UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

EFICIENCIA EN LA REDUCCIÓN DEL DBO_5 Y DQO EN LA PTAR EN LA ENCAÑADA CAJAMARCA 2021

Camila Raquel Huamán Tello

Mariana Marisol Palco Valencia

Asesor:

Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

Enero – 2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

EFICIENCIA EN LA REDUCCIÓN DEL DBO_5 Y DQO EN LA PTAR EN LA ENCAÑADA CAJAMARCA 2021

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos

Bach. Camila Raquel Huamán Tello

Bach. Mariana Marisol Palco Valencia

Asesor: Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

Enero – 2022

COPYRIGHT © 2022 by

CAMILA RAQUEL HUAMÁN TELLO

MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO

PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE

RIESGOS

EFICIENCIA EN LA REDUCCIÓN DEL DBO5 Y DQO EN LA PTAR EN LA ENCAÑADA CAJAMARCA 2021

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

DEDICATORIA

Nuestros padres que nos brindaron el apoyo incondicional en toda nuestra formación académica, y también a las personas que nos motivaron a seguir adelante y nunca rendirnos en nuestros sueños

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por su gran bondad que nos permite gozar de buena salud y sabiduría para cumplir nuestras metas.
- A la UPAGU y a la plana docente de la Facultad de Ingeniería, por brindarnos los conocimientos necesarios para nuestra formación profesional.
- A nuestro asesor Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy, por su confianza y dedicación durante el desarrollo de nuestra tesis.
- Al operador de la PTAR Jorge Luis Lucano Sánchez, por permitirnos el ingreso a la Planta y por su apoyo durante el trabajo en campo.
- A nuestros padres, por acompañarnos en cada momento importante de nuestras vidas y su constante inspiración para no rendirnos.

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo general evaluar la eficiencia en la reducción del DBO_5 y DQO en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Encañada, debido a que actualmente está en funcionamiento, a pesar que tiene una infracción por efectuar vertimiento de aguas residuales en el río.

Primero se identificó el estado de los procesos del tratamiento de las aguas residuales de la PTAR en La Encañada, luego del total de aguas residuales que ingresan a la PTAR en La Encañada, se tomaron 3 muestras en el afluente y 3 en el efluente, utilizando un frasco de 1000 mL por muestra para analizar el DBO_5 y un frasco de 250 mL por muestra para el DQO, el muestreo se realizó cada 15 días para después ser analizadas en laboratorio.

Los resultados muestran una concentración promedio de 315.8 mg/ L para el DBO_5 en el afluente y 127.2 mg/L en el efluente de la PTAR; la concentración del efluente no cumple con el LMP establecido en el Decreto Supremo Nº 003-2010-MINAM, sobrepasando un 27.2 mg/L. Así mismo se registró una concentración promedio de 632.7 mg/ L de DQO en el afluente y 259.2 mg/L en el efluente; la concentración del efluente tampoco cumple con el LMP establecido, sobrepasando un 59.2 mg/L. Finalmente se llegó a la conclusión que la PTAR es ineficiente en la reducción del DBO_5 con un 59.7% y en el DQO con un 59%, no cumpliendo con el rango de eficiencia en la reducción de constituyentes establecido.

Palabras clave: Aguas residuales, tratamiento, eficiencia, muestreo, afluente, efluente, DBO_5, DQO, LMP.

ABSTRACT

The present investigation has the general objective of evaluating the efficiency in the reduction of BOD_5 and COD in the Wastewater Treatment Plant in La Encañada, due to the fact that it is currently in operation, despite the fact that it has an infraction for discharging wastewater in the river.

First, the status of the wastewater treatment processes of the WWTP in La Encañada was identified, after the total wastewater that enters the WWTP in La Encañada, 3 samples were taken in the tributary and 3 in the effluent, using a 1000 mL bottle per sample to analyze the BOD_5 and a 250 mL bottle per sample for the COD, the sampling was carried out every 15 days to later be analyzed in the laboratory.

The results show an average concentration of 315.8 mg / L for BOD_5 in the effluent and 127.2 mg / L in the effluent from the WWTP; the effluent concentration does not comply with the LMP established in Supreme Decree N°. 003-2010-MINAM, exceeding 27.2 mg / L. Likewise, an average concentration of 632.7 mg / L of COD in the effluent and 259.2 mg / L in the effluent was recorded; the effluent concentration does not meet the established MPL either, exceeding 59.2 mg / L. Finally, it was concluded that the WWTP is inefficient in reducing BOD_5 with 59.7% and in COD with 59%, not complying with the established efficiency range in reducing constituents.

Keywords: Wastewater, treatment, efficiency, sampling, influent, effluent, BOD_5, COD, LMP.

ÍNDICE

DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTOS vi
RESUMEN..... vii
ABSTRACT..... viii
LISTA DE TABLAS xi
LISTA DE GRÁFICOS xii
LISTA DE ILUSTRACIONES..... xiii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 14
1. Planteamiento del problema de investigación..... 14
1.1. Descripción de la Realidad Problemática..... 14
1.2. Definición del problema 15
1.3. Objetivos 15
1.3.1. Objetivo general..... 15
1.3.2 Objetivos específicos 15
1.4. Justificación e Importancia..... 16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 17
2. Fundamentos teóricos de la investigación..... 17
2.1. Antecedentes Teóricos 17
5.2. Marco teórico 22
5.2.1. Aguas residuales 22
5.2.2. Características de las aguas residuales..... 23
5.2.3. Clasificación de aguas residuales 25
5.2.4. Tratamiento de aguas residuales 26
5.2.5. Parámetros más importantes en la caracterización del agua..... 32
5.2.6. Eficiencia en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales 33
5.2.7. Límites Máximos Permisibles (LMP)..... 34
5.2.8. Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las PTAR ... 35
5.3. Discusión teórica 36
5.4. Marco Conceptual 37
5.5 Hipótesis de la investigación 39
5.6.1. “Operacionalización” de las variables..... 40

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 41
3.1. Tipo de Investigación 41
3.2. Diseño de Investigación 41
3.3. Área de Investigación 41
3.4. Población 43
3.5. Muestra 43
3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos 43
3.6.1. Técnicas 43
3.6.2. Instrumentos 45
3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos 46
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 48
4. Presentación, análisis e interpretación de resultados 48
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACONES 66
5.1. Conclusiones 66
5.2. Recomendaciones 67
REFERENCIAS 68
LISTA DE ABREVIATURAS 71
GLOSARIO 72
ANEXOS 73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Eficiencia de reducción de constituyentes 34
Tabla 2. Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR 35
Tabla 3. Operacionalización de las variables 40
Tabla 4. Coordenada de la PTAR de La Encañada 42
Tabla 5. Cronograma de muestreo de DBO y DQO 44
Tabla 6. Resultados emitidos por el Laboratorio del DBO y DQO 48
Tabla 9. Descripción de los procesos e instalaciones de la PTAR..... 50
Tabla 7. Promedio del DBO_5 55
Tabla 8. Promedio del DQO..... 56
Tabla 10. Eficiencia de la PTAR en la reducción del DBO_5 57
Tabla 11. Eficiencia de la PTAR en la reducción de DQO..... 59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultado de la concentración de DBO_5 53
Gráfico 2. Resultado de la concentración de DQO 54
Gráfico 3. Promedio del DBO_5 55
Gráfico 4 Promedio del DQO 56
Gráfico 5. Reducción del DBO_5 58
Gráfico 6. Reducción de DQO 60

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de una PTAR de aguas residuales domésticas y eficiencia de remoción 32
Ilustración 2. Ubicación de la PTAR de La Encañada 42
Ilustración 3. Diagrama de flujo PTAR en La Encañada 49

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El problema de investigación que se evidenció en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTAR) de La Encañada, ubicada en el Centro Poblado de Polloc del distrito La Encañada, es que actualmente la PTAR está en funcionamiento, a pesar que tiene una infracción en materia de recursos hídricos, por efectuar vertimiento de aguas residuales en el cuerpo natural del agua, margen derecha del río La Quispa, sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), exponiendo en la Resolución Directoral N° 1490-2019-ANA-AAA.M a la PTAR en estado inoperativo. Otro punto importante para la investigación es que no todos los procesos de tratamiento están operativos y el operador de la PTAR menciona que la Municipalidad del Distrito La Encañada no ha brindado ningún mantenimiento a la PTAR desde la fecha de su funcionamiento, además el operador solo recibió una capacitación en relación con el adecuado manejo y mantenimiento de la misma.

Por lo cual en esta investigación se midió los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), en el afluente y el efluente de la PTAR, es decir, antes y después del tratamiento, y así se evaluó la eficiencia del tratamiento que reciben las aguas residuales del distrito de La Encañada y se comparó los resultados de estos parámetros con los Límites Máximos Permisibles (LMP), establecidos en el Decreto Supremo Nº 003-2010-MINAM.

1.2. Definición del problema

¿Cuán eficiente es la reducción del DBO_5 y DQO en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Encañada?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia en la reducción del DBO_5 y DQO en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Encañada.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los valores de DBO_5 y DQO, antes y después del tratamiento de las aguas residuales de La Encañada.
- Comparar los valores de DBO_5 y DQO, antes y después del tratamiento de las aguas residuales de La Encañada.
- Comparar los valores de DBO_5 y DQO del efluente con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), establecidos en el Decreto Supremo Nº 003-2010-MINAM.

1.4. Justificación e Importancia

La presente investigación se realizó con la finalidad de proteger los cuerpos naturales de agua y a la vez cuidar el bienestar de la población aledaña al río La Quispa, donde los efluentes de la PTAR de La Encañada están siendo vertidas sin permiso por parte del ANA, generándose así una situación preocupante; ya que, dichas aguas sirven para satisfacer las principales necesidades de los pobladores, como el riego de cultivos y bebida de animales. Además a través de este estudio se generó un registro de la situación actual de la PTAR de La Encañada, la cual nos permitirá buscar y proponer alternativas de mejora ante las autoridades del distrito de La Encañada.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Fundamentos teóricos de la investigación

2.1. Antecedentes Teóricos

Según (López & Mendoza, 2018), en su tesis titulada "Desarrollo de una propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales para la reducción de la DQO y DBO en la FÁBRICA DE CHOCOLATES TRIUNFO S.A.", tiene como objetivo general: desarrollar una propuesta de mejora de la PTAR para la reducción de la demanda química y biológica de oxígeno en la FÁBRICA DE CHOCOLATES TRIUNFO S.A.; su metodología consistió en la evaluación de cinco criterios (porcentaje de remoción, costos estimados de insumos y equipos, área requerida, disponibilidad de materiales y equipos para la evaluación a escala laboratorio) se realizó la selección de coagulación-floculación como la mejor alternativa por medio de una matriz de selección. Luego se evaluó a nivel laboratorio la alternativa escogida, seleccionando el coagulante con mejores resultados, determinando las condiciones de operación y la dosificación de coagulante y floculante, utilizando el porcentaje de remoción de turbiedad como medida de eficiencia. Se realizaron dos caracterizaciones al agua residual en laboratorios externos en periodos de baja (mayo-julio) y alta producción (octubre-febrero), donde se midieron los parámetros de DQO y DBO_5 con y sin la aplicación del tratamiento fisicoquímico, obteniendo como resultados que en la caracterización realizada en el periodo de baja producción un porcentaje de remoción del 59,5% para la DQO y del 74,35% para la DBO_5, cumpliendo así con la

resolución 0631, en cambio en la caracterización realizada en el periodo de alta producción, con un porcentaje de remoción del 40,12% para la DQO y del 40,9% para la DBO_5, no alcanza a cumplir con la resolución.

Según (Morant , 2017) , en su tesis titulada “Análisis de las fracciones de DQO en las aguas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)”, tiene como objetivo general: determinar la dinámica de las fracciones de la DQO en las diferentes etapas de la línea liquida del proceso de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR); su metodología se realizó en tres fases principales: recopilación de información en fuentes secundarias, muestreos y análisis de resultados. Los resultados mostraron que la fracción biodegradable represento 61% de la DQO del Afluente, mientras que la fracción no biodegradable significo el 39%, para efectos de esta investigación la remoción en el periodo de muestreo de la DBO_5 fue del 27%, en cuanto a los SST fue de 53,72%, en este orden de ideas la sedimentación primaria está realizando un buen trabajo. Las fracciones de la PTAR en el AP nos muestran el mayor porcentaje de materia particulada (0,70), en cuanto a la composición de las fracciones en el EP, no alcanzaron cambios muy significativos, pero si nos remitimos a las remociones de DQO y DBO_5 para este periodo nos arrojan unas remociones del 28 y 27 % respectivamente.

