de contaminación por materia orgánica

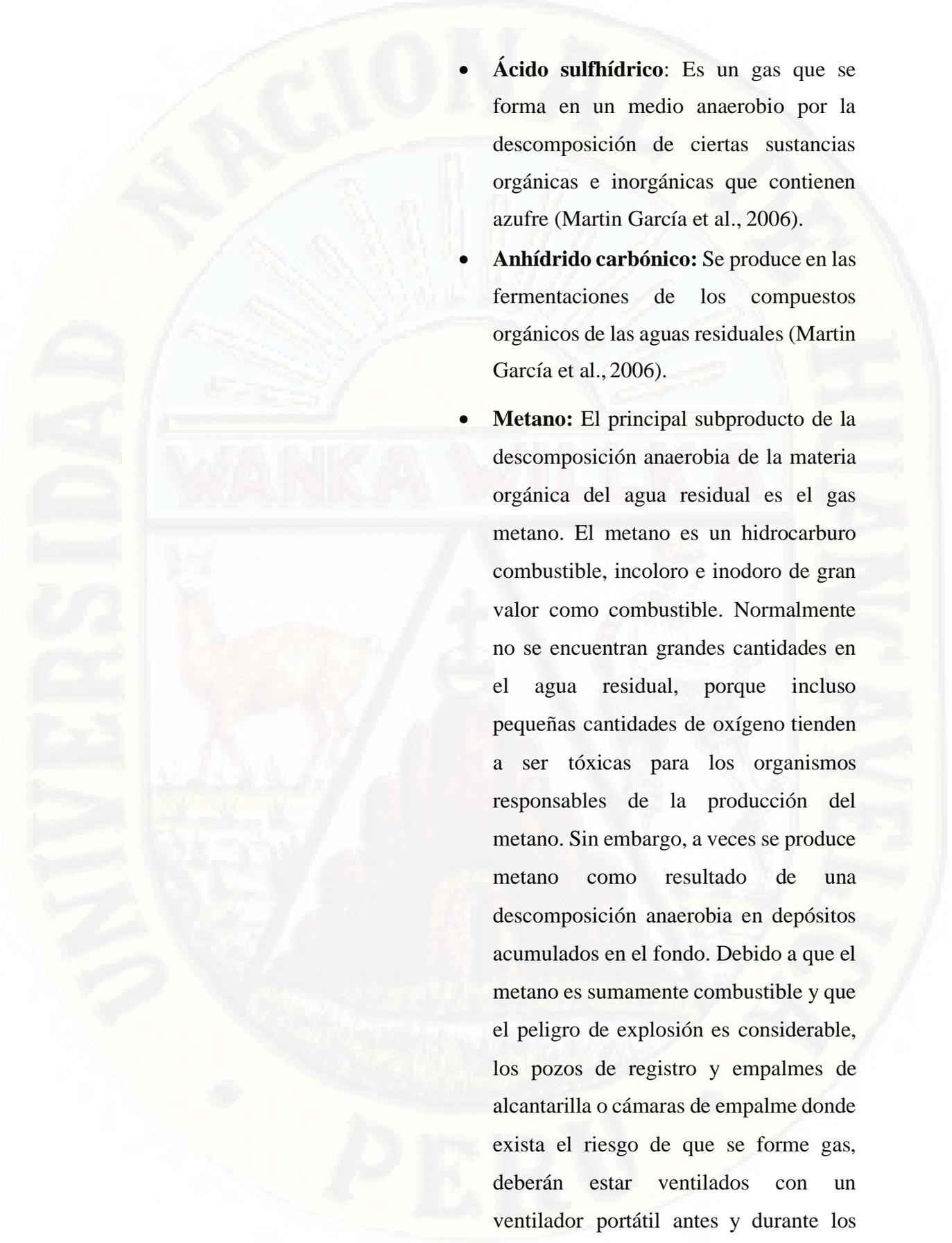


disuelta al emulsionar y/o solubilizar las grasas y los aceites presentes en el agua. Por otro lado, en las plantas de depuración causa graves problemas al interferir en los procesos biológicos y en los sistemas de coagulación-floculación y decantación. Dentro de los compuestos inorgánicos se incluyen a todos los sólidos de origen generalmente mineral puro (Martín García et al., 2006). Los componentes radicales gaseosos de las aguas residuales urbanas contienen diversos gases en diferente concentración, entre los que destacan:

- Oxígeno disuelto: Es necesario para la vida de todos los organismos aerobios. La presencia de oxígeno evita el desarrollo de procesos anaerobios que provocan malos olores en el agua. Por ello, sus niveles son indicativos del nivel de calidad de las aguas (Espinares García & Pérez López, 2005).

La cantidad de oxígeno va a depender también de otros factores:

- Solubilidad del gas.
- Presión parcial.
- Temperatura.
- Características del agua.

- 
- The background of the page features a large, semi-transparent watermark of the University of Wanka logo. The logo is circular and contains the text 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE WANKA' at the top and 'PERU' at the bottom. In the center, there is a sun with rays, a llama, and a mountain range.
- **Ácido sulfhídrico:** Es un gas que se forma en un medio anaerobio por la descomposición de ciertas sustancias orgánicas e inorgánicas que contienen azufre (Martín García et al., 2006).
 - **Anhídrido carbónico:** Se produce en las fermentaciones de los compuestos orgánicos de las aguas residuales (Martín García et al., 2006).
 - **Metano:** El principal subproducto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica del agua residual es el gas metano. El metano es un hidrocarburo combustible, incoloro e inodoro de gran valor como combustible. Normalmente no se encuentran grandes cantidades en el agua residual, porque incluso pequeñas cantidades de oxígeno tienden a ser tóxicas para los organismos responsables de la producción del metano. Sin embargo, a veces se produce metano como resultado de una descomposición anaerobia en depósitos acumulados en el fondo. Debido a que el metano es sumamente combustible y que el peligro de explosión es considerable, los pozos de registro y empalmes de alcantarilla o cámaras de empalme donde exista el riesgo de que se forme gas, deberán estar ventilados con un ventilador portátil antes y durante los

períodos de tiempo en que los operarios trabajen en ellos en trabajos de inspección, renovaciones o reparaciones. En las plantas de tratamiento, deberán fijarse avisos sobre el peligro de explosión existente y los operarios deberán ser instruidos sobre las medidas de seguridad que se mantendrán mientras trabajen y en los lugares donde pueda haber gas presente (Metcalf and Eddy, 1995).

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅):** Es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua. Esta prueba se realiza durante 5 o 3 días a 20°C por lo que se expresa como DBO o DBO₅ respectivamente (Espinares García & Pérez López, 2005).
- **Demanda química de oxígeno (DQO):** Mide la cantidad de materia orgánica del agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para oxidarla, pero en este caso proporcionado por un oxidante químico como el permanganato o el dicromato potásicos (Espinares García & Pérez López, 2005).

- b) Las características biológicas con los que el ingeniero sanitario debe estar familiarizado incluyen el conocimiento de los grupos principales de microorganismos que se

encuentran en las aguas superficiales y residuales, así como aquellos que intervienen en el tratamiento biológico, el de los organismos utilizados como indicadores de polución y su importancia, y, finalmente, de los métodos utilizados para valorar la toxicidad de las aguas residuales tratadas (Metcalf and Eddy, 1995).

- **Microorganismos:** Los grupos principales de organismos que se encuentran en las aguas superficiales y residuales se clasifican en protistas, plantas y animales. La categoría de los protistas incluye las bacterias, hongos, protozoos y algas. Como plantas, se clasifican las de semilla, helechos, musgos y hepáticas. Como animales se clasifican los vertebrados e invertebrados. Los virus, que también se encuentran en el agua residual, se clasifican según el sujeto infectado (Metcalf and Eddy, 1995).
- **Organismos coliformes:** El tracto intestinal del hombre contiene innumerables bacterias en forma de bastoncillo conocidas como organismos coliformes. Cada persona evacua de 100 000 a 400 000 millones de organismos coliformes por día, además de otras clases de bacterias. Los organismos coliformes no son dañinos al hombre y, de hecho, son útiles para

destruir la materia orgánica en los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales.

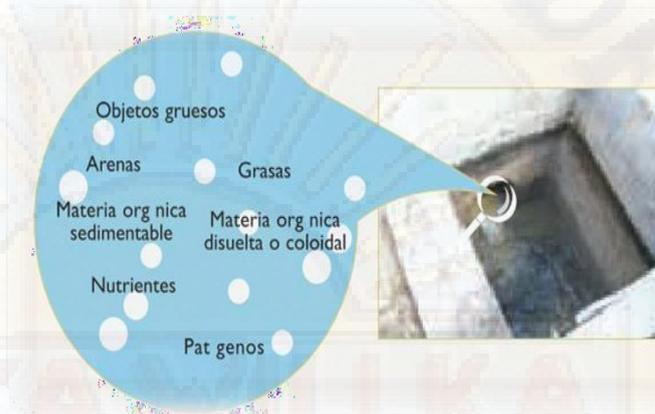
Los organismos patógenos son evacuados por los seres humanos que se vean afectados con alguna enfermedad o que sean portadores de alguna enfermedad particular. Los organismos patógenos que normalmente pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades del sistema gastrointestinal, tales como la fiebre tifoidea, disentería, diarrea y, en ciertas partes del mundo, el cólera (Metcalf and Eddy, 1995).

- **Tratamiento de aguas residuales urbanas**

El tratamiento de las aguas residuales urbanas admite la aplicación de unos procesos físicos, biológicos y químicos, de forma que los niveles de contaminación que queden en los efluentes tratados cumplan los límites legales existentes en la normativa y puedan ser asimilados de forma natural por medios receptores. Durante el proceso de depuración de las aguas residuales generadas existen dos factores a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el tratamiento. Estos son, los componentes de dichas aguas y el orden de eliminación de estos durante el proceso (Martin García et al., 2006).

Figura 2

Componentes de las Aguas Residuales Urbanas



Fuente: Martín García et al. (2006)

a) Eliminación de sólidos en suspensión

En los sistemas de tratamiento por aplicación de las aguas residuales al terreno la eliminación de sólidos en suspensión, orgánicos e inorgánicos, transcurre, principalmente, por filtración a través del suelo y, en menor medida, por filtración a través de las formas vegetales vivas y de los propios desechos vegetales (Alianza por el Agua, 2008).

b) Eliminación de materia orgánica

La eliminación de la materia orgánica presente en las aguas residuales se elimina en el terreno mediante degradación bacteriana. Los microorganismos que llevan a cabo esta biodegradación se suelen encontrar asociados a biopelículas, que se desarrollan sobre la superficie de las partículas del suelo, de la vegetación y de los desechos vegetales (Alianza por el Agua, 2008).

c) Eliminación de metales

Los metales en los sistemas de aplicación al terreno se eliminan principalmente por porción (adsorción- precipitación), y en menor medida mediante la asimilación por parte de las plantas. A pH por encima de 6,5 la capacidad de retención de metales de muchos suelos es muy elevada, sin embargo, para la mayoría de los metales se han observado rendimientos de eliminación del 80 - 95% (Alianza por el Agua, 2008).

d) Eliminación de trazas de compuestos orgánicos

Las principales rutas de eliminan de estos compuestos son la volatilización y la adsorción, seguidas de degradación biológica o fotoquímica (Alianza por el Agua, 2008).

e) Eliminación de nutrientes

Debido principalmente a aportes excesivos de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo, principalmente) se provoca el crecimiento masivo de algas y otras plantas en los medios receptores. Estos crecimientos pueden llegar a impedir el empleo de estas aguas para usos domésticos e industriales (Martin García et al., 2006).

• Evacuación y reutilización

En una estación depuradora la corriente entrante (aguas residuales urbanas), como consecuencia de los procesos de tratamiento a que se ve sometida, se transforma en dos corrientes salientes: efluentes depurados y lodos. Con la evacuación de ambas corrientes se da por finalizado el tratamiento de las aguas residuales urbanas (Martin García et al., 2006).

Los efluentes tratados previamente, si han logrado alcanzar el grado de tratamiento requerido en cada caso, pueden ser vertidos a los medios receptores próximos a la estación depuradora, aunque, cada vez más, existen otros destinos alternativos para su reutilización, entre los que cabe destacar (Martín García et al., 2006).

a) Reutilización urbana:

- Riego de parques públicos, campos deportivos, jardines, áreas verdes de edificios públicos, industrias, centros comerciales y carreteras.
- Riego de áreas ajardinadas de las residencias unifamiliares y multifamiliares.
- Usos ornamentales: fuentes y estanques.
- Limpieza de calles.
- Protección contra incendios.
- Agua de cisternas para urinarios públicos y en edificios comerciales e industriales.

b) Reutilización industrial:

- Refrigeración.
- Procesos industriales.
- Construcción.

c) Riego agrícola.

d) Recarga de acuíferos para control de la intrusión marina.

e) Restauración de hábitats naturales y mejora del entorno.

f) Usos municipales y recreativos (riego de masas forestales de propiedad pública, riego de parques y jardines públicos, riego de calles, embalsamiento para producción de incendios municipales y

forestales)

- g) Transporte y lavado (materias primas: carbón, azucareras, productos acabados y semiacabados: pastas en papeleras, productos de laminado, pieles en curtidurías, tejidos en tintorerías, lavados de mantenimiento: vagones, suelos, calles de polígonos industriales, fachadas, etc.).
- h) Producción de biomasa animal y vegetal (riego de especies agrícolas o forestales, producción de microalgas, piscicultura, etc.).
- i) Aumento de los recursos potables. En el caso de los lodos, como alternativas a su descarga en vertedero deben contemplarse los siguientes destinos:
 - a) Uso agrícola: Los lodos contienen entre un 40 y un 80% de materia orgánica, así como nitrógeno y fósforo, nutrientes fundamentales para el crecimiento vegetal.
 - b) Incineración: De esta manera se reduce al máximo el volumen del fango, se destruyen los patógenos y compuestos tóxicos y es posible la recuperación de energía. Por el contrario, los costes son elevados, y las emisiones gaseosas y cenizas producen efectos negativos sobre el medio ambiente.

- **Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales**

Según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, se define como

la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros 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 (MINAM, 2010).

Tabla 6

Límites Máximos Permisibles Para los Efluentes de PTAR

| Parámetros | Unidad | LMP de Efluentes Cuerpos de Aguas |
|-------------------------------|------------|---|
| Aceites y Grasas | mg/L | 20 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 mL | 10,000 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L | 100 |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L | 200 |
| Ph | Unidad | 6.5-8.5 |
| Sólidos Totales en Suspensión | mL/L | 150 |
| Temperatura | °C | <35 |

Fuente: (MINAM, 2010)

2.3. Hipótesis

- **Hipótesis de investigación (Hi)**

La concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) según el D.S. 003-2010- MINAM.

- **Hipótesis nula (Ho)**

La concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) según el D.S. 003-2010- MINAM.

2.4. Definición de términos

- **Afluyente:** Agua que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
- **Agua residual:** Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.
- **Agua residual doméstica:** Agua de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.
- **Agua residual municipal:** Son aguas residuales domésticas. Se puede incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial.
- **Biodegradación:** Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos.
- **Calidad de agua:** Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua, siendo una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.
- **Caudal:** Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, etc.) por unidad de tiempo.
- **Concentración:** Es la capacidad que permite medir y dar a conocer cuánta cantidad de sustancia se puede encontrar en cada unidad de volumen.
- **Contaminación:** La contaminación es el deterioro del ambiente, alterando así el estado de equilibrio de un ecosistema, como consecuencia de la presencia de

sustancias perjudiciales o del aumento exagerado de algunas sustancias que forman parte del medio. Las sustancias que causan el desequilibrio del ambiente se denominan contaminantes y pueden encontrarse en el aire, en el agua y en el suelo.

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅):** 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).
- **Demanda química de oxígeno (DQO):** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio.
- **Depuración de aguas residuales:** Purificación o remoción de sustancias objetables de las aguas residuales; se aplica exclusivamente a procesos de tratamiento de líquidos.
- **Eficiencia del tratamiento:** 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.
- **Efluente:** Líquido que sale de un proceso de tratamiento.
- **Límite Máximo Permisible (LMP):** Miden la concentración de ciertos elementos, sustancias y/o aspectos físicos, químicos y/o biológicos que se encuentran en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva en particular.
- **Muestreo:** Toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación

correspondiente para el parámetro que se va a analizar.

- **pH:** Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, el cual indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones.
- **Planta de tratamiento:** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales.
- **Temperatura:** Magnitud física que indica la intensidad de calor o frío de un cuerpo, objeto o del medio ambiente en general, medido por un termómetro.
- **Vertimientos:** Es la disposición controlada o no de un residuo líquido doméstico, industrial, urbano agropecuario, minero, etc. Los colectores son tubos colocados a lado y lado de las quebradas, evitando que los antiguos botaderos de alcantarillado continúen arrojando los vertimientos a los cauces. Estos interceptores se encargan del transporte final de los vertimientos a las plantas de tratamientos donde una vez acondicionada el agua residual, se incorpora al río.

2.5. Definición operativa de variables

- **Variable independiente**
Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli
– Huancavelica.
- **Variable dependiente**
Caracterización de las aguas residuales

2.5.6. Operacionalización de variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION | UNIDAD DE MEDIDA | INSTRUMENTO |
|---|--|---|--|---|---|---|--|
| Variable independiente: Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica. | Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales domésticas y/o municipales. Fuente: OEFA-2014 | Se tomarán muestras en el efluente de la PTAR, para ello se harán uso de botellas de polietileno debidamente rotulados y un cooler para conservar la muestra y otros materiales de importancia. | La medición de la PTAR – YAULI será de acuerdo con la eficiencia de remoción de los parámetros tomados en muestra. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentración de aceites y grasas ➤ Concentración de coliformes termotolerantes ➤ Concentración de DBO₅ ➤ Concentración de DQO ➤ pH ➤ Sólidos totales en suspensión ➤ T °C | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 20 ➤ 10000 ➤ 100 ➤ 200 ➤ 6.5-8.5 ➤ 150 ➤ <35 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ mg/L ➤ NMP/100 mL ➤ mg/L ➤ mg/L ➤ Und ➤ mg/L ➤ °C | <ul style="list-style-type: none"> ➤ D.S.N° 003-2010-MINAM |
| Variable dependiente: Caracterización de las aguas residuales | La presencia de materia orgánica en las aguas residuales domésticas constituye un problema para las fuentes de aguas receptora y la salud pública de la población que se abastece de estas fuentes. Fuente: OEFA-2014 | Las muestras tomadas en los dos puntos específicos se llevarán al laboratorio para su análisis respectivo de la materia orgánica (aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO ₅ , DQO, sólidos totales en suspensión). | Concentración de contaminantes fisicoquímicos y biológicos | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentración de aceites y grasas ➤ Concentración de coliformes termotolerantes ➤ Concentración de DBO₅ ➤ Concentración de DQO ➤ pH ➤ Sólidos totales en suspensión ➤ T °C | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 0-100 ➤ 0-25000 ➤ 0-1500 ➤ 0-1000 ➤ 1-14 ➤ 0-1000 ➤ 0-100 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ mg/L ➤ NMP/100 mL ➤ mg/L ➤ mg/L ➤ Und ➤ mg/L ➤ °C | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Extractor Soxhlet ➤ Kit portátil de coliformes MEL/MF total ➤ Digestor DBR-200 y colorímetro portátil DR-900 ➤ Montaje Erlenmeyer BAV ➤ pH metro ➤ Termómetro |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

El ámbito de estudio de la presente tesis “Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yauli – Huancavelica”, se realizó en el ámbito espacial y en ámbito temporal:

3.1.1. Ámbito temporal

El ámbito temporal del presente trabajo de investigación, empezó el mes de julio del 2019 con la adquisición de materiales para la ejecución de la tesis, desde luego se empezó con la ejecución del proyecto desde la tercera semana de octubre del 2019, en donde se envió las primeras muestras de agua hacia un laboratorio y posterior a ello se prosiguió con la recolección de las siguientes muestras de agua, después de 15 días y se prosiguió con los mismos procedimientos de acuerdo a los protocolo de monitoreo para efluentes de PTAR (Resolución Ministerial N° 273-2013- Vivienda y las últimas muestras de agua enviada fue en el mes de febrero 2020, toda la investigación duró 10 meses.

Tabla 7
Cronograma del Proyecto de Tesis

| ACTIVIDADES | AÑO 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | AÑO 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|------|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|----------|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|--|--|--|
| | JUL | | | | AGOS | | | | SEP | | | | OCT | | | | NOV | | | | DIC | | | | ENE | | | | FEB | | | | MAR | | | | ABR | | | | MAY | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Presentación del proyecto de tesis. | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluación y aprobación del proyecto de tesis. | x | X | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solicitud de permiso para la ejecución del proyecto a la Municipalidad Distrital de Yauli | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inicio de la ejecución del proyecto de tesis. | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reconocimiento de la PTAR-Yauli | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación de puntos de muestreo del área en estudio. | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recolección de muestra de agua para su respectivo análisis. | | | | | | | | | | | | x | X | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Envío de muestras a un laboratorio. | | | | | | | | | | | | x | x | x | X | X | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultados de análisis de las muestras remitido por el laboratorio | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis estadístico de datos, para el procesamiento de los resultados. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación y aprobación del Informe final. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sustentación de tesis. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente. elaboración propia

3.1.2. **Ámbito espacial**

El ámbito espacial del presente trabajo de investigación está situado en el Distrito de Yauli, Huancavelica.

