

Determinar la eficiencia de la planta de tratamiento de agua residual en el camal municipal del cantón Baños de Agua Santa.

Determine the efficiency of the wastewater treatment plant at the municipal slaughterhouse in the Baños de Agua Santa canton.

Denise Katherine Tulmo Vasco¹, Samaniego Guzmán Edison Oswaldo¹

<https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAMB2324ep05-46>



Resumen

El propósito de este estudio fue analizar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Baños de Agua Santa ubicado en la provincia de Tungurahua, esto se realizó los resultados de un análisis de agua realizado en diciembre del 2016 por parte del laboratorio acreditado Lacquanálisis S.A. Se determinó que los siguientes parámetros no cumplen con lo establecido en la normativa ambiental vigente en referencia a la DQO se obtuvo el siguiente resultado de 582 mg/L el cual es mayor al límite permisible (200 mg/L), de igual manera previo el análisis realizado se determinó que la DBO₅ de 268,48 mg/L superando los límites máximos (100 mg/L) dando como resultado que no cumple con lo establecido en la normativa, por lo que se analizó la eficiencia de la planta. Se pudo identificar los principales problemas como sólidos suspendidos, daño de aspa, aireador superficial deteriorado del sistema de tratamiento de agua. Con los resultados obtenidos, se propuso una mejora, alternativa para mitigar y gestionar los impactos ambientales negativos y fortalecer los impactos positivos.

Palabras clave

tratamiento; aguas residuales; matadero; efluentes.

Abstract

The purpose of this study was to analyze the efficiency of the plant wastewater treatment from the municipal slaughterhouse of Baños de Agua Santa located in the province of Tungurahua, this was done based on the result from a water analysis carried out in December 2016 by the laboratory accredited Lacquanálisis S.A. it was determined that the following parameters were not comply with the provisions of current environmental regulations, below The following is detailed: in reference to DQO, the following result was obtained of 582 mg/L which exceeds the permissible limit 200 mg/L, in the same way prior to analysis carried out, it was determined that the DBO₅ of 268,48 mg/L, exceeding the maximum limits (100 mg/L) resulting in it not complying with the established in the regulations, so the efficiency of the plant was analyzed. The main problem could be identified such as suspended solids, blade damage, and deteriorated surface aerator of the water treatment system. With the results obtained, an improvement, alternative was proposed an improvement, alternative was proposed to mitigate and manage the negative environmental impacts and strengthen the positive impacts.

Keywords

treatment; wastewater; slaughterhouses; effluents

Direcciones

¹ Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: amb2017172@uea.edu.ec; esamaniego@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia Como citar

Denise Katherine Tulmo Vasco. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: amb2017172@uea.edu.ec
TULMO VASCO, Denise Katherine and SAMANIEGO GUZMÁN, Edison Oswaldo, 2024. Determinar la eficiencia de la planta de tratamiento de agua residual en el camal municipal del cantón Baños de Agua Santa. PrePrint UEA. 2024. Vol. AMB2324, p. ep05-46. DOI <https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAMB2324ep05-46>.

Editores Académicos

Mario Javier Barrera Castro

Editorial

Editorial de la Universidad Estatal Amazónica
2025

Copyright:

Derechos de autor 2023-2025 UEA | PrePrint UEA

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Los autores del artículo autorizan a PrePrint UEA, a que este artículo se distribuya y sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0)

1. Introducción

La planta de tratamiento de aguas residuales del camal cuenta con un diseño enfocado a garantizar su eficiencia, su objetivo principal es eliminar los contaminantes presentes en el agua, asegurando que el efluente cumpla con los parámetros establecidos en la normativa vigente. Se estima que el consumo de carne aumente la contaminación de aguas residuales en el camal, por el alto consumo de carne a nivel mundial en los próximos diez años será de 76 millones de toneladas y representara el 16 % del aumento total de consumo de esta proteína señala (Organización de

las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación – FAO, 2020).

