

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**

**PARÁMETROS DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL DISTRITO DE  
CALLAYUC, PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO  
DE CAJAMARCA, 2020**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIO FORESTAL Y  
AMBIENTAL**

**Autor(a): Bach. Mavila Perez Segovia**

**Asesor(a): Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos  
Dr. Santos Clemente Herrera Díaz**

**Línea de investigación: Innovación tecnológica para el desempeño y competitividad  
para la calidad ambiental**

**JAÉN – PERÚ**

# Mavila Pérez Segovia

## PARÁMETROS DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL DISTRITO DE CALLA...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3233289619

46 Páginas

Fecha de entrega

29 abr 2025, 10:34 a.m. GMT-5

8362 Palabras

Fecha de descarga

29 abr 2025, 10:36 a.m. GMT-5

46.129 Caracteres

Nombre de archivo

UTERVO\_DEPARTAMENTO\_DE\_CAJAMARCA\_2020\_-\_Mavila\_Perez\_segovia.pdf

Tamaño de archivo

1.8 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
**Dr. Alexander Huamán Mera**  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

# 9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

## Top Sources

- 4%  Internet sources
- 1%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

## Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an Indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

*Dr. Alexander Huamán Mera*

Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
Ley de Creación N° 29304  
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-  
SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 1° de Abril... del año 2025, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Juan Manuel Garay Román  
Secretario : Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo  
Vocal : Mg. María Marlene Torres Cruz, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- ( ) Trabajo de Investigación
- ( x ) Tesis
- ( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "Parámetros del efluente de la planta de tratamiento de agua residual del distrito de Callayuc, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2020."



Presentado por estudiante/egresado o Bachiller: Mavila Pérez Segovia, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- ( x ) Aprobar      ( ) Desaprobar      ( x ) Unanimidad      ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- a) Excelente      18, 19, 20      ( )
- b) Muy bueno      16, 17      ( )
- c) Bueno      14, 15      ( 15 )
- d) Regular      13      ( )
- e) Desaprobado      12 ó menos      ( )

Siendo las ..... horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

\_\_\_\_\_  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Vocal

"Nombre del Año"

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO  
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **MAVILA PEREZ SEGOVIA**, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **70946192**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

**"PARAMETRO DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL DISTRITO DE CALLAYUC PROVINCIA DE CUTERVO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA 2020"**.

Asesorado Por **CRUZ HOYOS SEGUNDO ALIPIO y HERRERA DÍAZ SANTOS CLEMENTE**.

El mismo que presento bajo la modalidad de **ARTICULO CIENTIFICO** para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 22 de julio del 2025.



**MAVILA PEREZ SEGOVIA**

## ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN .....	07
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	11
2.1 Identificación de la zona de estudio .....	11
2.2 Población, muestra y muestreo .....	13
2.2.1 Población .....	13
2.2.2 Muestra .....	13
2.2.3 Muestreo .....	14
2.3 Metodología .....	15
2.4 Método, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos ...	16
2.4.1 Método .....	16
2.4.2 Técnica .....	17
2.4.3 Procedimiento .....	17
III. RESULTADOS .....	25
IV. DISCUSIÓN .....	33
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
AGRADECIMIENTOS .....	39
DEDICATORIA .....	40
ANEXOS .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

	<i><b>Pág.</b></i>
<b>Tabla 1</b> <i>Ubicación de puntos de monitoreo</i> .....	11
<b>Tabla 2</b> <i>Límites máximos permisibles para efluentes de PTAR</i> .....	24
<b>Tabla 3</b> <i>pH promedio del agua efluente PTAR – Callayuc</i> .....	25
<b>Tabla 4</b> <i>Sólidos totales promedio del agua efluente PTAR – Callayuc</i> .....	26
<b>Tabla 5</b> <i>DBO<sub>5</sub> promedio del agua efluente PTAR – Callayuc</i> .....	26
<b>Tabla 6</b> <i>DQO promedio del agua efluente PTAR – Callayuc</i> .....	27
<b>Tabla 7</b> <i>Coliformes termo tolerantes promedio del efluente PTAR – Callayuc</i> .....	27
<b>Tabla 8</b> <i>Comparación del pH versus D.S N° 003-2010-MINAM</i> .....	28
<b>Tabla 9</b> <i>Comparación de sólidos totales ST versus D.S N° 003-2010-MINAM</i> .....	29
<b>Tabla 10</b> <i>Demanda bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub> versus D.S N° 003-2010-MINAM</i> .	30
<b>Tabla 11</b> <i>Demanda química de oxígeno DQO versus D.S N° 003-2010- MINAM</i> .....	31
<b>Tabla 12</b> <i>Coliformes termo tolerantes versus D.S N° 003-2010-MINAM</i> .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<i><b>Pág.</b></i>
<b>Figura 1</b> <i>Plano topográfico de la PTAR - distrito de Callayuc</i> .....	10
<b>Figura 2</b> <i>Representación de la contaminación del agua residual</i> .....	13
<b>Figura 3</b> <i>Temperatura y precipitaciones y temporalidad del distrito de Callayuc</i> .....	14
<b>Figura 4</b> <i>Muestreo de agua residual Laguna de Oxidación Callayuc</i> .....	15
<b>Figura 5</b> <i>Gráfica del pH respecto a la normatividad</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Gráfica de los sólidos totales ST respecto a la normatividad</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Gráfica del DBO<sub>5</sub> respecto a la normatividad</i> .....	30
<b>Figura 8</b> <i>Gráfica del DQO respecto a la normatividad</i> .....	31
<b>Figura 9</b> <i>Gráfica de Coliformes termo tolerantes respecto a la normatividad</i> .....	32
<b>Figura 10</b> <i>Decreto Supremo N° 0003-2010-MINAM</i> .....	42
<b>Figura 11</b> <i>Resultados de Laboratorio UNTRM-A.</i> .....	44

## RESUMEN

El trabajo se realizó para evaluar la reutilización del agua residual doméstica tratada en la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) del distrito de Callayuc, Cajamarca sobre cultivos forestales de la zona. La investigación evaluó parámetros del efluente de la planta como pH, sólidos totales, DBO, DQO y coliformes termo tolerantes, comparándolos con los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM. La metodología analizó dos litros de efluente en dos momentos distintos, siguiendo protocolos de muestreo y preservación definidos por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Los resultados mostraron que el pH promedio fue de 6.82, dentro del rango permitido (6.5-8.5). Los sólidos totales alcanzaron un promedio de 47 ppm, cumpliendo con el límite de 150 ppm. La DBO (12.52 ppm) y la DQO (60.75 ppm) también se ubicaron por debajo de los LMP (100 ppm y 200 ppm, respectivamente). Sin embargo, los coliformes termo tolerantes ( $160 \times 10^4$  NMP/100 mL) excedieron el límite de  $1 \times 10^4$  NMP/100 mL, evidenciando insuficiencia en la remoción de microorganismos patógenos. Se concluyó que la PTAR Callayuc es eficiente en la reducción de contaminantes físico-químicos, pero es necesario clorar o radiación UV, para cumplir con los estándares microbiológicos exigidos.

Palabras claves: DBO, DQO y coliformes termo tolerantes.

## **ABSTRACT**

This study was conducted to evaluate the reuse of domestic wastewater treated at the Callayuc District Wastewater Treatment Plant (WWTP) in Cajamarca for local forest crops. The study evaluated plant effluent parameters such as pH, total solids, BOD, COD, and thermotolerant coliforms, comparing them with the PMLs established by Supreme Decree No. 003-2010-MINAM. The methodology analyzed two liters of effluent at two different times, following sampling and preservation protocols defined by the Superintendency of Sanitary Services. The results showed an average pH of 6.82, within the permitted range (6.5-8.5). Total solids averaged 47 ppm, complying with the 150 ppm limit. The BOD (12.52 ppm) and COD (60.75 ppm) were also below the PMLs (100 ppm and 200 ppm, respectively). However, the thermotolerant coliforms ( $160 \times 10^4$  MPN/100 mL) exceeded the limit of  $1 \times 10^4$  MPN/100 mL, demonstrating insufficiency in the removal of pathogenic microorganisms. It was concluded that the Callayuc WWTP is efficient in reducing physical and chemical contaminants, but chlorination or UV radiation is necessary to meet the required microbiological standards.

Key words: BOD, COD and thermotolerant coliforms.

## I. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las aguas residuales domésticas constituye una de las principales preocupaciones en la gestión ambiental a nivel global (Patil *et al.*, 2018). El incremento demográfico de las actividades urbanas y rurales, generan un volumen creciente de efluentes que, en casos, de los distritos más lejanos no reciben ningún tratamiento antes de su descarga final (Sánchez, 2019). La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del distrito de Callayuc, Cajamarca, fue diseñada con el objetivo de mitigar los impactos negativos asociados a la descarga de aguas residuales en el ambiente, que en su totalidad son aguas con alta carga de residuos orgánicos y microbiológicos (Adrianzen y Castillo, 2024).

Resulta indispensable evaluar periódicamente los parámetros del efluente tratado, tales como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), la demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos suspendidos totales (SST), y la presencia de contaminantes microbiológicos como los coliformes termo tolerantes, los cuales son indicadores claves de la eficiencia del tratamiento y la calidad del agua vertida a vertientes de agua dulce (Vargas *et al.*, 2020). Conocer los parámetros señalados para identificar posibles mejoras en el proceso de tratamiento implementado y se reduzca al máximo el impacto ambiental de aguas dulces (Castillo y Chimbo, 2021). De forma que, los resultados del actual estudio contribuyen a la comprensión de la situación actual y al desarrollo de estrategias que permitan optimizar los parámetros de las aguas residuales en la región cajamarquina que sin duda mejoran enormemente la calidad de vida de las personas y promueven opciones de estilo de vida sanitarias que reducen el riesgo de enfermedades diarreicas y ayudan a combatir el hambre (Morillo *et al.*, 2019). Si los desechos humanos no son manejados adecuadamente, pueden contaminar tierra y agua (Patil *et al.*, 2018).

El vertido de aguas residuales no tratadas repercute en el uso posterior que estas aguas pueden tener (Mejía *et al.*, 2017). La contaminación del agua, se evalúa mediante demanda bioquímica de agua (DBO), demanda química del agua (DQO), y el contenido total de sólidos totales

(Zhang *et al.* (2024). La presencia microbiana en el agua residual tratada solo permite un uso de riego forestal o afines, pero jamás para un riego de cultivo de pan llevar (Morillo *et al.*, 2019). Osorio *et al.* (2021) determinó contaminantes a los SST, compuestos orgánicos biodegradables, constituyentes inorgánicos disueltos, metales pesados, nutrientes, y polutantes orgánicos. Vargas *et al.* (2020) expresaron que las lagunas de estabilización pueden alcanzar un 80% de remoción de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST. Morillo *et al.* (2019) evaluaron el proceso Fenton lograron una remoción de coliformes fecales, reducción de tensoactivos del 97 % y la disminución de la DQO en 89 % en 15 minutos.