El Distrito de Yauli

Limita:

Este: Con el Distrito de Paucará de la Provincia de Acobamba

Oeste: Con el Distrito de Huancavelica

Norte: Con el Distrito de Acoria

Sur: Con el Distrito de Ccochaccasa de la Provincia de Angaraes

Ubicación Geográfica

Departamento : Huancavelica

Provincia : Huancavelica

Distrito : Yauli

Nombre del área de estudio: PTAR de la
Municipalidad Distrital de Yauli

Altitud del punto 01 (afluente) : 3404m.s.n.m

Longitud este : 516232

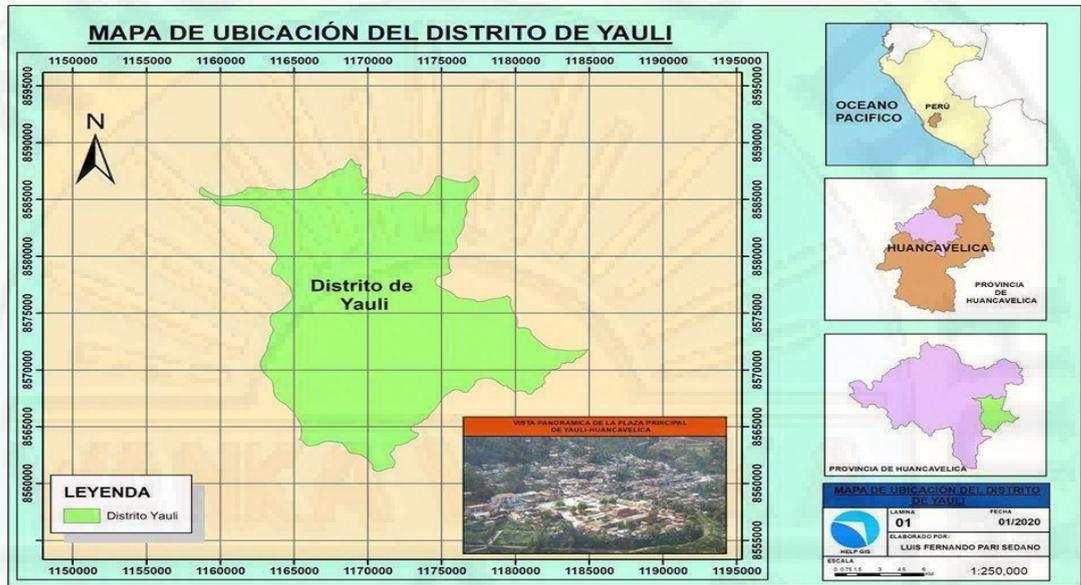
Latitud norte :8588702

Altitud del punto 01 (Efluente) : 3383m.s.n.m

Longitud este : 516203

Latitud norte :8588737

Figura 3
Ubicación Geográfica de la Municipalidad Distrital de Yauli



Fuente. Elaboración propia

El trabajo de campo se realizó para extraer la muestra de agua residual municipal, la cual fue obtenida en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad Distrital de Yauli- Huancavelica para su respectivo análisis.

3.2. Tipo de investigación

Básica: Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación básica, debido a generar conocimientos y teorías (Hernández et al., 2014).

3.3. Nivel de investigación

Descriptivo: Busca 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, Por lo tanto, la presente investigación tiene un nivel de investigación descriptivo, (Hernández et al., 2014).

3.4. Método de investigación

3.2.1. Método general

Método científico: Proceso destinado a explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos y enunciar leyes que expliquen los fenómenos físicos del mundo y permitan obtener, con estos conocimientos, aplicaciones útiles al hombre.

3.2.2. Métodos específicos

Según Gonzales. (2011), el método descriptivo consiste en el análisis e interpretación de los datos que han sido reunidos con un propósito definido, el de comprensión y solución de problemas importantes. Dándose el acopio de dato, organización de datos, análisis de los datos y derivar conclusiones significativas. Y también se utilizará el método hipotético deductivo para contrastar la hipótesis y así validar su veracidad o no. Por lo tanto, la presente investigación utiliza el Método descriptivo e hipotético deductivo.

3.5. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Según Gonzales. (2011), la población o universo es el conjunto de objetos que comparten por lo menos una característica en común.

Por ende, para la investigación la población es el caudal de ingreso y el caudal de salida de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli, que tiene un caudal promedio de 8.2 L/s. y 2.8 L/s respectivamente.

Figura 4

Área de Intervención del Trabajo de Investigación



Fuente. Elaboración propia

3.4.2. Muestra

El caudal diario que ingresa a la planta de tratamiento de aguas residuales es de 8.2 L/s equivalente $705.89\text{m}^3/\text{día}$ y el caudal del efluente de la PTAR es de 2.8L/s equivalente $241.92\text{m}^3/\text{día}$, la muestra que se determinó para cada parámetro es lo siguiente. aceites y grasas (01 litro), coliformes termotolerantes (01 litro), DBO_5 (01 litro), DQO (01 litro), sólidos totales en suspensión (01 litro).

Tabla 8

Determinación de los Puntos de Monitoreo para la Toma de las Muestras

| N° | Puntos de monitoreo | Coordenadas (WGS84) | Referencia geográfica |
|----|---------------------|--|--|
| 1 | MAA-001 | Latitud: 8588702 Longitud: 516232 Altitud: | Punto de entrada (Afluente) a la PTAR de Yauli |
| 2 | MAE-001 | 3404m.s.n.m. Latitud: 8588737 Longitud: 516203 Altitud: | Punto de vertimiento (Efluente) al Rio Ichu de la PTAR-Yauli |

Fuente. Elaboración propia

3.4.3. Muestreo

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación (Hernández Sampieri et al. 2010).

Para el muestreo y su respectivo análisis en el laboratorio, se tomó una muestra de 1000 mL por cada punto afluente y efluente de la PTAR respectivamente, de acuerdo con el protocolo de monitoreo para efluentes de PTAR (Resolución Ministerial N° 273-2013-Vivienda), que corresponde a la planta de tratamiento de aguas residuales de la municipalidad Distrital de Yauli-Huancavelica.

Las muestras fueron enviadas a un laboratorio de la ciudad de Huancayo, para su respectivo análisis de los parámetros (aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO5, DQO, sólidos totales en suspensión). Las muestras se analizaron directamente en un laboratorio de la ciudad de Huancayo, por ende, se asegura que el laboratorio cuenta con el respaldo de laboratorio acreditado y los resultados son confiables, se trabajó de acuerdo con el protocolo de monitoreo para efluentes de PTAR, Resolución Ministerial N° 273-2013-Vivienda.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.5.1. Técnica de recolección de datos.

Según Chávez De Paz (2008), la observación es una técnica que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. En la aplicación de esta técnica, el investigador registra lo observado, mas no interroga a los individuos involucrados en el hecho o fenómeno social; es decir, no hace preguntas, orales o escrita, que le permitan obtener los datos necesarios para el estudio del problema.

Una de las modalidades con el cual cuenta es la observación estructurada en donde el que realiza la investigación tiene un plan referente a qué variables debe observar y por tanto qué tipos de datos deben ser recolectados y para ello puede utilizar fichas o formatos especiales para el registro de la información.

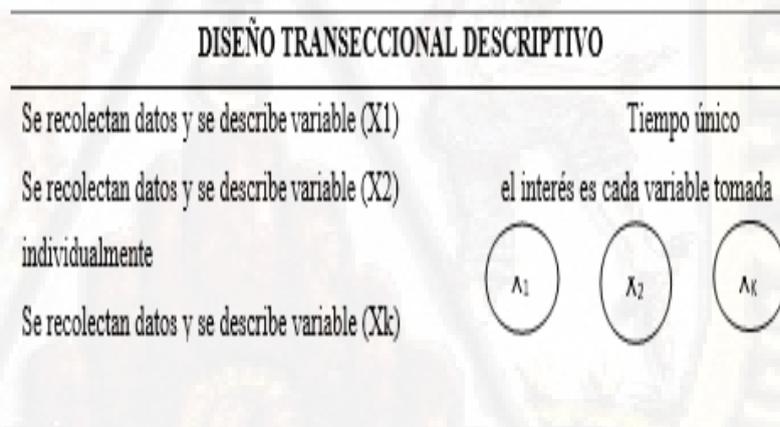
Cabe recalcar, la presente investigación recolecto sus datos mediante la técnica observacional estructurada, con un recurso auxiliar que son las fichas de recolección de datos (**ver anexo 4**).

3.5.2. Diseño de investigación

Según Hernández et al. (2014), es un diseño no experimental ya que la investigación que se realiza es sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes. Esta investigación se clasifica: por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los

cuales se recolectan datos para ver su efecto sobre otras variables, en la investigación transaccional o transversal donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, por ende, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. A la vez encontramos los diseños transaccionales descriptivos que tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población, consiste básicamente en ubicar en una o diversas variables (personas, objetos, situaciones, etc.) y así proporcionar su descripción.

Tabla 9
Método de Aplicación del Diseño Transaccional Descriptivo



Fuente: Hernández et al. (2014)

Por lo tanto, la presente investigación tiene un diseño de investigación transaccional de tipo descriptivo.

3.5.3. Instrumentos de recolección de datos de campo

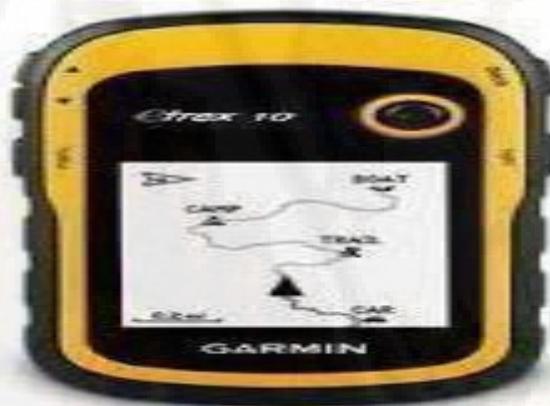
Según Gallardo De Parada y Moreno Garzón (1999), en toda investigación un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos

observables que representan verdaderamente a los conceptos o variables que el investigador tiene en mente. Por lo tanto, es necesario contar con instrumentos que, en primer lugar, sean confiables, es decir que al replicarlos en condiciones similares arrojen aproximadamente los mismos resultados. En segundo lugar, deben ser válidos, esto es, que efectivamente midan lo que el investigador pretende medir.

- **GPS:** Para identificar los puntos de monitoreo de manera que permitió una ubicación exacta en los muestreos realizados, en donde los datos se registraron en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

Figura 5

GPS para Ubicación de Puntos de Muestreo



Fuente: Propia

- **Multiparametro portátil Ezodo:** Para determinar el pH, la Temperatura, Oxígeno disuelto y Conductividad eléctrica de agua residual de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Figura 6
Multiparametro Portátil



Fuente: Propia

Formatos de recolección de Datos de campo:

Los formatos usados para la presente investigación son formatos que se considera del protocolo de monitoreo para efluentes de PTAR.

Tabla 10
Formato para Registro de Ubicación

| ANEXO 1 | | | |
|---|-----------------|---------------------------|---------------------|
| UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO | | | |
| NOMBRE DE EPS/ MUNICIPIO: | | | |
| NOMBRE DE LA PTAR: | | | |
| UBICACIÓN DE LA PTAR: | | | |
| LOCALIDAD | DISTRITO | PROVINCIA | DEPARTAMENTO |
| IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO | | | |
| AFLUENTE | | | |
| Denominación del punto de muestreo (afluente) | | | |
| CORDENADAS U.T.M (WGS84) | | | |
| NORTE | ESTE | ZONA UTM | ALTITUD |
| CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario) | | Metodo de medicion | |
| EFLUENTE | | | |
| Denominación del punto de muestreo (efluente) | | | |
| CORDENADAS U.T.M (WGS84) | | | |
| NORTE | ESTE | ZONA UTM | ALTITUD |
| CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario) | | Metodo de medicion | |
| DATOS DEL GPS(marca, moidelo, numero, presicion del equipo) | | | |
| FIRMA DEL ENCARGADO DE LA TESIS | | RESPONSABLE DE LA PTAR | |

Fuente: Protocolo de monitoreo para efluentes de PTAR

laboratorio respaldado por acreditación de Proceso: Precisión1
Expediente N.º: 0003-2017-DA Informe Ejecutivo N.º : N.A.
Formato: DA-acr-06P-21F Vigencia de la Acreditación : Del
2016-07-25 al 2019-07-25 Acreditado con la Norma: NTP-
ISO/IEC 17025:2006 Código de Registro : 00RCJLE 096,
donde se procesó las muestras del afluente y efluente de la
PTAR-Yauli-Huancavelica utilizando en cada parámetro los
materiales e instrumentos siguientes:

- **Aceites y grasas.**

Los aceites y grasas alteran los procesos aerobios y anaerobios, forman películas que impiden el desarrollo de la fotosíntesis y cubren los fondos y lechos de ríos, degradando el ambiente durante el proceso de descomposición, para determinar los aceites y grasas se utilizó Extractor Soxhlet.

Se utilizó este método clásico utilizando 250ml de muestra tomada de la PTAR –Yauli y mediante el equipo Soxhlet y haciendo uso de una cocinilla eléctrica se procesó la muestra utilizando como solvente orgánico al benceno aproximadamente 4 horas del proceso del equipo Soxhlet, esperando y obteniendo el aceite y grasa de la muestra en un balón base plana. Posterior a ello se realizó el pesado en una balanza digital de 8 dígitos.

Figura 7

Extractor Soxhlet Para Aceites y Grasas



Fuente: Propia

- **Sólidos suspendidos totales**

Este parámetro se determinó haciendo uso de un sistema de bomba al vacío, un Erlenmeyer Kitasato, un papel filtro especial Whatman y un matraz Erlenmeyer.

Para este proceso se utilizó 250 ml de muestra y por un tiempo de 5min se realizó el filtrado de la muestra para posteriormente llevarlo a la estufa eléctrica a 106 °C por 60. min a un peso constante. Posterior a este proceso se realizó el pesado en una balanza digital.

Figura 8

Equipo para Medir Sólidos Suspendidos Totales



Fuente: Propia

- **DBO₅**

La determinación de la DBO₅ es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en los procesos de estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aeróbicas, en un periodo de incubación de 5 días y a 25°C, utilizando reactivo A alimentador y el reactivo B alimentador.

Este proceso se utilizó haciendo uso de un magneto. Paso los 5 días de incubación se observó el resultado registrado en el equipo tipo ME-98 EXAMINATION OF THE WATER AND WATEWATER

Figura 9

Me-98 Examinarían Of Tha Water And Watewater



Fuente: Propia

- **DQO**

Reactor DBR-125 y colorímetro portátil DR-125: para determinar la concentración de DQO. En este proceso se digesto la muestra de 1ml en el reactivo DQO – RA, a 150 °C por 2 horas, posterior a ello el mismo vial que se colocó en el reactor se colocó al colorímetro para su lectura directa.

Figura 10

Colorímetro Portátil DR-125



Fuente: Propia

- **Coliformes termotolerantes**

Para los análisis de coniformes termotolerantes se utilizó el Kit coliformes MEL/MF total: para determinar los coliformes termotolerantes. Se utilizó 100ml de muestra y se trabajó cadena continua de muestra de agua filtrando en el filtro especial para coliformes termotolerantes y con el preparado del Kit coliformes se realizó el sembrado de la muestra y se llevó a incubación de 24 a 48 horas a una temperatura de 35 a 37 °C. Esperado el tiempo se realizó el conteo, en un contador de colonias.

Figura 11

Kit Portátil De Coliformes



Fuente: Propia

3.5.4. Procedimiento de recolección de datos

- **Ubicación de punto monitoreo:**

Los puntos de monitoreo fueron dos: En la entrada de la PTAR y en el dispositivo de salida de la PTAR, lo cual quedará a criterio de la autoridad sectorial ambiental competente. Los puntos de monitoreo fueron

identificados y reconocidos claramente, de manera que permita su ubicación exacta en los muestreos. En la determinación de la ubicación se utilizó el sistema de posicionamiento satelital (GPS), el mismo que se registrará en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

Figura 12
Afluente de la PTAR-Yauli



Fuente: Propia

COORDENADAS U.T.M (WGS84) AFLUENTE:

Altitud:3404 m.s.n.m

Longitud este: 516232

Latitud norte:8588702

Figura 13
Efluente de la PTAR-Yauli



Fuente: Propia

COORDENADAS U.T.M (WGS84) EFLUENTE:

Altitud: 3383m.s.n.m

Longitud este: 516203

Latitud norte:8588737

- **Frecuencia de monitoreo**

La frecuencia de monitoreo insitu se realizó 2 veces por mes, de octubre a febrero, la recolección de muestras de agua de la PTAR – Yauli se realizó de acuerdo con el procedimiento de protocolo de monitoreo R.M. 273-2013-VIVIENDA.

Figura 14
Monitoreo en el Afluente de la PTAR-Yauli



Fuente: Propia

- **Registro de datos de campo (pH y T°C)**

Todos los registros y formatos para el monitoreo (registro de datos de campo, registro de cadena de custodia, etiqueta para muestra de agua residual, etc.), se realizó de acuerdo con el protocolo de monitoreo de la calidad de efluentes de PTAR (R.M. 273-2013- VIVIENDA).

Figura 15.
Medición de pH y T°C en el Afluente de la PTAR



Fuente: Propia

Figura 16
Medición de pH y T°C en el Afluente de la PTAR



Fuente: Propia

- **Etiqueta para muestras de agua residual**

El etiquetado de las muestras en frasco se realizó de acuerdo con el protocolo de monitoreo (R.M. 273-2013-VIVIENDA).

Tabla 13
Etiqueta para Muestras de Agua Residual

| | |
|---|---|
| Nombre de la PTAR: | |
| Denominación del punto de monitoreo (afluente o efluente): | |
| No. de muestra(orden de toma de muestra) | |
| Fecha y hora | |
| Ensayo físico químico | <input type="checkbox"/> DBO <input type="checkbox"/> DQO <input type="checkbox"/> AyG <input type="checkbox"/> SST |
| Ensayo microbiológico | <input type="checkbox"/> CTT |
| Otros parámetros | |
| Otros parámetros | |
| Preservación | |
| Operador del muestreo | |

Fuente: Protocolo de monitoreo para efluentes de PTAR

Figura 17
Muestra de Agua Etiquetado



Fuente: Propia

- **Cadena de custodia**

El llenado del formato cadena de custodia se realiza en campo 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,

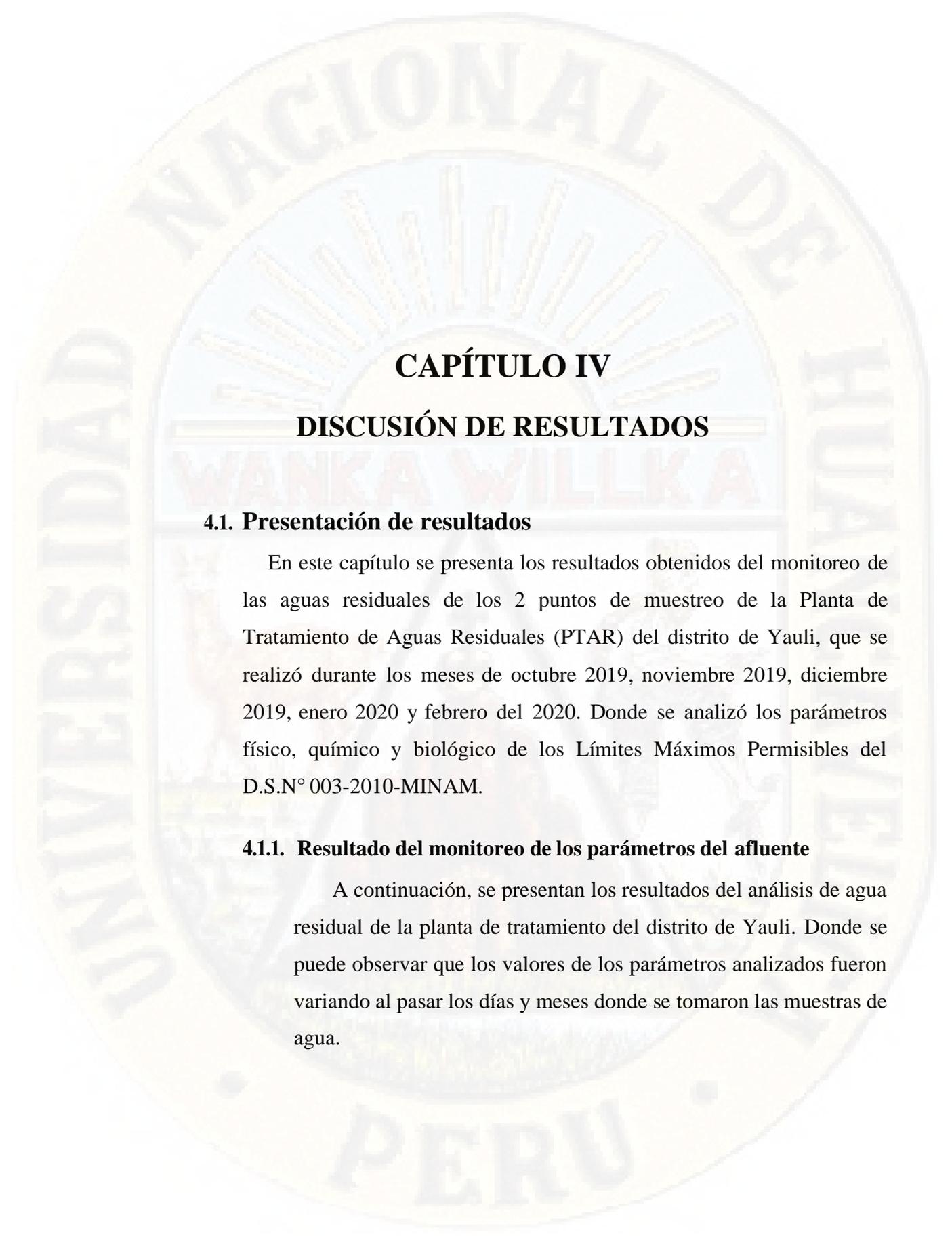
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Técnica de análisis de datos.