Los recursos hídricos según Larico (2021) son uno de los recursos naturales más amenazados en todo el mundo. Entre las principales amenazas se encuentran diversas actividades humanas que afectan la calidad del agua. Asimismo, esto tienen impacto en el cambio climático, que se pueden observar en las variaciones del ciclo del agua, produciendo un cambio en la frecuencia d las lluvias, la duración de las sequias y epidemias, etc. Este tipo de eventos y actividades afectan la producción de alimentos y reducen la economía de las familias cuyo principal ingreso es la

agricultura, lo que aumenta la preocupación por esta amenaza y sus efectos en la población en la población y medio ambiente.

Según Riveros (2021) Se desconoce el proceso de reutilización de las aguas residuales y sus beneficios potenciales teniendo poco interés en tratar las aguas residuales antes de su descarga en algún cuerpo receptor. Problema que se ve reflejado por el crecimiento económico y el aumento de la población, ocasionando no solo contaminación de ríos, sino de especies acuáticas endémicas conduciendo directamente a la extinción de la flora y fauna. Como dice (Paitan & Sifuentes, 2018) Mataderos son considerados una de las actividades económicas con alto potencial contaminante, debido a que durante la ejecución de sus operaciones se obtienen cantidades significativas de desechos líquidos que contienen diferentes compuestos orgánicos como: sangre, estiércol, pelos, huesos, grasas, proteínas y otros contaminantes solubles que son eliminados con escaso o nulo tratamiento y vertidos hacia los cuerpos receptores.

El agua del camal se clasifica como agua residual industrial debido a su alto contenido de materia orgánica resultante del sacrificio de animales: vacas, cerdos, aves y distintos animales para consumo humano. Estas aguas utilizan diferentes procesos biológicos, físicos y químicos lograr la eliminación de contaminantes como nutrientes, materia orgánica y patógenos ya que son muy peligrosas para los ecosistemas naturales debido a que contienen mucha materia orgánica, 17 bacterias y microorganismos que no son tratadas adecuadamente y son descargadas a los arroyos, riachuelos, ríos y mares, lo que genera impactos negativos directos o indirectos en la salud y el ambiente, por lo tanto, es necesario promover una producción más limpia con alternativas respetuosas con el medio ambiente y reducir la contaminación y los costes de producción (Rodríguez et al., 2020).

El principal problema de esta planta de tratamiento es un mal funcionamiento de sus procesos que no cumple con los límites disponibles en la tabla 9 del Libro VI del Anexo 1 del TULSMA Acuerdo Ministerial 097A y esto ocasiona varios problemas ambientales. La falta de mantenimiento en los diferentes procesos de la planta, el descuido del personal encargado. El análisis e implementación de las mejoras en la planta de tratamiento reducen la contaminación ambiental causada por las aguas residuales líquidas procedentes del camal municipal.

2. Materiales y Metodología

2.1. Descripción del área de estudio

El cantón Baños de Agua Santa está ubicado en la provincia de Tungurahua, se encuentra dentro del corredor ecológico Llanganates-Sangay (Figura 1).

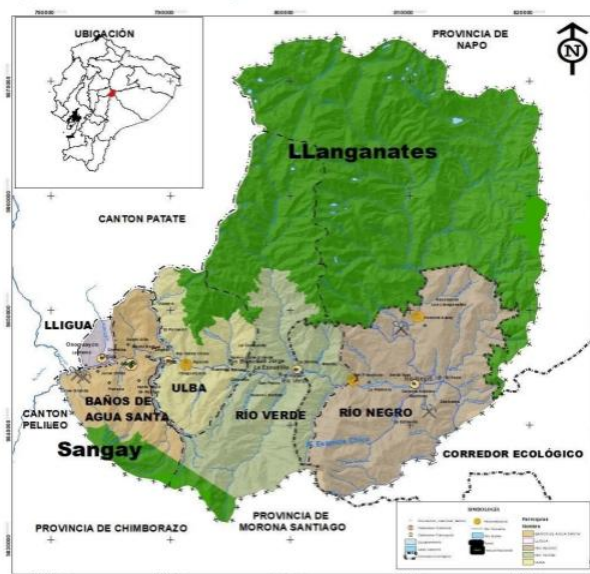


Figura 1 | Mapa de estudio de la zona. Elaborado por: Dirección de Proyectos GADBAS

2.2 Descripción de la planta

Según (Herbert, 2010) describe los siguientes tratamientos.

