



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén – Cajamarca 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Sánchez Cabrera Anthony Roller (ORCID: 0000-0001-9555-1363)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi hijo Kaled quien es el motivo para seguir adelante y cumplir con mis objetivos, a mi pareja Karla quien me apoyo en todo momento, a mis padres por apoyarme en mi educación y a mi familia en general por todo el apoyo brindado, a mis profesores por la enseñanza que me brindaron, a mi asesor Dr. Gerardo Cancho por guiarme en este trabajo, a mis amigos y futuros colegas que me alentaron a seguir adelante.

Espero con estas palabras, expresar mi agradecimiento con todos los que fueron parte durante el desarrollo de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Gerardo Cancho Zuñiga asesor de mi tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

A mis familiares y amigos por su apoyo moral que me brindaron durante todo el proceso de la presente tesis.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo de investigación.

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	------------------------------------	---

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **Sánchez Cabrera Anthony Roller**

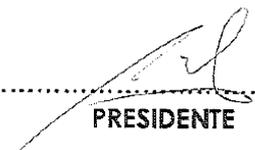
Cuyo título es:

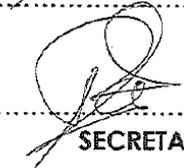
**"Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén – Cajamarca 2019"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

...../6..... (número) .....Dieciséis..... (letras).

Lugar y fecha .....19-07-2019.....

  
.....  
**PRESIDENTE**  
Mg. Benites Zuñiga José Luis

  
.....  
**SECRETARIO**  
Mg. Padilla Pichen Santos Ricardo

  
.....  
**VOCAL**  
Dr. Cancho Zuñiga Gerardo Enrique

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Anthony Roller Sánchez Cabrera, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI 47772975, con tesis titulada “Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén – Cajamarca 2019”.

.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesina no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 19 de Julio del 2019



---

Anthony Roller Sánchez Cabrera

DNI 47772975

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO .....	15
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
2.2. Operacionalización de variables .....	17
2.3. Población y muestra.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
2.5. Procedimiento .....	19
2.6. Métodos de análisis de datos.....	25
2.7. Aspectos éticos.....	25
III. RESULTADOS .....	26
IV. DISCUSIÓN.....	40
V. CONCLUSIONES .....	42
VI. RECOMENDACIONES .....	44
REFERENCIAS .....	46
ANEXOS .....	50

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la provincia de Jaén. La PTAR actualmente consta con el proceso de lagunas de estabilización, mediante la investigación en campo se ha demostrado que este proceso de tratamiento no está cumpliendo con la remoción de los contaminantes presentes en el agua residual es por ello que se plantea el sistema de lodos activados con el fin de optimizar el tratamiento de las aguas residuales.

Para demostrar la optimización de la PATAR mediante el sistema de lodos activados se ha realizado el análisis y comparación con tres tipos de procesos de tratamientos comparando sus ventajas y desventajas, así como el porcentaje de remoción de los parámetros contaminantes presentes en el agua residual del agua residual.

Mediante el análisis comparativo se ha llegado a la conclusión de que el sistema de lodos activados es el mejor proceso de tratamiento para PTAR de la provincia de Jaén permitiendo mejorar la problemática que actualmente existe.

### **Palabras clave**

Planta de tratamiento de aguas residuales, sistema de lodos activados, DBO, DQO, coliformes fecales.

## **ABSTRACT**

The objective of this research work is to optimize the wastewater treatment plant (WWTP) in the province of Jaén. The WWTP currently consists of the process of stabilization ponds, through field research it has been shown that this treatment process is not complying with the removal of contaminants present in the wastewater, which is why the activated sludge system is considered. in order to optimize the treatment of wastewater.

To demonstrate the optimization of the PATAR through the activated sludge system, the analysis and comparison with three types of treatment processes has been carried out, comparing their advantages and disadvantages, as well as the percentage of removal of the contaminant parameters present in the wastewater of the water. residual.

By means of the comparative analysis, it has been concluded that the activated sludge system is the best treatment process for WWTP in the province of Jaén allowing to improve the problem that currently exists.

### **Keywords**

Wastewater treatment plant, activated sludge system, BOD, COD, fecal coliforms.