Se realizó el monitoreo de calidad de agua en el afluente y efluente de la PTAR del Distrito de Yauli, posteriormente se analizaron en un laboratorio, ubicado en la carretera centra Km 8.9 San Agustín de cajas- Huancayo. Los parámetros de campo se analizaron en las insitu (Planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yauli). Se analizó y registró en los formatos de campo de acuerdo con el protocolo de monitoreo (R.M. 273-2013-VIVIENDA).

3.6.2. Técnica de procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó mediante los softwares Minitap y SPS para la prueba de hipótesis y Excel 2016 para manejo de datos. Se recopiló los datos analizados creando una matriz para cada variable dependiente para la etapa de contrastación de hipótesis. Utilizando la prueba de T de Student, se trabajó con un nivel de significancia de 0.05.



CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos del monitoreo de las aguas residuales de los 2 puntos de muestreo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del distrito de Yauli, que se realizó durante los meses de octubre 2019, noviembre 2019, diciembre 2019, enero 2020 y febrero del 2020. Donde se analizó los parámetros físico, químico y biológico de los Límites Máximos Permisibles del D.S.N° 003-2010-MINAM.

4.1.1. Resultado del monitoreo de los parámetros del afluente

A continuación, se presentan los resultados del análisis de agua residual de la planta de tratamiento del distrito de Yauli. Donde se puede observar que los valores de los parámetros analizados fueron variando al pasar los días y meses donde se tomaron las muestras de agua.

Tabla 15

Resultados de la Concentración de los Parámetros del Afluyente

| CÓDIGO DE MUESTRA | PARÁMETROS (EN MUESTRAS DE AGUA DEL AFLUENTE DEL PTAR - YAULI) - EX SITU | | | | | | |
|-------------------|--|------------------|-------------------------------|------------------|------|--------|-------------|
| | Coliformes Termotolerantes | Aceites y Grasas | Sólidos Totales en Suspensión | DBO ₅ | DQO | pH | Temperatura |
| | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | Unidad | °C |
| M-328 | 15050 | 27 | 380 | 743.3 | 154 | 7.62 | 18 |
| M-334 | 15000 | 26 | 400 | 774.3 | 168 | 7.96 | 17 |
| M-359 | 15550 | 24 | 400 | 712.6 | 146 | 7.83 | 18.3 |
| M-362 | 15600 | 28 | 390 | 709.6 | 121 | 7.63 | 19.6 |
| M-365 | 15500 | 29 | 400 | 678.3 | 114 | 7.61 | 18 |
| M-367 | 15550 | 29 | 339 | 665.3 | 101 | 7.67 | 17.2 |
| M-370 | 15610 | 29 | 420 | 654.6 | 100 | 7.66 | 17 |
| M-373 | 15500 | 28 | 400 | 648.6 | 97 | 7.75 | 18 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Resultado del monitoreo de los parámetros del efluente

A continuación, se presentan los resultados del análisis de agua residual de la planta de tratamiento del distrito de Yauli. Donde se puede observar que los valores de los parámetros analizados fueron cambiando al pasar los días y meses donde se tomaron las muestras de agua.

Tabla 16
Resultados de la Concentración de los Parámetros del Efluente

| CODIGO DE MUESTRA | PARÁMETROS (EN MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL PTAR - YAULI) - EX SITU | | | | | | |
|-------------------|--|-----------------|-------------------------------|------------------|------|--------|-------------|
| | Coliformes Termototales | Aceite y Grasas | Sólidos Totales en Suspensión | DBO ₅ | DQO | pH | Temperatura |
| | NMP/100ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | Unidad | °C |
| M-329 | 8560 | 16 | 120 | 732.9 | 146 | 7.43 | 21.6 |
| M-335 | 8600 | 14 | 100 | 754.9 | 149 | 7.54 | 22 |
| M-360 | 8550 | 17 | 110 | 701.8 | 134 | 7.56 | 19.2 |
| M-363 | 8580 | 18 | 100 | 653.5 | 105 | 7.58 | 19 |
| M-366 | 8560 | 16 | 100 | 645.9 | 101 | 7.46 | 21 |
| M-368 | 8550 | 16 | 90 | 634.5 | 98 | 7.43 | 21.6 |
| M-371 | 8500 | 18 | 120 | 623.5 | 94 | 7.43 | 22.4 |
| M-374 | 8600 | 18 | 100 | 617.5 | 91 | 7.47 | 21.8 |

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis de datos

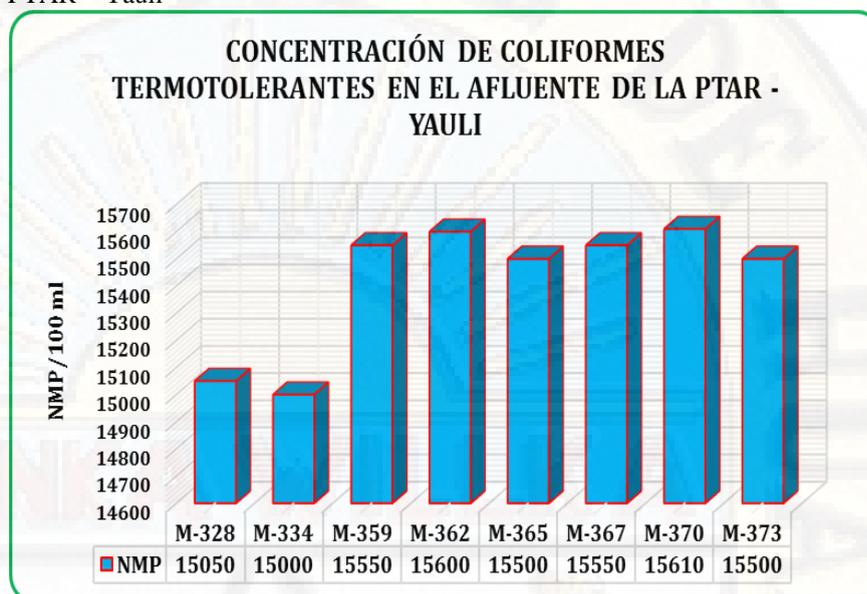
4.2.1. Presentación e Interpretación de datos

Se presentan los resultados de la investigación en base a la información recogida mediante las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos de análisis descriptivo e inferencial, las que se objetivizan mediante cuadros estadísticos, gráficos y testimonios de acuerdo con las hipótesis de trabajo y su relación con cada una de las manifestaciones de la variable independiente.

a) Concentración de los diferentes parámetros en el afluente de la PTAR – Yauli.

Figura 18

Concentración de Coliformes Termotolerantes en el Afluente de la PTAR – Yauli

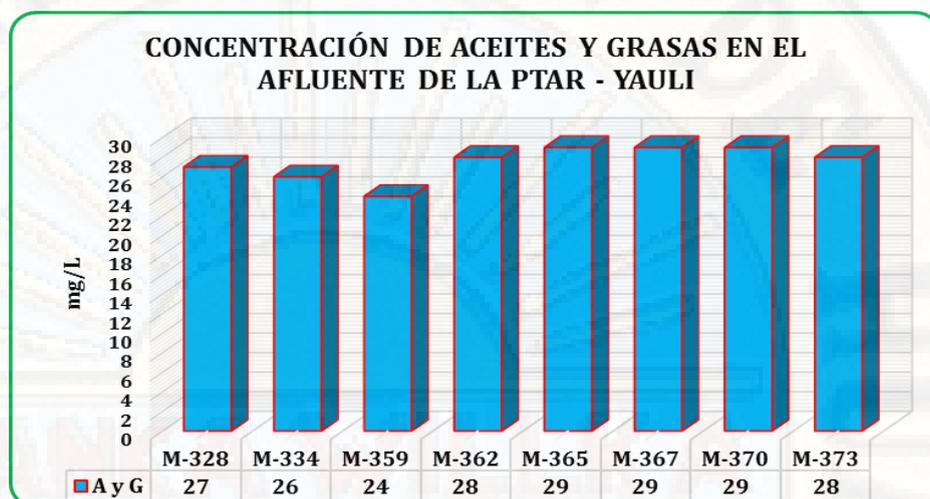


Fuente: Elaboración propia.

La concentración de coliformes termotolerantes es un indicador microbiológico de la contaminación del agua del afluente a la PTAR - Yauli, esta concentración está presente debido a la materia orgánica y microorganismos de materia fecal existente en dicho vertimiento y de acuerdo con los análisis realizados se evidencia los valores en la figura N° 18, donde se muestra los valores estadísticos de concentración de coliformes termotolerantes, en cada una de las muestras obtenidas en el afluente de la PTAR - Yauli. El valor fluctúa de 15000 NMP a 15610 NMP. Registrándose valores más altos en la muestra M-370 (15610 NMP) y M-362 (15600 NMP). Por otro lado, valores más bajos se registraron en la M-334 (15000 NMP) y M-328 (15050 NMP), estas variaciones de concentración son debido a la carga de ingreso de las aguas residuales domesticas del distrito de Yauli- Huancavelica, constantemente uniforme.

Figura 19

Concentración de Aceites y Grasas en el Afluente de la PTAR – Yauli.

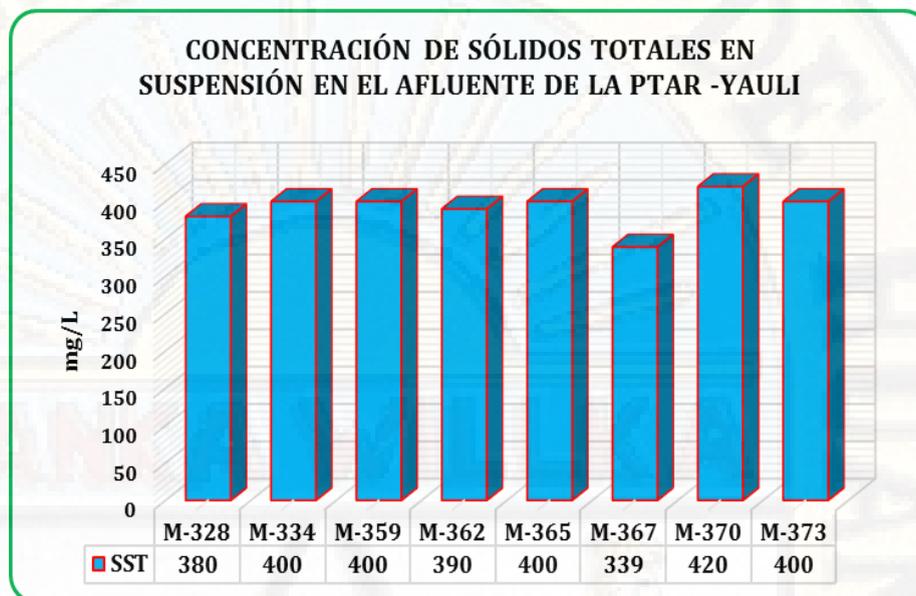


Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis realizado de la concentración de aceites y grasas, se muestran los valores en la figura N° 19, en donde los valores estadísticos de concentración de aceites y grasas, en cada una de las muestras obtenidas en el afluente de la PTAR - Yauli. El valor fluctúa de 24 mg/L a 29 mg/L. Registrándose valores más altos en la muestra M-365, M-367, M-370 (29 mg/L). Por otro lado, valores más bajos se registraron en la M-359 (24 mg/L) y M-334 (26 mg/L), las variaciones de diferencia de concentración son mínimas, esto debido a que el caudal de la población Yaulina es constante en el afluente de la PTAR, también podemos deducir que la concentración de este parámetro es uniforme.

Figura 20

Concentración de Sólidos Totales en Suspensión en el Afluyente de la PTAR – Yauli

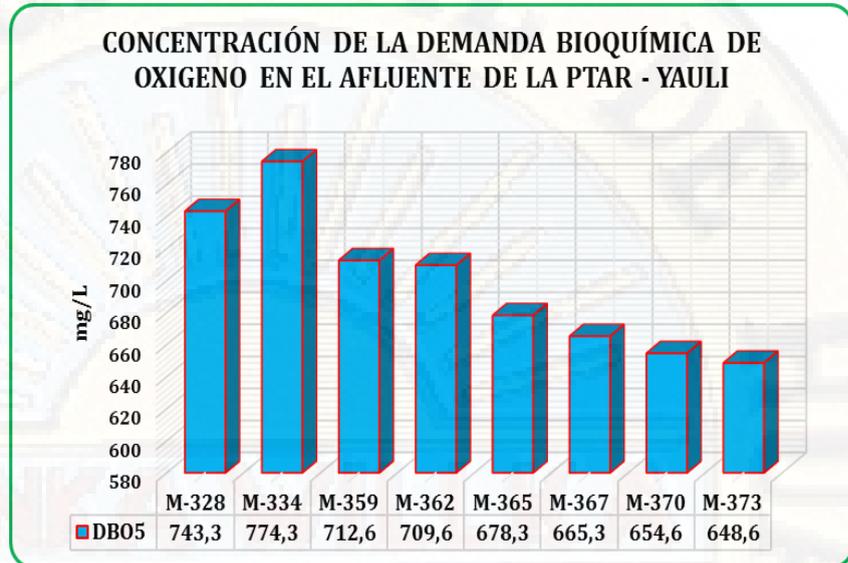


Fuente: Elaboración Propia.

Después de los análisis realizados, la concentración de los sólidos totales en suspensión, se determina que la concentración de este parámetro es un indicador que se utiliza como calificación de calidad de agua debido al arrastre de partículas sólidas generas por las descargas de materia orgánica e inorgánica, que son vertidos por la población del Distrito de Yauli, donde se muestran los valores en la figura N° 20, donde los valores estadísticos fluctúa de 339 mg/L a 400 mg/L. Registrándose valores más altos en la muestra M-334, M-359, M-365, M-373 (400 mg/L). Por otro lado, valores más bajos se registraron en la M-367 (339 mg/L) y M-328 (380 mg/L). Estas variaciones se encontrarán constantemente debido a las características del vertimiento de la población hacia al afluyente de la PTAR y las variaciones se dará por temporadas de precipitación porque el sistema de la PTAR cuenta con déficit de diseño.

Figura 21

Concentración de la DBO₅ en el Afluente de la PTAR – Yauli

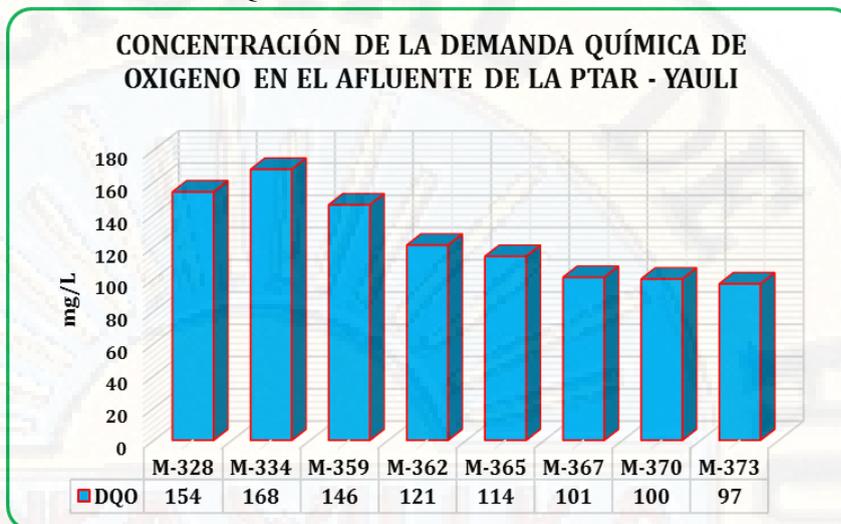


Fuente: Elaboración Propia.

La demanda química de oxígeno de la PTAR-Yauli, muestra la concentración de materia orgánica presente en el agua residual del afluente, en la figura N° 21, se muestra los valores estadísticos de concentración de la demanda bioquímica de oxígeno, en cada una de las muestras obtenidas en el afluente de la PTAR - Yauli. El valor fluctúa de 648,6 mg/L a 774,3 mg/L. Registrándose valores más altos en la muestra M-334 (774,3 mg/L) y M-328 (743,3 mg/L). Por otro lado, valores más bajos se registraron en la M-373 (648,6 mg/L) y M-370 (654,6 mg/L). Se evidencia un descenso de la concentración del contaminante debido a la disolución del contaminante por temporada de precipitación, el cual baja la concentración del contaminante.

Figura 22

Concentración de la DQO en el Afluente de la PTAR – Yauli

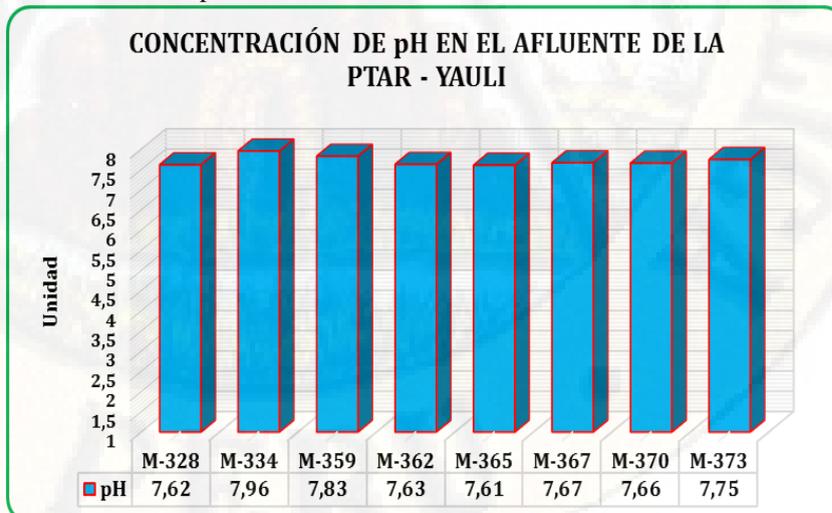


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 22, se muestra los valores estadísticos de concentración de la demanda química de oxígeno, en cada una de las muestras obtenidas en el afluente de la PTAR - Yauli. El valor fluctúa de 97 mg/L a 168 mg/L. Registrándose valores más altos en la muestra M-334 (168 mg/L) y M-328 (154 mg/L). Por otro lado, valores más bajos se registraron en la M-373 (97 mg/L) y M-370 (100 mg/L).

Figura 23

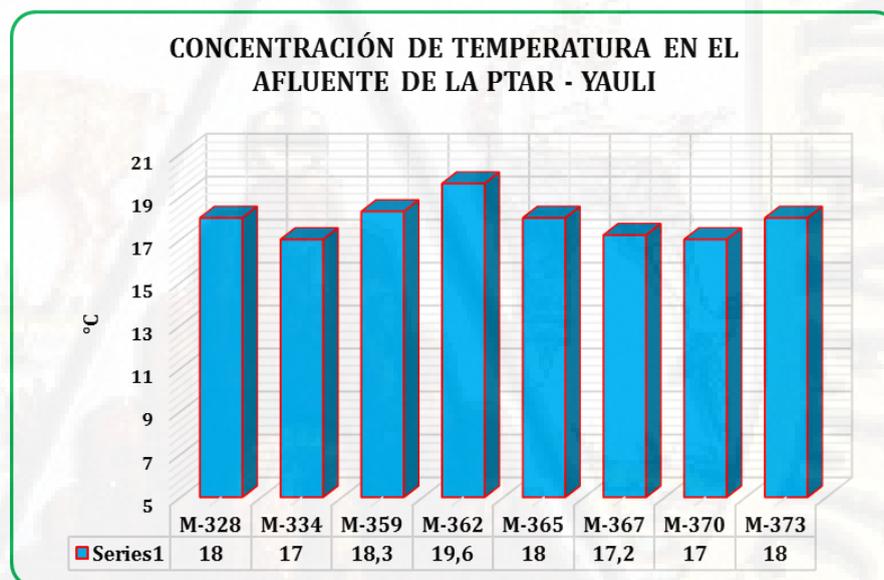
Concentración del pH en el Afluente de la PTAR – Yauli



Fuente: Elaboración Propia.