Reservorio

Se utilizan para el almacenamiento a largo plazo de aguas residuales. El propósito del almacenamiento es liberar las aguas residuales en las épocas deseadas del año y obtener aguas residuales de alta calidad.

Áreas de Cribas

Permiten el paso del agua, pero no de desechos como trapos o palos. La basura se recoge y luego se elimina. Los desechos van a un molino o máquina trituradora y se vacían antes de eliminarlos.

Separador de Partículas Sólidas

Esta es una cámara de desplazamiento que es básicamente un tanque grande. Esto reduce el flujo de agua. Luego se deja que la arena, los sólidos y otros sólidos pesados se depositen en el fondo. Luego, los sólidos se barren, se secan y se eliminan, generalmente a granel.

Sedimentación Primaria

Implica evacuar la mayor cantidad posible de sólido restante. La escorrentía fluye hacia grandes tanques llamados tanques de sedimentación primaria, donde las partículas más pequeñas se depositan en el fondo. Los lodos primarios o lodos crudos se arrastran hacia una tolva mediante lavadoras mecánicas y luego se bombean a una planta de asimilación de lodos. El

líquido restante, denominado efluente primario, pasa a un proceso de tratamiento secundario o proceso de sedimentación secundaria.

Tratamiento Secundario

El objetivo de la limpieza secundaria es completar el proceso para que se evacue el 90% de los contaminantes. Los dispositivos utilizan un tanque de aire que proporciona una gran cantidad de aire a la mezcla de aguas residuales, bacterias y otros microorganismos. El oxígeno del aire acelera el crecimiento de microorganismos beneficiosos, que consumen la materia orgánica nociva de las aguas residuales

Tanque de Sedimentación Secundario

Permite que los microorganismos y residuos sólidos formen grumos y se asienten. Parte de esta mezcla, llamada lodo activado, se puede volver a mezclar con aire y utilizar en un tanque de aire. Los lodos producidos durante la sedimentación secundaria y primaria se bombean a un digestor de lodos, donde varios tipos de microbios destruyen los materiales en descomposición y malolientes y los transforman en gas que contiene metano (gas de lodo). Este proceso dura de tres a cuatro semanas.

Tratamiento Terciario

Consisten en procesos físicos y químicos especiales que limpian el agua de determinadas impurezas: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es más caro que los tratamientos anteriores y se utiliza en casos especiales, por ejemplo, para limpiar residuos de determinadas industrias. Una mejor opción para el postratamiento es agregar uno o más estanques en serie al tratamiento convencional. La adición de estos "estanques de depuración" es una forma adecuada de mejorar una planta de tratamiento de aguas residuales establecida de modo que las aguas residuales puedan utilizarse para el riego de cultivos o zonas verdes y para hidroponía.

Desinfección

La parte final del proceso es la adición de un desinfectante como el cloro. Generalmente se agrega a las aguas residuales antes de que salgan de la planta de tratamiento. El desinfectante mata los patógenos en el agua.

Tratamiento de Lodos

Los lodos se pueden tratar para eliminar el agua o espesarlos y luego tratarlos más para estabilizarlos. En este proceso, los lodos crudos se dejan descomponer en tanques de asimilación. Se utilizan productos químicos especiales para la estabilización. El lodo

estabilizado es inodoro y libre de patógenos. El proceso de deshidratación de lodos elimina la mayor parte del agua de la mezcla de lodos. Se utilizan filtros, animales secadores y prensas diversas. Finalmente, el barro seco llamado Cake está listo para su uso o desecho. El lodo seco, a veces llamado digestivo, se puede utilizar como acondicionador del suelo. En determinados procesos, los lodos también se pueden utilizar para producir gas metano. Luego, el metano puede quemarse en una pequeña central eléctrica o para otros fines. Si el lodo no se puede utilizar de forma segura, se incinera en vertederos aprobados o se utiliza tecnología especial para evitar la contaminación del aire.