Según (Colca, 2019), en su tesis titulada “Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas de tratamiento modelo PMH en la unidad minera cerro lindo”, tiene por objetivo general: tratar las aguas residuales doméstica de los campamentos del centro minero Cerro Lindo,

mediante planta de tratamiento modelo PMH para determinar cuan efectivo es en la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno; por hipótesis: la planta de tratamiento de aguas residuales modelo PMH del Centro Minero Cerro Lindo, corresponde reducir la demanda bioquímica de oxígeno, reutilizara dichas aguas en el riego de plantas y otras actividades dentro del centro minero; dentro su metodología realizó la evaluación de los parámetros operacionales del estudio de la calidad de agua de los efluentes de los PTAR's. En el lapso de febrero y junio de 2018, se evaluaron los valores de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxigeno (DBO) de las aguas residuales generadas por las áreas administrativas y de campamentos en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la Planta Central, en la CyC, en la Planta, en la Lomas y en la Antena; los resultados mostraron que las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno se encuentran por debajo de los LMP de descarga de PTARs, según el DS 003-2010-minam, en donde indica como límite para el parámetro de DBO5 de 100 mg/L, a excepción de la PTAR CyC se encuentra en 50 mg/L, este valor evaluado en el mes de marzo supera los estándares nacionales, debido al aumento temporal del personal.

Según (Blas, 2018), en su tesis titulada "Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la localidad de Jivia – departamento de Huánuco", tiene por objetivo general: determinar y mejorar la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro Biológico en el tratamiento de aguas residuales en la Localidad de Jivia; por hipótesis: el

sistema de tanque séptico como tratamiento primario y filtro biológico como tratamiento secundario de aguas residuales domésticas permitirá obtener una calidad de efluente que cumpla con los límites máximos permisibles antes de su vertimiento al cuerpo receptor; su metodología consistió en realizar la caracterización del agua residual, así como también de las unidades de Tanque Séptico y Filtro percolador, después de la mejora, limpieza y mantenimiento de los componentes de la planta de tratamiento, se funcionan correctamente; y para cumplir los objetivos de la investigación se determinó el análisis en el laboratorio; los resultados obtenidos son favorables en la remoción de las concentraciones de la materia orgánica de 241 mg/l a 98 mg/l de DBO y 312 mg/l a 31 mg/l de SST, para el vertimiento de efluentes de las plantas de tratamiento de agua residual a cuerpos receptoras como indica según el límite máximo permisible; se llega a concluir que la configuración del sistema de tratamiento funciona correctamente y remueve los parámetros analizados, por esta razón se puede implementar este tipo de sistemas de tratamiento de AR para las zonas rurales en el Departamento de Huánuco.

Según (Quispe, 2019), en su tesis titulada "Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la reducción de la demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno en Celendín – Cajamarca"; tiene por objetivo general: determinar el grado de eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la reducción de la demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de Oxígeno en Celendín – Cajamarca; en su metodología se realizó, la toma de muestras de agua residual cruda y tratada

en dos puntos en el afluente después del proceso de cribado y efluente después del proceso biológico de la laguna facultativa en la caja de registro con una frecuencia de muestreo cada 22 días durante un periodo de 03 meses; los resultados obtenidos muestran para DBO_5 una concentración de 245.95 mgO_2/l en el afluente y 41.03 mgO_2/l en el efluente con eficiencias de reducción de la PTAR del 83.32 %; al igual que, para DQO una concentración de 495.13 mgO_2/l en el afluente y de 149.63 mgO_2/l en el efluente, con una eficiencia de reducción del 69.78 %, además de la medición de otros parámetro de campo en el afluente T° 13 °C, pH 6.3; en el efluente T° 14 °C, pH 6.4. Los valores obtenidos nos permiten afirmar que la PTAR es eficiente en la reducción de la DBO_5 e ineficiente en la reducción de la DQO no cumpliendo con las bases de diseño; y en cuanto a la concentración del efluente de los parámetros de estudio estos se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la normativa vigente del DECRETO SUPREMO Nº 003-2010-MINAM para vertidos a cuerpos de agua.

Según (Micha & Rojas, 2019) en su tesis titulada "Determinación de la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales de la Planta La Encañada del periodo abril – agosto 2018"; tiene por objetivo general: determinar la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales de la planta La Encañada del periodo abril – Agosto del 2018; tiene por hipótesis: se determinó que el tratamiento de aguas residuales de la planta de La Encañada del periodo abril – agosto del 2018 no es eficiente, pues no existe remoción en ciertos parámetros sobrepasando los Límites Máximos Permisibles (LMP); su

metodología es de tipo descriptiva al estudiar variables dependientes como la calidad de las aguas, además de tipo experimental ya que se manipula variables fisicoquímicas y biológicas que nos permitan determinar la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales; y sus resultados determinó que la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales de la planta La Encañada es nula, en la Demanda Bioquímica de Oxígeno se obtuvo un -23.8 % y para la Demanda Química de Oxígeno se obtuvo un 25.8 %, se puede definir que el sistema de tratamiento no está haciendo eficiente su trabajo de remoción de nutrientes.

5.2. Marco teórico

5.2.1. 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, pág. 2).

> "Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos" (Colca, 2019, pág. 5)

5.2.2. Características de las aguas residuales

Según (Romero , Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño, 2000, págs. 63-70), las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. Estas características son esenciales a la hora de escoger un sistema de tratamiento de agua residual.

Las **características físicas** más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta que afecta la cantidad de lodo que se produce en el sistema de tratamiento o disposición. Otras características físicas importantes son el olor, que constituye una de las principales objeciones ambientales y su control en las plantas de tratamiento es muy importante; la temperatura, que afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial; el color que es generalmente gris y a medida que envejece, cambia a gris oscuro y luego a negro; y la turbiedad, que constituye una medida óptica del material suspendido en el agua.

El estudio de las **características químicas** de las aguas residuales abarca la materia orgánica, inorgánica y los gases presentes en el agua residual. La materia orgánica de las aguas residuales es una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, de las sustancias que están presentes en las aguas

residuales, los compuestos orgánicos son los de mayor importancia. Para medir de forma general el contenido de materia orgánica presente en un agua residual se utilizan los siguientes parámetros habitualmente: la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO_5), que indica la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual y la demanda química de oxigeno (DQO) que representa la cantidad de oxígeno consumido al oxidar químicamente las sustancias orgánicas y algunas inorgánicas (biodegradables y no biodegradables) que están presentes en el agua residual, sin intervención de los microorganismos. En la materia inorgánica los parámetros de mayor importancia a tener en cuenta en depuración de aguas residuales son: pH, nutrientes (nitrógeno y fósforo), y gases. El pH es la medida de concentración del ion hidrogeno en el agua. El nitrógeno y el fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas.

Las **características biológicas** 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 y el de los organismos utilizados como indicadores de contaminación. Los grupos de microorganismos principales que se encuentran tanto en aguas superficiales como residuales se pueden clasificar en protistas, plantas y animales.

5.2.3. Clasificación de aguas residuales

(Mendonça, 1987, pág. 259), señala que las aguas residuales de acuerdo a su origen se pueden clasificar en:

Domésticas: aguas utilizadas con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavanderías, etc.), consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de las descargas de las instalaciones hidráulicas de la edificación y también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

Industriales: residuos líquidos generados en los procesos industriales, poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

Infiltración y caudal adicional: aguas de infiltración que penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, cajas de paso, estructuras de los pozos de registro, estaciones de bombeo, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de distintas fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

Pluviales: aguas de lluvias descargadas en grandes cantidades sobre el suelo. Parte de estas aguas son drenadas y otras escurren por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

Según la (OEFA, 2014, pág. 3) las aguas residuales se clasifican en:

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.

Aguas residuales municipales: Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

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.

5.2.4. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales es un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reuso. (SINIA, 2009, pág. 20)

Según (Castañeda & Flores, 2014, págs. 4-5), por lo general en el tratamiento de aguas residuales se pueden distinguir hasta cuatro etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos:

Tratamiento preliminar, destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos conlleva un proceso de preaireación.

Tratamiento primario, que comprende procesos de sedimentación y tamizado.

Tratamiento secundario, que comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y fisicoquímicos (floculación) para reducir la mayor parte de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Tratamiento terciario o avanzado, que está dirigido a la reducción final de la DBO; metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos.

Según (Romero , Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño, 2000, págs. 130-137), teniendo en cuenta las características de las aguas residuales, además de la calidad requerida del efluente, la disponibilidad del terreno, los costos de construcción y operación del sistema, la confiabilidad del sistema y la facilidad de optimización, se elige el tratamiento que mejor se adapte.

El tratamiento de aguas residuales se puede definir como una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente para el uso humano.

Dentro del tratamiento de aguas residuales existe un gran número de operaciones y procesos disponibles:

Pretratamiento, tiene como objeto remover de las aguas residuales aquellos constituyentes que pueden causar dificultades de operación y mantenimiento en los procesos posteriores.

Tratamiento primario, se refiere comúnmente a la remoción parcial de sólidos suspendidos y materia orgánica, mediante sedimentación u otro medio, y prepara el agua para el tratamiento secundario.

Tratamiento secundario, se usa principalmente para la remoción de DBO soluble y sólidos suspendidos.

Tratamiento terciario, supone generalmente, la necesidad de remover nutrientes para prevenir la eutrofización de las fuentes receptoras o de mejorar la calidad de un efluente secundario con el fin de adecuar el agua para su uso.

Según (El Peruano, 2006), que contiene la Norma OS.090, que está relacionada con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

Tratamiento preliminar: Las unidades que se puede utilizar son: las ***cribas*** (artefacto de barras paralelas de separación uniforme de 4 a 10 o de 2 a 4 cm, para remover solidos flotantes y en suspensión) y los ***desarenadores*** (cámara diseñada para reducir la velocidad del agua residual y permitir la remoción de solidos minerales por sedimentación). Después de las cribas y desarenadores se debe incluir en forma obligatoria un ***medidor de caudal*** de régimen crítico, pudiendo ser del tipo Parshall o Palmer Bowlus.

Tratamiento primario: El objetivo es la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga en el tratamiento biológico. Los procesos del tratamiento primario para las aguas residuales pueden ser: ***tanques Imhoff*** (son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior.), ***tanques de sedimentación*** (los pequeños, de diámetro o lado no mayor deben ser proyectados sin equipos mecánicos, puede ser rectangular, circular o cuadrado, la inclinación de las paredes de las tolvas será de por lo menos 60° con respecto a horizontal; los tanques de sedimentación mayores usarán equipo mecánico para el barrido de lodos y transporte a los procesos de tratamiento de lodos) y ***tanques de flotación(***se usa en aguas residuales para remover partículas finas en suspensión y de baja densidad, usando el aire como agente de flotación***)***.

Tratamiento Secundario: Procesos biológicos que permiten la eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80% y sólidos en suspensión, e incluye los siguientes sistemas: ***lagunas de estabilización (***estanques diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales, donde se procede la estabilización de materia orgánica y la reducción bacteriana***)***, ***lodos activados*** (lodo constituido principalmente de biomasa con alguna cantidad de sólidos inorgánicos que recircula del fondo del sedimentador secundario al tanque de aeración en el tratamiento con lodos activados), ***filtros biológicos o percoladores (***sistema en el que se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético. La película de microrganismos que se desarrolla sobre el medio filtrante la materia orgánica del agua residual***)*** y ***módulos rotatorios de contacto*** (son unidades que tienen un medio de contacto colocado en módulos discos o módulos cilíndricos que rotan alrededor de su eje. Los módulos discos o cilíndricos generalmente están sumergidos hasta 40% de su diámetro, de modo que al rotar permiten que la Biopelícula se ponga en contacto alternadamente con el efluente primario y con el aire. Las condiciones de aplicación de este proceso son similares a las de los filtros biológicos en lo que se refiere a eficiencia.)

Desinfección: Destrucción de microorganismos, solamente en el caso que el cuerpo receptor demande una alta calidad bacteriológica,

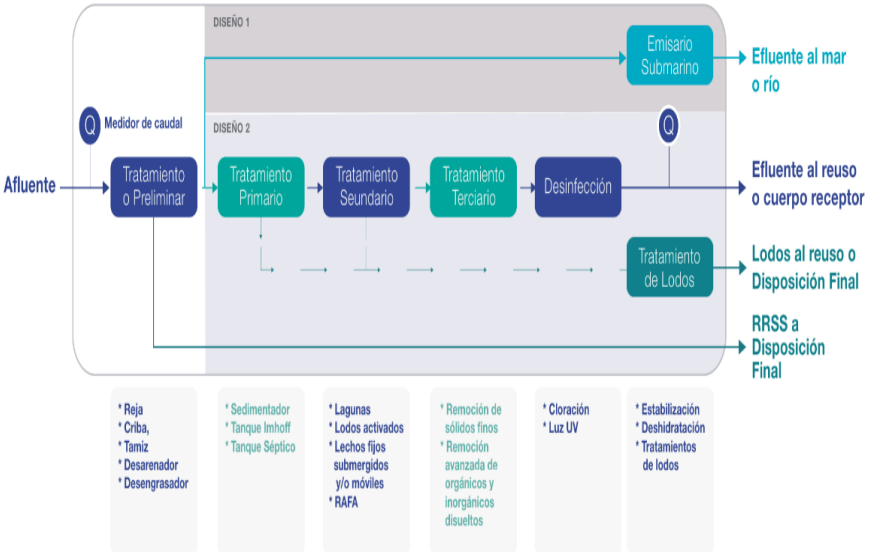
se considerará la desinfección de efluentes secundarios o terciarios, en forma intermitente o continua.