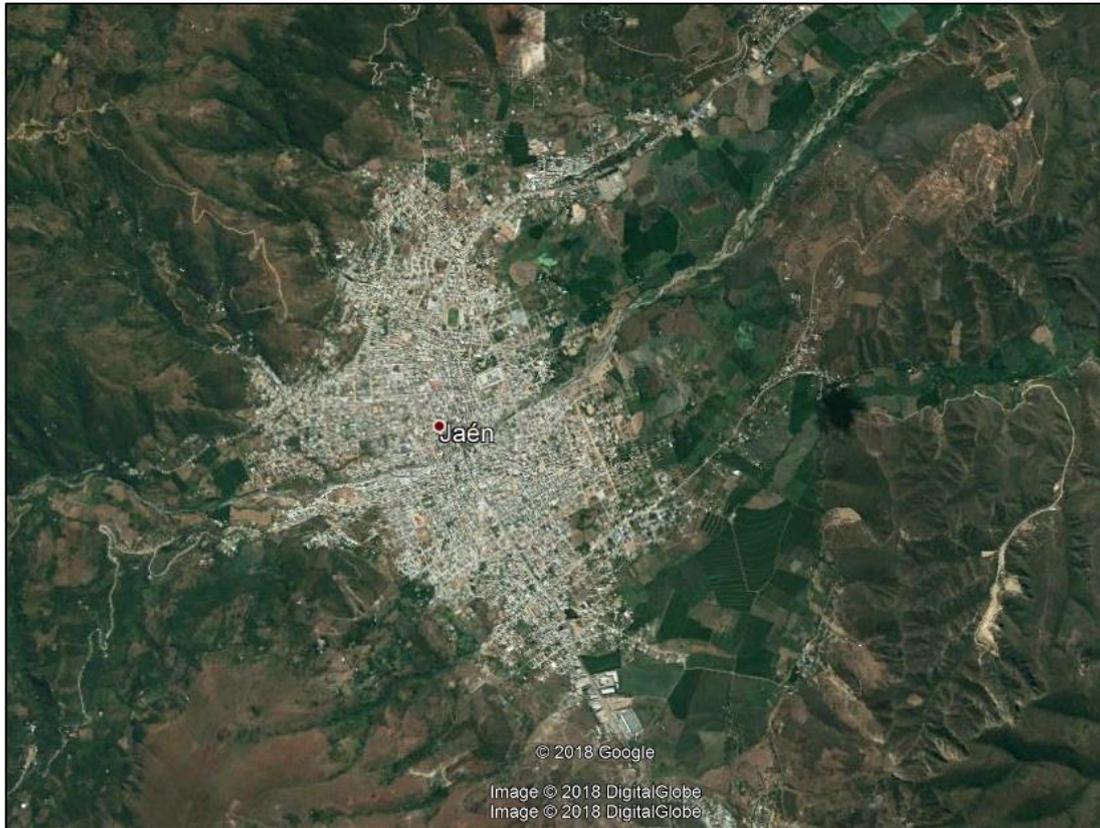
## **I. INTRODUCCIÓN**

## **Realidad problemática**

En nuestro país el problema más común que se presentan en provincias es el insuficiente y en algunos casos inexistentes tratamiento que reciben las aguas residuales que provienen de las ciudades, descargando las aguas contaminadas directamente a los ríos y quebradas, generando así un gran impacto ambiental totalmente negativo. El presente estudio de investigación se localiza en la ciudad de Jaén perteneciente al departamento de Cajamarca.

La provincia de Jaén es una de las trece provincias que conforman el departamento de Cajamarca y tiene una extensión territorial de 5,232.57 km cuadrados que representa el 15,4 % del total departamental. Jaén limita por el norte con la provincia de San Ignacio, por el sureste y sur con la provincia de Cutervo, por el suroeste con la provincia de Ferreñafe y Lambayeque, por el este con la provincia de Bagua y Utcubamba y por el oeste con la provincia de Huancabamba.

La provincia tiene una población actual estimada de 198,354 habitantes. Mientras que la ciudad de Jaén, capital de la provincia, cuenta con 150,371 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI Perú 2012), la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) existente tiene 16 años de antigüedad lo que nos lleva a determinar que no está cumpliendo adecuadamente su función debido a que el año en el que fue diseñado el número de habitantes era inferior al actual, es decir que su población a aumentando considerablemente saturando así la capacidad de tratamiento. La PTAR se encuentra a 5 Km de la provincia de Jaén a una altura de 622 m.s.n.m.



*Figura 1. Ciudad de Jaén*

La PTAR de la ciudad de Jaén consta de 3 baterías facultativas, cada batería con 2 lagunas de estabilización, de las cuales 2 baterías fueron creadas en el 2003 y una ha sido creada en el 2012.