2.3 Muestra compuesta

La muestra compuesta según (Tina Reutelshöfer, 2015) Es un término genérico que se le otorga a la mezcla de un número de muestras simples, tomadas durante un cierto periodo de tiempo. Se la usa para conocer las condiciones promedio del agua, con el fin de controlar la eficiencia de una PTAR. En general, las muestras compuestas son aptas para indicar el promedio de las variaciones de la contaminación en el agua. Sacar muestras compuestas es más complicado que sacar muestras simples. Se necesita más tiempo y equipo.

1. Instrucción paso a paso:
 - a. El uso de guates desechables y desinfectante para protegerse.
 - b. Muestreador un recipiente limpio.
 - c. Balde limpio si se quiere hacer la muestra cualificada.
 - d. Hoja de la documentación para evidenciar el muestreo.
2. Si se quiere tomar una muestra del afluente y del efluente, empezar con el efluente. Es muy importante para que no se contamine las muestras de una concentración baja.
3. Elegir un lugar adecuado.
4. Si la tubería está tapada, se la debe abrir.
5. Rellenar los papeles de la documentación y las etiquetas de los frascos. Siempre hacerlo ANTES de la toma de las muestras.
6. Enjuague el recipiente del muestreador y el balde con el agua que se va a utilizar para la muestra, así se asegura que no haya restos de la muestra anterior en el recipiente.
7. Sacar la muestra con la técnica adecuada.
8. Nunca llenar el frasco completamente especialmente si es una muestra para análisis microbiológico.
9. Cierre el frasco lo más pronto posible y póngalo en una conservadora a temperatura fría y cierre la conservadora.

10. No se deben botar los guantes usados u otro residuo en el lugar del muestreo. Siempre se necesita una bolsa que es usada como un basurero y que se lleva después del muestreo.
11. Es importante que durante todo el transporte las muestras no se calienten y no estén en el sol. La radiación y el calor pueden influir en los resultados.

El material del frasco depende del parámetro que será determinado, es decir que en el caso de los parámetros que generalmente se analizan para verificar el funcionamiento de la PTAR (DBO_5 , DQO_2 , $\text{NH}_4\text{-N}_3$ y Suspendidos) se debe tomar en cuenta frascos de vidrio o de plástico ya que los resultados no se verán afectados. Para el análisis de parámetros microbiológicos como Coliformes fecales se requiere un frasco estéril que debe ser de vidrio, generalmente estos frascos que entrega el laboratorio tienen una tapa adicional de aluminio.

3. Resultados y discusión

El área de estudio se encuentra ubicada geográficamente en Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua 17M 786412/9845778.

- a. Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales (**Figura 2, 3, 4 y 5**).
- b. Interpretación de los datos en referencia a los monitoreos de calidad de agua realizado en 2016.



Figura 2 | Tamiz de retención y en mal estado, Acumulación de sólidos por falta de limpieza y mantenimiento.



Figura 3 | Tanque sin aireador para proceso, Presencia de grasas, nata, material flotante y mal olor.



Figura 4 | Daño en las aspas Por presencia de huesos, aireador superficial deteriorado.



Figura 5 | Bombas sumergibles echadas a perder por falta de mantenimiento.

Los resultados obtenidos a través de análisis físico-químico hacen referencia al diagnóstico realizado en el área donde se observó cada proceso de tratamiento y durante cada operación es posible identificar las fallas y deficiencias técnicas del sistema de tratamiento al mismo tiempo proponer opciones de mejora para cada operación (**Tabla 1**).

Tabla 1 | Resultado de parámetros Análisis de los parámetros que no cumplen con lo establecido en la normativa.