Castillo y Chimbo (2021) lograron reducir al 52.25 % para DBO<sub>5</sub>, DQO, 66.74 % para SST y 52.91 % de ST. Mejía *et al.* (2017) reportaron eficiencias de remoción de materia orgánica en términos de DQO para el tratamiento anaeróbico de 53 %, y para el tratamiento aeróbico de 75%, lograron una reducción de sólidos totales del 88 %. Por otra parte, Zhang *et al.* (2024) evaluaron el tratamiento y la reutilización de las aguas negras y grises utilizando una tecnología adaptada a humedales. Patil *et al.* (2018) reportaron valores DBO<sub>5</sub> en la entrada y la salida de la planta 198,67 mg/L y 30-20 mg/L respectivamente. Dahamsheh & Wedyan (2017) manifestaron un rendimiento cuya DQO a la entrada fue 315.1 a 365.6 mg/l y en la salida fue 51.2 a 56.0 mg/L. En tanto que, Córdova *et al.* (2021) reportaron una alta eficiencia al reducir hasta una razón de 81.94 - 79.11%, % para la DBO, un pH 7.7; SS 38 mg/L y para los coliformes termo tolerantes un valor 890 NMP/100 mL. Matsumoto y Sánchez (2010) consiguieron un efluente: OD: 10.76 ppm., pH: 8.31; DQO: 245.3 ppm, DBO<sub>5</sub>: 51.1 ppm., coliformes totales  $3.35 \times 10^6$  NMP/100 mL. y coliformes fecales  $7.33 \times 10^5$  NMP/100 mL. Guerrero y Jibaja (2019) determinaron para aguas de la PTAR- Jaén: pH = 7.52, CE = 382.00  $\mu$ S/cm, OD = 3.33 mg/L, DBO<sub>5</sub> = 140.00 mg/L. utilizaron fitorremediación. Sánchez (2019) manifestó que se puede lograr un porcentaje de remoción de hasta el 95 % de materia orgánica,

La investigación tuvo como objetivo general: Evaluar los parámetros del efluente de la PTAR del Distrito de Callayuc. Objetivos específicos: Conocer las características del efluente (pH, sólidos totales, DBO, DQO y coliformes fecales) de la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el distrito de Callayuc, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca y comparar los valores obtenidos con los Límites Máximos Permisibles según D.S N° 003-2010-MINAM.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Identificación de la zona de estudio

La investigación se desarrolló sobre el efluente de la Laguna de Oxidación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en el distrito Callayuc, provincia de Cutervo en la región de Cajamarca, el cual es descargado diariamente sobre el río Callayuc. Se ubicó a una distancia de 1,39 kilómetros de Callayuc.

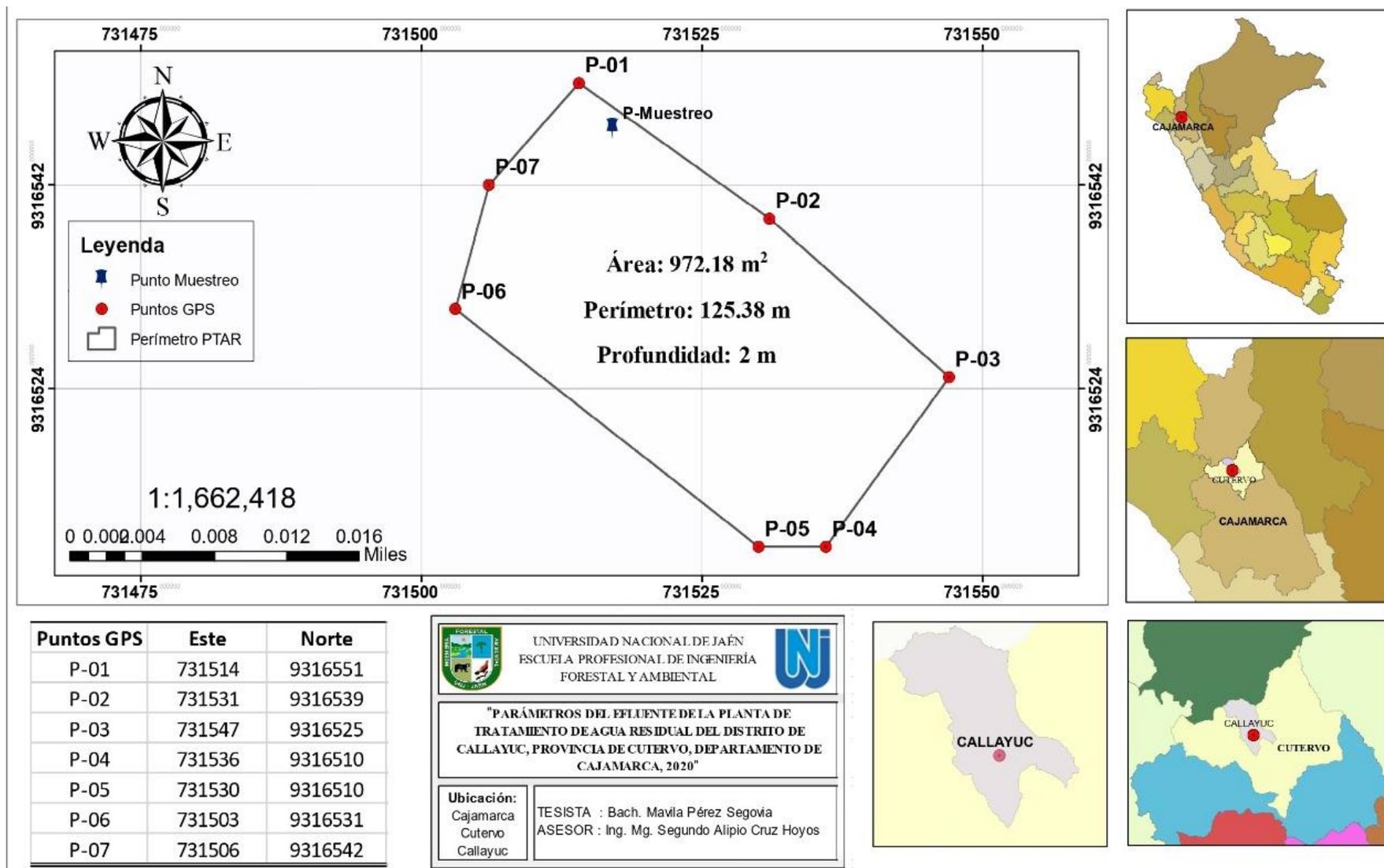
**Área de estudio:** La PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales), en el distrito de Callayuc, provincia de Cutervo, en la región Cajamarca.

**Tabla 1**

*Ubicación de puntos de monitoreo*

Tipo de agua	Coordenadas UTM PSAD56		
	Norte	Este	Altitud
<b>Afluente</b>	9316502M	731530M	1938
<b>Efluente</b>	9316525M	731513M	1930

Figura 1 Plano topográfico de la PTAR - distrito de Callayuc.

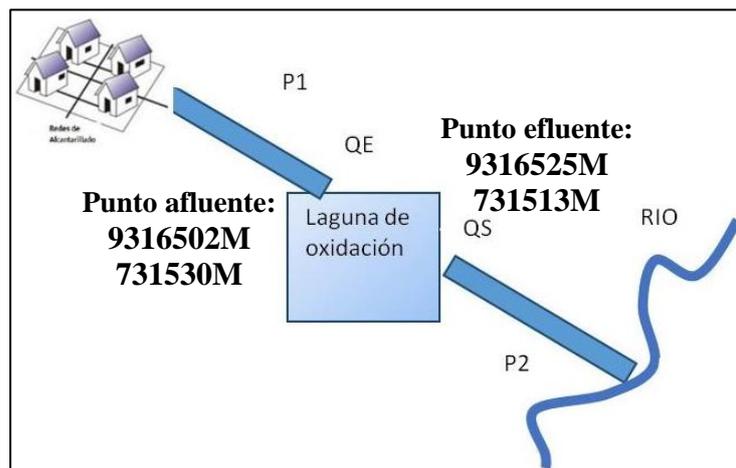


### Descripción de la PTAR – Callayuc, Cajamarca.

La PTAR Callayuc, Cajamarca fue diseñada para un distrito pequeño de Cajamarca, ello explica las unidades básicas de su infraestructura. El afluente llega a un primer contacto con una reja y un desarenador, los cuales permitieron eliminar sólidos gruesos y arenas. Luego, el efluente es descargado a un sedimentador primario, en esta unidad se elimina entre un 30 y 50 % de materia orgánica. A continuación, el agua continua su recorrido hacia dos lagunas de estabilización, que por su bajo costo permite una degradación de la materia orgánica de forma natural en base a los lodos activados que contienen las lagunas. Luego, el efluente es descargado con la vigilancia de cumplir con la normativa ambiental del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