Tratamiento terciario: Cuando el grado del tratamiento fijado de acuerdo con las condiciones del cuerpo receptor o de aprovechamiento sea mayor que el que se pueda obtener mediante el tratamiento secundario, se deberán utilizar métodos de tratamiento terciario o avanzado.

Entre estos métodos se incluyen los siguientes: ósmosis inversa, electrodiálisis, destilación, coagulación, adsorción, remoción por espuma, filtración, extracción por solvente, intercambio iónico, oxidación química, precipitación, nitrificación o denitrificación.

Tratamiento de lodos: Procesos de estabilización, acondicionamiento y deshidratación de lodos. Para proceder al diseño de instalaciones de tratamiento de lodos, se realizará un cálculo de la producción de lodos en los procesos de tratamiento de la planta. Para la disposición de lodos estabilizados se considerarán las siguientes opciones: lechos de secado; lagunas de secado de lodos; disposición en el terreno del lodo sin deshidratar; y otros con previa justificación técnica.

Ilustración 1. Esquema de una PTAR de aguas residuales domésticas y eficiencia de remoción



Fuente: (SUNASS, 2015, pág. 58)

5.2.5. Parámetros más importantes en la caracterización del agua

Tanto la DQO como la DBO se emplean para determinar la calidad del agua o la carga contaminante de un vertido, para diseñar las unidades de tratamiento biológico y para evaluar y/o controlar la eficiencia de los tratamientos. Según (Lozano, 2012, pág. 29)

Según (Saenz Peña, 2020), los dos parámetros más importantes en la caracterización de aguas son (DBO) y (DQO). La (DBO) y (DQO) determinan el consumo de oxigeno requerido para oxidar la materia orgánica.

En el agua un alto contenido de DBO o DQO, demanda un alto consumo de oxígeno impidiendo su generación normal, matando así la vida acuática por asfixia. Habitualmente estos valores son utilizados como índices de contaminación: cuanto mayor sea su

concentración más contaminada estará el agua. De la misma forma sirve para determinar el rendimiento de una planta depuradora. Por ejemplo: un afluente de 300 mg/L de DBO y un efluente de 30 mg/L de DBO implica un rendimiento de 90%.

La metodología DBO (demanda bioquímica de oxígeno) mide la cantidad de oxígeno consumido por organismos unicelulares como bacterias. Se utiliza para determinar la contaminación y su principal desventaja es el tiempo de obtención de resultados en aproximadamente 5 días.

La metodología DQO (demanda química de oxígeno) es la cantidad de oxigeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos tanto disueltas como en suspensión. Es el método más utilizado actualmente. La principal ventaja es que es extrapolable a los valores de DBO obteniendo resultados en 2 horas. La desventaja es que se utilizan reactivos peligrosos y luego hay que disponerlos adecuadamente.

5.2.6. Eficiencia en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

La eficiencia del tratamiento es la "relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje" (El Peruano, 2006, pág. 86).

Según (Quispe, 2019, pág. 37) la determinación del grado de eficiencia de la PTAR, se ve directamente afectada por el ingreso de

efluentes de tipo industrial a los sistemas de alcantarillado y los tiempos de retención hidráulica en las diferentes instalaciones del tratamiento.

La base conceptual puede representarse en términos de eficiencia de remoción como se evidencia en la Tabla 1.

Tabla 1. Eficiencia de reducción de constituyentes

Unidades de tratamiento	Eficiencia en la reducción de constituyentes (%)	
	DBO	**DQO**
Rejilla	_	_
Desarenadores	0-5	0-5
Sedimentación primaria	30-40	30-40
Filtros percoladores		
▪ **roca**	65-80	60-80

Fuente: (Romero, Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño., 1999)

5.2.7. Límites Máximos Permisibles (LMP)

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental. (El Peruano, 2010, pág. 1)

El **DECRETO SUPREMO Nº 003-2010-MINAM**, aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR).

Tabla 2. Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A 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: (El Peruano, 2010, pág. 2)

5.2.8. Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las PTAR

Es un instrumento de gestión ambiental de cumplimiento obligatorio para efectuar el monitoreo, supervisión y fiscalización ambiental, así como para la verificación del cumplimiento de los LMP y de los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados, de conformidad con lo establecido en el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. También es de obligatorio cumplimiento para la evaluación y seguimiento de la eficiencia de las PTAR. (MVCS, 2014, pág. 5)

5.3. Discusión teórica

(Colca, 2019) & (Muñoz, 2008) definen a las aguas residuales solo como desechos, luego de haber sido utilizadas por las actividades del hombre. A diferencia de la (OEFA, 2014), que menciona que las aguas residuales son desechos que deben ser tratadas antes de ser vertidas al ambiente.

(Mendonça, 1987), clasifica a las aguas residuales en domésticas, industriales, de infiltración y caudal adicional, y pluviales; mientras que la (OEFA, 2014), clasifica a las aguas residuales en solo: domésticas, municipales e industriales; después de muchos años, las aguas residuales domésticas mantienen su definición, refiriéndose a ellas como aquellas aguas que contienen desechos fisiológicos y provienen de la actividad humana; así mismo de las aguas residuales industriales, que se definen como aquellas aguas provenientes de las industrias con características diferentes, de acuerdo al tipo de industria. La nueva clasificación de las aguas residuales que la OEFA ha implementado es el de aguas residuales municipales, el cual en su definición menciona que es la unión de las aguas pluviales y de aguas residuales industriales con previo tratamiento, dejándose así de lado la clasificación de aguas por infiltración y caudal adicional.

Los autores (Castañeda & Flores, 2014) y el autor (Romero , Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño, 2000), señalan que los procesos del tratamiento de las aguas residuales son:

pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario. La norma OS.090 establecida en (El Peruano, 2006), describe los procesos anteriormente mencionados e incluye dos procesos más que son: desinfección (antes del tratamiento terciario) y el tratamiento de lodos. Según los autores mencionados, el pretratamiento sirve para eliminar constituyentes fácilmente separables de las aguas residuales, el tratamiento primario es para remover sólidos suspendidos mediante la sedimentación, el tratamiento secundario comprende procesos biológicos para la remoción del DBO, la desinfección sirve para la destrucción de microorganismos, el tratamiento terciario es para la reducción final de DBO y otros contaminantes específicos, para un mayor aprovechamiento del efluente, finalmente el tratamiento de lodos son procesos de estabilización, acondicionamiento y deshidratación de lodos.

5.4. Marco Conceptual

Agua residual cruda (afluente): Agua residual que ingresa a una planta de tratamiento de aguas residuales o proceso de tratamiento. (MVCS, 2014, pág. 14)

Agua residual tratada (efluente): Agua residual que sale de una planta o un proceso de tratamiento. (MVCS, 2014, pág. 15)

Autoridad Nacional del Agua (ANA): Es el ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, quien establece procedimientos para la gestión

integrada, sostenible y multisectorial de los recursos hídricos en beneficio de los usuarios de agua y población en general de manera oportuna y eficaz. (gob.pe, 2020)

Biopelícula: Película biológica adherida a un medio sólido y que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica. (El Peruano, 2006, pág. 85)

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): 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 20ºC). (El Peruano, 2006, pág. 85)

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 oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. (El Peruano, 2006, pág. 86)

Monitoreo de la calidad del agua residual: Proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua residual, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación. (MVCS, 2014, pág. 15)

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTAR): Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales" (El Peruano, 2010, pág. 1).

5.5 Hipótesis de la investigación

Ho: La reducción del DBO_5 y DQO es eficiente en la planta de tratamiento de aguas residuales en la Encañada.

Ha: La reducción del DBO_5 y DQO es ineficiente en la planta de tratamiento de aguas residuales en la Encañada.

5.6.1. “Operacionalización” de las variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Indicador (es)	Instrumento (s)
Variable Independiente			
Tratamiento de aguas residuales	**C**onjunto integrado de procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel de calidad requerida para su disposición final o su reuso.	- Antes - Después	- Hojas de registro
Variables Dependientes			
Medida del DBO_5	Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura.	- Antes - Después	- Instrumentos de laboratorio y otros equipos. - Hojas de registro
Medida del DQO	Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando reactivos.	- Antes - Después	- Instrumentos de laboratorio y otros equipos. - Hojas de registro

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Básica, "se denomina investigación pura, teórica o dogmática, se caracteriza porque se origina en un marco teórico y permanece en él. El objetivo es incrementar los conocimientos científicos pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico" (Muntané, 2010, pág. 221)

3.2. Diseño de Investigación

Observacional (no existe ninguna intervención por parte del investigador, el cual se limita a medir el fenómeno y describirlo tal y como se encuentra presente en la población de estudio), descriptivo longitudinal (aquellos estudios que establecen un periodo de tiempo como base del estudio) y prospectivo (se refiere a la dirección progresiva en el tiempo del estudio, una vez establecido el inicio del estudio se realiza un seguimiento de la población en el tiempo). (Veiga, De la Fuete, & Zimmermann, 2008)

3.3. Área de Investigación

La unidad de análisis es una muestra de aguas residuales de la PTAR de La Encañada, ubicada en el Centro Poblado de Polloc, en el distrito La Encañada, ubicada en la zona norte de la provincia de Cajamarca, en la Región Cajamarca.

Las localidades de La Encañada y Polloc, limitan por:

- ***El Norte:*** Distritos de Huasmin y Sorocucho, Provincia de Celendín, Región Cajamarca.

- ***El Sur:*** Distrito de Los Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca.
- ***El Este :*** Distrito de Sucre, Provincia de Celendín, Región Cajamarca
- ***El Oeste :*** Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Encañada, está ubicada en las coordenadas UTM WGS 84, Zona 17 S:

Tabla 4. Coordenada de la PTAR de La Encañada

Área de estudio	Coordenada "E"	Coordenada "N"	Altitud (m.s.n.m.)
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Encañada	795322	9212521	2980

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 2. Ubicación de la PTAR de La Encañada

Fuente: Google Maps

3.4. Población

El total de aguas residuales que ingresan a la PTAR en La Encañada.

3.5. Muestra

Se tomaron 3 muestras en el afluente y 3 muestras en el efluente de la PTAR en La Encañada, para analizar el DBO_5 se necesitó un frasco de 1000 mL por muestra y para el DQO se necesitó un frasco de 250 mL por muestra.

3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Primero: Se prepararon los materiales y equipos para identificar y describir el estado de los procesos del tratamiento de las aguas residuales de la PTAR de La Encañada, y para la toma de muestras en el afluente y el efluente.

a) Materiales

- Fichas de registro de campo
- Cadena de custodia
- Papel secante
- Plumón indeleble
- Frascos esterilizados debidamente etiquetados
- Cooler Reflux
- Refrigerante (Ice pack)
- Preservantes
- Cronómetro
- Recipiente de 6 L y 4 L

b) Equipos

- GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- Cámara fotográfica

c) Indumentaria de protección

- Zapatos de seguridad
- Gafas de seguridad
- Guantes de látex descartables
- Casco
- Bata de laboratorio
- Chaleco de seguridad
- Mascarilla descartable
- Protector facial

Segundo: A través de la observación, se recolectaron datos en las fichas de campo y se realizó un registro fotográfico, para identificar y describir el estado de los procesos de tratamiento de las aguas residuales de la PTAR de La Encañada.

Tercero: Se tomaron las muestras respectivamente del afluente y efluente de la PTAR de La Encañada para analizar el DBO_5 y el DQO, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Cronograma de muestreo de DBO_5 y DQO

N° de Muestreo	Fecha
1	01/06/2021
2	16/06/2021
3	01/07/2021

Fuente: Elaboración propia

En los puntos de monitoreo, para cada muestreo, se realizaron las siguientes acciones:

- Se ubicó el punto de monitoreo, según el Anexo N° 8.
- Se tuvo en cuenta los cuidados necesarios para el muestreo.
- Se midió el caudal y se llenó en el Anexo N° 8.
- Rotulado de las muestras de agua.
- Se tomaron las muestras de agua residual.
- Se incorporó el preservante después de la toma de muestra. Ver Anexo N° 9.
- Se colocó las muestras en un cooler con el refrigerante para su conservación, y luego ser trasladadas al laboratorio para su respectivo análisis.
- Se llenó el formato de cadena de custodia, de acuerdo al Anexo N° 10.

Cuarto: Se procesaron los datos obtenidos del laboratorio para verificar la eficiencia de la PTAR y finalmente se propuso las alternativas de mejora en el tratamiento de las aguas residuales de La Encañada.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron son fichas de campo, extraídas del Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las PTAR establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM, y del

Laboratorio Regional del Agua, ubicadas en los Anexos, para la recolección de la información necesaria para lograr los objetivos planteados. De igual manera, se utilizaron instrumentos de laboratorio y otros equipos, para la toma de muestras de acuerdo al Protocolo y al Laboratorio mencionado.