Las baterías facultativas creadas en el 2003 cuentan con el sistema aeróbico y anaeróbico a la vez. El proceso aeróbico se desarrolla a un metro de profundidad desde el espejo de agua, en el resto de la profundidad se realiza el proceso anaeróbico, el proceso inicia con la llegada del agua residual a estas baterías, esta agua tiene una carga baja de bacterias las cuales van aumentando exponencialmente en la laguna, las bacterias son las que digieren los desechos biológicos de manera que si la carga de bacterias no aumenta va haber mayor cantidad de solidos asentados en el fondo. Las bacterias desdoblan la materia orgánica y lo transforman en metano, CO<sub>2</sub> y ácido sulfhídrico. La problemática surge en estas baterías ya que están colapsadas por que han sido diseñadas para una capacidad de 55 l/s y actualmente están ingresando 150 l/s, además también ingresa material grueso lo que reduce el volumen y tiempo de retención lo cual no permite el aumento de la carga de bacterias ocasionado una

deficiencia en la descomposición de la materia orgánica. El agua de estas 2 baterías descarga en la quebrada de Tumbillán y en el río Amojú a través de un canal.

La batería creada en el 2012 cuenta con geomembranas que funcionan correctamente y llevan un control en el ingreso de agua, a esta batería llega el agua decantada y hay algas que ayudan a purificar el agua además de vida acuática. El material que está en suspensión se retira todos los días, se deja drenar y secar para luego ser trasladado a un relleno sanitario.



*Figura 2.* PTAR de Jaén

La PTAR es controlada por la EPS MARAÑÓN S.R.L, la misma que fue sancionada el 14 de junio del 2018 por SUNASS (Super Intendencia Nacional de Servicios de Saneamiento) mediante la resolución N° 068-2018-SUNASS-GG dicha sanción se debe a que la EPS MARAÑÓN incumplió la medida correctiva N° 1, referido a:

- i. Monitorear la calidad del afluente y efluente de la PTAR.
- ii. Registrar las observaciones en las lagunas de estabilización de la PTAR.
- iii. Ejecutar el programa de mantenimiento de las unidades de tratamiento de la PTAR.

Esta sanción demuestra que la PTAR de la provincia de Jaen tiene un funcionamiento ineficiente es por ello que en la actual tesis se plantea la optimización de la PTAR existente, utilizando el sistema de lodos activados ya que este sistema es ideal para tratar aguas residuales de ciudades con poblaciones como la de la provincia de Jaén, además de tener un eficiente tratamiento capaz de reducir los agentes contaminantes.

A este sistema lo conforman una serie de unidades, cada unidad esta encargada de retirar distintos tipos de contaminantes esto permite que la descarga del efluente no rompa el equilibrio del cuerpo receptor. El tratamiento de aguas residuales por el sistema de lodos activados también nos permite reusar el agua en ciertas actividades como el regadío de áreas verdes entre otros.

## **Trabajos previos**

### **Antecedentes nacionales**

(CEDRÓN Medina, y otros, 2017), en su tesis “Diagnostico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución”. La investigación, determino que las PTAR existentes no logran descontaminar el afluente, por otro lado son tres las PTAR existentes lo que genera que su funcionamiento sea costoso, por ello se propone juntar el Tratamiento de las en una sola PTAR cuyo diseño ha sido propuesto en el estudio, la cual cuenta con la tecnología adecuada para la mitigación del impacto ambiental y la reutilización de sus aguas en el riego de sus jardines.

(LOPEZ Hernandez, y otros, 2015), en su tesis “Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo La Libertad”. La investigación dio a conocer que el distrito de la esperanza usa 36 m<sup>3</sup> de agua potable para alimentar sus áreas verdes, para ello plantearon dos tipos de tratamiento cuyos costos para su construcción también han sido estimado en el estudio. El proyecto elaborado contribuirá al regadio de áreas verdes con un menor costo ya que se realizará con agua residual tratada, minimizando el impacto ambiental, así como también reduciendo el costo por el gasto en agua potable para regar los parques y jardines.

(AROCUTIPA Lorenzo, 2013), en su tesis “Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de alto Inambari – Sandia”. El estudio demostró que el inadecuado proceso de tratamiento en la ciudad hace que los pobladores estén propensos a sufrir enfermedades gastro intestinales y efecto contagiosas.

Además, se conoció que los parámetros de DBO y DQO en el efluente superan en más del doble de lo establecido en los LMP por el D.S.003-2010-MINAM. Este estudio concluyo que el funcionamiento del sistema de lagunas de estabilización con el que cuentan es deficiente por lo que ya cumplió su vida útil y por la falta de mantenimiento, es por ello que se plantea la propuesta técnica de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica.