### Figura 2

*Representación de la contaminación del agua residual*

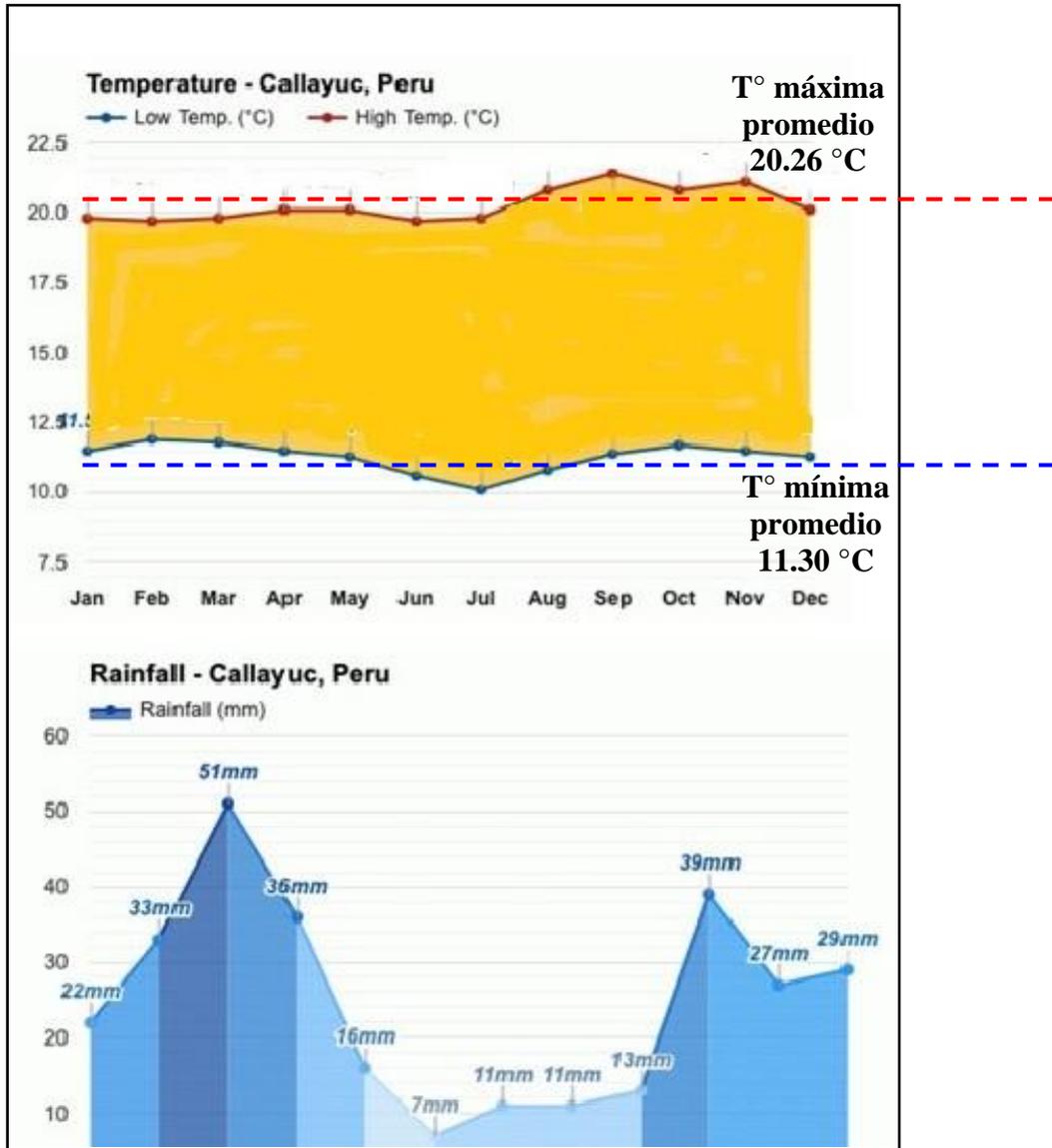


### Accesibilidad y temporalidad:

Para el traslado de las muestras fue importante la descripción respecto a la accesibilidad de la zona de estudio. Para llegar a la capital del distrito de Callayuc desde la ciudad de Jaén se recorre por un tramo de vía asfaltada de la Carretera Marginal Fernando Belaunde Terry, por un tiempo de 1.18 hora hasta la localidad de Chiple, tal cruce vial que conduce hasta la localidad de Callayuc por vía asfaltada empleando un tiempo de 37.5 min horas. El clima es tropical con precipitaciones invernales inferiores a las estivales (723 mm de media anuales). Julio es un mes seco: 20-124 mm.

**Figura 3**

*Temperatura y precipitaciones y temporalidad del distrito de Callayuc*



Fuente: SENAMHI, 2020.

## 2.2 Población, muestra y muestreo

### 2.2.1 Población:

La población estuvo representada por toda el agua residual doméstica que sale de la PTAR hacia su descarga sobre el río Callayuc. Estas aguas contaminadas se les denominó efluente debido a que fueron tratadas primario y secundariamente. La planta cuenta con una Laguna de Oxidación cuya área fue de 972.18 m<sup>2</sup>, perímetro 125.38 m.

### 2.2.2 Muestra

En horas 10:00 am se tomaron dos litros como muestras (1000 mL., 500 mL. y 500 mL.) de la única laguna de oxidación de la PTAR - Callayuc, en dos momentos distintos a la salida del efluente los cuales fueron resguardadas en un cooler con bloques de hielo para evitar reacciones bioquímicas que puedan alterar la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno, luego fueron trasladadas hacia el Laboratorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza para su análisis.

### 2.2.3 Muestreo

El muestreo se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones técnicas expresadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, segunda versión (2007) pág: 16, dice: “*La técnica de preservación mediante refrigeración se aplicará durante la recolección y el transporte, la temperatura de refrigeración debe ser entre 1 y 4 °C para muestras físico-químicas y bacteriológicas evitando la congelación*”. Con estas recomendaciones se muestreó el agua residual.

### Figura 4

*Muestreo de agua residual Laguna de Oxidación Callayuc*

**Punto efluente:  
9316525M  
731513M**



*Toma de muestra en  
una botella sujeta*

### 2.3 Metodología

Se utilizó el método inductivo, interpretando procesos consistentes en etapas mediante la observación y análisis de datos donde se logró verificar las condiciones del agua residual de la PTAR del distrito de Callayuc. Se realizó una evaluación física, química y bacteriológica de las muestras agua residual doméstica. La investigación fue

descriptiva - cualitativa, y cuyos resultados se compararon con el D.S. N° 003-2010-MINAM, que aprobó los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

## **2.4 Método, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos**

### **2.4.1 Método**

El método siguió un orden de actividades hasta la evaluación final de los parámetros del agua residual.

- Visita técnica y reconocimiento de la Planta de tratamiento de agua residual, distrito Callayuc, provincia de Cutervo.
- Toma de coordenadas para la elaboración de la ubicación topográfica del área de estudio.
- Determinación del punto de muestreo para analizar el efluente.
- Coordinaciones con el Laboratorio UNTRM-A para el análisis respectivo.
- La tesista realizó el muestreo acompañado del asesor Mg. Segundo Alipio Hoyos.
  - a.- Identificación del lugar de muestreo más accesible.
  - b.- Lugar de procedencia: PTAR - Callayuc-Cutervo-Cajamarca.
  - c.- Fecha de la toma de muestra: 18 mayo 2020.
  - d.- Profundidad: Tres centímetros debajo de la superficie, para evitar partículas extrañas en el agua.
  - e.- Temperatura: 20 °C.
  - f.- Frasco de plástico de 1000 mL. un frasco de vidrio esterilizado de 500 ml y un frasco de plástico oscuro de 500 mL. Cada envase fue etiquetado, con la fecha, hora y coordenadas del punto de muestreo. Antes de sellar cada frasco, se realizó un doble enjuague del agua residual doméstica. En todo instante del muestreo se evitó la presencia de aire al interior de cada frasco, para evitar alteraciones al interior.
- Se realizó un análisis físico, químico y microbiológico del agua residual doméstica.
- Se realizó una discusión de los resultados comparando los mismos con otras investigaciones similares.

### ***Laboratorio Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza:***

- Parámetros físicos: Sólidos totales.
- Parámetros químicos: pH, DBO<sub>5</sub>, DQO.

- Parámetros bacteriológicos: Coliformes fecales.

Todos estos parámetros fueron materia de comparación con los valores establecidos en el Límites Máximos Permisibles contemplados en el D.S. N° 003-2010-SA.

#### **2.4.2 Técnica**

Para ejecutar la investigación se emplearon los siguientes materiales y equipos.

##### **Materiales:**

- Un frasco de plástico de 1000 mL., un frasco de vidrio esterilizado de 500 mL., un frasco de plástico oscuro de 500 mL, mandil blanco, GPS localizador., mascarilla N95, guantes de polietileno, cámara fotográfica, cinta embalaje, cooler para refrigeración, contador de colonias, libreta de apuntes, bureta de volumen 10, 50 y 100, mL., pipeta de volumen 10 mL., placas Petri, vasos de precipitación de volumen 100, 250 mL, probeta de volumen 25, 50 y 100 mL, cápsulas de porcelana, fiola de volumen 100, 250 mL, Erlenmeyer de volumen 100, 250 mL, reactivos de laboratorio para análisis de aguas, tubos de Nessler adaptable a bureta, autoclave, balanza analítica 0.00001 gr., incubadora, estufa  $\pm 105$  °C., refrigeradora, bomba de vacío, baño de maría, equipo de filtración de membrana.

#### **2.4.3 Procedimiento**

*Primer objetivo: Conocer las características del efluente (pH, sólidos totales, DBO<sub>5</sub>, DQO y coliformes fecales) de la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el distrito de Callayuc, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca*

##### **pH, Método 4500-H<sup>+</sup>, APHA, AWWA y WEF**

##### **Equipos:**

- Medidor de pH digital calibrado (con resolución mínima de 0.1 unidades de pH).
- Electrodo de vidrio combinado o específico para mediciones de pH en aguas residuales.
- Agitador magnético (opcional, para mezclas homogéneas).

##### **Reactivos:**

- Soluciones tampón estándar para calibración:
  - pH 4.00.
  - pH 7.00.

pH 10.00.

**Muestras de agua residual:**

- Recogidas en condiciones representativas y almacenadas a 4 °C si no se analizan de inmediato (debe medirse el pH antes de 15 minutos después del muestreo posible).

**Procedimiento**

***Preparación del medidor de pH***

- Enciende el medidor de pH hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Limpiar el electrodo con agua destilada y secarlas suavemente con papel libre de pelusa.

***Calibración del medidor***

- Usa soluciones tampón frescas y a temperatura ambiente.
- Realizar una calibración en dos o tres puntos según las instrucciones del fabricante: Introducir el electrodo en la solución tampón pH 7.00 y ajustar el medidor para que marque este valor y enjuagar el electrodo con agua destilada, sécalo, y repetir el proceso con las soluciones tampón pH 4.00 y/o pH 10.00, ajustando según sea necesario.
- Asegurar que la calibración sea válida revisando el valor de las soluciones tampón después del ajuste.

***Preparación de la muestra***

- Homogeneizar la muestra de agua residual agitando suavemente.
- Si hay sólidos grandes o partículas, déjalos sedimentar o filtra (según la necesidad del análisis).

***Medición del pH***

- Introducir el electrodo directamente en la muestra, asegurando que esté completamente sumergido en el líquido sin tocar las paredes del recipiente.
- Agitar suavemente la muestra (manual o mecánicamente) para evitar que se formen burbujas alrededor del electrodo.
- Esperar hasta que la lectura se estabilice (normalmente entre 30 segundos y 1 minuto).
- Registrar el valor del pH mostrado en el medidor.

***Limpieza posterior***

- Enjuagar el electrodo con agua destilada para eliminar cualquier residuo de la muestra.

- Almacenar el electrodo en una solución de almacenamiento adecuada para mantenerlo en buenas condiciones.

### **Sólidos totales, Método 2540, APHA, AWWA y WEF**

#### **Cristalería y equipos:**

- Cápsulas o platos de evaporación (de porcelana, vidrio o metal resistente a altas temperaturas).
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Estufa de secado con control de temperatura (103–105 °C).
- Desecador con agente desecante.
- Pipetas, matraces, y frascos de vidrio para manejo de la muestra.

#### **Muestras de agua residual doméstica:**

- Recoger muestras en condiciones representativas y almacenadas en frío (4 °C) hasta el análisis.

#### **Procedimiento**

##### ***Preparación inicial***

- Lavar las cápsulas o platos de evaporación con agua destilada y sécalos en la estufa a 103–105 °C durante al menos 1 hora.
- Colocar las cápsulas en el desecador para enfriarlas hasta temperatura ambiente.
- Registrar el peso inicial de cada cápsula en la balanza analítica (peso tara).

##### ***Preparación de la muestra***

- Mezclar bien la muestra de agua para homogeneizar los sólidos suspendidos y disueltos.
- Si la muestra tiene un alto contenido de sólidos, dilúyela con agua destilada para obtener resultados representativos.

##### ***Medición de la muestra***

- Medir un volumen conocido de muestra (usualmente **50 mL** para agua residual doméstica) y transfíerelo a la cápsula previamente tarada.

##### ***Secado de la muestra***

- Colocar la cápsula con la muestra en la estufa a 103–105 °C.
- Secar durante al menos 1 hora, o hasta que se alcance un peso constante (sin cambios significativos entre dos pesajes consecutivos).