3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Para analizar los datos y contrastar la hipótesis de nuestra investigación se aplicaron las siguientes técnicas de análisis de datos:

A. ***Prueba de rangos con signo de Wilcoxon:*** Por ser datos no paramétricos, se utilizó esta prueba estadística para comparar las mediciones de DBO_5 y DQO del afluente y el efluente en la PTAR en La Encañada. Esta prueba estadística, según (Villatoro & López, 2011) consiste en "determinar que la diferencia de los valores sea estadísticamente significativa, utilizando el software SPSS."

B. ***Chi cuadrado de bondad de ajuste:*** Por ser datos no paramétricos y datos ordinales, se utilizó esta prueba estadística para comparar los valores de DBO_5 y DQO del efluente con los valores LMP según el D. S. Nº 003-2010-MINAM. Esta prueba estadística, según (León, 2014) consiste en "determinar si los valores observados de la muestra son compatibles con la hipótesis, y comparar la distribución de la muestra observada con alguna distribución teórica, utilizando el software SPSS".

C. ***Promedio**:* Primero se determinó el promedio de los tres muestreos en el afluente y el efluente de la PTAR, tanto en el parámetro de DBO y DQO; utilizando la siguiente fórmula matemática, según (Quispe, 2019, pág. 36):

$$x = \frac{(x_1 + x_2 + x_3)}{3}$$

Donde:

x: valor promedio de un determinado parámetro

x_1; x_2; x_3: valores individuales de un determinado muestreo

D. ***Fórmula para determinar la eficiencia de una PTAR:*** El grado de eficiencia nos permitió evaluar la capacidad operativa de la PTAR, en la reducción porcentual de la DBO y la DQO, de este modo, hicimos uso de la siguiente fórmula matemática, según (Quispe, 2019, pág. 37):

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

Donde:

E: Grado de eficiencia (%)

S_0: Valor promedio de las cargas que ingresan a la planta.

S: Valor promedio de las cargas que salen de la planta.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

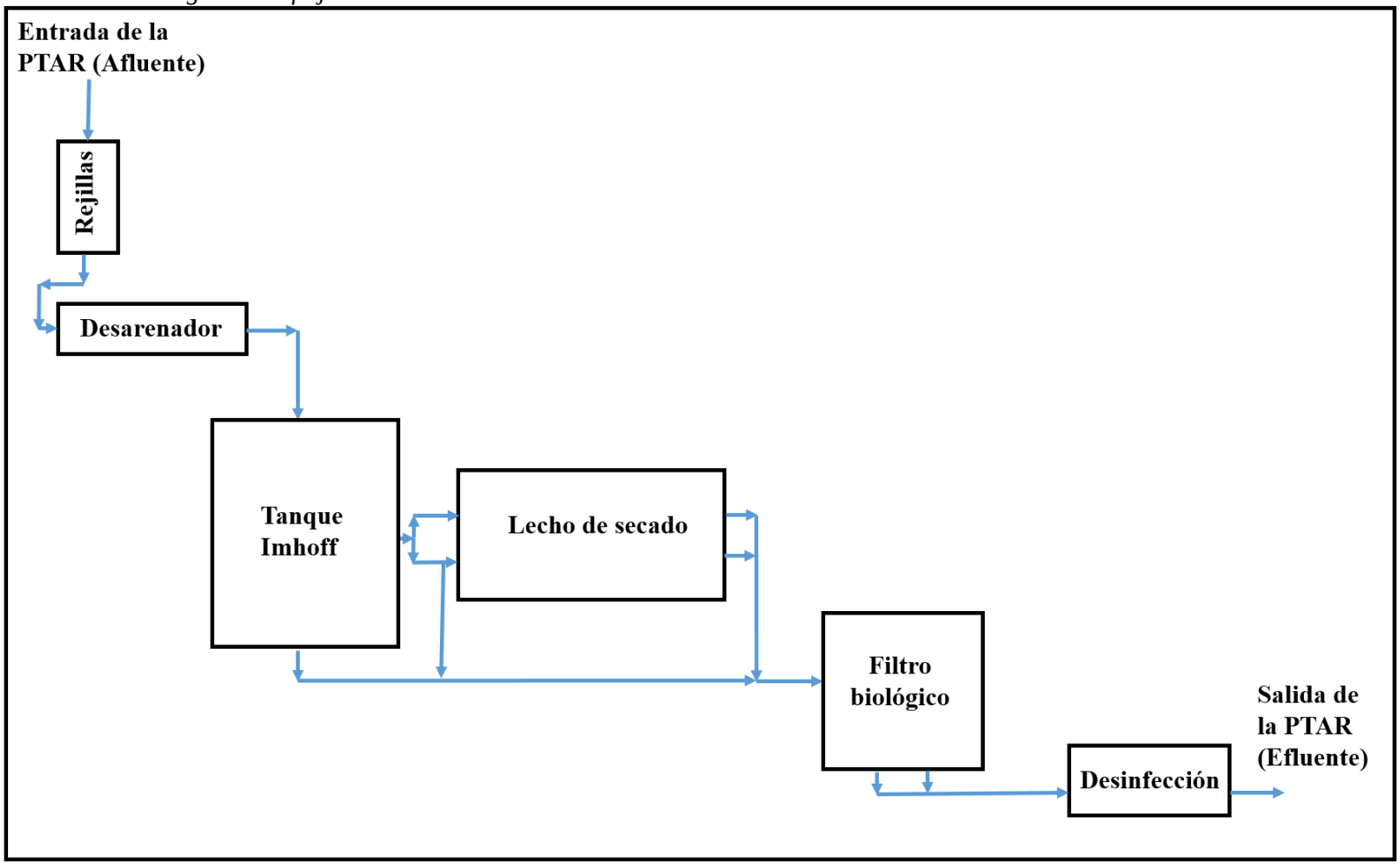
Tabla 6. Resultados emitidos por el Laboratorio del DBO_5 y DQO

MUESTREOS		Primer muestreo		Segundo muestreo		Tercer muestreo	
CÓDIGO DE MUESTRA		*Entrada de la PTAR 1A*	*Salida de la PTAR 1E*	*Entrada de la PTAR 2A*	*Salida de la PTAR 2E*	*Entrada de la PTAR 3A*	*Salida de la PTAR 3E*
FECHA DE MUESTREO		1/06/2021		16/06/2021		1/07/2021	
HORA DE MUESTREO		10:30 a.m.	11:00 a.m.	2:55 p.m.	3:45 p.m.	5:15 p.m.	5:40 p.m.
PARÁMETRO	UNIDAD						
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg / L	159.6	83.8	528.3	113.1	259.6	184.8
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg / L	266.3	167.3	1138	264.7	493.9	345.6

Fuente: Elaboración propia

A. Diagrama de flujo de la PTAR en La Encañada

Ilustración 3. Diagrama de flujo PTAR en La Encañada



Fuente: Elaboración propia

B. Descripción de los procesos de la PTAR en La Encañada

El tratamiento de aguas residuales de la PTAR de La Encañada está conformada por las siguientes instalaciones y procesos químicos, físicos y biológicos:

Tabla 7. Descripción de los procesos e instalaciones de la PTAR

TRATAMIENTO PRELIMINAR			
PROCESO	**IMAGEN**		**OBSERVACIONES**
***Cámara de rejas (cribas)*:** Diseñada para retener sólidos flotantes que ingresan desde la red de desagüe, incluyendo rejillas gruesas y finas, además cuenta con un by-pass en caso se colmaten las rejillas.	*Cámara de rejas*	*Rejilla fina deteriorada*	La rejilla fina está deteriorada en la parte inferior, la cual no está cumpliendo su función.
***Desarenadores*:** Diseñada para reducir la velocidad del agua residual y permitir la remoción de sólidos minerales por sedimentación.	*Entrada del desarenador*	*Salida del desarenador*	

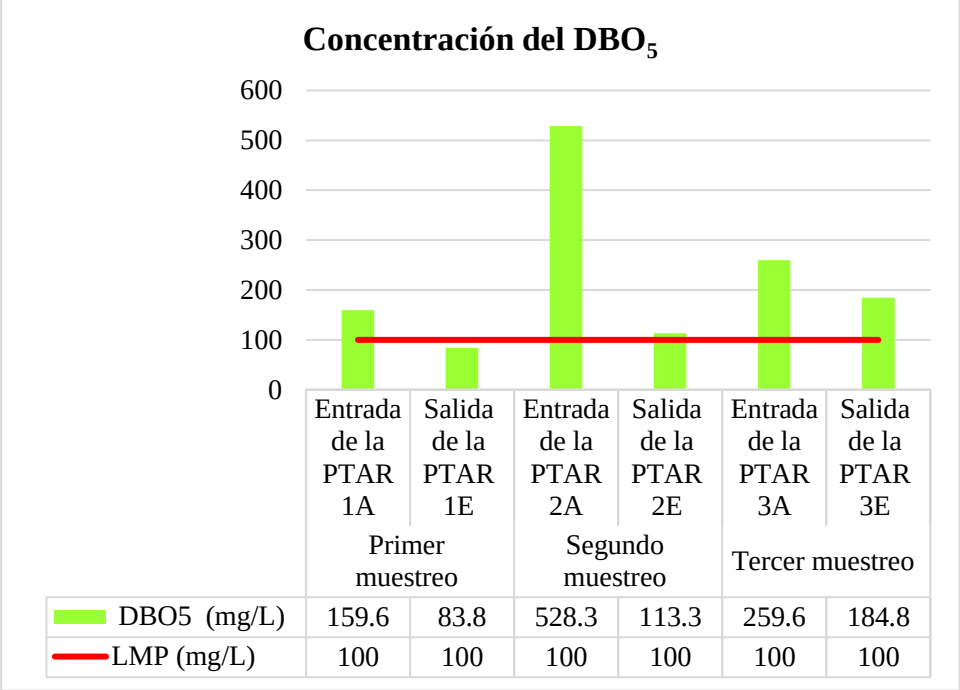
TRATAMIENTO PRIMARIO		
Tanques Imhoff: Tiene la función de sedimentación y digestión de lodos en la parte inferior.	 *Tanque Imhoff* *Cámara de sedimentación* *Área de acumulación de natas* *Tubería que conecta la salida del desarenador al tanque Imhoff*	- En la superficie de la cámara de sedimentación y en el área de acumulación de natas aún hay sólidos flotantes que han pasado de la cámara de rejas. - No hay un acceso seguro del desarenador al tanque Imhoff.
Lecho de secado: Estructura conformado por un conjunto de capas de arena y grava, donde se distribuirán los lodos y secaran paulatinamente.	 *Lecho de secado* *Lodos secos* *Acumulación de lodos secos*	Los lodos secos que son retirados del lecho de secado son acumulados a su costado, expuestos al ambiente, sin ningún cuidado ni tratamiento adecuado.

TRATAMIENTO SECUNDARIO			
Filtros biológicos o percoladores: Sistema en el que se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa.			El filtro biológico se encuentra saturado y en malas condiciones, además no tiene una limpieza y mantenimiento.
	Filtro biológico	*Evidencias del deterioro del filtro*	
Desinfección: Instalación para la destrucción de microorganismos del efluente.			El sistema de desinfección está instalado, pero no está en funcionamiento.
	Hipoclorador	*Estructura de desinfección*	

Fuente: Elaboración propia

C. Resultados de los muestreos del DBO_5 y del DQO

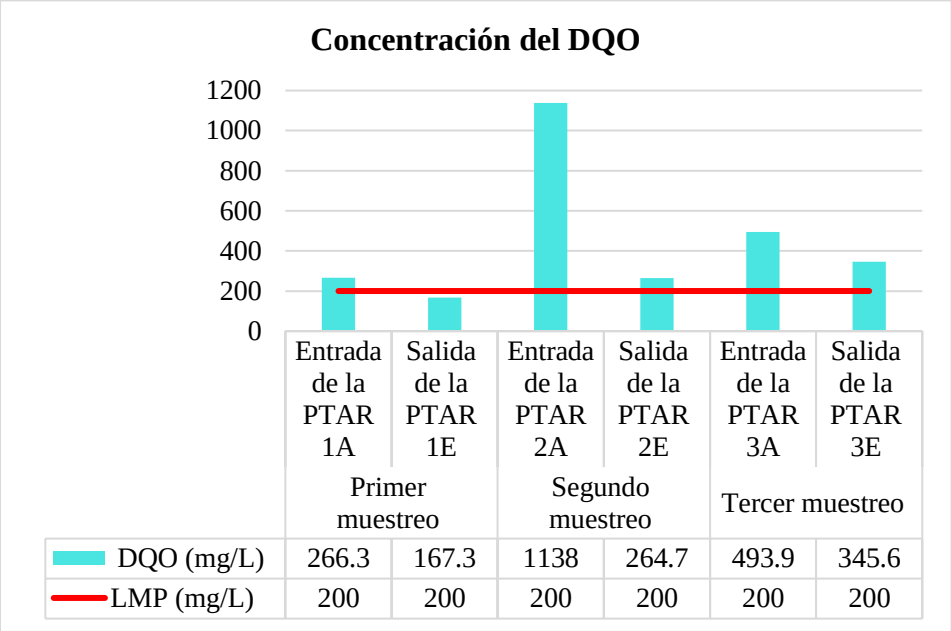
Gráfico 1. Resultado de la concentración del DBO_5



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el Gráfico 1, se observan las concentraciones de DBO_5 obtenidas durante los 3 muestreos realizados, tanto de la Entrada de la PTAR (afluente) como de la Salida de la PTAR (efluente), el afluente tiene un rango de variación entre 159.6 mg/L y 528.3 mg/L, y el efluente entre 83.8 mg/L y 184.8 mg/L. Al comparar las concentraciones de la Salida de la PTAR de cada muestreo con el LMP para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, establecido por el Decreto Supremo Nº 003-2010-MINAM; en el primer muestreo la concentración de DBO_5 fue de 83.8 mg/L, el cual cumple con el LMP establecido; en el segundo muestreo la concentración fue de 113.3 mg/L, el cual no cumple con el LMP; y en el tercer muestreo fue de 184.8 mg/L, el cual tampoco no cumple con el LMP.