Informe análisis físico-químico					
Parámetros	Unidad	Resultado	Lim. Max	Método	Incertidumbre del método
pH	UpH	7,08	6-9	PRO TEC 011/ APHA 4500 H+B	±0,95%
DQO	mg/L	582,00	200	PRO TEC 014/ APHA 52200	±14,1%
DBO5***	mg/L	268,48	100	PA-45.00	_____
Aceites y grasas	mg/L	4,00	30,0	PRO TEC 053/EPA 1664 A	±18,02%
TPH***	mg/L	<0,15	20,0	PRO TEC 038/VISUAL	_____
Materia Flotante**	Visual	Presencia	Ausencia	PRO TEC 038/VISUAL	_____
Sólidos Flotante*	mg/L	223,00	1600	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	±2,29%
Informe análisis microbiológico					
Parámetros	Unidad	Resultado	Lim. Max	Método	Incertidumbre del método
Coliformes Fecales***	NMP/100mL	240,0	2000	PA-66.00	_____

- c. Análisis toma de muestra a la entrada.

Se realizaron los parámetros físico-químico de las aguas residuales municipales en dos puntos de

muestreo, tanto a la entrada como a la salida de la planta. Fue realizada por el laboratorio Lacquanalisis S.A. (**Tabla 2**).

Resultados de los análisis donde los parámetros pH: 7,08 UpH; Aceites y grasas: 4mg/L; TPH: <0,15 mg/L; Materiales Flotantes: presencia visual; El parámetro DQO: 582mg/L y DBO₅: 268,48 mg/L, celdas marcadas

en rojo no cumplen y sobrepasa el límite máximo establecido en la normativa vigente.

d. Parámetros de calidad del agua.

Tabla 2 | Resultados toma de muestra a la salida.

Informe análisis físico-químicos					
Parámetros	Unidad	Resultado	Lim. Max	Método	Incertidumbre del método
pH	UpH	7,80	6-9	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 0,95 %
DQO	mg/L	551	200	PRO TEC 014 / APHA 6220D	±14,1 %
DBO ₅	mg/L	267,25	100	PA-45.00	
Aceites y grasas	mg/L	267,25	30,0	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	±18,02 %
TPH***	mg/L	<0,98	20,0	PA- 10.00	
Materia Flotante**	Visual	Presencia	Ausencia	PRO TEC 038 / VISUAL	
Solidos Totales	mg/L	613	1600	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	±2,29 %
Informe análisis microbiológico					
Parámetros	Unidad	Resultado	Lim. Max	Método	Incertidumbre del método
Coliformes Fecales***	NMP/100mL	14,0	2000	PA-66.00	

Los resultados que expresan los parámetros DQO: 551 mg/L y DBO₅: 267,25 mg/L no cumplen con lo establecido en la normativa, mientras que el pH: 7,80 UpH; Aceites y grasas: <0,98 mg/L; TPH: <0,15 mg/L; Material flotante: presencia visual; Solido totales: 613 mg/L, están dentro del límite máximo de cumplimiento.

e. Análisis de Resultados.

Para analizar la información se empleó los siguientes criterios:

f. Escala de valoración de impactos (Tabla 3).

Tabla 3 | Resultado de impactos.

Calificación	Magnitud		Importancia		Evaluación Preliminar de riesgos		Valoración preliminar de impactos	
	Intensidad (Int)	Afectación (Afe)	Duración (Dur)	Influencia (Inf)	Probabilidad (Pro)	Consecuencia (Con)	Calificación Media	Criterio
1	Baja	Baja	Temporal	Puntual	Baja	Leve	1	Ignorable
2	Media	Media	Media	Local	Posible	Grave	2	Recuperable
3	Alta	Alta	Permanente	Regional	Alta	Fatal	3	Irrecuperable

g. Matriz de valoración de impactos (Tabla 4).

El impacto ambiental se evaluó en base a los parámetros establecidos en la normativa vigentes.