El pH hace referencia al grado de hidrogeniones presente en el afluente de la PTAR de Yauli debido a la característica de la calidad de agua residual, en la figura N° 23, se muestra los valores estadísticos de concentración del pH, en cada una de las muestras obtenidas en el afluente de la PTAR - Yauli. El valor fluctúa de 7,61 und a 7,96 und. Registrándose valores más altos en la muestra M-334 (7,96 und) y M-359 (7,83 und). Por otro lado, valores más bajos se registraron en la M-365 (7,61 und) y M-328 (7,62 und), esto evidencia la alcalinidad del efluente debido a la carga de materia orgánica y al oxido de calcio que hacen uso los trabajadores para neutralizar la carga residual antes que ingrese a la PTAR-Yauli.

Figura 24
Concentración del Temperatura en el Afluente de la PTAR – Yauli



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 24, se muestra los valores estadísticos de concentración de temperatura, en cada una de las muestras obtenidas en el afluente de la PTAR - Yauli. El valor fluctúa de 17 °C a 19,6 °C. Registrándose valores más altos en la muestra M-362 (19,6 °C) y M-359 (18,3 °C). Por otro lado, valores más bajos se registraron en la M-370, M-334 (17 °C). las variaciones de temperatura del agua residual

en el afluente dependen de la temperatura ambiental del distrito de Yauli, esto por ser un distrito de clima templado.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Comparación de la concentración coliformes termotolerantes con el (LMP) para efluentes de PTAR.

A. Prueba de normalidad.



Prueba de normalidad para la comparación de coliformes termotolerantes con el (LMP) para efluentes de PTAR.

Tabla 17
Normalidad para Coliformes Termotolerantes

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Coliformes Termotolerantes | ,225 | 8 | ,200 | ,905 | 8 | ,323 |

Fuente: Elaboración propia

Criterio para determinar Normalidad:

P – Valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 (Los datos provienen de una distribución Normal)

P – Valor $< \alpha$ Aceptar H_1 (Los datos **No** provienen de una distribución Normal)

NORMALIDAD

P – Valor = 0,323 > $\alpha = 0,05$

Interpretación

Se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov- Smirnov^a y Shapiro-Wilk, se utilizó para contrastar la

hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, de la tabla 17, se obtuvo un P- valor 0,323 es mayor que 0,05 por lo tanto cumple con lo supuesto de normalidad y aceptamos H_0 (Los datos provienen de una distribución Normal).

B. Prueba de homogeneidad.

Prueba de homogeneidad para la comparación de coliformes termotolerantes con el (LMP) para efluentes de PTAR.

Tabla 18

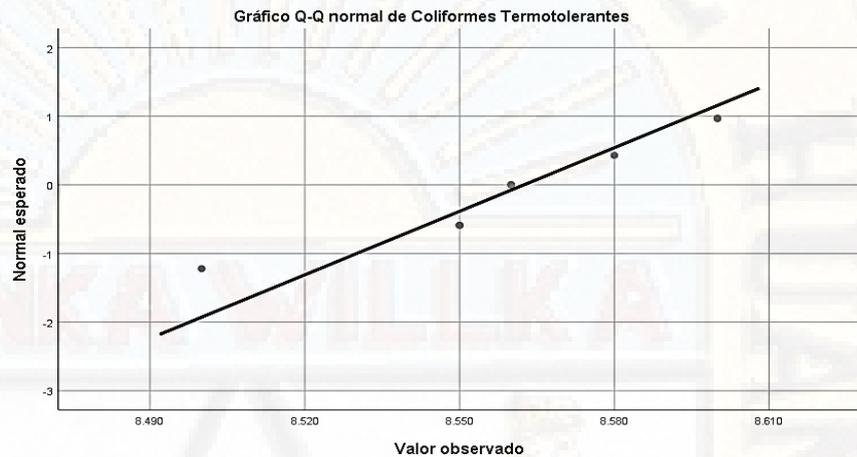
Medidas de Tendencia Central y Dispersión para Coliformes Termotolerantes

| Parámetro | fi | media | median | Desv | varianz | cuanti | cuanti | Coef |
|-----------|----|--------|--------|-------|---------|--------|--------|------|
| | | | | std. | | l | l | var. |
| | | | | | | max. | min. | |
| CT | 8 | 8562,5 | 8560,0 | 32,40 | 1050,00 | 8600 | 8500 | 0,38 |

En este parámetro de coliformes Termotolerantes como indicador microbiológico del tratamiento de agua residual de la PTAR de Yauli después de haber realizado el análisis respectivo y haber pasado por el proceso de filtración con carbón activado disminuye la concentración en comparación con el afluente de la materia orgánica y microorganismos de materia fecal, donde se observa en los resultados, de la tabla 18, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 8 observaciones de concentración de Coliformes Termotolerantes, teniendo como rango entre 8500 NMP a 8600 NMP, con una media de concentración de coliformes termotolerantes de 8562,5 NMP, una desviación estándar de 32,40 NMP, varianza de 1050,00 NMP y un coeficiente de variación de 0,38 NMP, el cual nos indica que

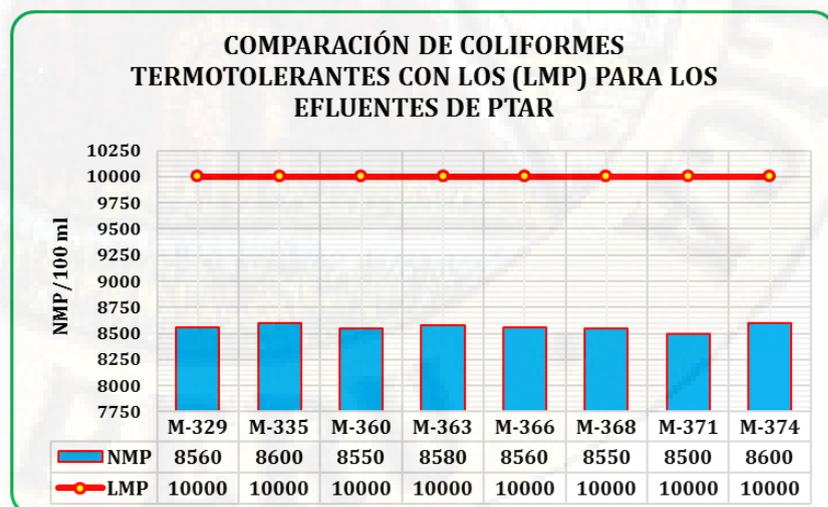
nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media, esta disminución de la concentración de los LMP de la carga de salida de las aguas residuales domesticas del distrito de Yauli-Huancavelica está cumpliendo con el D.S. 003-2010- MINAM.

Figura 25
Prueba de Homogeneidad para Coliformes Termotolerantes



Nota: De la figura 25, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de coliformes termotolerantes, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Figura 26
Comparación de Concentración de Coliformes Termotolerantes con (LMP) para Efluentes de PTAR



Fuente: Elaboración propia.

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de Coliformes Termotolerantes en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: La concentración de Coliformes Termotolerantes en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $u < 10000$ La concentración de coliformes termotolerantes en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010- MINAM.

Ho: $u \geq 10000$ La concentración de Coliformes Termotolerantes en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010- MINAM.

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

T de una muestra

Prueba de $\mu = 10000$ vs. < 10000

Tabla 19

Prueba de T de Student

| N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media | Límite superior de 95% | T | P |
|---|--------|-----------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| 8 | 8562,5 | 32,40 | 11,5 | 8584,2 | -125,48 | 0,00 |

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

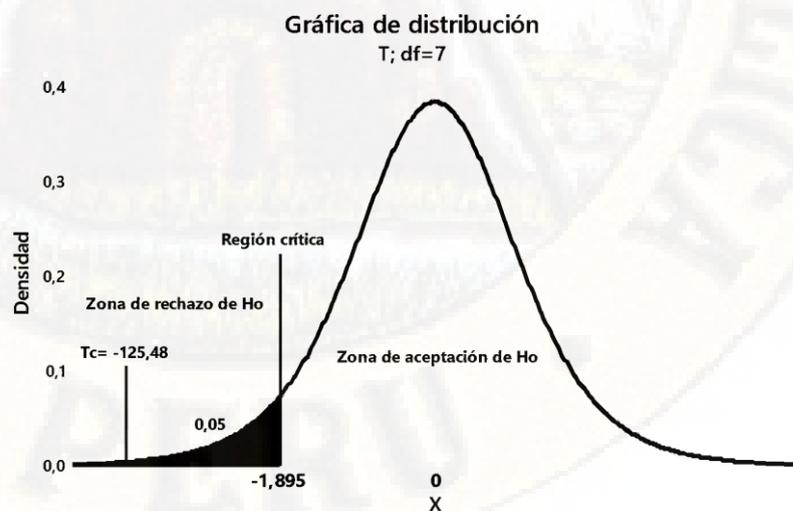
d) Regla de decisión

| PRUEBA DE T | | |
|----------------------------|-----|-----------------|
| $P - \text{Valor} = 0,000$ | $<$ | $\alpha = 0,05$ |

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia 0,05 ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la concentración de Coliformes Termotolerantes en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Figura 27

Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de Coliformes Termotolerantes



Toma de decisión

El valor de $T_c = -125,48$ cae dentro de la región crítica ($RC = <-\infty, t_{(0.05, 8-1)}> = <-\infty, -1,895>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de coliformes Termotolerantes, en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.3.2. Comparación de Aceite y Grasas con el (LMP) para efluentes de PTAR

A. Prueba de normalidad.

✚ Prueba de normalidad para la comparación de Aceite y Grasas con el (LMP) para efluentes de PTAR.

Tabla 20

Normalidad para Aceite y Grasas

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Aceite y Grasas | ,211 | 8 | ,200 | ,863 | 8 | ,127 |

Criterio para determinar Normalidad:

P – Valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**)
P – Valor $< \alpha$ Aceptar H_1 (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

| NORMALIDAD | | |
|-------------------|---|-----------------|
| P – Valor = 0,127 | > | $\alpha = 0,05$ |

Se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov- Smirnov^a y Shapiro-Wilk, se utilizó para contrastar

la hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, de la tabla 20, se obtuvo un P- valor 0,127 es mayor que 0,05 por tanto cumple con lo supuesto de normalidad, por tanto, aceptamos H_0 (Los datos provienen de una distribución Normal).

B. Prueba de homogeneidad.

✚ Prueba de homogeneidad para la comparación de Aceite y Grasas con el (LMP) para efluentes de PTAR.

Tabla 21

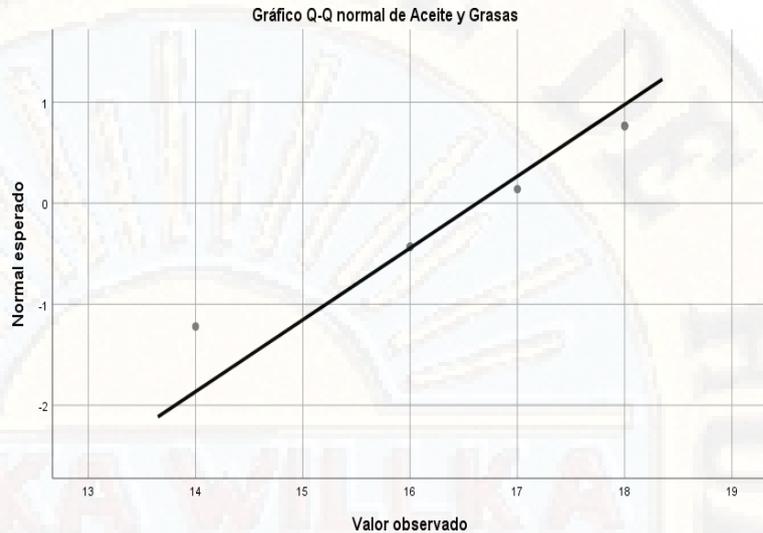
Medidas de Tendencia central y Dispersión para Aceite y Grasas

| Parámetro | fi | Mediana | Desv. std. | varianza | cuantil max. | cuantil min. | Coef. var. |
|-----------|----|---------|------------|----------|--------------|--------------|------------|
| A y G | 8 | 16,63 | 1,41 | 1,982 | 18 | 14 | 8,47 |

La concentración de aceites y grasas es un contaminante habitual de aguas residuales del efluente de la PTAR de Yauli que en su tratamiento durante la remoción y mediante el proceso de filtración disminuye la concentración en comparación del afluente de aceites y grasas donde se observa en los resultados, de la tabla 21, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 8 observaciones de concentración de Aceite y Grasas, teniendo como rango entre 14 mg/L a 18 mg/L, con una media de concentración de aceite y grasas de 16,63 mg/L, una desviación estándar de 1.41 mg/L, varianza de 1,982 mg/L y un coeficiente de variación de 8,47 mg/L, el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media. Este parámetro de aceite y grasas se encuentra muy por debajo de la línea de los LMP, cumpliendo el D.S. 003-2010-MINAM.

Figura 28

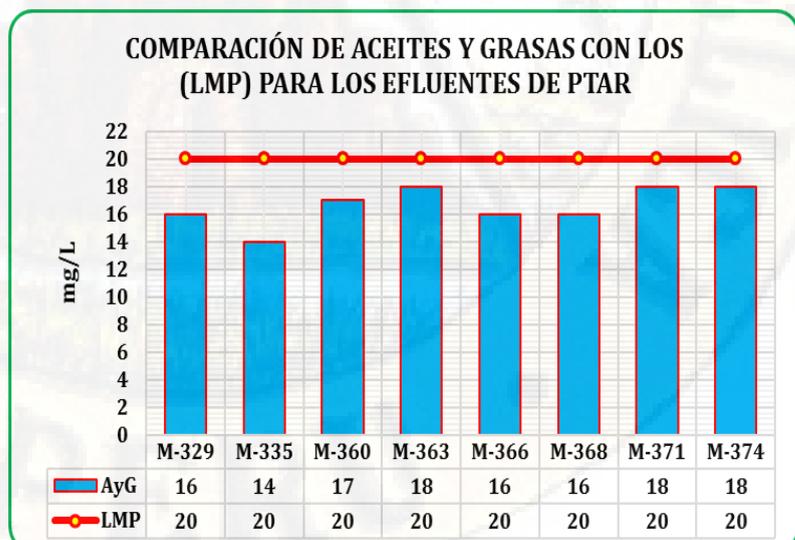
Prueba de Homogeneidad para Aceites y Grasas



NOTA: De la figura 28, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de aceite y grasas, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Figura 29

Comparación de Concentración de Aceite y Grasas con (LMP) para Efluentes de PTAR



Fuente: Elaboración propia.

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de Aceite y Grasas en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003- 2010-MINAM.

Ho: La concentración de Aceite y Grasas en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003- 2010-MINAM.

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $u < 20$ La concentración de Aceite y Grasas en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: $u \geq 20$ La concentración de Aceite y Grasas en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

T de una muestra

Prueba de $\mu = 20$ vs. < 20

Tabla 22
Prueba de T de Student

| N | Media | Desv.Est. | Error estándar de la media | Límite superior de 95% | T | P |
|---|-------|-----------|----------------------------|------------------------|-------|-------|
| 8 | 16,63 | 1,41 | 0,498 | 17,568 | -6,78 | 0,000 |

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0** .

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0** .

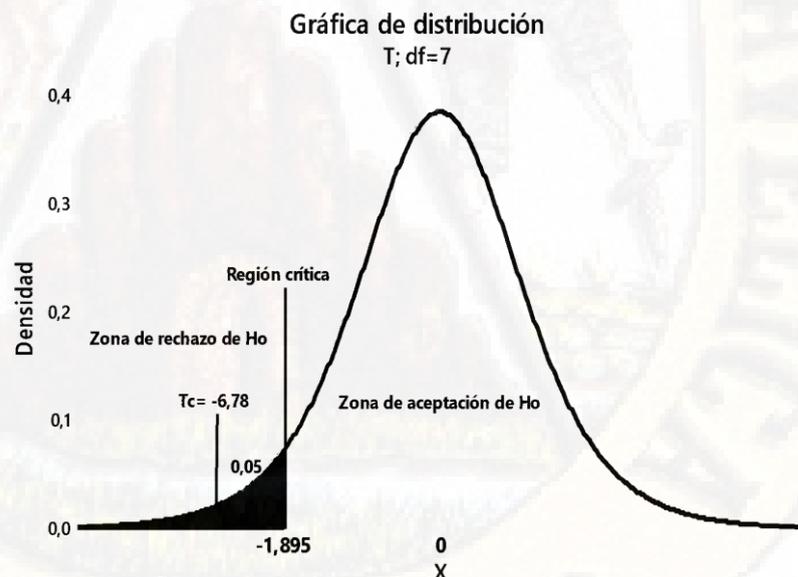
d) Regla de decisión

| PRUEBA DE T | | |
|----------------------------|-----|-----------------|
| $P - \text{Valor} = 0,000$ | $<$ | $\alpha = 0,05$ |

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia 0,05 ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la concentración de aceite y grasas en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Figura 30

Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de Aceite y Grasas



Toma de decisión

El valor de $T_c = -6,78$ cae dentro de la región crítica

($RC = <-\infty, t_{(0,05, 8-1)}> = <-\infty, -1,895>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis H_a** la media de

concentración de Aceite y Grasas, en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.3.3. Comparación de Sólidos Totales en Suspensión con el (LMP) para efluentes de PTAR.

A. Prueba de normalidad.



Prueba de normalidad para la comparación de Sólidos Totales en Suspensión con el (LMP) para efluentes de PTAR.

Tabla 23

Normalidad para Sólidos Totales en Suspensión

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Sólidos Totales en Suspensión | ,305 | 8 | ,027 | ,860 | 8 | ,12 |

Criterio para determinar Normalidad:

P – Valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 (Los datos provienen de una distribución

Normal)

P – Valor $< \alpha$ Aceptar H_1 (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

| NORMALIDAD | | |
|-------------------|---|-----------------|
| P – Valor = 0,120 | > | $\alpha = 0,05$ |

Interpretación

Se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov- Smirnov^a y Shapiro-Wilk, se utilizó para contrastar la hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los

datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, de la tabla 23, se obtuvo un P-valor 0,120 es mayor que 0,05 por tanto cumple con lo supuesto de normalidad, por tanto, aceptamos H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

A. Prueba de homogeneidad.

▣ Prueba de homogeneidad para la comparación de Sólidos Totales en Suspensión con el (LMP) para efluentes de PTAR.

Tabla 24

Medidas de Tendencia Central y Dispersión para Sólidos Totales en Suspensión

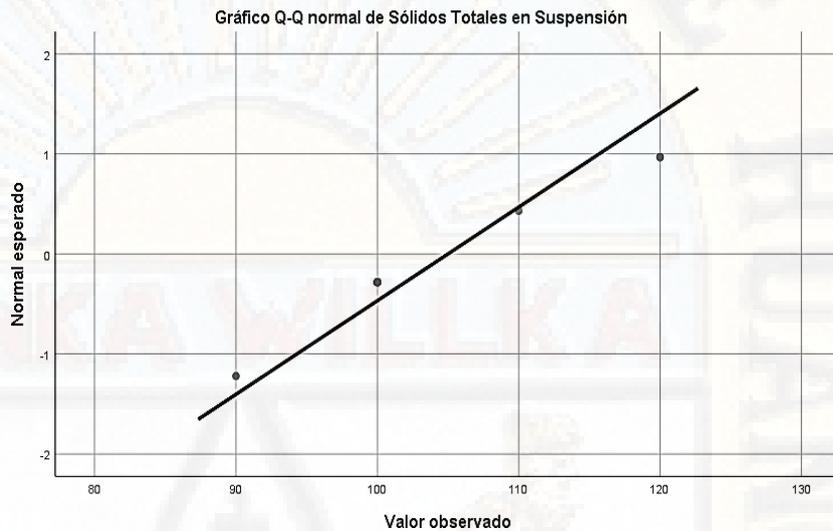
| Parámetro | fi | Mediana | Mediana | Desviación estándar. | varianza | cuantil max. | cuantil min. | Coef. var. |
|-----------|----|---------|---------|----------------------|----------|--------------|--------------|------------|
| SST | 8 | 105,00 | 100,00 | 10,69 | 114,29 | 120 | 90 | 10,18 |

La concentración de los sólidos totales en suspensión como calificación de calidad de agua en el efluente de la PTAR de Yauli disminuyen en comparación con el afluente por el tratamiento que recibe las aguas residuales en el proceso de sedimentación, donde se observa en los resultados, de la tabla 24, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 8 observaciones de concentración de sólidos Totales en Suspensión, teniendo como rango entre 90 ml/L a 120 ml/L, con una media de concentración de sólidos totales en suspensión de 105,00 ml/L, una desviación estándar de 10.69 ml/L, varianza de 114,29 ml/L y un coeficiente de variación de 10,18 ml/L, el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media.