(LÓPEZ Mestanza, 2018), en su tesis “mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito El Alto, Talara Piura”. El estudio dio a conocer que el distrito El Alto posee dos lagunas de oxidación que se encuentran en malas condiciones resultado del aumento de los pobladores saturando el volumen de almacenamiento de las referidas lagunas, ocasionando el revalsamiento de dichas aguas hacia áreas privadas y terrenos aledaños provocando un mortal daño para la salud pública y el medio ambiente. El estudio plantea rediseñar la PTAR instalando el sistema de lagunaje anaeróbica – facultativa y maduración para tratar de una manera eficiente la depuración de aguas residuales lo cual permitió reducir los parámetros del efluente tales como DBO, DQO y Coliformes Fecales muy por debajo de las normas establecidas.

(ESPINOZA Paz, 2010), en su tesis “Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores”. El estudio dio a conocer que las lagunas de San Juan de Miraflores fueron diseñadas en los años 60, inicialmente con una capacidad promedio de 160 l/s y al año 1998 recibían un caudal estimado de 450 l/s, esto llevo a plantear un nuevo proceso de tratamiento, la alternativa elegida fue la de lagunas aireadas. Mediante resultados obtenidos de un análisis efectuado al nuevo sistema, se comprobó que la planta se encuentra funcionando eficientemente y se está cumpliendo con los requisitos proyectados para la calidad del efluente.

### **Antecedentes internacionales**

(GALEANO Nieto, y otros, 2016), en su tesis “Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Vélez - Santander”. La investigación dio a conocer que el municipio de Vélez no tiene un tratamiento de sus aguas residuales (PTAR), esto genera que las aguas residuales ingresen directamente a un cuerpo receptor sin ningún tratamiento, para ello se realizó el diseño de una PTAR, la que permitirá reducir la contaminación, dicha PTAR está diseñada para una población proyectada para el año 2041.

(MORÁN Villela, 2014), en su tesis “Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz”, se planteó como objetivo hacer el diseño de una PTAR. El estudio demostró que el proceso de tratamiento tendrá un 88.62% de eficiencia en la remoción de la materia contaminante.

(HUARTOS Toro, 2018), en su tesis “Análisis comparativo de tecnologías aerobias y anaerobias para el tratamiento de aguas residuales urbanas”. En el estudio se realizó una comparación de diferentes procesos de tratamiento basándose en la capacidad de remoción DBO, DQO y SST, entre otros, así como también demostrando sus ventajas y desventajas de cada proceso.

(RUSTUM, 2009), En su estudio “Modelamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales de lodos activados que utilizan técnicas de inteligencia artificial”, se propuso el objetivo de proporcionar un enfoque sistemático y completo para el desarrollo de técnicas de inteligencia artificial en el modelado y monitoreo de las PTAR de lodos activados y mostrar el potencial de los sistemas híbridos de estas técnicas para enfrentar la complejidad e incertidumbre en el proceso. La investigación demostró la factibilidad del uso de técnicas de inteligencia artificial para modelar la naturaleza compleja del tratamiento de aguas residuales con el sistema lodos activado. Debido a que estas herramientas son esencialmente basadas en datos y no requieren una especificación a priori de la forma matemática de los procesos. El trabajo ha desarrollado un sensor de software para el DBO. Al contrario de la demora habitual de 5 días de las técnicas tradicionales de bioensayo de DBO5, el sensor del software produce una estimación casi instantánea de DBO5 utilizando parámetros de calidad del agua simples y fácilmente disponibles.

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Según (CUIDO EL AGUA). Es un conjunto de estructuras donde las aguas residuales eliminan todos sus contaminantes lo cual la convierte en apta para verterla en un cuerpo receptor natural o para reutilizarla en otras actividades a excepción del consumo humano.

## **Aguas Residuales**

Según, (AROCUTIPA Lorenzo, 2013). Se le conoce como aguas servidas a las que se generan posterior al uso doméstico o industrial. Son residuales porque después de ser usada son un residuo que elimina al drenaje.

Llamamos aguas residuales a aquellas que son eliminadas después de haberles dado uso en las viviendas o en las industrias y que posteriormente son eliminadas a las redes sanitarias. Estas aguas pueden contener elementos tóxicos como materia fecal y orina de seres humanos, considerándose también como el producto de la eliminación de las que han sido usadas debido a las actividades cotidianas de subsistencia humana, las que arrastran consigo aceites, detergentes, materia orgánica.

Lo más adecuado es que estas aguas residuales antes de ser descargadas en un cuerpo receptor deben de ser tratadas. El nivel de tratamiento depende de los LMP del cuerpo receptor es decir que las aguas ya tratadas deben de cumplir con dichos límites establecidos por el cuerpo receptor.