Gráfico 2. Resultado de la concentración de DQO



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el Gráfico 2, se observan las concentraciones de DQO obtenidas durante los 3 muestreos realizados, tanto de la Entrada de la PTAR (afluente) como de la Salida de la PTAR (efluente), el afluente tiene un rango de variación entre 266.3 mg/L y 1138 mg/L, y el efluente entre 167.3 mg/L y 345.6 mg/L. Al comparar las concentraciones de la Salida de la PTAR de cada muestreo con el LMP para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, establecido por el Decreto supremo Nº 003-2010-MINAM; en el primer muestreo la concentración de DQO fue de 167.3 mg/L, el cual cumple con el LMP establecido; en el segundo muestreo la concentración fue de 264.3 mg/L, el cual no cumple con el LMP; y en el tercer muestreo fue de 345.6 mg/L, el cual tampoco no cumple con el LMP.

D. Promedio de los muestreos de DBO_5 y DQO

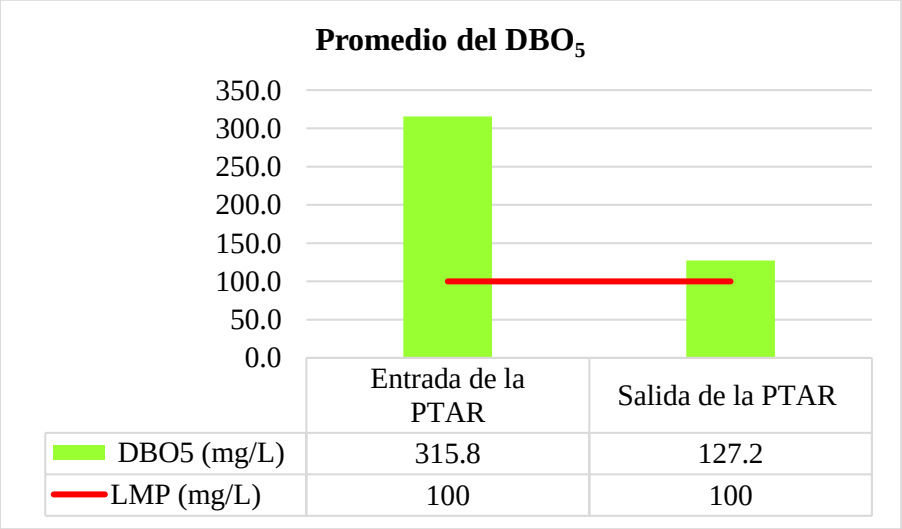
Procesamiento de datos para determinar el promedio de la concentración del DBO_5:

Tabla 8. Promedio del DBO_5

Para el afluente	***Para el efluente***
$\boldsymbol{x = \frac{(159.6 + 528.3 + 259.6)}{3}}$	$x = \frac{(83.8 + 113.1 + 184.8)}{3}$
$\boldsymbol{x = 315.8}$	$x = 127.2$

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. *Promedio del DBO_5*



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El Gráfico 3 representa a la concentración promedio del DBO_5 del afluente y efluente de la PTAR, comparado con el LMP para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, obteniéndose así un promedio de 315.8 mg/ L en el afluente y 127.2 mg/L en el efluente, el cual registra que la concentración del parámetro de DBO_5 de la PTAR de La Encañada, no cumple con el LMP establecido, sobrepasando un 27.2 mg/L.

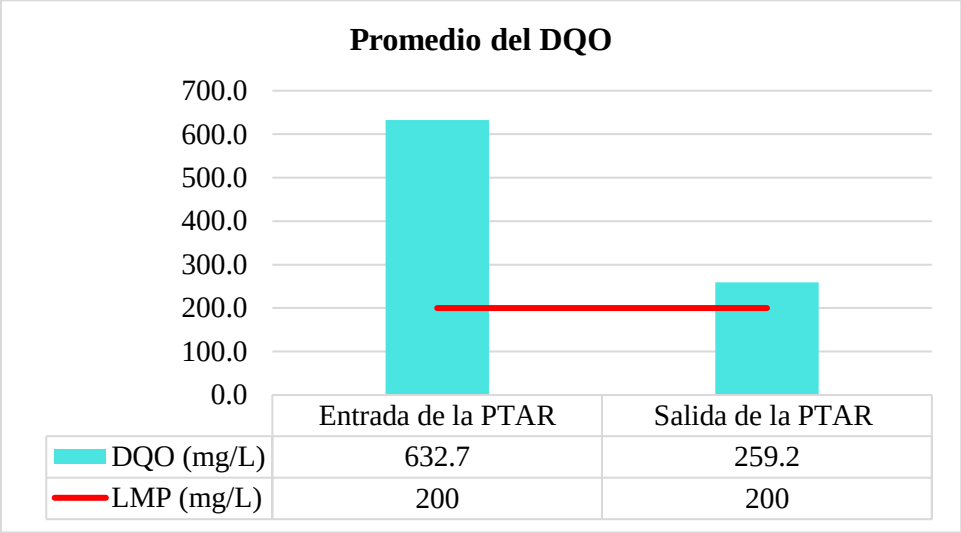
Procesamiento de datos para determinar el promedio de la concentración del DQO:

Tabla 9. Promedio del DQO

Para el afluente	***Para el efluente***
$\boldsymbol{x = \frac{(266.3 + 1138 + 493.9)}{3}}$	$x = \frac{(167.3 + 264.7 + 345.6)}{3}$
$\boldsymbol{x = 632.7}$	$x = 259.2$

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4 *Promedio del DQO*



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El Gráfico 4 representa a la concentración promedio del DQO del afluente y efluente de la PTAR, comparado con el LMP para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, obteniéndose así un promedio de 632.7 mg/ L en el afluente y 259.2 mg/L en el efluente, el cual registra que la concentración del parámetro de DQO de la PTAR de La Encañada no cumple con el LMP establecido, sobrepasando un 59.2 mg/L.

E. Eficiencia de la PTAR en La Encañada

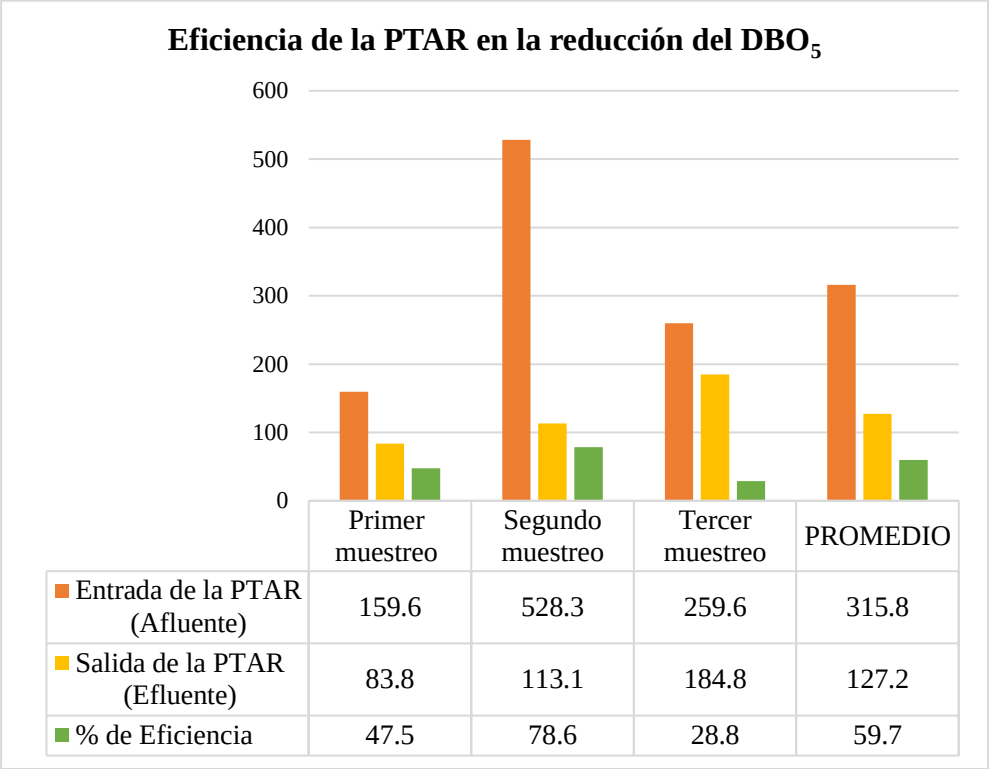
Procesamiento de datos para determinar la eficiencia de la PTAR en la reducción del DBO_5

Tabla 10. Eficiencia de la PTAR en la reducción del DBO_5

Muestreo	*% de Eficiencia*
Primer muestreo	$E(DBO_5) = \frac{159.6 - 83.8}{159.6} \times 100$ $E(DBO_5) = 47.5\ \%$
Segundo muestreo	$E(DBO_5) = \frac{528.3 - 113.1}{528.3} \times 100$ $E(DBO_5) = 78.6\ \%$
Tercer muestreo	$E(DBO_5) = \frac{259.6 - 184.8}{259.6} \times 100$ $E(DBO_5) = 28.8\ \%$
PROMEDIO	$E(DBO_5) = \frac{315.8 - 127.2}{315.8} \times 100$ $E(DBO_5) = 59.7\ \%$

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Reducción del DBO_5



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el Gráfico 5 se observa la eficiencia de la PTAR de La Encañada en la reducción del DBO_5, en el primer muestreo la eficiencia fue de 47.5 %, en el segundo 78.6 % y en el tercero 28.8%, obteniéndose un promedio de 59.7%.

Según (Romero, 1999), en la Tabla 1, muestra que la eficiencia de la reducción del DBO, luego de recibir el tratamiento secundario (filtro biológico), debería estar en un rango de 65-80%, sin embargo el 59.7% obtenido de eficiencia de la PTAR de La Encañada no cumple con el rango establecido.

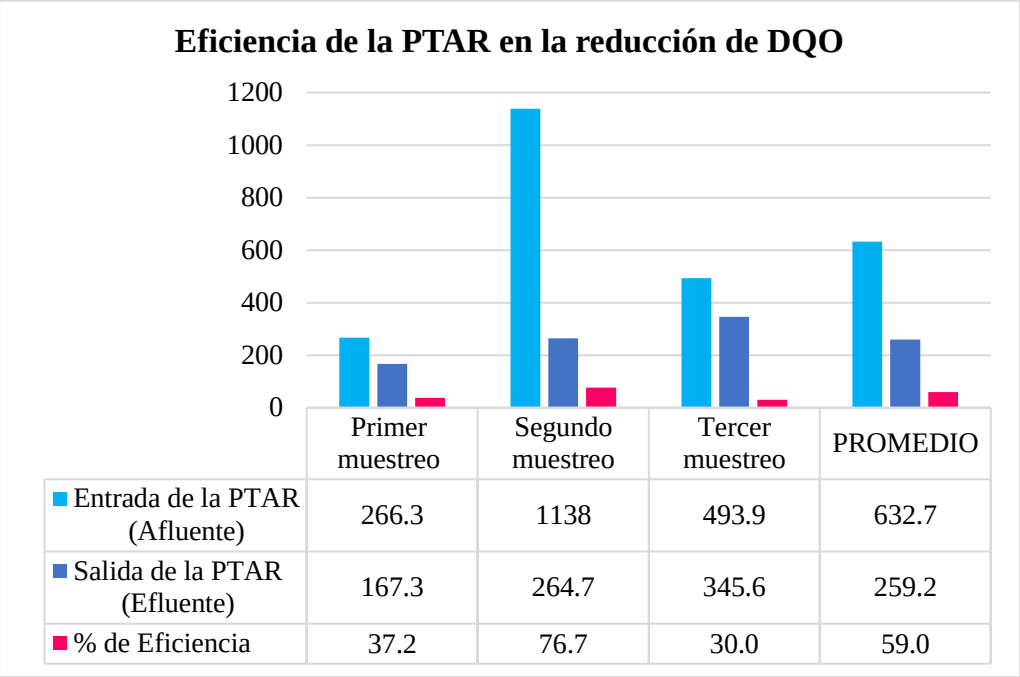
Procesamiento de datos para determinar la eficiencia de la PTAR en la reducción de DQO

Tabla 11. Eficiencia de la PTAR en la reducción de DQO

Muestreo	*% de Eficiencia*
Primer muestreo	$E(DQO) = \frac{266.3 - 167.3}{266.3} \times 100$ $E(DQO) = 37.2\ \%$
Segundo muestreo	$E(DQO) = \frac{1138 - 264.7}{1138} \times 100$ $E(DQO) = 76.7\ \%$
Tercer muestreo	$E(DQO) = \frac{493.9 - 345.6}{493.9} \times 100$ $E(DQO) = 30\ \%$
PROMEDIO	$E(DQO) = \frac{632.7 - 259.2}{632.7} \times 100$ $E(DQO) = 59\%$

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Reducción de DQO



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el Gráfico 6 se observa la eficiencia de la PTAR de La Encañada en la reducción del DQO, en el primer muestreo la eficiencia fue de 37.2%, en el segundo 76.7 % y en el tercero 30%, obteniéndose un promedio de 59%.