Estas concentraciones de los LMP del afluente cumplen con el D.S. 003-2010- MINAM favoreciendo y contribuyendo con el ambiente.

Figura 31

Prueba de Homogeneidad para Sólidos Totales en Suspensión



Nota: de la figura 31, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de sólidos totales en suspensión, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Figura 32

Comparación de Concentración de Sólidos Totales en Suspensión con (LMP) para Efluentes de PTAR



Fuente: Elaboración propia.

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de Sólidos Totales en Suspensión en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: La concentración de Sólidos Totales en Suspensión en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $u < 150$ La concentración de Sólidos Totales en Suspensión en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: $u \geq 150$ La concentración de Sólidos Totales en Suspensión en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

T de una muestra.

Prueba de $\mu = 20$ vs. < 20

Tabla 25
Prueba de t de Student

| N | Media | Desv.Est | Error estándar de la media | Límite superior de 95% | T | P |
|---|--------|----------|----------------------------|------------------------|--------|-------|
| 8 | 105,00 | 10,69 | 3,78 | 112,16 | -11,91 | 0,000 |

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

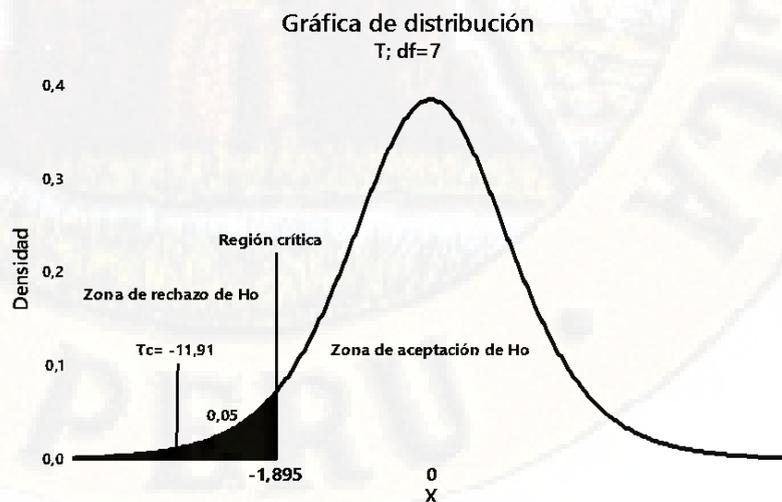
d) Regla de decisión

| PRUEBA DE T | | |
|----------------------------|-----|-----------------|
| $P - \text{Valor} = 0,000$ | $<$ | $\alpha = 0,05$ |

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia 0,05 ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la concentración de Sólidos Totales en Suspensión en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010- MINAM.

Figura 33

Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de Sólidos Totales en Suspensión.



Toma de decisión

El valor de $T_c = -11,91$ cae dentro de la región crítica ($RC = <-\infty, t_{(0.05, 8-1)}> = <-\infty, -1,895>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de Sólidos Totales en Suspensión, en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli– Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.3.4. Comparación de Demanda Bioquímica de Oxígeno con el (LMP) para efluentes de PTAR.

A. Prueba de normalidad.

- ✚ **Prueba de normalidad para la comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con el (LMP) para efluentes de PTAR.**

Tabla 26

Normalidad para DBO_5

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| D | ,253 | 8 | ,142 | ,879 | 8 | ,186 |
| B | | | | | | |
| O₅ | | | | | | |

Criterio para determinar Normalidad:

P – Valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**)
P – Valor $< \alpha$ Aceptar H_1 (Los datos **No** provienen de una distribución Normal)

| NORMALIDAD | |
|-------------------|-------------------|
| P – Valor = 0,186 | $> \alpha = 0,05$ |

Interpretación

Se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov- Smirnov^a y Shapiro-Wilk, se utilizó para contrastar la hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, de la tabla 26, se obtuvo un P- valor 0,186 es mayor que 0,05 por lo tanto cumple con lo supuesto de normalidad y, por tanto, aceptamos H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

A. Prueba de homogeneidad.

▣ Prueba de homogeneidad para la Demanda Bioquímica de Oxígeno con el (LMP) para efluentes de PTAR.

Tabla 27

Medidas de Tendencia Central y Dispersión para DBO_5

| Parámetro | fi | Medi | Mediana | Desv | varianz | cuanti | cuanti | Coef |
|----------------|----|-------|---------|-------|---------|--------|--------|------|
| | | a | | std. | a | l | l | var. |
| | | | | | | max. | min. | |
| D | 8 | 670,5 | 649,70 | 52,38 | 2743,56 | 754,9 | 617,5 | 7,81 |
| B | | 6 | | | | | | |
| O ₅ | | | | | | | | |

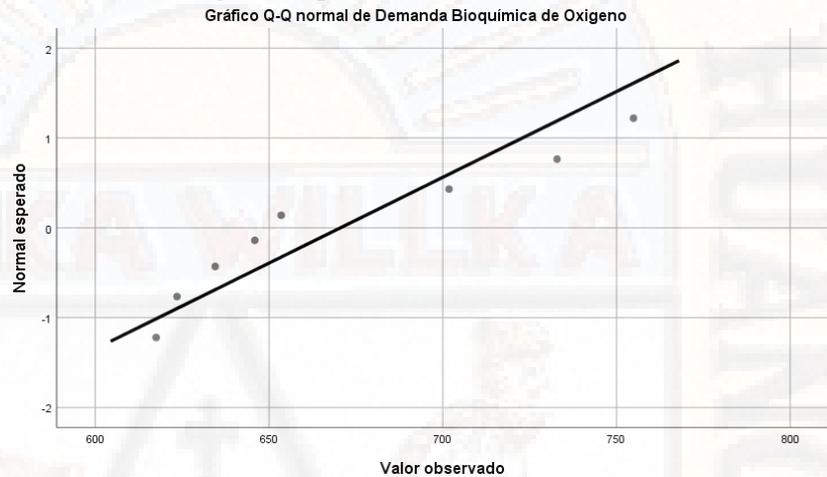
Interpretación

La concentración de la DBO_5 en el efluente de la PTAR muestra la cantidad de materia orgánica del agua residual el cual no llega a cumplir con los LMP debido a la deficiencia del tratamiento en el proceso de remoción de materia orgánica esto se observa en los resultados, de la tabla 27, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 8 observaciones de concentración de DBO_5 , teniendo como rango entre 617,5 mg/L a 754,9 mg/L, con una media de concentración de DBO_5 de

670,56 mg/L, una desviación estándar de 52,38 mg/L, varianza de 2743,56 mg/L y un coeficiente de variación de 7,81 mg/L, el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media. Estos valores incumplen con el D.S. 003-2010- MINAM afectando al ambiente y aguas abajo.

Figura 34

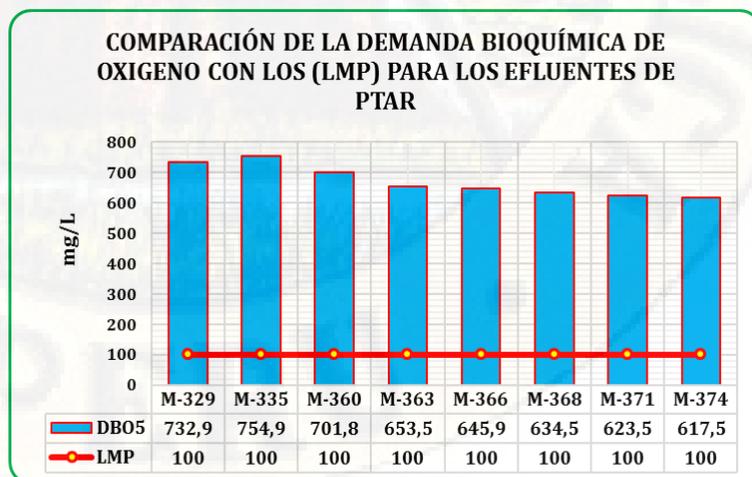
Prueba de Homogeneidad para DBO₅



NOTA: De la figura 34, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de DBO₅, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Figura 35

Comparación de Concentración de DBO₅ con (LMP) para Efluentes de PTAR



Fuente: Elaboración propia.

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de DBO₅ en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: La concentración de DBO₅ en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003- 2010-MINAM.

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $\mu < 100$ La concentración de DBO₅ en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli - Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: $\mu \geq 100$ La concentración de DBO₅ en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

T de una muestra

Prueba de $\mu = 100$ vs. < 100

Tabla 28
Prueba de T de Student

| N | Medi a | Desv.Est . | Error estándar de la media | Límite superior de 95% | T | P |
|---|-----------|---------------|----------------------------------|------------------------------|-------|------|
| 8 | 670,6 | 52,4 | 18,5 | 705,6 | 30,81 | 1,00 |

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

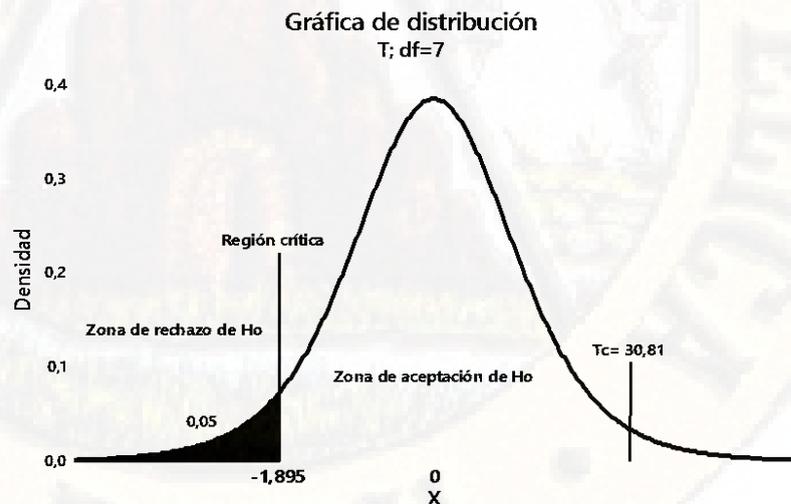
d) Regla de decisión

| PRUEBA DE T | | |
|----------------------------|--------|-----------------|
| $P - \text{Valor} = 1,000$ | \geq | $\alpha = 0,05$ |

Como el $P - \text{Valor}$ es mayor que el nivel de significancia 0,05 ($1,000 > 0,05$), aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la concentración de DBO_5 en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **no cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Figura 36

Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de DBO_5 Toma de Decisión



El valor de $T_c = 30,81$ cae fuera de la región crítica ($RC = <-\infty, t_{(0,05, 8-1)}> = <-\infty, -1,895>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y **acepto la Hipótesis H_0** la media de concentración de DBO_5 , en el

efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **no cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.3.5. Comparación de Demanda Química de Oxígeno con el (LMP) para efluentes de PTAR

A. Prueba de normalidad.

✚ Prueba de normalidad para la comparación de Demanda Química de Oxígeno con el (LMP) para efluentes de PTAR

Tabla 29

Normalidad para DQO

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|------------|-----------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogórov-Smirnov | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| DQO | ,282 | 8 | ,061 | ,827 | 8 | ,055 |

Criterio para determinar Normalidad:

P – Valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 (Los datos proviene de una distribución **Normal**) P – Valor $< \alpha$ aceptar H_1 (Los datos

No provienen de una distribución

Normal)

| NORMALIDAD | | |
|-------------------|--------|-----------------|
| P – Valor = 0,055 | \geq | $\alpha = 0,05$ |

Interpretación

Se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov- Smirnov^a y Shapiro-Wilk, se utilizó para contrastar la hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para

comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, de la tabla 29, se obtuvo un P- valor 0,055 es mayor que 0,05 por lo tanto cumple con lo supuesto de normalidad, por tanto, aceptamos H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

A. Prueba de homogeneidad.

+ Prueba de homogeneidad para la comparación de Demanda Química de Oxígeno con el (LMP) para efluentes de PTAR

Tabla 30

Medidas de Tendencia Central y Dispersión para DQO

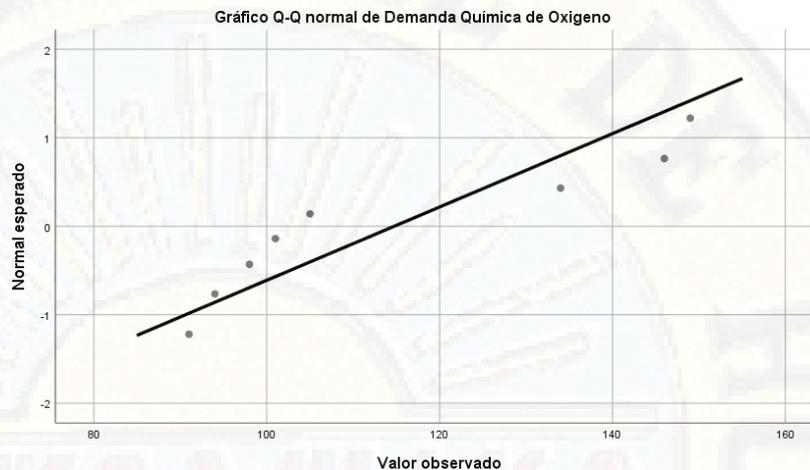
| Parámetro | n | Media | Mediana | Desv. std. | varianza | Cuanti- l max. | Cuanti- l min. | Coe- ficiente de variación |
|-----------|---|-------|---------|------------|----------|----------------|----------------|----------------------------|
| D | 8 | 114,7 | 103,00 | 24,14 | 582,79 | 149 | 91 | 21,04 |
| Q | | 5 | | | | | | |
| O | | | | | | | | |

Interpretación

La concentración de la demanda química de oxígeno en el efluente de la PTAR muestra la cantidad de materia del agua residual el cual llega a cumplir con los LMP debido a la eficiencia del tratamiento en el proceso de remoción de materia orgánica esto se observa en los resultados, de la tabla 30, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 8 observaciones de concentración de DQO, teniendo como rango entre 91 mg/L a 149 mg/L, con una media de concentración de DQO de 114,75 mg/L, una desviación estándar de 24,14 mg/L, varianza de 582,79 mg/L y un coeficiente de variación de 21,04 mg/L, el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media. Estos valores cumplen con el D.S. 003-2010- MINAM.

Figura 37

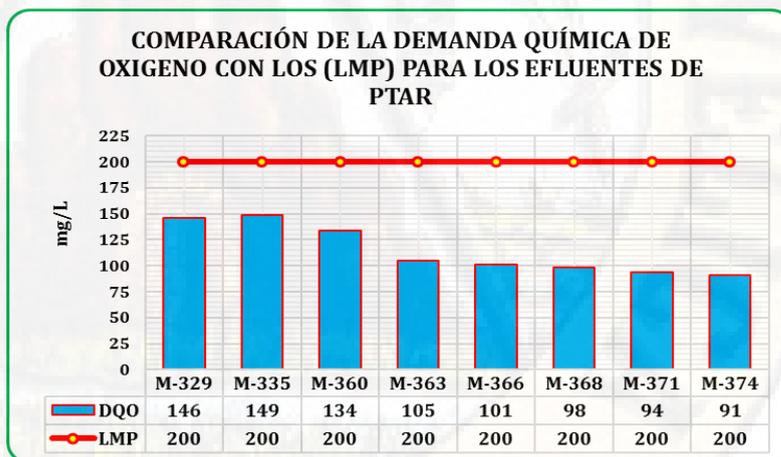
Prueba de Homogeneidad para DQO



Nota: De la figura 37, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de DQO, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Figura 38

Comparación de Concentración de DQO Con (LMP) para Efluentes de PTAR



Fuente: Elaboración propia.

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de DQO en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli –

Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: La concentración de DQO en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003- 2010-MINAM.

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $u < 200$ La concentración de DQO en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli - Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: $u \geq 200$ La concentración de DQO en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

T de una muestra

Prueba de $\mu = 200$ vs. < 200

Tabla 31

Prueba de T de Student

| N | Media | Desv.Est | Error estándar de la media | Límite superior de 95% | T | P |
|---|-------|----------|----------------------------|------------------------|-------|---|
| 8 | 114,7 | 24,14 | 8,54 | 130,92 | -9,99 | 0 |
| 5 | | | | | | |

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

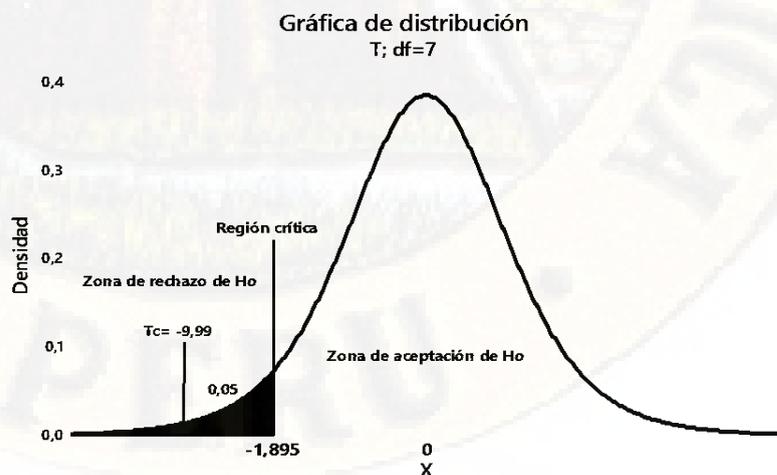
d) Regla de decisión

| PRUEBA DE T | | |
|----------------------------|-----|-----------------|
| $P - \text{Valor} = 0,000$ | $<$ | $\alpha = 0,05$ |

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia 0,05 ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la concentración de DQO en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Figura 39

Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de DQO



Toma de decisión

El valor de $T_c = -9,99$ cae dentro de la región crítica:

($RC = <-\infty, t_{(0.05, 8-1)}> = <-\infty, -1,895>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis H_a** la media de concentración de DQO, en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.3.5. Comparación del pH con el (LMP) para efluentes de PTAR

A. Prueba de normalidad.

✚ Prueba de normalidad para la comparación de pH con el (LMP) para efluentes de PTAR

Tabla 32

Normalidad para pH

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|----------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | Gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| p | ,235 | 8 | ,200 | ,835 | 8 | ,067 |
| H | | | | | | |

Criterio para determinar Normalidad:

$P - Valor \geq \alpha$ Aceptar H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

$P - Valor < \alpha$ Aceptar H_1 (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

| NORMALIDAD | |
|---------------------|----------------------|
| $P - Valor = 0,067$ | $\geq \alpha = 0,05$ |

Interpretación

Se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov- Smirnov^a y Shapiro-Wilk, se utilizó para

contrastar la hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, de la tabla 32, se obtuvo un P- valor 0,067 es mayor que 0,05 por lo tanto, cumple con lo supuesto de normalidad, por tanto, aceptamos H_0 (Los datos provienen de una distribución Normal).

A. Prueba de homogeneidad.

Prueba de homogeneidad para la comparación de pH con el (LMP) para efluentes de PTAR

Tabla 33

Medidas de Tendencia Central y Dispersión Para pH

| Parámetro | fi | Mediana | media | Desv. std. | varianza | cuantil max. | cuantil min. | Coef. var. |
|-----------|----|---------|-------|------------|----------|--------------|--------------|------------|
| Ph | 8 | 7,49 | 7,47 | 0,062 | 0,004 | 7,58 | 7,43 | 0,84 |

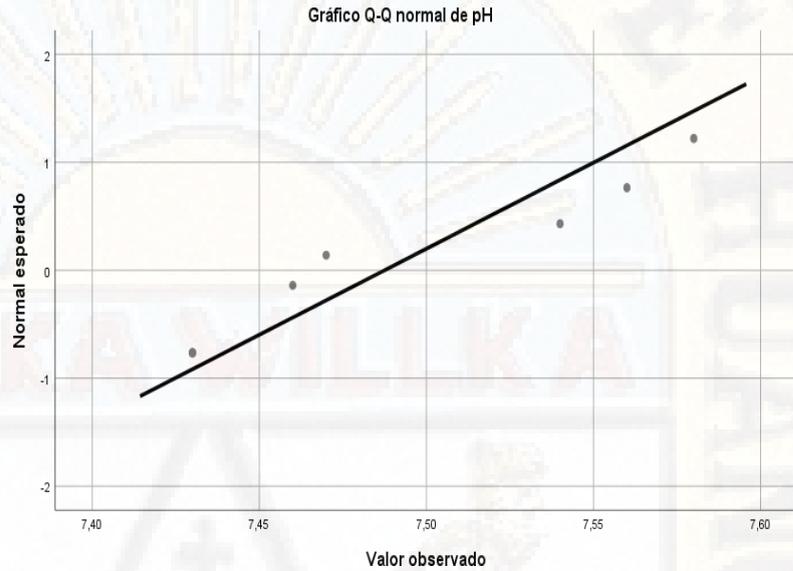
Interpretación

El pH siempre es necesario controlar porque referencia al grado de hidrogeniones presente en el efluente de la PTAR de Yauli y la concentración del pH del efluente se encuentra por debajo de los LMP máximos dados por el D.S. 003-2010- MINAM, esto debido al manejo del pH en el proceso remoción y filtración esto se observa en los resultados, de la tabla 33, los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 8 observaciones de concentración de pH, teniendo como rango entre 7,43 unid a 7,58 unid, con una media de concentración de pH de 7,49 unid, una desviación estándar de 0,062 unid, varianza de 0,004 unid y un coeficiente de variación de 0,84 unid, el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media.