Tabla 4 | Valores de impacto.

Impactos	Magnitud		Importancia		Riesgos		Valor de Impacto	Comentario
	Int	Afe	Dur	Inf	Pro	Con		
Obstrucción del tamiz de retención de sólidos – Proliferación de vectores.	2	2	3	1	2	2	2	Recuperable
Presencia de sólidos, nata, grasas, material flotante y mal olor – Proliferación de vectores.	2	2	3	1	2	2	2	Recuperable
Aireador superficial en mal estado, afectación en las aspas por presencia de solidos (huesos) - Eficiencia baja de la Planta de Tratamiento.	2	2	3	1	2	2	2	Recuperable
Bombas sumergibles en mal estado – Eficiencia baja de la Planta de Tratamiento.	2	2	3	1	2	2	2	Recuperable
Alteración a la calidad del agua, por sobrepasar los límites máximos permisibles de DQO – Incumplimiento a la Normativa Ambiental Vigente.	2	2	3	1	2	2	2	Recuperable
Alteración a la calidad del agua, por sobrepasar los límites máximos permisibles de DQO - Incumplimiento a la Normativa Ambiental Vigente.	2	2	3	1	2	2	2	Recuperable

h. Aplicación de medidas sucesivas a la planta de aguas residuales por parte de la Jefatura de Medio Ambiente.

Los criterios utilizados, en base a los cuales decidimos que es posible controlar, mitigar y prevenir los efectos antes mencionados en la planta de tratamiento de agua del matadero mediante medidas correctivas (Figura 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).



Figura 6 | Instalación del sistema de trampa de grasas Bombas sumergibles echadas a perder por falta de mantenimiento.



Figura 7 | Instalaciones hidráulicas.



Figura 8 | Colocación de bombas sumergibles en el tanque de homogenización.



Figura 9 | Observación y mantenimiento del sistema eléctrico.



Figura 10 | Colocación de bombas de dosificación química.



Figura 11 | Instalación del sistema deflector al ingreso y salida del reactor aerobio.



Figura 12 | Implementación de sistema de bombeo para evaluación de lodos.



Figura 13 | Implementación de sistema deflector al ingreso y salida del tanque sedimentador primario.



Figura 14 | Implementación de sistema de dosificación de cloro y colocación de sistema deflector en la cámara de contacto.



Figura 15 | Planta de tratamiento en óptimas condiciones de funcionamiento.

Al implementar las respectivas medidas correctivas a la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal, centro de faenamiento, se puede constatar que se ha mejorado la eficiencia del sistema, se ha controlado y aliviado la propagación de vectores, malos olores y se ha dado cumplimiento a los requisitos planteados por la normativa ambiental vigente, sobre los límites para la descarga de aguas residuales a

cuerpos de agua dulce mediante análisis de calidad del agua, en referencia al Acuerdo Ministerial 097A (Tabla 5).

- i. Interpretación de los datos en referencia a los monitoreos de calidad de agua realizado en el año 2021.

Tabla 5 | Toma de muestra a la entrada.