### ***Enfriamiento y pesaje***

- Retirar la cápsula de la estufa y colócala en el desecador para enfriarla a temperatura ambiente (evita la absorción de humedad del aire).
- Pesar nuevamente en la balanza analítica y registra el peso final (peso total).

### **Cálculos**

La cantidad de sólidos totales se calcula con la fórmula:

$$\text{Sólidos totales (mg/L)} = \frac{(\text{Peso Total} - \text{Peso Tara}) \text{ (mg)}}{\text{Volumen de la muestra (L.)}}$$

Donde:

- Peso total es el peso de la cápsula después del secado con la muestra.
- Peso tara es el peso inicial de la cápsula vacía.
- Volumen de la muestra es el volumen medido en litros.

### **DBO<sub>5</sub>: Método 8043 HACH.**

#### **Reactivos específicos**

- Vial de reacción para DBO.
- Solución de dilución.

#### **Equipo:**

- Colorímetro o espectrofotómetro HACH.
- Pipetas o dispensadores.
- Guantes de nitrilo.

#### **Muestras de agua residual:**

- Debe tomarse y manejarse según las normas de muestreo (p. ej., en frascos de vidrio y mantener refrigeradas si no se analizan de inmediato).

#### **Procedimiento**

##### ***Preparación de la muestra***

- Asegurar que la muestra esté a temperatura ambiente antes del análisis.
- Si la muestra tiene sólidos grandes, filtra para eliminar partículas que puedan interferir.

##### ***Preparación del vial de reacción***

- Retirar el vial del empaque y asegúrate de que esté limpio y sin daños.
- Agregar la cantidad recomendada de muestra (normalmente 3 mL para este método)

utilizando una pipeta o dispensador.

#### ***Adición del reactivo***

- Añadir el reactivo HACH específico para la determinación de DBO en la muestra dentro del vial.
- Cerrar el vial con firmeza y agítalo suavemente para mezclar.

#### ***Incubación***

- Colocar el vial en una incubadora a 20 °C durante el tiempo especificado (habitualmente 5 días para análisis estándar de DBO).
- Durante este periodo, el vial debe permanecer en la oscuridad para evitar interferencias externas, como la fotosíntesis.

#### ***Lectura de resultados***

- Después del tiempo de incubación, utiliza un colorímetro o espectrofotómetro HACH calibrado.
- Introducir el vial en el equipo siguiendo las instrucciones del fabricante.
- El instrumento mide la absorción de luz (color generado) y traduce este valor en una lectura directa de DBO en mg/L.

### **DQO, Método 8000 HACH.**

#### **Reactivos y consumibles:**

- Viales de reacción HACH para DQO (baja, media o alta concentración, según el rango esperado en la muestra).
- Solución estándar de DQO (para calibración si es necesario).

#### **Equipos:**

- Digestor de reactores (HACH DRB200 o similar).
- Espectrofotómetro o colorímetro HACH (DR3900, DR6000, u otro compatible).
- Pipetas automáticas y puntas estériles.
- Guantes y gafas de seguridad.

#### **Muestras de agua residual doméstica:**

- Debe tomarse en frascos limpios, preferiblemente de vidrio, y conservarse refrigeradas a 4 °C si no se analizan inmediatamente.

#### **Procedimiento**

##### ***Preparación del vial de reacción***

Selecciona el vial de DQO adecuado según el rango de concentración esperada:

- Baja: 0–150 mg/L.
- Media: 0–1500 mg/L.
- Alta: 0–15,000 mg/L.

Abre el vial con cuidado para evitar derrames de reactivo.

#### ***Adición de la muestra***

- Con una pipeta automática, medir exactamente 2 mL de la muestra y agrégala al vial de reacción.
- Si es necesario analizar un blanco, utiliza 2 mL de agua destilada en lugar de la muestra.

#### ***Mezcla inicial***

- Cerrar el vial firmemente con su tapa y agítalo suavemente para homogeneizar la muestra con los reactivos.
- Precaución: Los reactivos son altamente corrosivos (ácido sulfúrico concentrado y dicromato de potasio).

#### ***Digestión de la muestra***

- Colocar el vial en el digestor de reactores previamente calentado a 150 °C.
- Incubar los viales durante **2 horas** para garantizar la oxidación completa de la materia orgánica.
- Después del tiempo de digestión, apagar el digestor y deja enfriar los viales hasta que alcancen la temperatura ambiente.

#### ***Medición de absorbancia***

- Limpiar cuidadosamente el exterior del vial con un paño limpio para eliminar residuos.
- Introducir el vial en el espectrofotómetro/colorímetro HACH, configurado para el programa específico de DQO (según las instrucciones del fabricante).
- El equipo leerá la absorbancia y calculará automáticamente la concentración de DQO en mg/L.

#### ***Cálculos y resultados***

- Si el equipo no proporciona el valor directamente, utiliza la curva de calibración proporcionada por HACH para convertir la absorbancia en concentración de DQO.
- El resultado corresponde a la cantidad de oxígeno consumido por la materia presente en la muestra.

## **Coliformes fecales o termo tolerantes, Método 900221-C, APHA, AWWA, y WEF.**

### **Medios de cultivo:**

- Caldo *Lauril Triptosa* (fase presuntiva).
- Caldo EC (fase confirmativa para coliformes fecales).

### **Cristalería y equipos:**

- Tubos de ensayo con campanas de Durham.
- Gradillas para tubos de ensayo.
- Pipetas estériles (1 mL, 10 mL).
- Autoclave.
- Incubadora con control de temperatura ( $35 \pm 0.5$  °C y  $44.5 \pm 0.2$  °C).
- Frascos estériles para muestras.

### **Muestras de agua:**

- Tomadas y conservadas en condiciones asépticas (refrigeradas a 4 °C y analizadas en un máximo de 6 horas).

### **Procedimiento**

#### ***Preparación del medio y esterilización***

- Preparar el caldo Lauril Triptosa y el caldo EC según las instrucciones del fabricante.
- Distribuye el caldo Lauril en tubos de ensayo con campanas de Durham para detectar gas.
- Esterilizar los medios en una autoclave a 121 °C por 15 minutos.

#### ***Serie de diluciones***

- Preparar diluciones seriadas de la muestra de agua en solución salina estéril, según la concentración esperada de coliformes.
- Ejemplo típico: diluciones  $10^0$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ , y  $10^{-3}$ .

#### ***Inoculación presuntiva***

- Transferir 10 mL, 1 mL, y 0.1 mL de cada dilución a tres tubos diferentes de caldo Lauril (triplicados por dilución).
- Incubar los tubos a  $35 \pm 0.5$  °C durante 24-48 horas.

#### ***Observación de resultados presuntivos***

- Inspeccionar cada tubo para detectar formación de gas en las campanas de Durham. La presencia de gas indica un resultado presuntivo positivo.

#### ***Prueba confirmativa para coliformes fecales***

- Transferir una muestra (con asa estéril) de los tubos presuntivos positivos al caldo

EC.

- Incubar los tubos de caldo EC a  $44.5 \pm 0.2$  °C durante 24 horas.

***Interpretación de resultados***

- Observar los tubos de caldo EC para verificar la producción de gas en las campanas de Durham.
- Registrar los resultados positivos por dilución.

***Determinación del NMP***

- Se consulta la tabla de NMP para coliformes fecales, basada en los resultados positivos (por dilución) de las tres series de tubos.

*Segundo objetivo: Comparar los valores obtenidos con los Límites Máximos Permisibles según D.S N° 003-2010-MINAM.*

**Tabla 2**

*Límites máximos permisibles para efluentes de PTAR*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>LMP</b>
Aceites y grasas	mg/L.	20
Coliformes termo tolerantes	NMP/100 mL.	10000
Demanda bioquímica de oxígeno DBO	mg/L.	100
Demanda química de oxígeno DQO	mg/L.	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos totales en suspensión	mg/L.	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S N° 003-2010-MINAM.

### III. RESULTADOS

*Primer objetivo: Conocer las características del efluente (pH, sólidos totales, DBO<sub>5</sub>, DQO y coliformes termo tolerantes o fecales) de la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el distrito de Callayuc, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca.*

#### Evaluación del pH

**Tabla 3**

*pH promedio del agua efluente PTAR - Callayuc*

Parámetros	Unidad de medida	LD	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084
pH	unidades	<0,001	6.65	7
Promedio del pH			6.82	

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

#### Interpretación:

El agua residual del efluente de la planta de tratamiento de agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo, presentó una acidez muy cercana a la neutralidad. Lo que indicó que el agua es en gran parte resultado de los drenajes domiciliarios en los cuales existe una alta contaminación orgánica resultados de los desechos domiciliarios. En condiciones habituales el agua residual debería tener una acidez menor (es decir, fluctuar entre un pH 5 y 6) pero que por ser agua residual domiciliaria esta pudo contener en cantidades apreciables aguas de detergentes. Un indicador de este criterio es la presencia representativa de la demanda química de oxígeno.

## Evaluación de los sólidos totales (ST)

**Tabla 4**

*Sólidos totales promedio del agua efluente PTAR - Callayuc*

Parámetros	Unidad de medida	LD	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084
ST	mg/L o ppm	<0,1	54	40
Promedio de los ST			47 ppm.	

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

### Interpretación:

El agua residual del efluente de la planta de tratamiento de agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo, presentó una cantidad de sólidos totales promedio igual a 47 ppm lo que indica un valor adecuado para las descargas sobre aguas de cuerpos dulce. El valor da un indicador de un tiempo de residencia conveniente que ha dado lugar a la sedimentación de los sólidos suspendidos que contribuyen de forma directa a la presencia de los sólidos totales del agua residual.

## Evaluación de la demanda bioquímica de oxígeno: DBO<sub>5</sub>

**Tabla 5**

*DBO<sub>5</sub> promedio del agua efluente PTAR - Callayuc*

Parámetros	Unidad de medida	LD	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084
DBO <sub>5</sub>	mg/L o ppm	<0,01	13.41	11.64
Promedio de los ST			12.52 ppm.	

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

### Interpretación:

El agua residual del efluente de la planta de tratamiento de agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo, presentó una demanda bioquímica de oxígeno denominada DBO<sub>5</sub> igual a 12.52 ppm., lo cual fue un indicador de una elevada degradación de la materia orgánica. Esta elevada tasa de degradación da la idea de un tiempo adecuado para la renovación de las aguas residuales, lo es posible por la relativa pequeña población que existe en el distrito Callayuc.

## Evaluación de la demanda química de oxígeno: DQO

**Tabla 6**

*DQO promedio del agua efluente PTAR - Callayuc*

Parámetros	Unidad de medida	LD	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084
DQO	mg/L o ppm	<0,01	59.20	62.30
Promedio de los ST			60.75 ppm.	

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

### Interpretación:

El agua residual del efluente de la planta de tratamiento de agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo, presentó una demanda química de oxígeno DQO igual a 60.75 ppm, de forma similar al caso anterior se puede deducir una baja presencia de sustancias no biodegradables, pues la DQO es el resultado del oxígeno necesario para degradar tanto las sustancias biodegradables como aquellas que no son fácilmente biodegradables como los aditivos que contienen los detergentes.