El pH del efluente cumple con los LMP contribuyendo al ambiente en cada descarga.

Figura 40

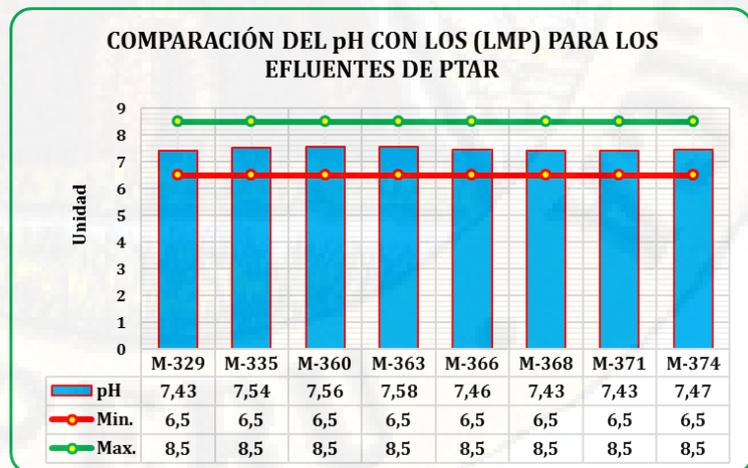
Prueba de Homogeneidad para pH



Nota: De la figura 40, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de pH, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Figura 41

Comparación de Concentración de pH con (LMP) para Efluentes de PTAR.



Fuente: Elaboración propia

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: La concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $u < 8,5$ La concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: $u \geq 8,5$ La concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

T de una muestra

Prueba de $\mu = 8,5$ vs. $< 8,5$

Tabla 34

Prueba de T de Student

| N | Media | Desv.Est | Error estándar de la media | Límite superior de 95% | T | P |
|---|-------|----------|----------------------------|------------------------|--------|-------|
| 8 | 7,489 | 0,0627 | 0,0222 | 7,5295 | -45,65 | 0,000 |

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

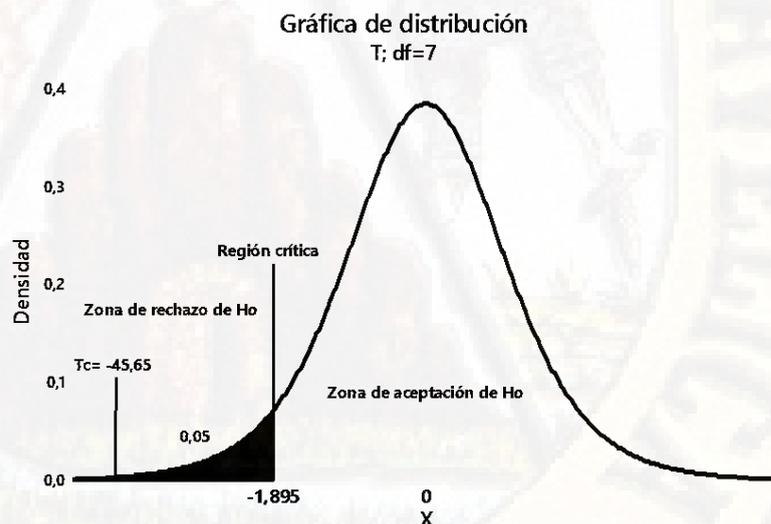
Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

d) Regla de decisión

| PRUEBA DE T | | |
|----------------------------|-----|-----------------|
| $P - \text{Valor} = 0,000$ | $<$ | $\alpha = 0,05$ |

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia 0,05 ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la concentración de pH en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Figura 42
Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de pH



Toma de decisión

El valor de $T_c = -45,65$ cae dentro de la región crítica ($RC = < -\infty, t_{(0,05, 8-1)} > = < -\infty, -1,895 >$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis H_a** la media de concentración de pH, en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del

distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.3.6. Comparación del Temperatura con el (LMP) para efluentes de PTAR

A. Prueba de normalidad.

Prueba de normalidad para la comparación de Temperatura con el (LMP) para efluentes de PTAR

Tabla 35

Normalidad para Temperatura

| T° | Pruebas de normalidad | | | | | |
|----|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| | ,284 | 8 | ,057 | ,825 | 8 | ,053 |

Criterio para determinar Normalidad:

P – Valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**)
 P – Valor $< \alpha$ Aceptar H_1 (Los datos **No** provienen de una distribución Normal)

| NORMALIDAD | | |
|-------------------|--------|-----------------|
| P – Valor = 0,053 | \geq | $\alpha = 0,05$ |

Interpretación

Se realizó la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov- Smirnov^a y Shapiro-Wilk, se utilizó para contrastar la hipótesis de normalidad de la población y la normalidad de los datos obtenidos, esto cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 y a la vez se utilizó para comprobar si se verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que el resultado de algunos análisis sea fiable, de la tabla 35, se obtuvo un P- valor 0,053 es mayor

que 0,05 por tanto cumple con lo supuesto de normalidad, por tanto, aceptamos H_0 (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

A. Prueba de homogeneidad.

✚ Prueba de homogeneidad para la comparación de Temperatura con el (LMP) para efluentes de PTAR

Tabla 36

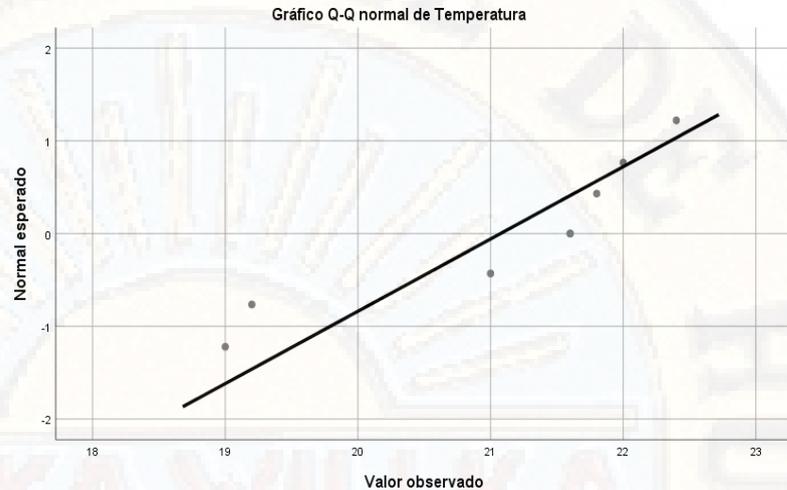
Medidas de Tendencia Central y Dispersión para Temperatura

| Parámetro | fi | Media | mediana | Desv. std. | Varianza | cuantil max. | cuantil min. | Coef. var. |
|-----------|----|-------|---------|------------|----------|--------------|--------------|------------|
| T °C | 8 | 21,08 | 21,60 | 1,282 | 1,645 | 22,4 | 19,0 | 6,09 |

Interpretación

La temperatura del efluente de la PTAR de Yauli cumple con los LMP muy por debajo del D.S. 003-2010- MINAM esto debido al manejo del afluente en el tiempo de tratamiento en cada proceso esto se observa en los resultados, de la tabla 36, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 8 observaciones de concentración de Temperatura, teniendo como rango entre 19,0 °C a 22,4 °C, con una media de concentración de temperatura 21,08 °C, una desviación estándar de 1,282 °C, varianza de 1,645 °C y un coeficiente de variación de 6,09 °C, el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media. La temperatura que presenta en cada descarga del efluente no afecta al ambiente.

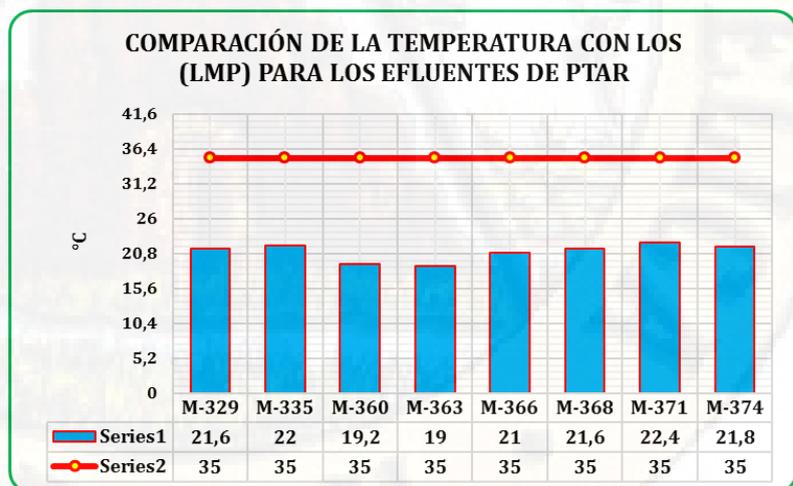
Figura 43
Prueba de Homogeneidad para Temperatura



Nota: De la figura 43, se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de temperatura, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Figura 44

Comparación de Concentración de Temperatura con (LMP) para Efluentes de PTAR



Fuente: Elaboración propia.

a) Planteamiento de la hipótesis

Ha: La concentración de temperatura en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: La concentración de temperatura en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

b) Niveles de significación.

Nivel de significación alfa = 0.05 %

Ha: $u < 35$ La concentración de temperatura en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Ho: $u \geq 35$ La concentración de temperatura en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumple con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p –valor:

T de una muestra

Prueba de $\mu = 35$ vs. < 35

Tabla 37.
Prueba de T de Student

| N | Media | Desv.Est | Error estándar de la día | Límite superior de 95% | T | P |
|---|--------|----------|--------------------------|------------------------|--------|-----|
| 8 | 21,075 | 1,283 | 0,453 | 21,934 | -30,71 | 0,0 |

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0** .

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0** .

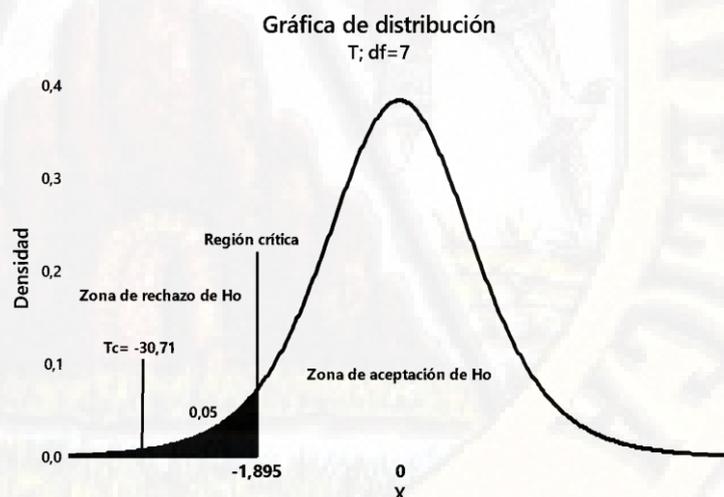
d) Regla de decisión

| PRUEBA DE T | | |
|----------------------------|-----|-----------------|
| $P - \text{Valor} = 0,000$ | $<$ | $\alpha = 0,05$ |

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia 0,05 ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la concentración de temperatura en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.

Figura 45

Campana de Gauss para la Prueba de Hipótesis de Temperatura



Toma de decisión

El valor de $T_c = -30,71$ cae dentro de la región crítica ($RC = <-\infty, t_{(0,05, 8-1)}> = <-\infty, -1,895>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis H_a** la media de concentración de

temperatura, en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, **si cumple** con los (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

4.3.7. Porcentaje de remoción y eficiencia requerida para cumplir los LMP.

a) Determinación del porcentaje (%) de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales de la municipalidad De Yauli con datos obtenidos en el laboratorio.

Tabla 38
Promedio de los parámetros de Afluente

| CODIGO DE MUESTRA | PARÁMETROS (EN MUESTRAS DE AGUA DEL AFLUENTE DEL PTAR - YAULI) - EX SITU | | | | | | |
|------------------------|--|------------------|-------------------------------|------------------|------------|--------|-------------|
| | Coliformes Termototales | Aceites y Grasas | Sólidos Totales en Suspensión | DBO ₅ | DQO | pH | Temperatura |
| | NMP/100m l | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | Unidad | °C |
| M-328 | 15050 | 27 | 380 | 743.3 | 154 | 7.62 | 18 |
| M-334 | 15000 | 26 | 400 | 774.3 | 168 | 7.96 | 17 |
| M-359 | 15550 | 24 | 400 | 712.6 | 146 | 7.83 | 18.3 |
| M-362 | 15600 | 28 | 390 | 709.6 | 121 | 7.63 | 19.6 |
| M-365 | 15500 | 29 | 400 | 678.3 | 114 | 7.61 | 18 |
| M-367 | 15550 | 29 | 339 | 665.3 | 101 | 7.67 | 17.2 |
| M-370 | 15610 | 29 | 420 | 654.6 | 100 | 7.66 | 17 |
| M-373 | 15500 | 28 | 400 | 648.6 | 97 | 7.75 | 18 |
| Total, promedio | 15420 | 28 | 391.13 | 698.33 | 125 | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39
Promedio de los Parámetros de Efluente

| PARÁMETROS (EN MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL PTAR - YAULI) - EX SITU | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------|--------------|-------------------|
| CODIGO DE MUESTRA | Coliformes Termototales NMP/100 ml | Aceite y Grasas mg/L | Sólidos Totales en Suspensión mg/L | DBO ₅ mg/L | DQO mg/L | pH Unidad | Temperatura °C |
| M-329 | 8560 | 16 | 120 | 732.9 | 146 | 7.43 | 21.6 |
| M-335 | 8600 | 14 | 100 | 754.9 | 149 | 7.54 | 22 |
| M-360 | 8550 | 17 | 110 | 701.8 | 134 | 7.56 | 19.2 |
| M-363 | 8580 | 18 | 100 | 653.5 | 105 | 7.58 | 19 |
| M-366 | 8560 | 16 | 100 | 645.9 | 101 | 7.46 | 21 |
| M-368 | 8550 | 16 | 90 | 634.5 | 98 | 7.43 | 21.6 |
| M-371 | 8500 | 18 | 120 | 623.5 | 94 | 7.43 | 22.4 |
| M-374 | 8600 | 18 | 100 | 617.5 | 91 | 7.47 | 21.8 |
| Total promedio | 8562.5 | 16.63 | 105 | 670.57 | 114.75 | | |

Fuente: Elaboración propia

- a. **Fórmula para determinar el porcentaje de remoción de la PTAR.**

$$ER (\%) = \frac{(C_a - C_t)}{C_a} \times 100$$

Datos de afluente

DBO₅ = 698.33 mg/l

SST= 391.13 mg/l

DQO= 125 mg/l

CT=15420 NMP/100ml
NMP/100ml

AyG=28 mg/l

Datos de efluente

DBO₅ = 670.57 mg/l

SST= 105 mg/l

DQO= 114.75 mg/l

CT= 8562.5

AyG=16.63mg/l

Los porcentajes de remoción de los parámetros fueron lo siguiente. La remoción de demanda bioquímica de oxígeno fue 3.89% de los sólidos totales solubles 73.15% de la demanda química de oxígeno 8.2% de los coliformes termotolerantes 44.48% y de aceites y grasas 40.1%.

- **Determinación el porcentaje (%) de eficiencia requerida para cumplir con los límites máximos permisibles.**

La eficiencia requerida para cumplir con los LMP, de acuerdo con los datos obtenidos de afluente, con respecto a los datos de los LMP (D.S. N°003-2010-MINAM) y posterior a ello compararemos si estos porcentajes que se requiere cumplen con los datos analizados.

$$\text{Eficiencia Requerida(\%)} = \frac{(Ca - Ce)}{Ca} \times 100$$

| Datos de afluente | Datos según normativa |
|---|-----------------------------------|
| DBO₅ = 698.33 mg/l | DBO₅ = 100 mg/l |
| SST = 391.13 mg/l | SST = 150 mg/l |
| DQO = 125 mg/l | DQO = 200 mg/l |
| CT =15420 NMP/100ml NMP/100ml | CT = 10000 |
| AyG =28 mg/l | AyG =20mg/l |

Los porcentajes de eficiencia requerida para cumplir con cada límite máximo permisible de acuerdo al D.S. N°003-2010-MINAM de los parámetros fueron lo siguiente. La eficiencia de demanda bioquímica de oxígeno fue 85.68%, de los sólidos totales solubles 61.65%, de la demanda química de oxígeno 0% El resultado es porque la concentración en el afluente es menor a lo que requiere la normativa < D.S. 003-2010-MINAM (125 mg/L<200 mg/L), por lo que la DQO cumple desde la entrada a la planta de tratamiento de los coliformes termotolerantes 35.15% y de aceites y grasas 28.57%.

- **Análisis de los resultados de cálculo**

- **DBO₅:** La eficiencia que se requiere para remover 698.33 mg/L de DBO es de 85.68% de acuerdo con cálculos realizados con parámetros de D.S. N°003-2010-MINAM, puesto que el % de remoción de la planta es de 3.98% en donde se encuentra alejado del % óptimo para cumplir con los LMP.
- **SST:** La eficiencia que se requiere para remover 391.13 mg/L de sólidos suspendidos totales es de 61.65% de acuerdo a cálculos realizados con parámetros de D.S. N°003-2010- MINAM, puesto que el % de remoción de la planta es de 73.15% en donde se encuentra superando la eficiencia requerida del % óptimo para cumplir con los LMP, se deduce que este parámetro si cumple con el D.S. N°003-2010- MINAM.
- **DQO:** La eficiencia que se requiere para remover 125 mg/L de demanda química de oxígeno el resultado es negativo porque la concentración de la DQO en el afluente es menor a lo que requiere la normativa < D.S. 003-2010-MINAM (125 mg/L<200 mg/L), por lo que la DQO cumple desde la entrada a la planta de tratamiento, pero se realizó el cálculo respectivo en donde el % de remoción de la planta es de 8.2%, se deduce que este parámetro si cumple con el D.S. N°003-2010- MINAM.
- **COLIFORMES TERMOTOLERANTES:** La eficiencia que se requiere para remover 15420 NMP/100ml de CT es de 35.15% de acuerdo con cálculos

realizados con parámetros de D.S. N°003-2010-MINAM, puesto que el % de remoción de la PTAR es de 44.48% en donde se encuentra superando la eficiencia requerida del % óptimo para cumplir con los LMP, se deduce que este parámetro si cumple con el D.S. N°003- 2010-MINAM.

- **ACEITES Y GRASAS:** La eficiencia que se requiere para remover 28mg/L de AyG es de 28.57% de acuerdo con cálculos realizados con parámetros de D.S. N°003-2010- MINAM, puesto que el % de remoción de la planta es de 40.61% en donde se encuentra superando la eficiencia requerida del % óptimo para cumplir con los LMP, se deduce que este parámetro si cumple con el D.S. N°003-2010- MINAM.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se demuestran que los 6 parámetros analizados si cumplen con los límites máximos permisibles del D.S. 003-2010-MINAM a excepción de la Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO₅) que sobrepasa los Límites Máximos Permisibles, a comparación de la tesis de Barrantes Barrantes & Cartin Nuñez (2017), en el artículo titulado eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente , San Ramón , Costa Rica donde todos los parámetros analizados en laboratorio durante los 12 meses del año, los resultados permitieron afirmar que la planta de tratamiento de aguas residuales bajo estudio cumple con los parámetros permitidos por la legislación vinculante. De ello se concluye que la PTAR-SO cumple con los parámetros establecidos en la legislación nacional, lo cual garantiza que no haya afectación significativa a ningún ecosistema, ni a la salud de las personas. Por lo tanto, podemos decir que el trabajo de investigación tiene algo de similitud con la nuestra, aunque no a un 100% pero si en la mayoría de los parámetros consideradas.