Ensayo	Unidad	Resultado	Incertidumbre (k=2)	Método/ norma	Valor límite permisible
Grasas y aceites	mg/L	36,7	±3 %	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2027,5520 B	-
Cloruros	mg/L	48,0	±10 %	PE/AL/27 Standard Methods ed.23.2017 4500Cl-C	-
Coliformes fecales	NMP/100mL	280 000	-	PE/AL/24 Standard Methods d.23.2017 9221E/9221C	-
Fenoles	mg/L	0,023	±12 %	PE/AL/06 Standard Methods Ed.23.2017 5220D	-
Demanda química de oxígeno	mg/L	1500	±7 %	PE/AL/05 Standard Methods Ed.23.2017 5220D	-
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	mg/L	800	±10 %	PE/AL/28 Standard Methods. Ed.23.2017 5210B HACH, Method 8166	-
Fosforo total	mg/L	10,12	±12 %	PE-AL-38 Standard Methods Ed.23.2017 APHA 4500-P B5 APHA 4500-P C	-
Hidrocarburos totales	mg/L	<0,2	±28 %	PE/AL/12 TNRCC – 1005, Rev.03, 2001	-
Materia flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI-2000	-
Nitrógeno amoniacal	mg/L	>7,63	±3 %	PE-AL-39 EPA Water Waste N350.2, 1974	-
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	113,81	± 8 %	PE-AL-42 Standard Methods Ed.23.2017, 4500-N org C	-
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	7,61	±0,2	PE/AL/03 Standard Methods d.23.2017 4500 H+B	-
Solidos suspendidos totales	mg/L	252	±29 %	PE-AL-44 Standard Methods Ed.23.2017 2540 D	-
Salidos totales	mg/L	1436	±7 %	PE/AL/07 Standard Methods Ed. 23.2017 2540B	-
Sulfatos	mg/L	<10,20	±16 %	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO ₄	-
Tensoactivos	mg/L	0,052	±15 %	PE-AL-45 Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C	-

Los resultados obtenidos significan que la calidad del agua proveniente del camal municipal está dentro del rango prescrito en el Acuerdo Ministerial 097A.

El análisis de los resultados demuestra: pH 7,61; Grasas y Aceites: 36,7 g/L; Mariales Flotantes: Ausencia; Solidos Totales: 1 436 mg/L; DQO: 1 500 mg/L y DBO₅: 800 mg/L, están dentro de la normativa.

Tabla 6 | Resultados toma de muestra a la salida.

Ensayo	Unidad	Resultado	Incertidumbre (k=2)	Método/ norma	Valor límite permisible
Grasas y aceites	mg/L	3,6	±11 %	Pe-al-34 standard methods ed.23.2017,5520 B	-
Cloruros	mg/L	90	±10 %	Pe/al/27 standard methods ed.23. 2017 4500CL-C	-
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1,8	-	PE/AL/24 standard methods ed.23.2017 9221E/9221C	-
Fenoles	mg/L	<0,02	±12 %	PE/AL/06 Standard Methods Ed.23.2017 5530C	-
Demanda química de oxígeno	mg/L	157	±11 %	PE/AL/05 Standard Methods Ed.23.2017 5220D	-
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	<2	±23 %	PE/AL/28 Standard Methods Ed.23.2017 5210B HACH, Method 8166	-
Fósforo total	mg/L	<1,63	±19 %	PE-AL—38 Standard Methods d.23.1017 APHA 4500-P B5 APHA 4500-P C	-
Hidrocarburos totales	mg/L	<0,2	±28 %	PE/AL/12 TNRCC. 1005, Rev. 03,2001	-
Materia flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI-2000	-
Nitrógeno amoniacal	mg/L	>7.63	±3 %	PE-AL-39 EPA Waster Waste N ^a 350.2, 1974	-
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	75,98	±8 %	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017, 4500-N org C	-
Potencial hidrogeno	Unidades de pH	4,57	±0,2	PA/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	-
Solidos suspendidos totales	mg/L	<52	±29 %	PE-AL-44 Standard Methods Ed.23.2017 2540 D	-
Solidos totales	mg/L	1120	±7 %	PE/AL/07 Standard Methods Ed.23.2017 2540 D	-
Sulfatos	mg/L	510	±10 %	PE/AL/25 Standard Methods ed.23.2017 4500 SO ₄	-
Tensoactivos	mg/L	<0,05	±15 %	PE-AL-45 Standard Methods Ed.23.2017 5540 C	-

- j. Análisis de datos en referencia a los monitoreos de calidad de agua realizado en el año 2021.

Los resultados obtenidos significan que la calidad del agua proveniente del camal municipal está dentro del rango prescrito en el Acuerdo Ministerial 097A (Tabla 6).