## Evaluación de Coliformes fecales o termo tolerantes

**Tabla 7**

*Coliformes termo tolerantes promedio del efluente PTAR - Callayuc*

Parámetros	Unidad de medida	LD	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084
Coliformes termo tolerantes	NMP/100 mL.	NMP	$> 16 \times 10^5$	$> 14 \times 10^3$
Promedio de los NMP/100 mL.			$> 8 \times 10^5$ NMP.	

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

### Interpretación:

El agua residual del efluente de la planta de tratamiento de agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo, presentó una presencia importante de microorganismos patógenos como los coliformes termo tolerantes conocidos como coliformes fecales. Esto se explica en razón que las aguas residuales domésticas son aquellas formadas por desechos

domiciliarios como aguas grises (proceden de lavaderos, duchas, cocina, entre otros) y aguas negras (proceden principalmente de los baños y sanitarios). La presencia evaluada en  $> 8 \times 10^5$  NMP representa un nivel de contaminación muy alto.

*Segundo objetivo: Comparar los valores obtenidos con los Límites Máximos Permisibles según D.S N° 003-2010-MINAM.*

### Comparación del pH respecto a la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM.

**Tabla 8**

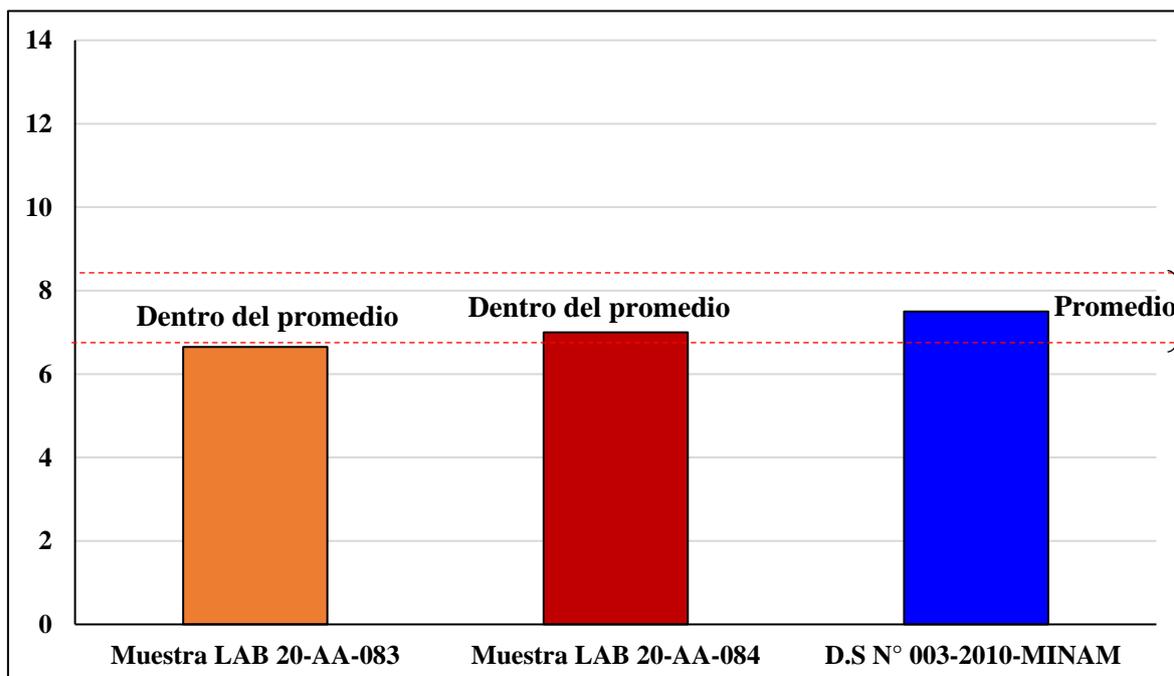
*Comparación del pH versus D.S N° 003-2010-MINAM.*

Parámetro	Unidad de medida	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084	LMP D.S N° 003-2010-MINAM (promedio)
pH	unidades	6.65	7	6.5 – 8.5

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

**Figura 5**

*Gráfica del pH respecto a la normatividad*



Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

### Interpretación:

De la comparación del pH entre las muestras del agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo con el valor promedio que exige la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM, se puede apreciar que ambas muestras se hallan dentro del margen establecido, por consiguiente, el efluente en estudio cumple con la exigencia normativa, y no se espera impacto del agua residual a los cuerpos de agua dulce desde el punto de vista de la acidez.

### Comparación de sólidos totales respecto a la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM.

**Tabla 9**

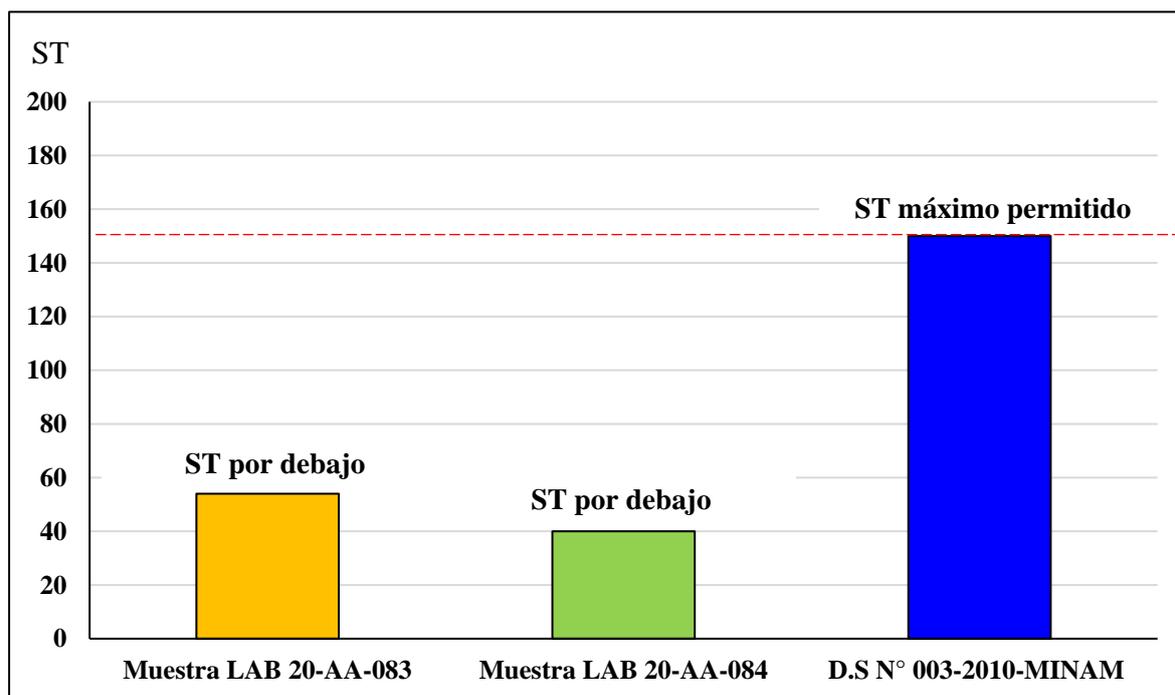
*Comparación de sólidos totales ST versus D.S N° 003-2010-MINAM*

Parámetro	Unidad de medida	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084	LMP D.S N° 003-2010-MINAM
ST	ppm	54	40	150

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

**Figura 6**

*Gráfica de los sólidos totales ST respecto a la normatividad*



Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

## Comparación de DBO<sub>5</sub> respecto a la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM.

**Tabla 10**

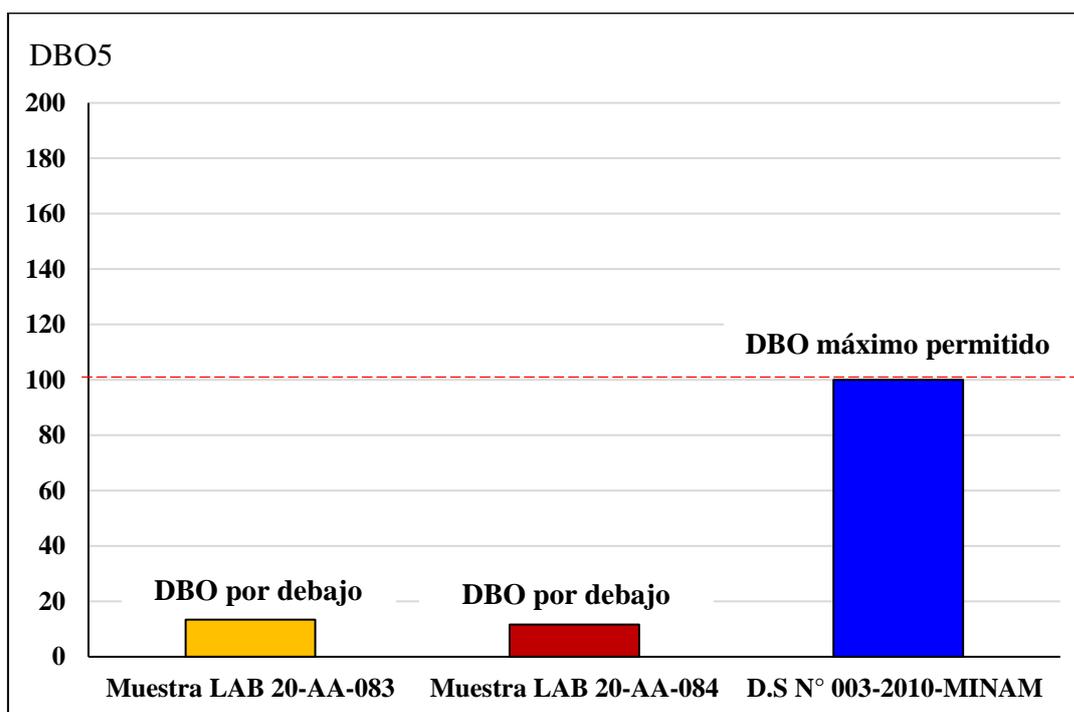
*Demanda bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub> versus D.S N° 003-2010-MINAM*

Parámetro	Unidad de medida	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084	LMP D.S N° 003-2010-MINAM
DBO <sub>5</sub>	ppm	13.41	11.64	100

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

**Figura 7**

*Gráfica del DBO<sub>5</sub> respecto a la normatividad*



Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

### Interpretación:

De la comparación de la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras del agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo cumple con el valor que exige la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM, se puede apreciar que ambas muestras están por debajo del límite exigido. Por consiguiente, la descarga no genera impacto en cuerpos de agua dulce de forma que merezca un tratamiento adicional.