Según (Romero, 1999), en la Tabla 1, muestra que la eficiencia de la reducción del DQO, luego de recibir el tratamiento secundario (filtro biológico), debería estar en un rango de 60-80%, sin embargo el 59% obtenido de eficiencia de la PTAR de La Encañada no cumple con el rango establecido.

F. Análisis estadístico de datos

- **ANÁLISIS DE LA DBO_5**

Prueba estadística: Por ser datos no paramétricos se aplicará la prueba de rangos con signo de Wilcoxon**.**

H_O: No existe diferencia significativa entre los valores de DBO_5 de entrada y los valores de salida.

H_1: Existe diferencia significativa entre los valores de DBO_5 de entrada y los valores de salida.

En la siguiente tabla se observa que las tres mediciones que se hicieron a la salida son menores a las mediciones de entrada, dándonos a entender que existe una disminución de la DBO_5.

Rangos

			N	Rango promedio	Suma de rangos
DBO_5_SALIDA - DBO_5_ENTRADA		Rangos negativos	3[a]	2,00	6,00
		Rangos positivos	0[b]	0,00	0,00
		Empates	0[c]		
		Total	3		

a. DBO_5_SALIDA < DBO_5_ENTRADA
b. DBO_5_SALIDA > DBO_5_ENTRADA
c. DBO_5_SALIDA = DBO_5_ENTRADA

En la siguiente tabla se observa el p-valor = 0.109 el que nos indica que se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, se interpreta que no existe una diferencia significativa entre los valores de entrada y los valores de salida, en otras palabras, no existe una disminución significativa de la DBO_5.

Estadísticos de prueba[a]

	DBO5_SALIDA - DBO5_ENTRADA
Z	-1,604[b]
Sig. asintótica (bilateral)	0,109

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

- **ANALISIS DE LA DQO**

Prueba estadística: Por ser datos no paramétricos se aplicará la prueba de rangos con signo de Wilcoxon

H_O: No existe diferencia significativa entre los valores de DQO de entrada y los valores de salida.

H_1: Existe diferencia significativa entre los valores de DQO de entrada y los valores de salida.

En la siguiente tabla se observa que las tres mediciones que se hicieron a la salida son menores a las mediciones de entrada, dándonos a entender que existe una disminución de la DQO.

Rangos

			N	Rango promedio	Suma de rangos
DQO_SALIDA - DQO_ENTRADA		Rangos negativos	3[a]	2,00	6,00
		Rangos positivos	0[b]	,00	,00
		Empates	0[c]		
		Total	3		

a. DQO_SALIDA < DQO_ENTRADA
b. DQO_SALIDA > DQO_ENTRADA
c. DQO_SALIDA = DQO_ENTRADA

En la siguiente tabla se observa el p-valor = 0.109 el que nos indica que se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, se interpreta que no existe una diferencia significativa entre los valores de entrada y los valores de salida, en otras palabras, no existe una disminución significativa de la DQO.

Estadísticos de prueba[a]

	DQO_SALIDA - DQO_ENTRADA
Z	-1,604[b]
Sig. asintótica (bilateral)	,109

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

- **COMPARACIÓN DE LA DBO_5 ENCONTRADAS CON LOS LMP SEGÚN D. S. Nº 003-2010-MINAM**

Prueba estadística: Por ser datos no paramétricos se aplicará la prueba Chi cuadrado de bondad de ajuste para datos ordinales.

H_O: No existe diferencia significativa entre el promedio de DBO_5 de salida y los LMP establecido según D. S. Nº 003-2010-MINAM

H_1: Existe diferencia significativa entre el promedio de DBO_5 de salida y los LMP establecido según D. S. Nº 003-2010-MINAM

DBO_5_SALIDA

	N observado	N esperada	Residuo
83,8	84	127,3	-43,3
113,3	113	127,3	-14,3
184,8	185	127,3	57,7
Total	382		

El valor de la significancia asintótica (p-valor = 0.000) nos indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador o alterna, el que nos dice que los valores de DBO_5 de salida no son iguales a los valores LMP según el D. S. Nº 003-2010-MINAM, siendo los valores de DBO_5 encontrados a la salida mayores

Estadísticos de prueba

	DBO5_SALIDA
Chi-cuadrado	42,476[a]
Gl	2
Sig. asintótica	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 127,3.

- **COMPARACIÓN DE LA DQO ENCONTRADAS CON LOS LMP SEGÚN D. S. Nº 003-2010-MINAM**

Prueba estadística: Por ser datos no paramétricos se aplicará la prueba Chi cuadrado de bondad de ajuste.

H_O: No existe diferencia significativa entre el promedio de DQO de salida y los LMP establecido según D. S. Nº 003-2010-MINAM

H_1: Existe diferencia significativa entre el promedio de DQO de salida y los LMP establecido según D. S. Nº 003-2010-MINAM

DQO_SALIDA

	N observado	N esperada	Residuo
167,3	167	259,3	-92,3
264,7	265	259,3	5,7
345,6	346	259,3	86,7
Total	778		

El valor de la significancia asintótica (p-valor = 0.000) nos indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador o alterna, el que nos dice que los valores de DQO de salida no son iguales a los valores LMP según el D. S. Nº 003-2010-MINAM, siendo los valores de DQO encontrados a la salida mayores.

Estadísticos de prueba

	DQO_SALIDA
Chi-cuadrado	61,961[a]
Gl	2
Sig. asintótica	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 259,3.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACONES

5.1. Conclusiones

- Al evaluar la reducción del DBO_5 y DQO en la PTAR en la Encañada, se obtuvo que la PTAR es ineficiente con un 59.7% en el DBO_5 y un 59% en el DQO, no cumpliendo con el rango de eficiencia en la reducción de constituyentes establecido.
- Según los resultados del muestreo, se determinó que la concentración promedio del DBO_5 del afluente fue 315.8 mg/ L y del efluente 127.2 mg/L, así mismo la concentración promedio del DQO del afluente fue 632.7 mg/ L y del efluente 259.2 mg/L.
- Según el p-valor=0.109 no existe una diferencia significativa entre los valores de DBO_5 del afluente y del efluente, es decir, no existe una disminución significativa de la DBO_5. Así mismo, tampoco existe una diferencia significativa entre los valores de DQO del afluente y del efluente, es decir, no existe una disminución significativa de la DQO, según el p-valor=0.109.
- Los valores promedio de DBO_5 y DQO del efluente de la PTAR en La Encañada, no cumplen con los LMP según el D. S. Nº 003-2010-MINAM. Sobrepasando un 27.2 mg/L en DBO_5, según el (p-valor=0,000) que nos indica que 127,2 mg/L > 100 mg/L, así mismo sobrepasa un 59.2 mg/L en DQO, según el (p-valor=0,000) que nos indica que 259,3 mg/L > 200 mg/L.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a las autoridades de La Encañada, que la PTAR ponga en funcionamiento aquellos procesos instalados que no están operativos, y se reciba urgentemente una capacitación de mantenimiento de toda la instalación al operador de la PTAR, debido a que las observaciones descritas anteriormente en la Tabla 9 y los resultados obtenidos sobre la reducción de DBO_5 Y DQO, evidencian su ineficiencia.

- Además se debe seguir realizando más estudios sobre nuevas alternativas de mejora en el tratamiento de aguas residuales, para contribuir con el cuidado del medio ambiente, la protección de los cuerpos naturales de agua y el cuidado del bienestar de la población aledaña al río La Quispa.

REFERENCIAS

Blas, A. (2018). *Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la localidad de Jivia-depatamento de Huánuco.* Tesis para optar el Título de Ingeniero Sanitario, Huaraz. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2350

Castañeda, A., & Flores, H. (Febrero de 2014). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en Los Altos de Jalisco, México. *Paakat:Revista de Tecnología y Sociedad*. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499051554003

Colca, P. (2019). *Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante de plantas de tratamiento modelo PMH en la unidad minera Cerro Lindo.* Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Arequipa. Obtenido de http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10643

El Peruano. (23 de Mayo de 2006). Norma OS.090. Obtenido de http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/AA381897B934542205257DC7005EC0C3/$FILE/OS.090.pdf

El Peruano. (17 de Marzo de 2010). DECRETO SUPREMO. *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. Obtenido de https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles-lmp-efluentes-plantas-tratamiento-aguas

gob.pe. (4 de Dieciembre de 2020). *gob.pe*. Obtenido de https://www.gob.pe/4404-autoridad-nacional-del-agua-que-hacemos

Gómez, S., Vivó, M., & Soria, E. (Octubre-Diciembre de 2001). Pruebas de significación en Bioestadística. *Scielo, 50*(4). Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-79732001000400008

Hernández , R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). Metodología de la Investigación. (6). Obtenido de https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf

Jiménez, R. (1998). *Metodología de la investigación. Elementos básicos para la investigación clínica.* La Habana, Cuba: Ciencias Médicas. Obtenido de https://www.academia.edu/19260318/Metodologia_de_la_investigacion_ROSA_JIM%C3%89NEZ_PANEQUE

León, W. (14 de Agosto de 2014). *Slideshare.* Obtenido de https://es.slideshare.net/williamleon20/pruebas-de-bondad-de-ajuste-est-ind-clase10

López, M., & Mendoza, L. (2018). *Desarrollo de una propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales para la reducción de la DQO y DBO en la FÁBRICA DE CHOCOLATES TRIUNFO S.A.* Proyecto integral de grado para obtar al Título de Ingeniero Químico, Fundación Universidad de América, Bogotá. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.11839/6720

Lozano, W. (2012). *Fundamentos de diseño de las plantas depuraadoras de aguas residuales.* Bogotá. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/298354134_Diseno_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales

Mendonça, S. (1987). *Temas avanzados en sistemas de alcantarillado sanitario.* Río de Janeiro.

Micha, E., & Rojas, E. (2019). *Determinación de la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales de la Planta La Encañada del periodo abril-agosto 2018.* Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de http://hdl.handle.net/11537/22011

Morant , J. (2017). *Análisis de las fracciones de DQO en las aguas de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).* Tesis presentada como requisito para optar por el Título de Ingeniero Ambiental, Medellín. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12223

Muntané, J. (Mayo-Junio de 2010). Introducción a la investigación básica. *RAPD ONLINE, 33*(3).

Muñoz, C. (2008). *Caracterización y tratamiento de aguas residuales.* Universidad autónoma del estado de Hidalgo, España.

MVCS. (2014). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.* Lima. Obtenido de http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1057.pdf

OEFA. (Abril de 2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. 2. Obtenido de http://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/1.-Fiscalizaci%C3%B3n-ambiental-vinculada-a-las-aguas-residuales.pdf

Quispe, F. (2019). *Eficiencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la reducción de la Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno en Celendín-Cajamarca.* Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Cajamarca. Obtenido de http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3461

Romero , J. (2000). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Romero, J. (1999). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño.* Bogotá.

Saenz Peña. (24 de Abril de 2020). *Baires Analítica*. Obtenido de Baires Analítica: https://www.bairesanalitica.com/dbo-demanda-bioquimica-de-oxigeno-dqo-demanda-quimic

SINIA. (2009). Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales. En *Manual de Municipios Ecoeficientes* (pág. 20). Lima, Perú. Obtenido de https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-municipios-ecoeficientes

SUNASS. (Setiembre de 2015). Diagnostico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. (1). Obtenido de https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf

Universidad de Jaén . (5 de Octubre de 2010). Obtenido de http://www4.ujaen.es/~eramirez/IntPsi.htm

Veiga, J., De la Fuete, E., & Zimmermann, M. (2008). Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *SCielo, 54*(210). Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011

Villatoro, J., & López. (2011). *Wilcoxon.*

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA:	Autoridad Nacional del Agua
DBO:	Demanda Biológica de Oxígeno
DE:	Desviación Estándar
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
EE:	Error Estándar
LC:	Límites de Confianza
LMP:	Límite Máximo Permisible
MINAM:	Ministerio del Ambiente
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
PTAR:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

GLOSARIO

Aledaña. Que esta contiguo o cercano a un lugar.

By-pass. Conjunto de elementos utilizados para desviar el agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia, de mantenimiento o de operación.

Cadena de custodia. Documento escrito en donde quedan reflejadas todas las incidencias de una prueba.