El resultado de los parámetros analizados: pH 4,57; rasa y Aceites: 3,6 mg/L; Materiales Flotantes: Ausencia; Solidos Totales: 1 120 mg/L; DQO: 157 mg/L; DBO5: <2 mg/L, están dentro de los límites establecidos en la normativa vigente.

La eficiencia de la planta de tratamiento de agua residual en el camal municipal de Baños de Agua Santa es fundamental para garantizar la protección del medio ambiente y salud pública. La evaluación de la eficiencia asegurar que se están cumpliendo los estándares de calidad de agua establecidos por la normativa vigente para así ser devuelto el agua tratada al medio ambiente de forma segura.

Previo a la interpretación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el año 2023 se concluye de manera puntual que, en el año 2016, no cumple con lo establecido en la normativa ambiental vigente. En los siguientes parámetros DBO₅, DQO, debido a que el sistema de tratamiento, en sus diferentes módulos de tratamiento tenía inconvenientes en el funcionamiento de varios equipos.

En base a esta problemática la municipalidad en el año 2021. Realiza el mantenimiento preventivo de la PTAR. Implementando equipos como el sistema de trapa de grasas, instalaciones hidráulica, bombas sumergibles, bombas de dosificación química, sistema deflector al ingreso y salida dl reactor aerobio, sistema de bombeo para evaluación de lodos, sistema deflector al ingreso y salida del tanque sedimentador primario, sistema de dosificación d cloro, sistema deflector e la cámara de contacto, para posteriormente realizar el monitoreo de análisis Físico, Químico y Microbiológico; obteniendo resultados que cumplen lo establecido en la normativa.

4. Conclusiones

Contribuciones de los autores	Denise Katherine Tulmo Vasco: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada Samaniego Guzmán Edison Oswaldo: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada
Conflicto de intereses de los autores	Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias Bibliográficas

Ecuador. Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, REFORMA LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, Boletín Oficial del Estado, 4 d noviembre de 2015, núm.184, p.21

FAO. 2020. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2020. Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura. Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: El Agua como eje fundamental para la seguridad alimentaria. Fao.org [en línea], [sin fecha]. [consulta: 22 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/fr/c/1376720/>.

Riveros Rojas, Amador. "Eficiencia del sistema TOHÁ y Canal de Fito depuración en la reducción de la DBO₅, DQO y SST de aguas residuales provenientes del Camal Municipal de la Provincia de Calca-Cusco 2021". Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021.

León, Carlos. Jefatura de medio ambiente. Baños de Agua Santa. 2023

LA, M., [sin fecha]. Tratamiento de Aguas Residuales. Belzona.com [en línea]. [consulta: 11 marzo 2024]. Disponible en: https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf.

Tina, R. et al Luis F, Guzmán. Guía para la toma de muestras de agua residual. La Paz-Periagua, 2015. ISBN 978-99974-47-91-3

Jara, C. Laboratorio Labcestta

León, Carlos. Jefatura de medio ambiente. Baños de Agua Santa. 2024

Laboratorio Lacquanalisis S.A

(S/f). Gob.ec. Recuperado el 26 de marzo de 2024, de https://municipiobanos.gob.ec/banos/images/LOTAIP2021/marzo2021/PUGS_2019-2031.pdf

Cantón Baños (Ecuador). (s/f). Ecured.cu. Recuperado el 22 de marzo de 2024, de

[https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Ba%C3%B1os_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Ba%C3%B1os_(Ecuador))

Isiyaka, H. A., Mustapha, A., Juahir, H. y Phil-Eze, P. (2019). Water quality modelling using artificial neural network and multivariate statistical techniques. *Modeling Earth Systems and Environment.*, 5, 583-593 doi: 10.1007/s40808-018-0551-9

Uddin, M. G., Nash, S. y Olbert, A. I. (2021). A review of water quality index models and their use for

assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, 122(107218). doi:

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107218>.

Paitan, M.; Sifuentes, G. 2018. Remoción de contaminantes de aguas residuales de un matadero de equinos por el método de electrocoagulación a nivel laboratorio. Trabajo para optar al título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. 91 pp.