**Comparación de DQO respecto a la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM.**

**Tabla 11**

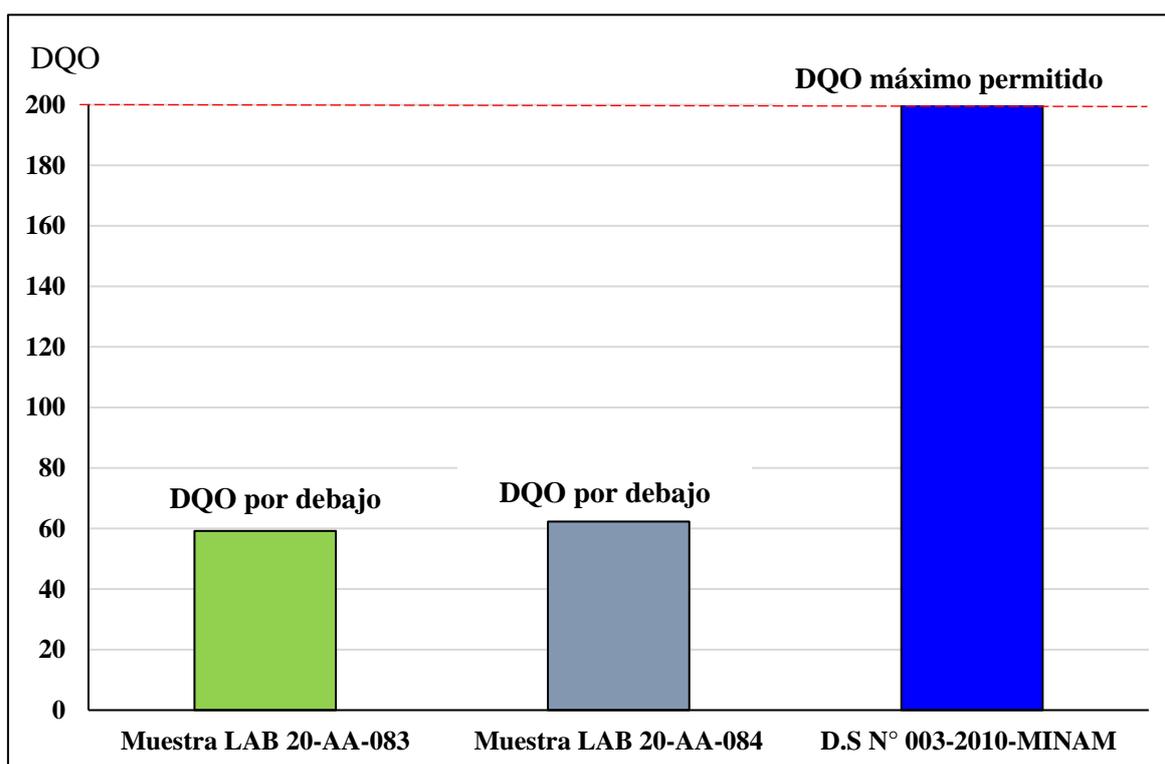
*Demanda química de oxígeno DQO versus D.S N° 003-2010-MINAM*

Parámetro	Unidad de medida	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084	LMP D.S N° 003-2010-MINAM
DQO	ppm	59.20	62.30	200

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

**Figura 8**

*Gráfica del DQO respecto a la normatividad*



Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

**Interpretación:**

De la comparación de la demanda química de oxígeno de las muestras del agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo. Esta agua residual cumple con el valor que exige la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM.

## Comparación de Coliformes respecto a la normatividad D.S N° 003-2010-MINAM.

**Tabla 12**

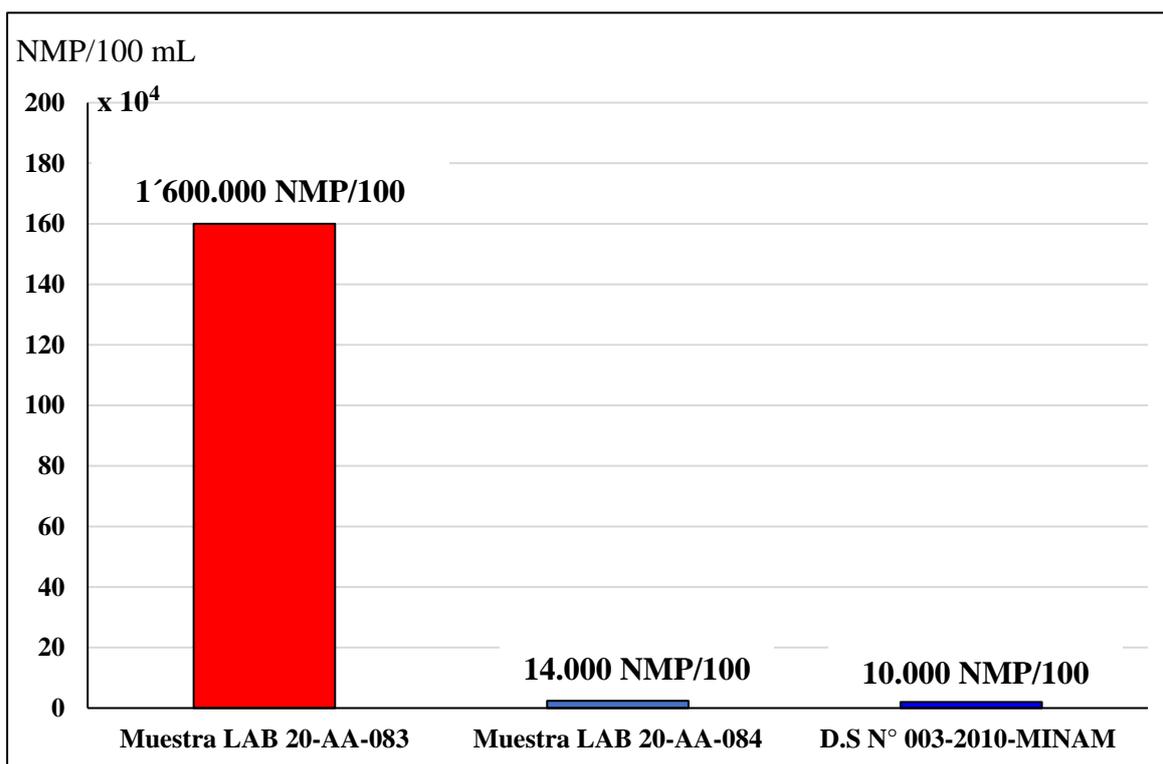
*Coliformes termo tolerantes versus D.S N° 003-2010-MINAM*

Parámetro	Unidad de medida	Muestra LAB 20-AA-083	Muestra LAB 20-AA-084	LMP D.S N° 003-2010-MINAM
Coliformes termo tolerantes	NMP/100 mL.	160 x 10 <sup>4</sup>	1.4 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>4</sup>

Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

**Figura 9**

*Gráfica de Coliformes termo tolerantes respecto a la normatividad*



Fuente: Datos del Laboratorio UNTRM-A, 2020.

### Interpretación:

De la comparación de los Coliformes termo tolerantes de las muestras del agua residual del distrito Callayuc, en la provincia de Cutervo. Se observó que una de las pozas vulnera la norma D.S. N° 003-2010-MINAM. Por tanto, su descarga impacta el medio ambiente.

#### IV. DISCUSIÓN

La investigación arrojó resultados sobre los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del efluente de la planta de tratamiento de agua residual doméstica del distrito de Callayuc, con una clara evidencia favorable al cumplimiento de la normativa vigente por MINAM en aspectos físico-químicos, pero también revelan áreas de mejora, así se tuvo un pH: 6.82, sólidos totales: 47 ppm, DBO: 12.52 ppm., DQO: 60.75 ppm. y coliformes termo tolerantes:  $160 \times 10^4$  NMP/100 mL. Este resultado fue eficiente comparado con el tratamiento a nivel de laboratorio formulado por Mejía *et al.* (2017) que reportaron eficiencia de remoción del 53 % para el tratamiento anaeróbico, 75 % para el tratamiento aeróbico y 88 % para los sólidos totales; sin embargo, al mismo tiempo fue menos efectivo respecto a la reducción de coliformes termo tolerantes posiblemente por la diferencia en la tecnología y escala empleada. Al comparar los resultados de esta investigación con Vargas *et al.*, (2020) se observó coincidencias en los tratamientos biológicos (lodos activados, laguna de oxidación o humedales) como medios eficaces para reducir la materia orgánica (eliminaron el 80 % de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST) causante del DBO y DQO, inclusive se coincide cuando los autores revelaron limitaciones para eliminar eficazmente los microorganismos patógenos. Es decir, los parámetros encontrados en Callayuc respaldan esta observación. Por otra parte, Dahamsheh & Wedyan (2017) al trabajar con plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, mostró dificultades para cumplir con los estándares microbiológicos, a pesar de buenos rendimientos en otros parámetros como DBO y DQO. Esto es consistente con los hallazgos en Callayuc, donde el parámetro de coliformes sigue siendo problemático. Resultados aceptables de remoción de materia orgánica lo obtuvieron Castillo y Chimbo (2021) cuando utilizó lombrifiltros en aguas residuales domésticas de una zona rural, reduciendo al 52.25 % para DBO<sub>5</sub>, DQO, 66.74 % para SST y 52.91 % de ST. Concluyeron que el tratamiento ecológico requirió una baja inversión. Es interesante el sistema empleado por Guerrero y Jibaja (2019) al utilizar un humedal con *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor*, que, a pesar de la remoción de materia orgánica, los niveles de coliformes no alcanzaron los niveles permitidos por la normativa, coincidiendo con la presente investigación. Esto subraya un desafío común en la remoción de microorganismos en sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Mientras que Morillo *et al.* (2019) lograron remover hasta un 97 % la presencia de típicos ingredientes de detergentes y jabones como los agentes