## **Características de las aguas residuales**

### **Características físicas**

Las características físicas que tienen mayor importancia son el contenido total de sólidos, olor y temperatura.

#### **Sólidos totales (ST)**

Son aquellos residuos que se mantienen después de haber sometido la muestra de agua residual a temperaturas entre 103 °C a 105 °C para lograr su evaporación.

#### **Sólidos suspendidos totales (SST)**

Estos sólidos son una pequeña parte de los sólidos totales (ST), se encuentran mediante un filtro que tiene un tamaño específico cuya función es retener a los sólidos suspendidos totales después de haber secado la muestra de agua residual.

#### **Olor**

El olor que emana de las aguas residuales se genera por una diversidad de compuestos que tienen un olor desagradable, el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) es uno de estos compuestos, este

gas tiene un olor característico a huevos podridos además de ser altamente tóxico e inflamable, el H<sub>2</sub>S es el causante de varias muertes generalmente de personas que trabajan en alcantarillas ya que en grandes concentraciones llega a ser inodoro. (DIGESA, 2005).

## **Temperatura**

Según, (DIGESA, 2005):

la temperatura de las aguas residuales es mayor a la del ambiente a excepción de los meses calurosos, esto se debe al ingreso de aguas calientes que provienen del resultado después del uso doméstico o industrial. Medir este parámetro es de gran importancia, esto se debe a que en el momento de la descontaminación se usan procesos de carácter biológicos que dependen de la temperatura.

La temperatura del agua influye en las reacciones químicas y velocidad de reacción, la vida presente en el agua, así como también a los procesos biológicos del sistema de tratamiento.

## **Características químicas**

### **PH**

El intervalo adecuado de pH para que la purificación con cloro sea eficaz, tiene que ser menor a 7, las aguas residuales con parámetros superiores tienen un procedimiento de mayor complejidad. Si el pH del efluente no está dentro de los valores establecidos puede alterar el pH del cuerpo receptor. (DIGESA, 2005).

### **Cloruros**

Según (DIGESA, 2005):

Este parámetro químico ocasiona el incremento de la corrosividad del agua. Cuando los cloruros se encuentran en grandes cantidades y no permite que el agua sea utilizada para el consumo humano, así como también puede envenenar la vegetación aledaña. Una persona produce 6 gr. de cloruros por día mediante el excremento.

El cloruro en gran cantidad puede ser perjudicial para las conducciones y estructuras metálicas, así como también para la vegetación.

## **Características biológicas**

### **Coliformes totales**

Estos se encuentran en el excremento y también en el medio ambiente, por ejemplo, en suelos, aguas ricas en nutrientes, materias vegetales en descomposición, es debido a ello que se encuentran presentes en el agua residual. (DIGESA, 2005).

### **Bacterias**

Gran parte de las bacterias no presentan riesgo alguno en la flora intestinal, pero cuando una persona está infectada al momento de realizar sus deposiciones fecales, en las heces están presentes una variedad de bacterias patógenas, es así como estas ingresan a las redes sanitarias contaminando las aguas residuales. El grupo de bacterias que por lo general se encuentran en el aguas residuales son las del género Shigella, Salmonella y Escherichia coli. (DIGESA, 2005).

### **Protozoos**

Gran parte de las enfermedades que afectan a la población y en especial a aquellas personas que presentan deficiencias en el sistema inmunológico, se debe a estos organismos conocidos como protozoos, entre ellos se encuentran los protozoarios Cyclospora cayetanensis, Giardia intestinalis y Cryptosporidium parvum. Es muy común la presencia de estos protozoos en el agua residual. (DIGESA, 2005).

### **Virus**

Según, (DIGESA, 2005):

Estos microorganismos pueden encontrar adecuadas condiciones en el agua residual para que puedan reproducirse, según los estudios se ha podido detectar la presencia de alrededor 100 tipos diferentes de virus cada uno con la capacidad de transferir algún tipo de padecimiento.

Estos virus se reproducen en la flora intestinal de las personas que están infectadas y estas personas después de realizar sus deposiciones fecales logran expulsarlos, es así como logran un incremento masivo.

## **Materia orgánica presente**

### **Demanda química de oxígeno (DQO)**

Según (DIGESA, 2005), es la dosis necesaria de oxígeno que la materia orgánica e inorgánica necesita para que se pueda producir la oxidación química.

### **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

Según la definición de la norma OS. 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, (DBO) es la dosis necesaria de oxígeno para que los microorganismos puedan estabilizar la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).

### **Grasas y aceites**

Según, (MORÁN Villela, 2014) para saber la cantidad de grasas y aceites es necesario extraer una muestra con residuo de triclorotrifluoroetano, este es el solvente recomendado.