Con respecto a los resultados de los parámetros estudiados, se puede confirmar que los coliformes termotolerantes se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles, a comparación de la tesis de Galindo, Toncel, & Rincón (2016), en su artículo realizaron la investigación titulado evaluación de un filtro biológico como unidad de postratamiento de aguas residuales utilizando conchas marinas como material de soporte de la Universidad de La Guajira – Colombia. En donde se valoró la eficiencia de un filtro biológico (FB) a escala piloto, utilizando conchas marinas como material de soporte (MS) para el posterior tratamiento de aguas residuales municipales (ARM) que provenían de un tratamiento previo anaerobio-aerobio. A pesar de recibir tratamiento previo, el número de coliformes totales y fecales afluentes al FB fueron altos, presentando órdenes hasta de 10⁷ NMP/100ml. Por ende, podemos concluir que efectivamente los procesos unitarios de una PTAR no remueven los coliformes presentes en el agua residual, como en el caso de la planta

de tratamiento de Yauli se instaló un sistema de cloración a la salida del filtro biológico como una alternativa para eliminar los coliformes termotolerantes, razón por el cual durante el monitoreo del efluente de la PTAR se obtuvieron resultados por debajo de los límites máximos permisibles.

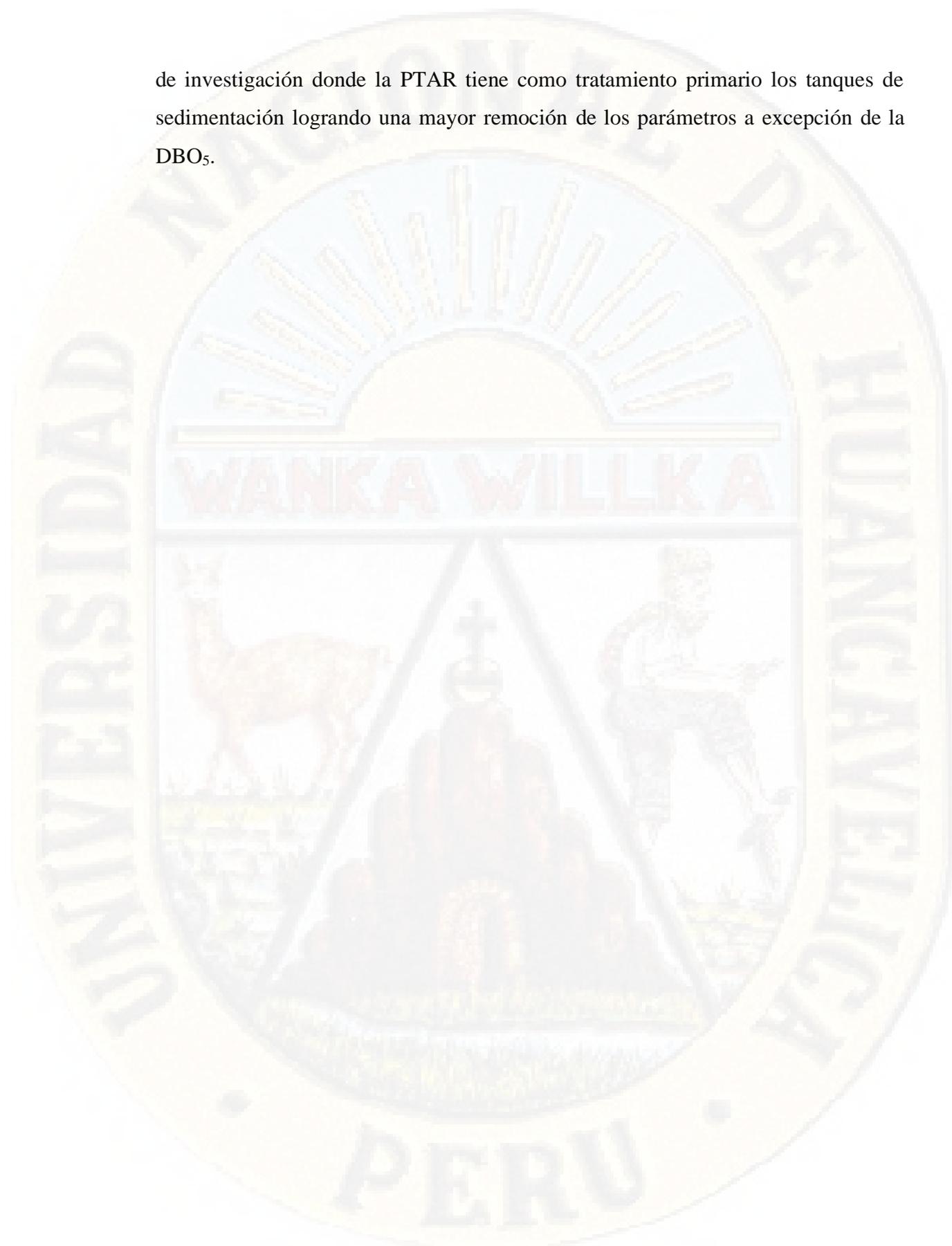
La investigación tiene como objetivo determinar la concentración de los parámetros del afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Yauli –Huancavelica, en la cual uno de los parámetros importantes a analizar fue la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) donde como resultado se obtuvo valores por encima de los límites máximos permisibles (LMP) durante todo el periodo de monitoreo en el efluente de la PTAR; asimismo en la tesis de Matsumoto & Sánchez Ortiz (2016), realizaron la investigación desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Iracema (Brasil), en la cual como resultado de la remoción de la DBO media fue del 73,6%, inferior al 80% recomendado por la legislación brasilera llegándose a una conclusión de que la PTAR necesita implementar un sistema de postratamiento que garantice remoción adicional de materia orgánica para ajustar el efluente a la normatividad ambiental brasileña. Por ende, se puede decir que los trabajos realizados tienen algo en común que es la DBO_5 , donde son dificultosos de cumplir con las normativas ambientales de cada país, todo ello debe en muchos casos a las diversas descargas de las aguas residuales a la PTAR, tipo de diseño y uso de las PTAR.

Con respecto al objetivo específico 2 se tuvo que, Villanueva Aliaga & Yance Soto (2017), realizaron la investigación titulado mejoramiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes en la PTAR del distrito de Huáchac-Chupaca, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, donde se procedió al cálculo de la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes en Lagunas Facultativas obteniendo los siguientes valores: 84.2% de DBO, 86.3% de DQO y 77.3% de coliformes termotolerantes, asimismo Galindo, Toncel, & Rincón (2016), en su artículo realizaron la investigación titulado evaluación de un filtro biológico como unidad de postratamiento de aguas residuales utilizando conchas marinas como material de soporte de la Universidad de La Guajira

– Colombia, en donde obtuvieron los mayores eficiencias en la remoción de Coliformes totales y fecales fueron de 97,24 y 94,63%, respectivamente, registradas en el TRH de 12,85h. Es así que en comparación de los resultados obtenidos por el estudio y los resultados mostrados por Villanueva Aliaga & Yance Soto (2017) y Galindo, Toncel, & Rincón (2016), en el presente se obtuvieron los siguientes valores: 3.98% de DBO₅, 73.15% de SST, 44.48% de CT y 40.61% de AyG, donde todos los parámetros superan la eficiencia requerida a excepción de la DBO que según los cálculos realizados están por debajo de la eficiencia requerida, por lo que no hay una buena remoción de dicho parámetro y en cuanto a la DQO sucede que este parámetro entra a la planta con un valor por debajo de los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Los resultados obtenidos con la presente investigación permitieron determinar la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli, para ello se tomaron muestras durante 5 meses (Octubre 2019-Febrero 2020), Asimismo en comparación con su investigación de Montenegro Juárez (2016), en su tesis de maestría donde realizó la investigación titulado eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticos del distrito del Parco, Bagua, Amazonas, Abril-Octubre 2013. La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales fue de 99,99% (coliformes fecales); 92,36% (DQO); 92,14% (DBO₅); 72,46% (aceites y grasas) y 49,44% (sólidos totales en suspensión). El valor de coliformes fecales (14,5 x10⁶ CF/100mL) en el afluente de la PTAR El Parco superó el límite máximo permisible (10 x 10³ CF/100mL), de igual manera en el efluente la DQO (210 mg/L) y la DBO₅ (117,50 mg/L) superó los límites máximos permisibles, indicando que no se cumple con la normatividad vigente. Como se habrá podido observar en la mayoría de las investigaciones el parámetro de la BDO₅ no cumple con la normatividad ambiental del país, aun mas si nos fijamos en esta tesis los parámetros que no cumplen con los LMP aparte de la DBO₅ son los coliformes fecales y DQO, y todo ello tiene mucho que ver con el tipo de PTAR ya que de acuerdo a los componentes con el cual cuentan la eficiencia de tratamiento varia; en este caso el tipo de tratamiento fue secundario mediante lagunas de estabilización y se debe a ello que muchos de los parámetros no cumplan con los LMP a comparación de nuestro trabajo

de investigación donde la PTAR tiene como tratamiento primario los tanques de sedimentación logrando una mayor remoción de los parámetros a excepción de la DBO₅.



CONCLUSIONES

Se determinó la concentración de los parámetros en el afluente y efluente de la PTAR del distrito de Yauli -Huancavelica: aceites y grasas (16.6 mg/L), coliformes termotolerantes (8562.5 NMP/100ml), DBO₅ (732.9 mg/L), DQO (114.8 mg/L), pH (7.5 unidad), sólidos totales en suspensión (105 mg/L) y temperatura (21.1 °C), según el D.S. 003 – 2010 – MINAM.

Se comparó la concentración de los parámetros del efluente de la PTAR del distrito de Yauli -Huancavelica con el D.S. 003 – 2010 – MINAM analizando los LMP donde la DBO₅ supera los 100 mg/L llegando alcanzar una DBO₅ de 732.9 mg/L esto se debe a la deficiencia del sistema de tratamiento de la PTAR, Yauli – Huancavelica.

Se determinó que la PTAR de Yauli -Huancavelica es eficiente debido a que remueve él; 73.15% de SST; 8.2% de DQO; 44.48% de CT; 40.61% de AyG a excepción de la remoción del DBO₅ con 3.95 %.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el estudio teniendo en cuenta los resultados de los parámetros estudiados y enfocarnos más en la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) implementando sistemas o procesos a nivel piloto con el fin de bajar la concentración de la DBO en la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli.

A modo de recomendación se sugiere implementar un sistema aerobio como “lodos activados” o también puede ser sistema anaerobio como “reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB)” a nivel piloto con el objetivo de evaluar la eficiencia de tratamiento de los parámetros de control según el D.S. N°003-2010-MINAM.

Se recomienda a las autoridades del distrito de Yauli, a tomar más interés en cuanto a la descarga de las aguas residuales domesticas ya que en muchas de las viviendas vierten aguas residuales industriales que alteran el tratamiento eficiente de la PTAR.

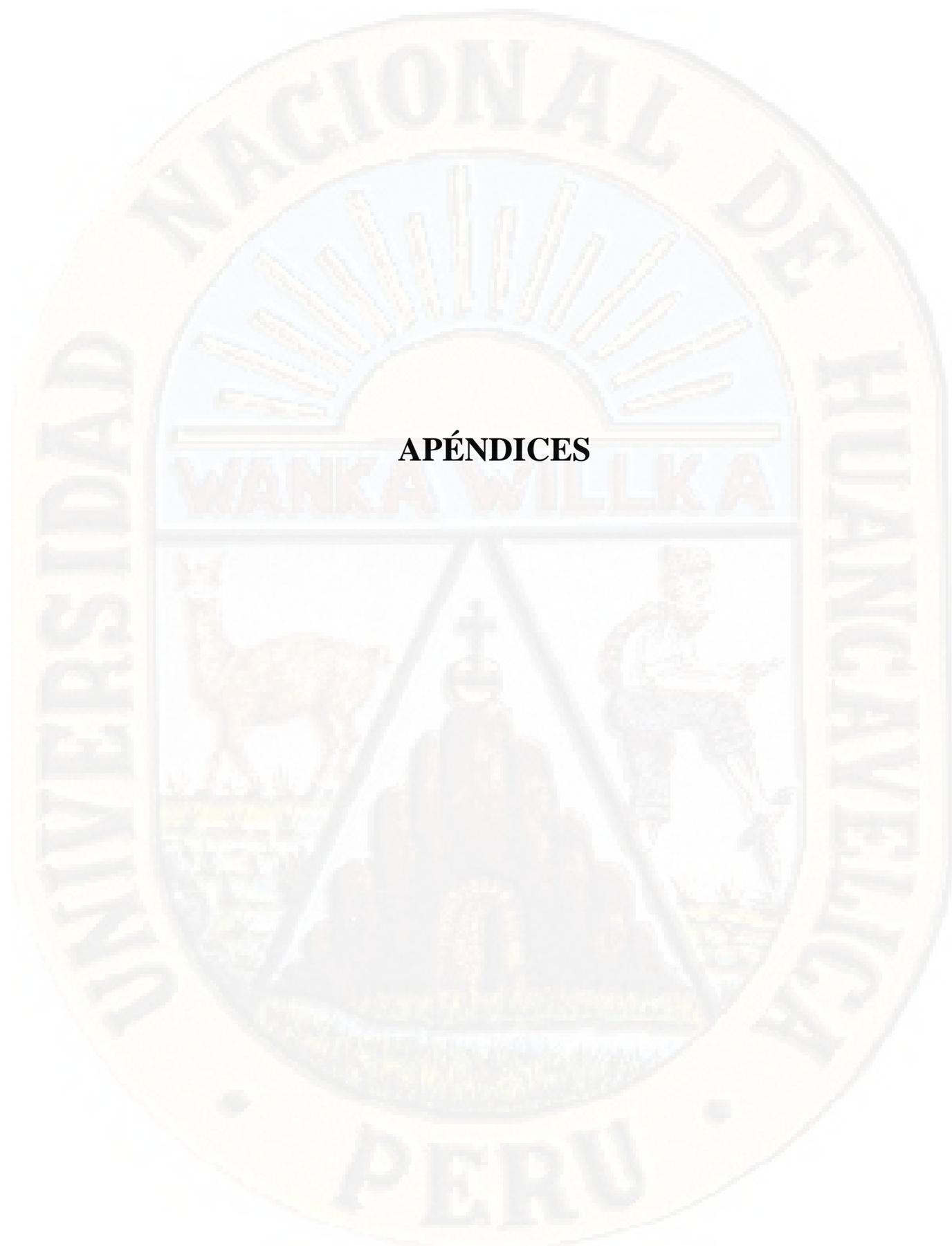
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Alaya Esparraga, S. R., & Barboza Elera, E. A. (2018). Análisis de la eficiencia del proceso electroquímico para el tratamiento de las aguas residuales en la PTAR Jaén, Cajamarca, 2017. Universidad de Lambayeque.
- Alianza por el Agua. (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas.
- Barrantes Barrantes, E. A., & Cartin Nuñez, M. (2017). Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica, 9(1), 193–197.
- Castro Olarte, J. (2018). Evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Chávez De Paz, D. (2008). Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación jurídico social, (V), 20. Retrieved from https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf
- Eduardo Pareja, A. del C. (2015). Evaluación de la eficiencia de la remoción de nutrientes del efluente de la PTAR de la empresa Esmeralda Corp S.A.C. mediante el uso de humedales artificiales, empleando la especie typha domingensis pers. (Totora). Universidad Científica del Sur.
- Emapa, E. P. (2008). Plan Maestro Optimizado de la Empresa Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 1–106.
- Espinares García, M., & Pérez López, J. (2005). Aguas residuales. Retrieved from http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- Galindo, A., Toncel, E., & Rincón, N. (2016). Evaluación de un filtro biológico como unidad de postratamiento de aguas residuales utilizando conchas marinas como

material de soporte, 29(2), 39–50.

- Gallardo De Parada, Y., & Moreno Garzón, A. (1999). Recolección de la información. Colombia. Retrieved from <http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/images/CEUL/mod3recoleccioninform.pdf>
- García, M., Sánchez, F. D., Marín, R., Guzmán, H., Verdugo, N., Domínguez, E., Cortes, G. (2001). El agua. *El Medio Ambiente En Colombia*, 35–189. Greenpeace. (2005). *La calidad de las aguas en España*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. *Journal of Chemical Información and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Jaramillo Gallego, M. L., Agudelo Cadavid, R. M., & Peñuela Mesa, G. A. (2016). Optimización del tratamiento de aguas residuales de cultivos de flores usando humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* (Vol.34). <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n1a03>
- Larios Meoño, J. F., Gonzáles Taranco, C., & Morales Olivares, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú, 2(2), 09-25. Retrieved from <http://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>
- Martín García, I., Betancort Rodríguez, J., Salas Rodríguez, J., Peñate Suarez, B., Pidre Bocado, J., & Sardón Martín, N. (2006). Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. Madrid- España. Retrieved from <https://www.cienciacanaria.es/files/Guia-sobre-tratamientos-de-aguas-residuales-urbanas-para-pequenos-nucleos-de-poblacion.pdf>
- Martínez Bardales, M. D. (2016). Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de Oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Celendín. Universidad Nacional de Cajamarca.

- Matsumoto, T., & Sánchez Ortiz, I. A. (2016). Desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Iracema (Brasil), 176–186.
- Metcalf, & Eddy. (1995). Tratamiento y depuración de las aguas residuales (LABOR S.A.). España.
- MINAM. (2010). Límites Máximos Permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales, 415675–415676.
- Montenegro Juárez, J. C. (2016). Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticos del distrito del Parco, Bagua, Amazonas, abril- octubre 2013. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Muñoz Sánchez, T. L., & Reyes Mazzoco, R. (2013). Evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica y nitrógeno en un filtro percolador con nuevo empaque, 12(3), 575–583.
- Pnuma. (2000). Las aguas residuales municipales como fuentes terrestres de contaminación de la zona marino-costera en la región de América Latina y El Caribe. México.
- Quispe Ramos, A. (2018). Evaluación ambiental del efluente del riachuelo pongos y su influencia al cuerpo receptor del rio Lircay. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Sandra Crombet, S., Abalos Rodríguez, A., Rodríguez Pérez, S., & Pérez Pompa, N. (2016). Evaluación del tratamiento anaerobio de las aguas residuales de una comunidad universitaria, XVIII, 49–56. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.57715>
- Segura Triana, L. E. (2007). Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Bogotá-Colombia.
- Villanueva Aliaga, L., & Yance Soto, J. Y. (2017). Mejoramiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica y coliformes termotolerantes en la PTAR del distrito de Huachac-Chupaca. Universidad Nacional del Centro del Perú.



APÉNDICES

Apéndice 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE YAULI – HUANCVELICA.

| FORMULACIÓN DE PROBLEMA | FORMULACIÓN DE OBJETIVOS | FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS | VARIABLES | METODOLOGÍA |
|--|---|---|---|--|
| <p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica?</p> <p>PROBLEMA ESPECÍFICO</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales de la municipalidad de Yauli de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión? ¿Cuál es la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión comparando con la normativa de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales vertidos a cuerpos de aguas naturales, según el D.S. 003 – 2010 – MINAM? | <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales de la municipalidad de Yauli de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión. Determinar la concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión comparando con la normativa de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales vertidos a cuerpos de aguas naturales, según el D.S. 003 – 2010 – MINAM | <p>HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (Hi)</p> <p>La concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, no cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.</p> <p>HIPÓTESIS NULA (Ho)</p> <p>La concentración de los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, sólidos totales en suspensión en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, si cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) según el D.S. 003-2010-MINAM.</p> | <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica. <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> Caracterización de las aguas en el afluente y efluente. | <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Investigación básica o pura</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Investigación descriptiva</p> <p>MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Descriptivo e hipotético deductivo.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>No experimental transversal descriptivo</p> <p>POBLACIÓN.</p> <p>Se considera la muestra del caudal total afluente y efluente de la PTAR del distrito de Yauli.</p> <p>MUESTRA</p> <p>Considerado como muestra no probabilística con 2 puntos de monitoreo, (Afluente y Efluente) de PTAR del Distrito de Yauli.</p> <p>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</p> <p>Protocolo de monitoreo de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residual (R.M.273-2013-VIVIENDA)</p> <p>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</p> <p>Multiparámetro, Reactor Fotoquímico Colorímetro DQO, Sistema DBO₅ Incubadora, Contador de colonias termómetro</p> |

Apéndice 2. Formato de ubicación de punto

ANEXO 1 UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

| | | | |
|--|---|---------------------|----------------------|
| NOMBRE DE EPS/ MUNICIPIO: <i>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI</i> | | | |
| NOMBRE DE LA PTAR: <i>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI</i> | | | |
| UBICACIÓN DE LA PTAR: | | | |
| LOCALIDAD | DISTRITO | PROVINCIA | DEPARTAMENTO |
| <i>YAULI</i> | <i>YAULI</i> | <i>HUANCAVELICA</i> | <i>HUANCAVELICA</i> |
| IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MONITOREO | | | |
| AFLUENTE | | | |
| Denominación del punto de muestreo (afluente) | | <i>MAA- 001</i> | |
| CORDENADAS U.T.M (WGS84) | | | |
| NORTE | ESTE | ZONA UTM | ALTITUD |
| <i>8588702</i> | <i>516232</i> | <i>18L</i> | <i>3407 m.s.n.m.</i> |
| CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario) | <i>8.17 1/5 = 705.89 m³/día.</i> | Metodo de medicion | <i>Flotador</i> |
| EFLUENTE | | | |
| Denominación del punto de muestreo (efluente) | | <i>MAE - 001.</i> | |
| CORDENADAS U.T.M (WGS84) | | | |
| NORTE | ESTE | ZONA UTM | ALTITUD |
| <i>8588737</i> | <i>516203</i> | <i>18L</i> | <i>3383 m.s.n.m.</i> |
| CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario) | <i>2.8 1/5 = 241.92 m³/día</i> | Metodo de medicion | <i>Volometrico</i> |
| DATOS DEL GPS(marca, moidelo, numero, presicion del equipo) | | | |


FIRMA DEL ENCARGADO DE LA TESIS


RESPONSABLE DE LA PTAR

ARG. FISCAL GARRA POTA

Apéndice 3. Informe de resultados de laboratorio



RCJ
LABS UNIVERSAL

INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-328-329

REV. 1.1

Página 1 de 1

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Cantidad de Muestras | : 2 |
| Por cuenta de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Fecha de Recepción | : 8/10/2019 |
| Tipo de muestra | : Muestra de Agua | Fecha de Ensayo | : Del 08/10/2019 Al 17/10/2019 |
| Tipo de Análisis | : Cuantificación | | |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1384 | | |

Métodos : Demanda Bioquímica de Oxígeno (DB05): 5210B ROB 5 DIAS
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado
 Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C
 Aceites y Grasas : Método Clásico /Soxhlet.
 Coliformes Totales: Técnica tubo múltiple/conteo por membrana.