tensoactivos, eliminándolos hasta un 89 % el DQO, respecto a los coliformes solo eliminaron una parte significativa a través del proceso Fenton. Es decir, sus resultados estuvieron por debajo de los límites normativos, coincidiendo nuevamente, con los resultados de esta investigación. A su vez Adrianzen y Castillo (2024) analizaron el efluente de las lagunas de oxidación de la PTAR – Jaén, mostraron sus resultados: Temperatura de 26.5°C, DBO<sub>5</sub> de 24.0 ppm, DQO de 150.00 ppm, SST de 2 ppm, aceites y grasas de 12.0 ppm, pH de 7.60, es decir, evidenciaron que las lagunas de oxidación permitieron alcanzar valores permitidos en parámetros físicos y químicos regidos por la normativa D.S. N° 003-2010-MINAM, mientras que no mostraron éxito en la remoción de microorganismos patógenos; en tanto que, Patil *et al.* (2018) destacó sobre una planta de tratamiento para un campus universitario, la efectividad de la cloración como una etapa clave para reducir microorganismos. Esto podría ser una solución viable para abordar el problema de coliformes en Callayuc. Por otra parte, Matsumoto y Sánchez (2010) indicaron sobre las lagunas facultativas, que este tipo de sistemas tienen limitaciones inherentes en la remoción de patógenos, lo que podría explicar las deficiencias observadas en Callayuc a pesar de los buenos resultados en otros parámetros físicos y químicos. En tal sentido, Zhang *et al.* (2024) expresó como un gran desafío el tratamiento y la reutilización de las aguas negras y grises vertidas, que haga posible atender una mayor demanda poblacional, de allí la importancia de incidir en nuevos aspectos técnicos y tecnológicos. Es apreciable que la gran mayoría de investigaciones no expresaron riesgos significativos en términos de acidez o alcalinidad de forma que ninguno comentó sobre el pH. Del mismo modo, en la totalidad, coincidieron en evidenciar una eficiente remoción de partículas sólidas en el proceso de tratamiento. El D.S. N° 003-2010-MINAM estableció que los ST deben ser menor a 150 ppm, en la presente investigación se determinó 54 y 40 ppm, se sabe por Córdova *et al.* (2021), que los sólidos suspendidos son el 30 % de los sólidos totales, por consiguiente, interpolando este resultado se puede concluir que los ST suspendidos fueron entre 16.2 y 12 ppm, estos resultados de la investigación cumplieron por estar debajo de los límites permitidos para descarga de aguas residuales domésticas; a excepción, de la eliminación de microorganismos indicadores de contaminación fecal, lo que podría representar un riesgo para la salud pública y el medio ambiente si el efluente es descargado o reutilizado.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- Los análisis físico, químico y microbiológico del efluente arrojaron los siguientes resultados, en diferentes momentos: Sólidos totales: Muestra LAB 20-AA-083, ST=54 mg/L o ppm, y Muestra LAB 20-AA-084, ST= 40 mg/L o ppm. El pH: Muestra LAB 20-AA-083, pH= 6.65 y Muestra LAB 20-AA-084: pH = 7.00. El DBO<sub>5</sub>: Muestra LAB 20-AA-083, DBO<sub>5</sub> = 13.41 ppm y Muestra LAB 20-AA-084: DBO<sub>5</sub> = 11.64 ppm. El DQO: Muestra LAB 20-AA-083, DQO = 59.20 ppm y Muestra LAB 20-AA-084: DQO = 62.30 ppm. Los coliformes termo tolerantes: Muestra LAB 20-AA-083, Coliformes =  $160 \times 10^4$  NMP/100 mL y Muestra LAB 20-AA-084: Coliformes =  $1.4 \times 10^4$  NMP/100 mL.
- Comparados los resultados obtenidos en Laboratorio frente a la norma D.S N° 003-2010-MINAM., se concluyó que, el pH se mostró dentro de las exigencias de la norma: pH = 6.5 y  $7.0 < 8.0$ . Los sólidos totales determinados se encontraron cumpliendo la norma dentro de las exigencias: ST = 54 y  $40 < 150$ . La DBO<sub>5</sub> se halló por debajo de la normatividad: DBO<sub>5</sub> = 13.41 y  $11.64 \text{ ppm} < 100 \text{ ppm}$ . La DQO se halló por debajo de la normatividad: DQO = 59.20 y  $62.30 \text{ ppm} < 200 \text{ ppm}$  Finalmente, respecto a la presencia de coliformes termo tolerantes, estos se encontraron por encima de la exigencia de la normativa: Coliformes fecales =  $160 \times 10^4 > 1 \times 10^4$ .

### **Recomendaciones:**

- A la Municipalidad del distrito de Callayuc y otras municipalidades deben realizar un monitoreo trimestralmente a fin de controlar que las aguas residuales tratadas denominadas efluente cumplan con las exigencias de no sobre pasar los Límites Máximos Permisibles del D.S N° 003-2010-MINAM.
- A la Universidad Nacional de Jaén, promover la investigación científica sobre nuevas técnicas de degradación de la materia orgánica, como variantes sobre los lodos activados, de forma que se evite en todo momento el impacto de parte de las descargas residuales a cuerpos de agua dulce.
- A las autoridades municipales del distrito Callayuc, planificar implementar una estrategia para reducir la carga de microorganismos de una las pozas que evidenció una elevada tasa de contaminación. Entre las metodologías se recomienda el uso de la luz UV de 254 nm que daña el ADN de microorganismos, impidiendo su reproducción y de forma más barata el uso del gas cloro, controlando la salida del cloro libre para evitar riesgos ambientales.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo, J. G. y Chimbo, J. E. (2021). Eficiencia en la remoción de materia orgánica mediante lombrifiltros (*Eisenia foetida*) en aguas residuales domésticas para zonas rurales. Enfoque UTE, Vol.12. N° 2, pp. 80-99.  
DOI: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
- Córdova, P., Barrios, T. O., Córdova, I. C. y Navarrete, R. A. (2021). Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante reactor anaerobio para la reutilización del efluente en cultivos agrícolas. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Vol. 5, N° 14.  
DOI: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.114>
- Dahamsheh A. and Wedyan M. (2017) Evaluation and assessment of performance of Al-Hussein bin Talal University (AHU) wastewater treatment plants. International Journal of Advanced and Applied Sciences, 4(1), 84-89.
- Guerrero, J. y Jibaja, F. K. (2019). Tratamiento del afluyente de la laguna de oxidación mediante fitorremediación del *eichhornia crassipes* y *lemna minor*; en Jaén-Cajamarca. [Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal y Ambiental en la Universidad Nacional de Jaén].
- Matsumoto, T. y Sánchez, I. A. (2010). Eficiencia del tratamiento de aguas residuales por lagunas facultativas e implicaciones en la salud pública. Revista centro de estudios en salud. Vol. 1 N° 12 - 2010 (Págs. 65 - 78).
- Mejía, A., Cabrera, M. y Carrillo, Y. (2017). Remoción de contaminantes orgánicos presentes en agua residual doméstica mediante prototipo a escala de laboratorio. Revista de Ciencias de la Vida 26(2) pp:72-83.
- Morillo, L. D., Naranjo, D. A., Pérez, J., Villacis, W. E., Vargas, P. y Muñoz, F. (2019). Remoción de tensoactivos y coliformes en aguas residuales domésticas mediante procesos fenton. Revista Inter. Contaminación Ambiental: 35 (4) 931-943, 2019  
DOI: 10.20937/RICA.2019.35.04.12

- Patil Y., Raut Y., Patil Y. and Dhurve S. (2018). Design of sewage treatment plant units for st.john college campus. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*, 7(3), 177-181.
- Osorio, M. A. Carrillo, W. E., Negrete, J. H., Loor, X. A. y Riera, E. J. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del conocimiento*. Edición núm. 56. Vol. 6, N° 3.
- Sánchez-Cabrera, A. R. (2019). Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén – Cajamarca 2019. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo].
- SENAMHI, (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2023).
- SSN (Superintendencia de servicios sanitarios). (2007). Segunda versión. División de fiscalización
- Vargas, A. K.N., Calderón, J., Milton Castro, M., Velásquez, D. y Núñez, D. A. (2020). Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Revista chilena de ingeniería*, Vol. 28 N° 2, pp. 315-322
- Zhang, J., Jiang, Y., Zhang, H., Feng, D., Bu, H., Li, H., and Lu, S. (2024). A critical review of characteristics of domestic wastewater and key treatment techniques in Chinese villages. *Science of the total environment*. Volume 927, 1 June.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias a mis profesores de la Escuela Profesional Académica de Ingeniería Forestal y Medioambiental por compartir parte de sus conocimientos y ayudarme a hacer realidad mi objetivo profesional.*

*A mi asesor y amigo Ing. Cruz Hoyos Segundo Alipio, por el apoyo incondicional para realizar estos estudios en esta Universidad*

*A mis compañeros de clases por su amistad.*

**Mavila**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo:*

*A Dios, por la vida que me da, cada día.*

*A mis padres por darme la fortaleza, y la razón para luchar en la vida.*

*A mi familia, que ha sido paciente conmigo y me ha ayudado a convertirme en un profesional decente comprendiendo el sentido y el propósito de mi vida, le estoy agradecida.*

*Mavila*

## **ANEXOS**

Figura 10

Decreto Supremo N° 0003-2010-MINAM

<p>El Peruano Lima, miércoles 17 de marzo de 2010</p>	<p> <b>NORMAS LEGALES</b></p>	<p>415675</p>
<p>de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.</p>		
<p><b>Artículo 5°.-</b> La presente Resolución Suprema será ratificada por el Presidente del Consejo de Ministros.</p>		
<p>Regístrese, comuníquese y publíquese.</p>		
<p><b>ALAN GARCÍA PÉREZ</b> Presidente Constitucional de la República</p>		
<p><b>JAVIER VELÁSQUEZ QUESQUÉN</b> Presidente del Consejo de Ministros</p>		
<p>460446-6</p>		
<p><b>AMBIENTE</b></p>		
<p><b>Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales</b></p>		
<p>DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM</p>		
<p>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p>		
<p>CONSIDERANDO:</p>		
<p>Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;</p>		
<p>Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;</p>		
<p>Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p>		
<p>Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p>		
<p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de aguas domésticas;</p>		
<p>Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 013-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de Impacto Ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,</p>		
<p>implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;</p>		
<p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p>		
<p>DECRETA:</p>		
<p><b>Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)</b></p>		
<p>Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.</p>		
<p><b>Artículo 2°.- Definiciones</b></p>		
<p>Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:</p>		
<p>- <b>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):</b> infraestructura y procesos que permitan la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.</p>		
<p>- <b>Límite Máximo Permissible (LMP):</b> 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.</p>		
<p>- <b>Protocolo de Monitoreo:</b> Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.</p>		
<p><b>Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR</b></p>		
<p>3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.</p>		
<p>3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario subterráneo.</p>		
<p>3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.</p>		
<p>3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.</p>		
<p><b>Artículo 4°.- Programa de Monitoreo</b></p>		
<p>4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.</p>		

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

#### Artículo 5º.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un Informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

#### Artículo 6º.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

#### Artículo 7º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

**ALAN GARCÍA PÉREZ**  
Presidente Constitucional de la República

**ANTONIO JOSÉ BRACK EGG**  
Ministro del Ambiente

**JUAN SARMIENTO SOTO**  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

#### ANEXO

#### 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 Suspensión Totales	en ml.L.	150
Temperatura	°C	+35

460446-2

## Designan responsable de brindar Información pública y del contenido del portal de Internet Institucional del Ministerio

### RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3º de la citada Ley señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demandan las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5º de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señora Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demandan las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la señora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

#### SE RESUELVE:

**Artículo 1º.-** Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

**Artículo 2º.-** Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

**Artículo 3º.-** Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

**Artículo 4º.-** Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

**ANTONIO JOSÉ BRACK EGG**  
Ministro del Ambiente

460445-1

## Anexo 2

Figura 11

Resultados de Laboratorio UNTRM-A.