La presencia de grasas y aceites genera muchos problemas en el reactor biológico debido a que se acumula en la superficie dificultando la transferencia de oxígeno.

## **Formulación del problema**

### **Problema General**

¿De qué manera se optimizará la planta tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén – Cajamarca?

### **Problemas Específicos**

¿De qué manera las características biológicas se optimizan mediante el sistema de lodos activados?

¿De qué manera la materia orgánica se optimiza mediante el sistema de lodos activados?

¿De qué manera las características físicas se optimizan mediante el sistema de lodos activados?

## **Justificación del estudio**

### **Teórica**

Ofrecer una contribución teórica en cuanto al tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados, para la provincia de Jaén.

### **Legal**

En el marco legal peruano se define los parámetros y valores relevantes para la construcción y operación de PTAR:

- RNE. Norma OS 090. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Valores máximos admisibles (VMA) establecidos en el Decreto Supremo N.º 021-2009-VIVIENDA y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N.º 003-2011-VIVIENDA.
- Límites máximos permisibles (LMP) para vertimientos a cuerpos de agua establecidos en el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM.
- Estándares de calidad de agua (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM.
- Límites máximos permisibles para el reúso de agua tratada.

## **Económica**

Mediante el tratamiento de aguas residuales por el sistema de lodos activados, es posible el reúso del agua, la cual puede ser utilizada para el regadío de los cultivos convirtiéndose en una opción económicamente factible ya que por la zona abunda el sembrío de arroz, cultivo que necesita estar totalmente inundado para su crecimiento lo que demanda gran cantidad de agua.

## **Ambiental**

El presente estudio de investigación permite la reutilización del agua residual de tal manera que contribuye positivamente al medio ambiente ya que el agua liberada hacia el cuerpo receptor va a estar libre de los agentes contaminantes protegiendo así las especies acuáticas.

## **. Hipótesis**

### **Hipótesis General**

Se optimiza la planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activado de la provincia de Jaén.

### **Hipótesis Específicas**

Se optimizan las características biológicas mediante el sistema de lodos activados.

Se optimiza la materia orgánica mediante el sistema de lodos activados.

Se optimizan las características físicas mediante el sistema de lodos activados.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Demostrar la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén - Cajamarca.

### **Objetivos específicos**

Demostrar la optimización de las características biológicas mediante el sistema de lodos activados.

Demostrar la optimización de la materia orgánica mediante el sistema de lodos activados.

Demostrar la optimización de las características físicas mediante el sistema de lodos activados.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Tipo y diseño de investigación**

### **Tipo de investigación**

Según (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012), el Tipo de Investigación se refiere aquella forma de situar la investigación al igual la recopilación de la información y referencias necesaria.

El actual tema de investigación se ubicó en el tipo “aplicada”, porque se consultaron varias fuentes de información esto ayudo a que los conocimientos adquiridos sean aplicados, teniendo en cuenta que el objetivo del estudio es obtener resultados que puedan contribuir a la solución de la problemática.

### **Diseño de investigación**

Según (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012), mencionan que el diseño de la investigación es aquella que se toma para permitir argumentar a las dudas o problemas actuales en el estudio.

El presente estudio, se ubica en el diseño “experimental”, porque se manipularán las variables, así mismo mediremos el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente.

## 2.2. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Es un conjunto de estructuras donde las aguas residuales eliminan todos sus contaminantes lo cual la convierte en apta para verterla en un cuerpo receptor natural o para reutilizarla en otras actividades a excepción del consumo humano.	La variable planta de tratamiento de aguas residuales presenta dos dimensiones.	CALIDAD DEL AGUA	REUTILIZACIÓN
				LMP
			CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	SST
				HIDROGENO DE SULFURO
SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS	Es un procedimiento de carácter biológico, a la cual se le conoce como bioproceso, este proceso permite una depuración de origen natural donde los microorganismos descontaminan el agua residual.	La variable sistema de lodos activados presenta dos dimensiones.	MATERIA ORGÁNICA	DBO
				DQO
			CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	COLIFORMES FECALES
				PARÁSITOS

## **2.3. Población y muestra**

### **Población**

Para el estudio se ha considerado como población a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de la región Cajamarca.

### **Muestra**

Para el estudio se ha tomado como muestra la PTAR ubicada en el sector de Tumbillán perteneciente a la ciudad de Jaén.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas para la recolección de datos**

Según (MORALES López, 2013) señala que las técnicas son las diferentes formas de adquirir la información.