Coagulación. Aglomeración de partículas coloidales (<0.001 mm) y dispersas (0.001 a 0.01 mm) en coágulos visibles, por adición de un coagulante.

Depurar. Purificar o remover sustancias objetables de las aguas residuales; se aplica exclusivamente a procesos de tratamiento de líquidos.

Eficiente. Que realiza o cumple un trabajo o función a la perfección.

Infracción. Quebrantamiento de una ley, tratado o norma moral.

Muestreo. Toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación correspondiente para el parámetro que se va a analizar.

Natas. Capa que se forma en la superficie de algunos líquidos debido a las sustancias que tienen en suspensión.

Tamizado. Método mecánico para separar sólidos formados por partículas de diferentes tamaños.

ANEXOS

Anexo 1. Entrada de la PTAR de La Encañada

Fuente: Elaboración propia

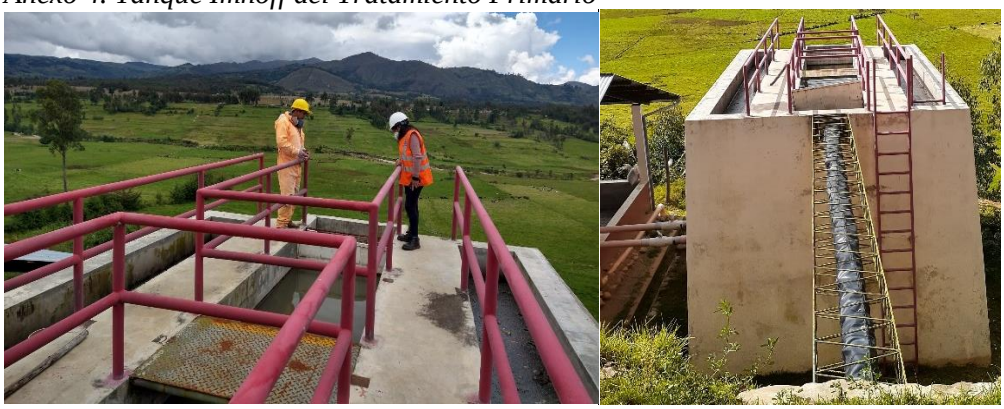
Anexo 2. Cámara de rejas del Tratamiento Preliminar

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Desarenador del Tratamiento Preliminar

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Tanque Imhoff del Tratamiento Primario



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Lecho de secado

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Filtros biológicos del Tratamiento Secundario

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Salida de la PTAR en La Encañada

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Fichas de campo para la ubicación de los puntos de muestreo

FICHAS DE CAMPO PARA LA UBICACIÓN DE LOS PUNTO DE MONITOREO

Nombre de EPS/Municipio: Municipalidad Distrital La Encañada			
Nombre de PTAR: PTAR La Encañada			
Ubicación de PTAR: Centro Poblado de Polloc			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
Polloc	La Encañada	Cajamarca	Cajamarca
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)	Entrada de la PTAR 1A		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
9211524	795309	WGS84	2982 m.s.n.m.
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	5.226 L/s	**Método de medición**	Volumétrico
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)	Salida de la PTAR 1E		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
9211563	795367	WGS84	2973 m.s.n.m.
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	4.986 L/s	**Método de medición**	Volumétrico
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			
Handy GPS			

MONITOREO Nº 1:

MONITOREO N° 2:

Nombre de EPS/Municipio: Municipalidad Distrital La Encañada			
Nombre de PTAR: PTAR La Encañada			
Ubicación de PTAR: Centro Poblado de Polloc			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
Polloc	La Encañada	Cajamarca	Cajamarca
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)	Entrada de la PTAR 2A		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
9211524	795309	WGS 84	2982 m.s.n.m.
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	4.354 L/s	**Método de medición**	Volumétrico
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)	Salida de la PTAR 2E		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
9211563	795367	WGS 84	2973 m.s.n.m.
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	3.781 L/s	**Método de medición**	Volumétrico
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			
Handy GPS			

MONITOREO N° 3:

Nombre de EPS/Municipio: Municipalidad Distrital La Encañada			
Nombre de PTAR: PTAR La Encañada			
Ubicación de PTAR: Centro Poblado de Polloc			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
Polloc	La Encañada	Cajamarca	Cajamarca
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)	Entrada de la PTAR 3A		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
9211524	795309	WGS 84	2982 m.s.n.m.
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	4.280 L/S	**Método de medición**	Volumétrico
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)	Salida de la PTAR 3E		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
9211563	795367	WGS 84	2973 m.s.n.m.
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	4.237 L/S	**Método de medición**	Volumétrico
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			
Handy GPS			

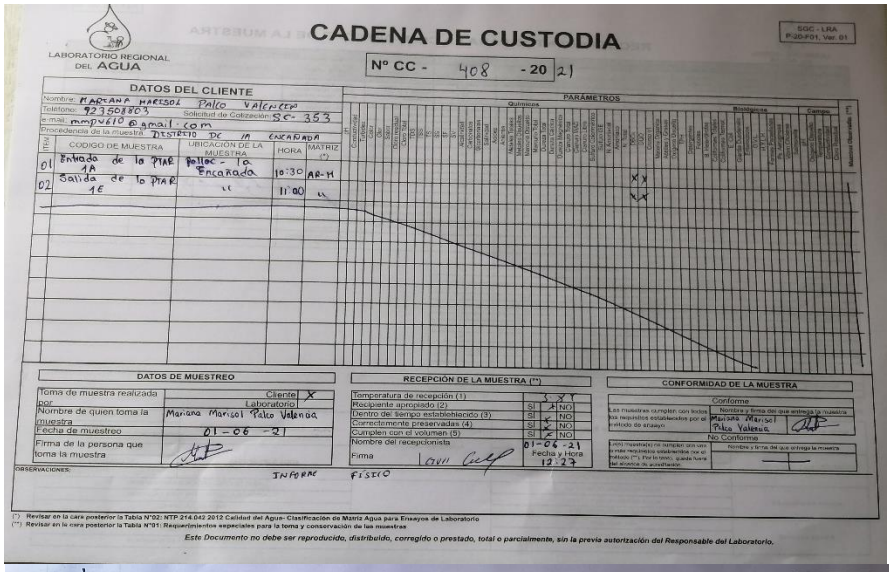
Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Preservación de las muestras para el monitoreo

Parámetro fisicoquímico	Volumen de muestra	Preservación
DBO_5	1000 mL	Refrigerar a 4°C
DQO	250 mL	Agregar Ácido sulfúrico (H_2SO_4) y refrigerar a 4°C

Fuente: Laboratorio Regional del Agua

Anexo 10. Cadenas de custodia de los tres muestreos



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

CADENA DE CUSTODIA

SGC - LRA P-20-F01, Ver. 01

Nº CC - 408 - 20 21

DATOS DEL CLIENTE

Nombre: MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA
Teléfono: 923508803 Solicitud de Cotización: SC - 353
e-mail: mmpv610@gmail.com
Procedencia de la muestra: DISTRITO DE LA ENCAÑADA

ITEM	CODIGO DE MUESTRA	UBICACIÓN DE LA MUESTRA	HORA	MATRIZ (*)
01	Entrada de la PTAR 1A	Pollec - la Encañada	10:30	AR-M
02	Salida de la PTAR 1E	"	11:00	"

PARÁMETROS: Químicos / Biológicos / Campo

DATOS DE MUESTREO

Toma de muestra realizada por: Cliente X / Laboratorio
Nombre de quien toma la muestra: Mariana Marisol Palco Valencia
Fecha de muestreo: 01-06-21
Firma de la persona que toma la muestra

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (**)

Temperatura de recepción (1): 3 °C
Recipiente apropiado (2): SI X NO
Dentro del tiempo establebiecido (3): SI X NO
Correctamente preservadas (4): SI X NO
Cumplen con el volumen (5): SI X NO
Nombre del recepcionista
Firma
01-06-21 Fecha y Hora 12:27

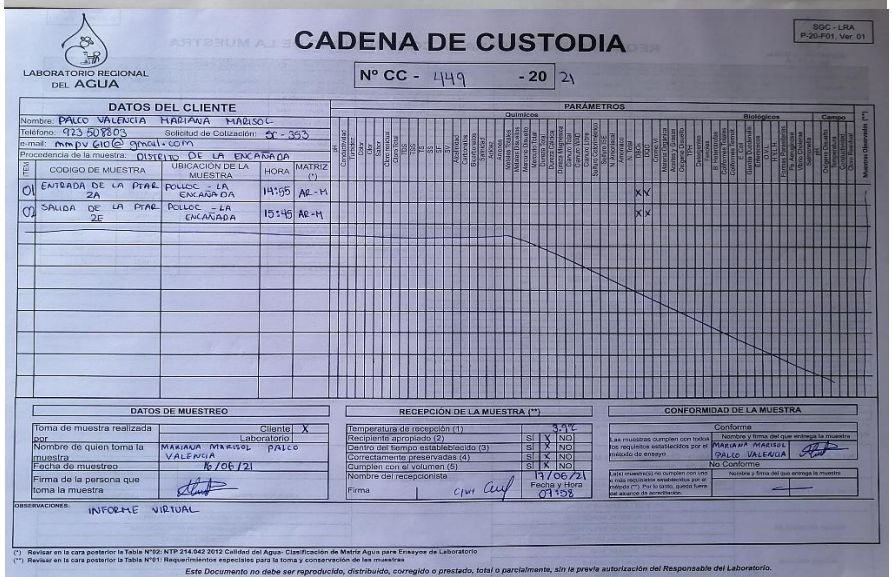
CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

Conforme: Las muestras cumplen con todos los requisitos establecidos por el método de ensayo. Nombre y firma del que entrega la muestra: Mariana Marisol Palco Valencia
No Conforme: Las muestras no cumplen con uno o más requisitos establecidos por el método (**). Por lo tanto, queda fuera del alcance de acreditación. Nombre y firma del que entrega la muestra

OBSERVACIONES: INFORME FISICO

(*) Revisar en la cara posterior la Tabla N°02: NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio
(**) Revisar en la cara posterior la Tabla N°01: Requerimientos especiales para la toma y conservación de las muestras

Este Documento no debe ser reproducido, distribuido, corregido o prestado, total o parcialmente, sin la previa autorización del Responsable del Laboratorio.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

CADENA DE CUSTODIA

SGC - LRA P-20-F01, Ver. 01

Nº CC - 449 - 20 21

DATOS DEL CLIENTE

Nombre: PALCO VALENCIA MARIANA MARISOL
Teléfono: 923 508803 Solicitud de Cotización: SC - 353
e-mail: mmpv610@gmail.com
Procedencia de la muestra: DISTRITO DE LA ENCAÑADA

ITEM	CODIGO DE MUESTRA	UBICACIÓN DE LA MUESTRA	HORA	MATRIZ (*)
01	ENTRADA DE LA PTAR 2A	POLLEC - LA ENCAÑADA	14:05	AR-M
02	SALIDA DE LA PTAR 2E	POLLEC - LA ENCAÑADA	15:45	AR-M

PARÁMETROS: Químicos / Biológicos / Campo

DATOS DE MUESTREO

Toma de muestra realizada por: Cliente X / Laboratorio
Nombre de quien toma la muestra: MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA
Fecha de muestreo: 16/06/21
Firma de la persona que toma la muestra

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (**)

Temperatura de recepción (1): 3.9°C
Recipiente apropiado (2): SI X NO
Dentro del tiempo establebiecido (3): SI X NO
Correctamente preservadas (4): SI X NO
Cumplen con el volumen (5): SI X NO
Nombre del recepcionista
Firma
17/06/21 Fecha y Hora 09:58

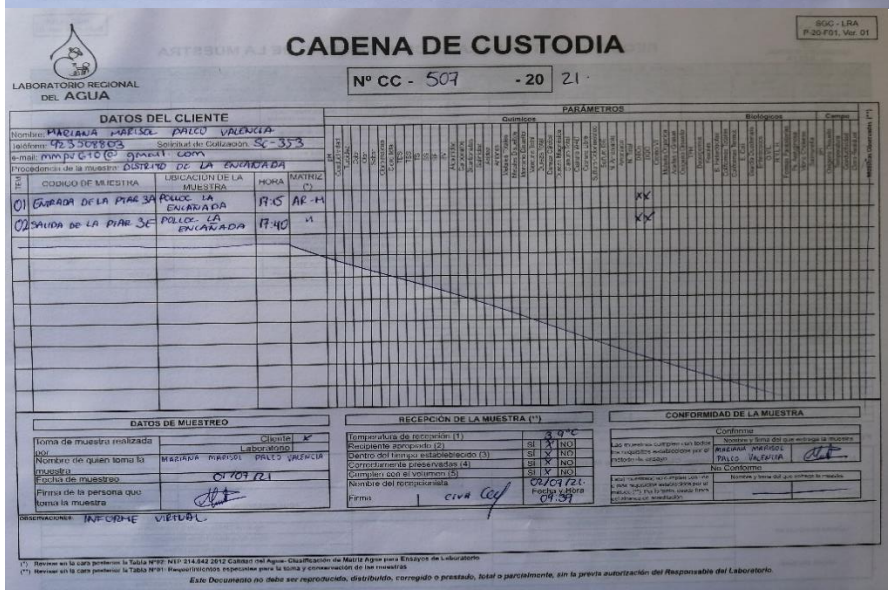
CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