 		Código: CCFT-0036	Versión: 01		
INFORME DE ENSAYO		Página: 01			
INFORME DE ENSAYO N° :		LAB20-AA-083	LAB20-AA-084		
RAZÓN SOCIAL O NOMBRE	PEREZ SEGOVIA MAVILA				
DIRECCIÓN	JAEN				
RUC / DNI	70946192				
REFERENCIA	CALLAYUC				
PROCEDENCIA	CALLAYUC	CALLAYUC			
PRESENTACIÓN	01 ENVASE DE PLÁSTICO TRASLUCIDO DE 1L ,01 FRASCO DE VIDRIO ESTERILIZADO DE 500 ML Y 01 FRASCO DE PLÁSTICO OSCURO DE 500 ML.				
MUESTREADO POR	PEREZ SEGOVIA MAVILA				
FECHA Y HORA DE COLECTA	viernes, 27 de noviembre de 2020	07:40:00 a.m.			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	miércoles, 19 de agosto de 2020	04:59:00 p.m.			
FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS	viernes, 27 de noviembre de 2020	05:00:00 a.m.			
FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO	miércoles, 02 de diciembre de 2020	01:07:40 p.m.			
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	P1	P2			
TIPO DE AGUA	RESIDUAL	RESIDUAL			
LUGAR DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	FQ/MB				
AUTORIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Laboratorio	 FIRMA: TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS LABISAG			
<b>2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b> <b>PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN</b>					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	L. D.	LAB20-AA-083	LAB20-AA-084
pH	Método 4500-H+; APHA, AWWA, WEF.	pH	<0,001	6.65	7.00
T° (in situ)	Método 2550B; APHA, AWWA, WEF.	°C	<0,1	#	#
TURBIDEZ	Método 21300-B; APHA, AWWA, WEF.	UNT	<1	#	#
OXÍGENO DISUELTO	Método 4500-O G; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	<0,01	#	#
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método 8100 B; APHA, AWWA, WEF.	µS/cm²	<0,1	#	#
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	-	mg/L	-	#	#
SOLIDOS TOTALES	Método 2540 B; APHA, AWWA, WEF.	mg/L	<0,1	5.4000	4.0000
<b>PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS</b>					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	L. D.	LAB20-AA-083	LAB20-AA-084
ALCALINIDAD	Método 2320B; APHA, AWWA, WEF.	ppm CaCO <sub>3</sub>	<0,5	#	#
CLORUROS	Método 4500-Cl-B; APHA, AWWA, WEF.	ppm Cl <sup>-</sup>	<0,355	#	#
DUREZA	Método 2340C; APHA, AWWA, WEF.	ppm CaCO <sub>3</sub>	<0,5	#	#
NITRATOS	Método 803900; HACH.	ppm NO <sub>3</sub>	<0,1	#	#
NITRITOS	Método 8507; HACH.	ppm NO <sub>2</sub>	<0,001	#	#
SULFATOS	Método 375.4; EPA.	ppm SO <sub>4</sub>	<1,0	#	#
FOSFATOS	Método 819000; HACH.	ppm PO <sub>4</sub>	<0,04	#	#
AMONIO	Método 4500 NH3 C; APHA, AWWA, WEF.	ppm NH <sub>4</sub>	<0,02	#	#
<b>3. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA</b> <b>PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA</b>					
PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB20-AA-083	LAB20-AA-084
D.B.O. <sub>5</sub>	Método 8043; HACH: Dilución	mg/L de O <sub>2</sub>	<0,01	59.20	62.30
D.Q.O.	Método 8000; HACH: Digestión de Reactor	mg/L de O <sub>2</sub>	<0,7	13.41	11.64

L. D.= Límite mínimo de detección del método. U.D.= Unidad de Medida. #= Parámetro no solicitado. MB=Área de Análisis Microbiológico. FQ= Área de Análisis Físicoquímico. EEA= Área de

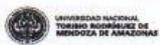
Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Calle Higos Uroo N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú

labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe

		Código: CCFT-0036	Versión: 01
		Página: 02	

INFORME DE ENSAYO N° : LAB20-AA-083 LAB20-AA-084

#### 4. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

GRUPO COLIFORMES					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	L. D.	LAB20-AA-083	LAB20-AA-084
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 <sup>5</sup>	-	10-3	10-3
COLIFORMES TOTALES	Técnica Estandarizada de Fermentación en Tubo Multiple(NMP) de Coliformes Totales	NMP/100mL	NMP	#	#
COLIFORMES FECALES	Método 900221-C; APHA, AWWA, WEF; Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	>1600000	14000
E. COLI	Método 900225-B; APHA, AWWA, WEF; Diferenciación de Bacterias Coliformes	NMP/100mL	NMP	#	#

GRUPO ESTREPTOCOCOS					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	L. D.	LAB20-AA-083	LAB20-AA-084
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 <sup>5</sup>	-	10-3	10-3
ESTREPTOCOCOS	Método 900230-B; APHA, AWWA, WEF; Técnica de Tubo Multiple	NMP/100mL	NMP	#	#
ENTEROCOCOS	Método 900230-H; APHA, AWWA, WEF; Técnica de Tubo Multiple	NMP/100mL	NMP	#	#

SALMONELLA					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	L. D.	LAB20-AA-083	LAB20-AA-084
SALMONELLA	Método 900260-B; APHA, AWWA, WEF; Procedimientos Generales Cualitativos de Aislamiento e	PRESENCIA / AUSENCIA	P/A	#	#

V. CHOLERAЕ					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	L. D.	LAB20-AA-083	LAB20-AA-084
V. CHOLERAЕ	Método 900260-H; APHA, AWWA, WEF; Vibrio cholerae	PRESENCIA / AUSENCIA	P/A	#	#

L. D. = Límite mínimo de detección del método. # = Parámetro no solicitado.

Los resultados presentados son validos únicamente para las muestras ensayadas.  
 Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
 Calle Higue Uno N°343-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chodupayán - Amazonas - Perú  
 labisag@unrm.edu.pe / labisag@infoc.unm.edu.pe



	INFORME DE ENSAYO			Código: CCFT-0036	Versión : 01
	INFORME DE ENSAYO N°			Página: 01	
				LAB 20-AA-083	LAB 20-AA-084
RAZON SOCIAL O NOMBRE	PEREZ SEGOVIA MAVILA				
DIRECCIÓN	JAÉN				
RUC/DNI	70946192				
REFERENCIA	CALLAYUC				
PROCEDENCIA	CALLAYUC		CAYALLUC		
PRESENTACIÓN	01 ENVASE DE PLASTICO TRALUCIDO DE 11. 01 FRASCO DE VIDRIO ESTERELIZADO O DE 500 ML Y 01 FRASCO DE PLASTICO OSCURO DE 500 ML				
MUESTREO POR	PEREZ SEGOVIA MAVILA				
FEHA Y HORA DE COLECTA	viernes, 27 de noviembre de 2020			07:40.00 a.m	
FEHA Y HORA DE RECEPCIÓN	miercoles, 19 de agosto de 2020			04:59.00 a.m	
FECHA Y HORA DE INICIO DEL INF	viernes, 27 de noviembre de 2020			05:00.00 a.m	
	miercoles, 12 de agosto de 2020			01:07.40 a.m	
CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE	PI			P <sup>2</sup>	
TIPO DE AGUA	RESIDUAL			RESIDUAL	
LUGAR DE DESARROLLO	FQ/MB				
AUTORIZADO POR:	FUNCIONES:			FIRMA:	
Jesus Rascón Barrios	Responsable del Laboratorio				
<b>2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
<b>PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN</b>					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	LAB 20-AA-083	LAB 20-AA-084
Ph	Metodo 4500 -H+; APHA , AWWA , WEF	Ph	<0,001	6.65	7
T°( in sita)	Metodo 2550B; APHA , AWWA , WEF	°C	<0,1	#	#
TURBIDEZ	Metodo 21300-B; APHA , AWWA , WEF	UNT	<1	#	#
ÓXIGENO DISUELTO	Metodo 4500-O G; APHA , AWWA , WEF	mg/L	<0,01	#	#
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Metodo 2510 B; APHA , AWWA , WEF	µS/em <sup>2</sup>	<0,1	#	#
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES		mg/L	-	#	#
SOLIDOS TOTALES	Metodo 2540 B; APHA , AWWA , WEF	mg/L	<0,1	5,4000	4,0000
<b>PARÁMETROS INORGANICOS NO METALICOS</b>					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	LAB 20-AA-083	LAB 20-AA-084
ALCALINIDAD	Metodo 2320B; APHA , AWWA , WEF	ppmCaCo <sub>3</sub>	<0,5	#	#
CLORUROS	Metodo 4500-Cl; APHA , AWWA , WEF	ppm Cl	<0,355	#	#
DUREZA	Metodo 2340C; APHA , AWWA , WEF	ppm CaCo <sub>3</sub>	<0,5	#	#
NITRATOS	Metodo 803900,HACH.	ppm NO <sub>3</sub>	<0,1	#	#
NITRITOS	Metodo 8507,HACH	ppm No <sub>2</sub>	<0,001	#	#
SULFATOS	Metodo 375.4 EPA	ppm SO <sub>4</sub>	<1,0	#	#
FOSFATOS	Metodo 819000; HACH	ppm PO <sub>4</sub>	<0,04	#	#
AMONIO	Metodo 4500 NH3 C; APHA , AWWA , WEF	ppm NH <sub>4</sub>	<0,02	#	#
<b>3. RESULTADOS DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA</b>					
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	LAB 20-AA-083	LAB 20-AA-084
D.B.O	Metodo 8043 HACH Dilucion	mg/L de O <sub>2</sub>	<0,01	59.20	62.30
D.Q.O	Metodo 8000. HACH Digestion de Reactor	mg/L de O <sub>2</sub>	<0,7	13.41	11.64

				Código: CCFT-0036	Versión : 01
	<b>INFORME DE ENSAYO</b>			Página: 02	
	<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>			LAB 20-AA-083	LAB 20-AA-084
<b>4. RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO</b>					
<b>GRUPO COLIFORMES</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LD</b>	<b>LAB 20-AA-083</b>	<b>LAB 20-AA-084</b>
<b>DILUCIÓN</b>	Numero Mas probable	10 n	-	10-3	10-3
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	Tecnica Estandarizada de Fermentacion en tubo Multiples (NMP)de Coliformes totales	NMP/100 ml	NMP	#	#
<b>COLIFORMES FECALES</b>	Metodo 900221- C; APHA , AWWA , WEF ; Procedimiento de NMP para Coliformes Fecale	NMP/100 ml	NMP	>1600000	14000
<b>E.COLI</b>	Método 900225- B ; APHA, AWWA , WEF ; Diferenciacion de Bacterias Coliformes	NMP/100 ml	NMP	#	#
<b>GRUPO ESTREPTOCOCOS</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LD</b>	<b>LAB 20-AA-083</b>	<b>LAB 20-AA-084</b>
<b>DILUCION</b>	Numero Mas probable	10 <sup>n</sup>	-	10-3	10-3
<b>ESTREPTOCOCOS</b>	Metodo 900230- B; APHA , AWWA , WEF ; Tecnica de Tubo Multiple	NMP/100 ml	NMP	#	#
<b>ENTEROCOCOS</b>	Metodo 900230- B; APHA , AWWA , WEF ; Tecnica de Tubo Multiple	NMP/100 ml	NMP	#	#
<b>SALMONELA</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LD</b>	<b>LAB 20-AA-083</b>	<b>LAB 20-AA-084</b>
<b>SALMONELA</b>	Metodo 900260- B; APHA , AWWA , WEF ; Proceimientos GeneralesCualitativos de Aislamiento	PRESENCIA/AUSENCIA	P/A	#	#
<b>V.CHOLERAEE</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LD</b>	<b>LAB 20-AA-083</b>	<b>LAB 20-AA-084</b>
<b>V.CHOLERAEE</b>	Metodo 900260- H; APHA , AWWA , WEF ; Vibrio cholerae	PRESENCIA/AUSENCIA	P/A	#	#