En el presente estudio se analizará las propiedades químicas, biológicas, físicas y la materia orgánica, estos datos nos permitirán optimizar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados.

### **Instrumentos para la recolección de datos**

Para (ARIAS, 2012), son las herramientas necesarias para adquirir la información requerida por el investigador.

Para este proyecto de investigación se empleará la norma:

- OS.090 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Los instrumentos a usar en el presente estudio son de origen principalmente de tesis y de estudios realizados referentes al tema de investigación, así como también artículos de la web.

Se utilizará laboratorios especialistas en análisis de aguas residuales cuyos datos serán necesarios para la optimización de la PTAR.

## Validez y confiabilidad

Según (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2006), la validez de expertos es el nivel de eficacia en que un instrumento puede medir la variable en convenio con expertos en el tema. La validez de un instrumento de medición se determina sobre todos los tipos de evidencia. A mayor evidencia de validez de contenido, criterio y de constructo tenga un instrumento de medición, este se acercará crecidamente a describir las variables que pretende medir.

Para este proyecto de investigación se usará normas técnicas es por eso que no hay necesidad de la validación mediante el juicio de expertos ya que constituyen procedimientos estandarizados que tiene alcance nacional e internacional.

También se usará la ficha de recolección de datos la cual si requiere la validación de expertos.

## 2.5. Procedimiento

### Límites máximos permisibles

El 17 de marzo del 2010, el MINAM (Ministerio del Ambiente) aprobó los LMP para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM, es en este decreto en el que se indica los valores permisibles para los efluentes de las PTAR antes de ingresar al cuerpo receptor.

**Tabla 1.** Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS ACUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: decreto supremo N.º 003-2010-MINAM

SUNASS establece la frecuencia con la que se debe monitorear los parámetros de acuerdo al caudal que ingresa a la PTAR.

**Tabla 2.** *Parámetros y frecuencia del monitoreo de muestras de afluentes y efluentes de las PTAR.*

PARÁMETROS		FRECUENCIA DEL MONITOREO SEGÚN EL CAUDAL DE OPERACIÓN PROMEDIO ANUAL			
AFLUENTE	EFLUENTE	< 10 L/S	> 10 A 100 L/S	> 100 A 300 L/S	> 300 L/S
ACEITES Y GRASAS		ANUAL	SEMESTRAL	TRIMESTRAL	MESNUAL
COLIFORMES TERMOTOLERANTES					
DBO5					
DQO					
PH					
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN					
TEMPERATURA					
CAUDAL (LECTURA HORARIA O MÁS FRECUENTE)		1 POR SEMESTRE	1 POR TRIMESTRE	1 POR MES	DIARIA

Fuente: SUNASS, con base en la Resolución Ministerial N.º 273-2013-VIVIENDA

### Recolección de muestras de la PTAR existente

En base al DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM, se procedió a recolección de las muestras correspondientes al afluente y efluente de la PTAR existente cuyo sistema son las lagunas de estabilización para su posterior análisis, el objetivo es verificar la calidad de tratamiento que esta ofrece actualmente.

Para realizar los análisis se requirió los servicios del laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC, el mismo que facilito con los recipientes para la toma de muestras. para obtener un resultado certificado las muestras deben llegar en un plazo máximo de 24 horas después de su recolección al laboratorio.



*Figura 3.* Recipientes para la recolección de datos.

## Muestra del afluente

Según la Norma OS.090, afluente es el Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento. El afluente de la PTAR de la provincia de Jaén se encuentra a una altitud de 635 m.s.n.m en las coordenadas N:9371798; E:745995. Esta fue la primera muestra obtenida.

El objetivo de análisis del afluente es para determinar la carga contaminante que está ingresando a la PTAR.



*Figura 4.* Colocación de los guantes de protección previo a la recolección de la muestra.



*Figura 5.* Toma de muestra directamente del afluente.



*Figura 4.* Vertimiento de la muestra en los recipientes.

## Muestra del efluente

Según la Norma OS.090, Efluente se le denomina el agua residual tratada que sale de la planta de tratamiento. El efluente de la PTAR de la provincia de Jaén se encuentra a una altitud de 626 m.s.n.m en las coordenadas N:9371670; E:744214.



*Figura 5.* Toma de muestra del efluente.



*Figura 6.* Aplicación de gotas de ácido sulfúrico a la muestra.