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|---------------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00328 | M - 328 | 15050 | 27 | 380 | 743.3 | 154 |

PUNTO N°2:EFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|---------------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00329 | M - 329 | 8560 | 16 | 120 | 732.9 | 146 |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCION |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o enmienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.

Huancayo, 17 de octubre del 2019



ING. ESMILA Y CHAVARRIA MARQUEZ
CIP N° 191752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

RCJ LABS UNIVERSAL Carretera Central KM. 8.9 N° 525 San Agustín de Cajas - Teléfono: (064)589-532 - www.rcjlabsuniversal.com

REGISTRO DE CADENA DE CUSTODIA

| NOMBRE DE LA PTAR: <i>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI</i> | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|
| MUESTRA No. | AFLUENTE | EFLUENTE | FECHA | HORA DE TOMA DE MUESTRA | TIPO DE FRASCO | VOLUMEN | REACTIVOS PRESERVACION | PARAMETROS A SER MEDIDOS | | | | | OBSERVACIONES | |
| | | | | | | | | AyG | DBOS | DQO | SST | CCT | | |
| <i>H-328</i> | <i>X</i> | <i>—</i> | <i>08-10-19</i> | <i>10:45 am</i> | <i>VIORIO</i> | <i>1L.</i> | <i>HIELO</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>}</i> |
| <i>H-329</i> | <i>—</i> | <i>X</i> | <i>08-10-19</i> | <i>11:20 am</i> | <i>VIORIO</i> | <i>1L.</i> | <i>HIELO</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | <i>X</i> | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Hora de entrega al medio de transporte: | | | | | | <i>01:00pm.</i> | | | | | | | | |

| RESPONSABLE DE LA PTAR | | | OPERADOR DEL MUESTREO | | | | |
|--|---|----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| NOMBRES Y APELLIDOS | INSTITUCION | FIRMA | NOMBRE Y APELLIDOS | INSTITUCION | FIRMA | | |
| <i>ARG. PASCUAL CAMARRA ZOMA</i> | <i>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI</i> | <i>[Firma]</i> | <i>CARLOS ANCALLE ESPeza</i> | <i>TESTISTA</i> | <i>[Firma]</i> | | |
| CUSTODIO DE LA MUESTRA | | | RECEPCION EN LABORATORIO | | | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | INSTITUCION | FIRMA | NOMBRE Y APELLIDOS | INSTITUCION | FIRMA | HORA | FECHA |
| <i>JNG. ESTILIA Y. CHAVARRIA MARQUEZ</i> | <i>RCJLABS-UNIVERSAL</i> | | <i>ADRIANO HIRALGO SEGURA</i> | <i>RCJLABS- UNIVERSAL</i> | <i>[Firma]</i> | <i>05:00pm</i> | <i>08-10-19</i> |



[Firma]
ING. ESTILIA Y. CHAVARRIA MARQUEZ
CIP. N° 191752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

Apéndice 5. Formato de registro de datos de campo

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | |
|---|-----------|--|-------------|-------------------------|
| NOMBRE DE LA PTAR | | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI | | |
| AFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: MAE-328 | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) |
| 08-10-2019 | 10:45 am. | 7.62 | 18°C | 8.17 l/s |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | |
| características del agua residual | | | | |
| EFLUENTE | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo MAE-329 | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente(*) |
| 08-10-2019 | 11:20 am. | 7.43. | 21.6 °C | 2.8 l/s. |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | |
| características del agua residual | | | | |

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

.....YAULI....., 08 de octubre.....del 20.19


LEDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO


CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-334-335

REV. 1.1

Página 1 de 1

| | | |
|-------------------------|--|--|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | |
| Por cuenta de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | |
| Tipo de muestra | : Muestra de Agua | Cantidad de Muestras : 2 |
| Tipo de Análisis | : Cuantificación | Fecha de Recepción : 27/10/2019 |
| | | Fecha de Ensayo : Del 27/10/2019 Al 07/11/2019 |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1384 | |

Métodos : Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): 5210B ROB 5 DIAS
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado
 Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C
 Aceites y Grasas : Método Clásico /Soxhlet.
 Coliformes Totales: Técnica tubo múltiple/conteo por membrana.

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|---------------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00334 | M - 334 | 15000 | 26 | 400 | 774.3 | 168 |

PUNTO N°2: EFLUENTE

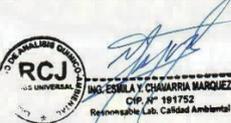
| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|---------------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 335 | 8600 | 14 | 100 | 754.9 | 149 |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCION |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o enmienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.



ING. ESTELA Y CHAMARRA MARQUEZ
CIP. N° 191752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

Huancayo, 07 de noviembre del 2019

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 N° 525 San Agustín de Cajas - Teléfono: (064)588-932 - www.rcjlabsuniversal.com

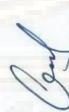
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | | | | | | |
|---|-----------|------|-------------|-------------------------|--|--|--|--|--|
| NOMBRE DE LA PTAR | | | | | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI | | | | |
| AFLUENTE | | | | | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: MAA-334 | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) | | | | | |
| 27-10-2019 | 09:45 am. | 7.96 | 17°C | 8.12 l/s. | | | | | |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | | | | | | |
| características del agua residual | | | | | | | | | |
| EFLUENTE | | | | | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo MAE-335 | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente(*) | | | | | |
| 27-10-2019 | 10:38 am. | 7.54 | 22°C | 2.8 l/s. | | | | | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | | | | | | |
| características del agua residual | | | | | | | | | |

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

Yauli, 27 de octubre del 2019.


LEDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO


CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-359-360

REV. 1.1

Página 1 de 1

| | | | | |
|-------------------------|--|--|-----------------------------|------------------|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | | Cantidad de Muestras | : 2 |
| Por cuenta de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | | Fecha de Recepción | : 20/11/2019 |
| Tipo de muestra | : Muestra de Agua | | Fecha de Ensayo | : Del 20/11/2019 |
| Tipo de Análisis | : Cuantificación | | | Al 26/11/2019 |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1386 | | | |

Métodos : Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): 5210B ROB 5 DIAS
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado
 Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C
 Aceites y Grasas : Método Clásico / Soxhlet,
 Coliformes Totales: Técnica tubo múltiple/conteo por membrana.

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|------|-------|
| Elemento | | CT | AyG | SST | DQO | DBOs |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00359 | M - 359 | 15550 | 24 | 400 | 146 | 712.6 |

PUNTO N°2: EFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|------|-------|
| Elemento | | CT | AyG | SST | DQO | DBOs |
| Método | | -- | -- | -- | -- | -- |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00360 | M - 360 | 8550 | 17 | 110 | 134 | 701.8 |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCION |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o emienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al Informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.

Huancayo, 27 de noviembre del 2019



ING. EMILIA Y. OCAÑA MARQUEZ
CIP: N° 191752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 N° 525 San Agustín de Cajías - Teléfono: (064)588-932 - www.rcjlabuniversal.com

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | | |
|---|--|-------------|---------------|-------------------------|--|
| NOMBRE DE LA PTAR | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUJI | | | | |
| AFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: <i>MIA - 359</i> | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) | |
| <i>20-11-2019</i> | <i>09:20 a.m.</i> | <i>7.83</i> | <i>18.3°C</i> | <i>8.20 l/s</i> | |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |
| EFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: <i>MAE - 360</i> | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente (*) | |
| <i>20-11-2019</i> | <i>10:00 a.m.</i> | <i>7.56</i> | <i>19.2°C</i> | <i>2.8 l/s.</i> | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |

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


LEDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO

Yauji, del *20* de *Noviembre* del *2019*

CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | | |
|---|-----------|--|-------------|-------------------------|--|
| NOMBRE DE LA PTAR | | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Municipalidad Distrital de Yauli | | | |
| AFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: MAA - 362 | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) | |
| 28-11-2019 | 09:00 am. | 7.63 | 19.6 °C | 8.20 l/s. | |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |
| EFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo MAE - 363 | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente (*) | |
| 28-11-2019 | 09:52 am. | 7.58 | 19 °C | 2.8 l/s. | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |

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

Yauli, 28 de Noviembre del 2019


LEDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO


CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO



RCJ
LABS UNIVERSAL

REV. 1.1

INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-362-363

Página 1 de 1

| | | | | |
|-------------------------|--|--|-----------------------------|------------------|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | | Cantidad de Muestras | : 2 |
| Por cuenta de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | | Fecha de Recepción | : 28/01/2019 |
| Tipo de muestra | : Muestra de Agua | | Fecha de Ensayo | : Del 28/11/2019 |
| Tipo de Análisis | : Cuantificación | | | Al 04/12/2019 |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1388 | | | |

Métodos : Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): 5210B ROB 5 DIAS
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado
 Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C
 Aceites y Grasas : Método Clásico
 Coliformes Totales: Técnica de diluciones en tubo múltiple / por membrana

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 362 | 15600 | 28 | 390 | 709.6 | 121 |

PUNTO N°2: EFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | -- | -- | -- | -- | -- |
| Método | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Unidad | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| Límite de Cuantificación | | 8580 | 18 | 100 | 653.5 | 105 |
| MA-19/00335 | M - 363 | | | | | |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCIÓN |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o enmienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.

Huancayo, 05 diciembre del 2019



ING. ESPIRA Y. CHAMARRA MARQUEZ
CIP. N° 491752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 6.9 N° 525 San Agustín de Cajas - Teléfono: (064)568-832 - www.rcjlabsuniversal.com

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | | |
|---|-----------|--|-------------|-------------------------|--|
| NOMBRE DE LA PTAR | | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Municipalidad Distrital de Yauli | | | |
| AFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: MAA - 365 | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) | |
| 11-12-2019 | 10:38 am. | 7.61 | 18°C | 8.17 L/s | |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |
| EFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo MAE - 366 | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente (*) | |
| 11-12-2019 | 11:20 am. | 7.46 | 21°C | 2.8 L/s. | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |

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

Yauli, 11 de Diciembre del 2019.


LEDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO


CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-367-368

REV. 1.1

Página 1 de 1

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Cantidad de Muestras | : 2 |
| Por cuenta de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Fecha de Recepción | : 26/12/2019 |
| Tipo de muestra | : Muestra de Agua | Fecha de Ensayo | : Del 26/12/2019 Al 02/01/2020 |
| Tipo de Análisis | : Cuantificación | | |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1396 | | |

Métodos

: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): 5210B ROB 5 DIAS
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado
 Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C
 Aceites y Grasas : Método Clásico
 Coliformes Totales: Técnica de diluciones en tubo múltiple / por membrana

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 367 | 15550 | 29 | 339 | 665.3 | 101 |

PUNTO N°2: EFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 368 | 8550 | 16 | 90 | 634.5 | 98 |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCION |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o enmienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.



ING. EMILIA Y. CHAVARRIA MARQUEZ
CIP: N° 191752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

Huancayo, 03 enero del 2020

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 N° 525 San Agustín de Cajas - Teléfono: (064)589-932 - www.rcjlabsuniversal.com



REV. 1.1

INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-365-366

Página 1 de 1

| | | |
|-------------------------|----------------------------|---|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ | Cantidad de Muestras : 2 Fecha de Recepción : 11/12/2019 Fecha de Ensayo : Del 11/12/2019 Al 19/12/2019 |
| Por cuenta de | : CARLOS ANCALLE ESPEZA | |
| Tipo de muestra | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ | |
| Tipo de Análisis | : CARLOS ANCALLE ESPEZA | |
| | : Muestra de Agua | |
| | : Cuantificación | |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1389 | |

| | |
|----------------|---|
| Métodos | : Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): 5210B ROB 5 DIAS Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C Aceites y Grasas : Método Clásico Coliformes Totales: Técnica de diluciones en tubo múltiple / por membrana |
|----------------|---|

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBO5 | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 365 | 15500 | 29 | 400 | 678.3 | 114 |

PUNTO N°2: EFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBO5 | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 366 | 8560 | 16 | 100 | 645.9 | 101 |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCION |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o enmienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.

Huancayo, 20 diciembre del 2019



RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Cantral KM. 8.8 N° 525 San Agustín de Cajaa - Teléfono: (064)589-532 - www.rcjlabuniversal.com

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | | |
|---|-----------|--|-------------|-------------------------|--|
| NOMBRE DE LA PTAR | | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUJI | | | |
| AFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: HAA - 367 | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) | |
| 26-12-2019 | 09:10 am. | 7.67 | 17.2°C | 8.20 l/s | |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |
| EFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo HAE - 368 | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente (*) | |
| 26-12-2019 | 10:47 am. | 7.43 | 21.6°C | 2.8 l/s | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |

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

Yauji, 26 de Diciembre del 2019


LEIDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO


CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-370-371

REV. 1.1

Página 1 de 1

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Cantidad de Muestras | : 2 |
| Por cuenta de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Fecha de Recepción | : 15/01/2020 |
| Tipo de muestra | : Muestra de Agua | Fecha de Ensayo | : Del 15/01/2020 Al 23/01/2020 |
| Tipo de Análisis | : Cuantificación | | |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1397 | | |

Métodos

: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): 5210B ROB 5 DIAS
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado
 Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C
 Aceites y Grasas : Método Clásico
 Coliformes Totales: Técnica de diluciones en tubo múltiple / por membrana

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Unidad | | | | | | |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 370 | 15610 | 29 | 420 | 654.6 | 100 |

PUNTO N°2: EFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Unidad | | | | | | |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 371 | 8500 | 18 | 120 | 623.5 | 94 |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCION |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o enmienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.

Huancayo, 24 enero del 2020



ING. EMILIA Y. CHUMARRIA BARRQUEZ
CIP: N° 191752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 Nº 525 San Agustín de Cajías - Teléfono: (064)569-932 - www.rcjlabsuniversal.com

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | | | |
|---|-----------------|--|---------------|-------------------------|--|--|
| NOMBRE DE LA PTAR | | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI | | | | |
| AFLUENTE | | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: <i>MNA-370</i> | | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) | | |
| <i>15-01-2020</i> | <i>10:25am.</i> | <i>7.66</i> | <i>17°C</i> | <i>8.28 L/s.</i> | | |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | | | |
| características del agua residual | | | | | | |
| EFLUENTE | | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo <i>MAE-371</i> | | | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente (*) | | |
| <i>15-01-2020</i> | <i>11:28am.</i> | <i>7.43</i> | <i>22.4°C</i> | <i>2.94 L/s.</i> | | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | | | |
| características del agua residual | | | | | | |

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

Yauli, 15 de Enero de del 20....


LEDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO


CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO

INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-373-374

REV. 1.1

Página 1 de 1

| | | | |
|-------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| A solicitud de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Cantidad de Muestras | : 2 |
| Por cuenta de | : WILDER LEDESMA GIRALDEZ CARLOS ANCALLE ESPEZA | Fecha de Recepción | : 27/01/2020 |
| Tipo de muestra | : Muestra de Agua | Fecha de Ensayo | : Del 27/01/2020 Al 04/02/2020 |
| Tipo de Análisis | : Cuantificación | | |
| Referencia | : Nota de Servicio N° 1398 | | |

Métodos

: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DB05): 5210B ROB 5 DIAS
 Demanda Química de Oxígeno (DQO) : 5220 D Reflujo Cerrado
 Sólidos Totales en Suspensión : 2540 O Secados A 1 03°C - 1 05°C
 Aceites y Grasas : Método Clásico /Soxhlet.
 Coliformes Totales: Técnica tubo múltiple/cuento por membrana.

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1: AFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 373 | 15500 | 28 | 400 | 648.6 | 97 |

PUNTO N°2: EFLUENTE

| ID. Laboratorio | ID. Cliente | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------|------|-------|------|
| | | CT | AyG | SST | DBOs | DQO |
| Elemento | | | | | | |
| Método | | | | | | |
| Unidad | | NMP/100 ml | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Límite de Cuantificación | | 3 | 0.05 | 0.05 | 5 | 5 |
| MA-19/00335 | M - 374 | 8600 | 18 | 100 | 617.5 | 91 |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

| TIPO DE MUESTRA | PROCEDENCIA DE MUESTREO | DESCRIPCION |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| AR de la (PTAR) – Yauli-Huancavelica | Yauli-Huancavelica | Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua |

NOTA DE ALMACENAJE:

- 1.El documento presente es válido para la (s) muestra (s) de la referencia.
- 2.Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto.
- 3.La (s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán en un periodo de 7 días hábiles de emitido el presente documento.
- 4.El laboratorio declara la validez del presente documento por un periodo de 1 año para, lo que el cliente estime conveniente.
- 5.Toda corrección o enmienda física al presente documento será eliminada con la declaración suplemento al informe de ensayo.
- 6.Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente documento, salvo autorización escrita por la empresa RCJ LABS UNIVERSAL área de calidad ambiental.



ING. ESMILÁ Y CHAVARRA MARQUE
CIP. N° 494752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

Huancayo, 5 febrero del 2020

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 N° 526 San Agustín de Cajas - Teléfono: (064) 5005602 - www.rcjlabuniversal.com

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

| | | | | | |
|---|--|------|-------------|-------------------------|--|
| NOMBRE DE LA PTAR | PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUCA | | | | |
| AFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo: | 11AA-373 | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del afluente (*) | |
| 27-01-2020 | 11:05 am. | 7.75 | 18°C | 8.26 l/s | |
| eventuales observaciones al punto de monitoreo | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |
| EFLUENTE | | | | | |
| Denominación del punto de monitoreo | 11AE-374 | | | | |
| Fecha | Hora | pH | Temperatura | caudal del efluente (*) | |
| 27-01-2020 | 12:38 pm. | 7.47 | 21.8°C | 2.9 l/s. | |
| Eventuales observaciones al punto de monitoreo: | | | | | |
| características del agua residual | | | | | |

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

YAUCA, 27 de Enero del 2020


LEIDESMA GIRALDEZ WILDER
RESPONSABLE DE MONITOREO


CARLOS ANCALLE ESPEZA
RESPONSABLE DE MONITOREO



Apéndice 6. Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli



Apéndice 7. Ubicación del punto de monitoreo



Apéndice 8. Recolección de muestras de agua residual



Apéndice 9. Medición de parámetros de campo



Apéndice 10. Registro de parámetros de campo de efluente de la PTAR



Apéndice 11. Rotulado de muestras de agua residual.



Apéndice 12. Toma de muestra del afluente de la PTAR



Apéndice 13. Toma de muestra de agua residual del efluente de la PTAR



Apéndice 14. Registro de parámetros de campo del efluente de la PTAR

Apéndice 15. Certificado de confiabilidad de análisis

RCJ
LABS UNIVERSAL

REV. 1.1

CURRICULUM VITAE

Página 2 de 8

CERTIFICADO DEL LABORATORIO

IAS INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE®

CERTIFICATE OF ACCREDITATION

This is to attest that

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L
OFFICE: PROLONGACION ZARUMILLA MZ D2 LOTE 3
BELLAVISTA-PROV. CONSTITUCIONAL DEL CALLAO-LIMA, PERU
LABORATORY: AV. GUARDIA CHALACA NO. 1877 BELLAVISTA, PROV.
CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, LIMA, PERU

Testing Laboratory TL-833

has met the requirements of AC89, *IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories*, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation on the following pages.

This certificate is valid up to February 1, 2020.

This accreditation certificate supersedes any IAS accreditation bearing an earlier effective date. The certificate becomes invalid upon suspension, cancellation or revocation of accreditation. See www.iasonline.org for current accreditation information, or contact IAS at 562-364-8201.

IAS INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE®

IAS IAC-MRA

Raj Nathan
Raj Nathan
President

DE-LAB-55-1

DNC: Documento No controlado

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 N° 525 San Agustín de Cajax - Teléfono: (064)585-932 - www.rcjlabuniversal.com