Conforme: Las muestras cumplen con todos los requisitos establecidos por el método de ensayo. Nombre y firma del que entrega la muestra: MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA
No Conforme: Las muestras no cumplen con uno o más requisitos establecidos por el método (**). Por lo tanto, queda fuera del alcance de acreditación. Nombre y firma del que entrega la muestra

OBSERVACIONES: INFORME VIRTUAL

(*) Revisar en la cara posterior la Tabla N°02: NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio
(**) Revisar en la cara posterior la Tabla N°01: Requerimientos especiales para la toma y conservación de las muestras

Este Documento no debe ser reproducido, distribuido, corregido o prestado, total o parcialmente, sin la previa autorización del Responsable del Laboratorio.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

CADENA DE CUSTODIA

SGC - LRA P-20-F01, Ver. 01

Nº CC - 507 - 20 21

DATOS DEL CLIENTE

Nombre: MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA
Teléfono: 923508803 Solicitud de Cotización: SC - 353
e-mail: mmpv610@gmail.com
Procedencia de la muestra: DISTRITO DE LA ENCAÑADA

ITEM	CODIGO DE MUESTRA	UBICACIÓN DE LA MUESTRA	HORA	MATRIZ (*)
01	ENTRADA DE LA PTAR 3A	POLLEC - LA ENCAÑADA	17:15	AR-M
02	SALIDA DE LA PTAR 3E	POLLEC - LA ENCAÑADA	17:40	"

PARÁMETROS: Químicos / Biológicos / Campo

DATOS DE MUESTREO

Toma de muestra realizada por: Cliente X / Laboratorio
Nombre de quien toma la muestra: MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA
Fecha de muestreo: 01/07/21
Firma de la persona que toma la muestra

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (**)

Temperatura de recepción (1): 3.9°C
Recipiente apropiado (2): SI X NO
Dentro del tiempo establebiecido (3): SI X NO
Correctamente preservadas (4): SI X NO
Cumplen con el volumen (5): SI X NO
Nombre del recepcionista
Firma
02/07/21 Fecha y Hora 09:39

CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

Conforme: Las muestras cumplen con todos los requisitos establecidos por el método de ensayo. Nombre y firma del que entrega la muestra: MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA
No Conforme: Las muestras no cumplen con uno o más requisitos establecidos por el método (**). Por lo tanto, queda fuera del alcance de acreditación. Nombre y firma del que entrega la muestra

OBSERVACIONES: INFORME VIRTUAL

(*) Revisar en la cara posterior la Tabla N°02: NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio
(**) Revisar en la cara posterior la Tabla N°01: Requerimientos especiales para la toma y conservación de las muestras

Este Documento no debe ser reproducido, distribuido, corregido o prestado, total o parcialmente, sin la previa autorización del Responsable del Laboratorio.

Fuente: Laboratorio Regional del Agua

Anexo 11. Medición de caudal en el afluente y efluente

Fuente: Elaboración propia >

Anexo 12. Primer muestreo en el afluente y efluente

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Segundo muestreo en el afluente y efluente

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Tercer muestreo en el afluente y efluente

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Resultados del DBO_5 y DQO del primer muestreo

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0621408

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA		
Dirección	JR AMÉRICA 212- CAJAMARCA		
Persona de contacto	MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA/ CAMILA RAQUEL HUAMÁN TELLO	Correo electrónico	mmpv610@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	01.06.21	Hora de Muestreo	10:30 a 11:00
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Fisicoquimicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación		
Referencia de la Muestra:	Distrito de La Encañada		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-353		Cadena de Custodia	CC - 408 - 21	
Fecha y Hora de Recepción	01.06.21	12:27	Inicio de Ensayo	01.06.21	13:20
Reporte Resultado	11.06.21	12:27			

Edder Oyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP. 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 11 de junio de 2021

Página: 1 de 2

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0621408

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			Entrada de la PTAR 1A	Salida de la PTAR 1E	-	-	-	-
Código Laboratorio			0621408-01	0621408-02	-	-	-	-
Matriz			Residual	Residual	-	-	-	-
Descripción			Municipal	Municipal	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Polloc- La Encañada	Polloc- La Encañada	-	-	-	-
Parámetro	**Unidad**	**LCM**	Resultados					
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	*mg O2/L*	*2.6000*	**159.6**	**83.8**	-	-	-	-
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2/L*	*8.3000*	**266.3**	**167.3**	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.

✓Se prohibe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 11 de junio de 2021

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Resultados del DBO_5 y DQO del segundo muestreo

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N°LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0621449

DATOS DEL CLIENTE			
Razon Social/Nombre	MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA		
Dirección	JR AMÉRICA 212- CAJAMARCA		
Persona de contacto	MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA/ CAMILA RAQUEL HUAMÁN TELLO	Correo electrónico	mmpv610@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	16.06.21	Hora de Muestreo	14:55 a 15:45
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación		
Referencia de la Muestra:	Distrito de La Encañada		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO					
N° Contrato	SC-353		Cadena de Custodia	CC - 449 - 21	
Fecha y Hora de Recepción	17.06.21	07:58	Inicio de Ensayo	17.06.21	09:00
Reporte Resultado	28.06.21	11:30			

FIRMA DIGITAL GRC GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por NEYRA JAICO Edder Miguel FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.06.2021 14:43:59 -05:00

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 28 de junio de 2021

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0621449

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			Entrada de la PTAR 2A	Salida de la PTAR 2E	-	-	-	-
Código Laboratorio			**0621449-01**	**0621449-02**	-	-	-	-
Matriz			**Residual**	**Residual**	-	-	-	-
Descripción			Municipal	Municipal	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Polloc- La Encañada	Polloc- La Encañada	-	-	-	-
Parámetro	**Unidad**	**LCM**	**Resultados**					
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	*mg O2/L*	*2.6000*	**528.3**	**113.1**	-	-	-	-
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2/L*	*8.3000*	**1138.0**	**264.7**	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
(°) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.

✓Se prohibe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 28 de junio de 2021

FIRMA DIGITAL V°B° GRC GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS Juan Jose FAU 20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 28.06.2021 14:26:53 -05:00

FIRMA DIGITAL V°B° GRC GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por LOPEZ LEON Freddy Humberto FAU 20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 28.06.2021 14:23:14 -05:00

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Resultados del DBO_5 y DQO del tercer muestreo

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N°LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0721507

DATOS DEL CLIENTE			
Razon Social/Nombre	MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA		
Dirección	JR AMÉRICA 212- CAJAMARCA		
Persona de contacto	MARIANA MARISOL PALCO VALENCIA/ CAMILA RAQUEL HUAMÁN TELLO	Correo electrónico	mmpv610@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	01.07.21	Hora de Muestreo	17:15 a 17:40
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación		
Referencia de la Muestra:	Distrito de La Encañada		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO					
N° Contrato	SC-353		Cadena de Custodia	CC - 507 - 21	
Fecha y Hora de Recepción	02.07.21	09:39	Inicio de Ensayo	02.07.21	09:50
Reporte Resultado	13.07.21	14:15			

FIRMA DIGITAL GRC GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por NEYRA JAICO Edder Miguel FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13.07.2021 14:55:37 -05:00

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 13 de julio de 2021

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0721507

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			Entrada de la PTAR 3A	Salida de la PTAR 3E	-	-	-	-
Código Laboratorio			0721507-01	0721507-02	-	-	-	-
Matriz			Residual	Residual	-	-	-	-
Descripción			Municipal	Municipal	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Polloc- La Encañada	Polloc- La Encañada	-	-	-	-
Parámetro	**Unidad**	**LCM**	**Resultados**					
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	*mg O2/L*	*2.6000*	**259.6**	**184.8**	-	-	-	-
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2/L*	*8.3000*	**493.9**	**345.6**	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
(*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
✓Se prohibe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 13 de julio de 2021

FIRMA DIGITAL V°B° GRC GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS Juan Jose FAU 20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 13.07.2021 14:37:14 -05:00

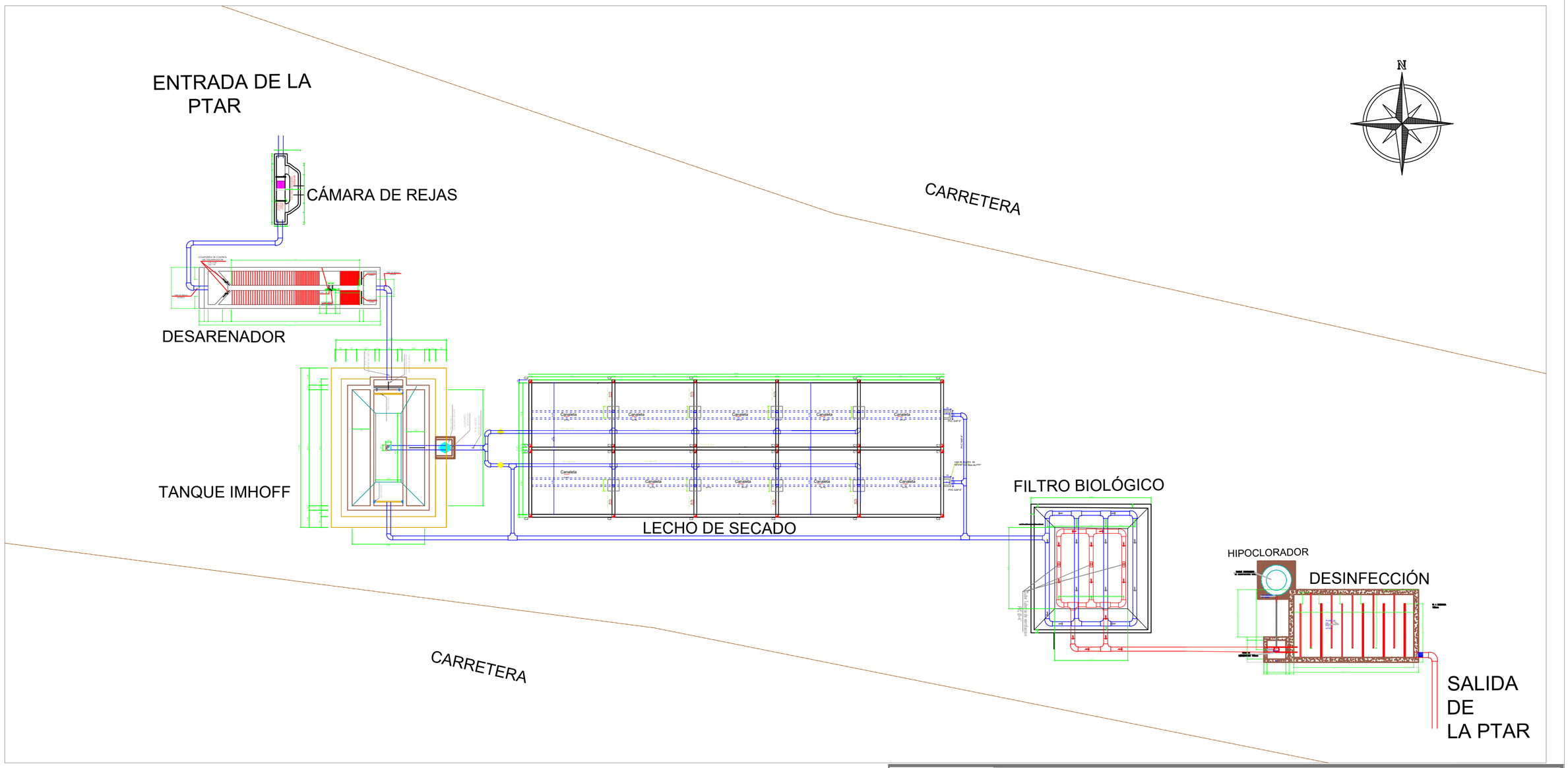
FIRMA DIGITAL V°B° GRC GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por LOPEZ LEON Freddy Humberto FAU 20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 13.07.2021 14:25:09 -05:00

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Plano de la PTAR en La Encañada

Fuente: Elaboración propia



LEYENDA

- REJILLA
- TUBERÍAS PVC DE TRANSPORTE DE AGUA
- CODOS PVC
- TUBO T PVC
- VÁLVULA DE CONTROL
- LÍNEA DE LAS MEDIDAS
- LÍNEA DE LAS CARRETERAS

UPAGU

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

Facultad de Ingeniería
Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

PLANO DE LA PTAR EN LA ENCAÑADA

PROYECTO: Eficiencia en la reducción del DBO y DQO en la PTAR en La Encañada Cajamarca 2021

ASESOR: Mg. Miguel Ángel Arango Llantoy

BACHILLERES: Huamán Tello, Camila Raquel
Palco Valencia, Mariana Marisol

DATUM: WGS84-Zona 17S

ESCALA: 1/200

Cajamarca, Agosto del 2021

MAPA: 01