El ácido sulfúrico permite preservar las muestras hasta su llega al laboratorio donde se le realizara los análisis, los parámetros que necesitan del ácido sulfúrico para su preservación son:

- Aceites y grasas
- Demanda Química de Oxígeno
- Nitrógeno amoniacal
- Nitrógeno orgánico

Los resultados de las muestras del afluente y el efluente nos ayudarán determinar la carga contaminante de la PTAR y la calidad del efluente que se vierte en el cuerpo receptor permitiendo hacer un análisis del estado actual de la PTAR de tal manera que si no se está cumpliendo los LMP se tendrá que optimizar el tratamiento por el sistema que se está proponiendo en este estudio (sistema de lodos activados).

**Tabla 3.** *Parámetros a analizar*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>N.º DE MUESTRAS</b>
Aceites y Grasas	mg/L	2
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	2
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O2 mg / L	2
Sólidos suspendidos totales	mg/L	2
Sólidos fijos y volátiles	mg/L	2
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac (NH3) /Amonio	NH3+ -N mg / L	2
Nitrógeno orgánico	NH3+ -N mg / L	2
Numeración de Coliformes Fecales	NMP/100mL	2
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	2
Huevos de Helmintos en aguas: Nemátodos	Huevos/L	2
Formas Parasitarias en Aguas	Organismo/L	2

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N.º 3 se detalla todos los parámetros cuyo resultado se obtendrá de las muestras analizadas en el laboratorio. El número de muestras son 2 debido a que se analizara en afluente y el efluente de la PTAR de la provincia de Jaén.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

Los datos serán analizados siguiendo los parámetros establecidos por las normas que rigen el tratamiento de las aguas residuales en el Perú.

## **2.7. Aspectos éticos**

El presente estudio de investigación se acoge completamente al derecho de autoría dando crédito a todas las fuentes usadas para realizar el presente estudio. El software Turnitin determinara la confiabilidad del estudio.

### **III. RESULTADOS**

## Resultado de ensayos del laboratorio

**Tabla 4.** Resultados de Afluente

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
Aceites y Grasas	mg/L	41.2
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	163
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O2 mg / L	315.7
Sólidos suspendidos totales	mg/L	168.1
Sólidos volátiles	mg/L	112.6
Sólidos fijos	mg/L	55.57
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac (NH3) /Amonio	NH3+ -N mg / L	13.94
Nitrógeno orgánico	NH3+ -N mg / L	15.43
Numeración de Coliformes Fecales	NMP/100mL	23 x 10 <sup>6</sup>
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	33 x 10 <sup>6</sup>
Huevos de Helmintos en aguas: Nemátodos	Huevos/L	11.5
Formas Parasitarias en Aguas	Organismo/L	1427

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 5. Resultados de Efluente.**

PARÁMETROS	UNIDAD	CANTIDAD
Aceites y Grasas	mg/L	8.5
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	47.6
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O2 mg / L	87.8
Sólidos suspendidos totales	mg/L	24.13
Sólidos volátiles	mg/L	20
Sólidos fijos	mg/L	4.13
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac (NH3) /Amonio	NH3+ -N mg / L	16.59
Nitrógeno orgánico	NH3+ -N mg / L	4.96
Numeración de Coliformes Fecales	NMP/100mL	33 x 10 <sup>5</sup>
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	49 x 10 <sup>5</sup>
Huevos de Helminthos en aguas: Nemátodos	Huevos/L	<1
Formas Parasitarias en Aguas	Organismo/L	<1

Fuente: elaboración propia.

Mediante el análisis tanto del afluente como el efluente y al compararlos con los LMP (Límites Máximos Permisibles) para los efluentes de PTAR establecidos por el MINAN, podemos determinar que la PTAR existente remueve eficientemente los parámetros ya que se encuentran por debajo de los valores establecidos a excepción del parámetro Numeración de Coliformes Fecales, este parámetro excede por mucho el límite que establece el MINAN.

### **Tratamiento de las aguas residuales**

Se compone de un pretratamiento en donde se separan cierta cantidad de materia presente en el agua, un tratamiento primario en donde se degrada parte de la materia orgánica (DBO) presente en el agua y se remueve los sólidos en suspensión a través de tanques sedimentadores primarios, en el tratamiento secundario se remueve materia orgánica fina como las partículas coloidales (los coloides son partículas de diámetro muy bajo y son las responsables del aumento de la turbidez en el agua que serán removidas en un sedimentador secundario, el tratamiento terciario o también llamado tratamiento avanzado se requiere para la eliminación de nutrientes como el nitrógeno (N) y el fósforo (P).

## Pretratamiento

Antes del tratamiento biológico o químico el agua contaminada debe someterse a un pretratamiento, el objetivo es separar todo material que debido a su tamaño o naturaleza pueden generar problemas a las posteriores etapas de tratamiento. (Alianza por el agua., 2015)

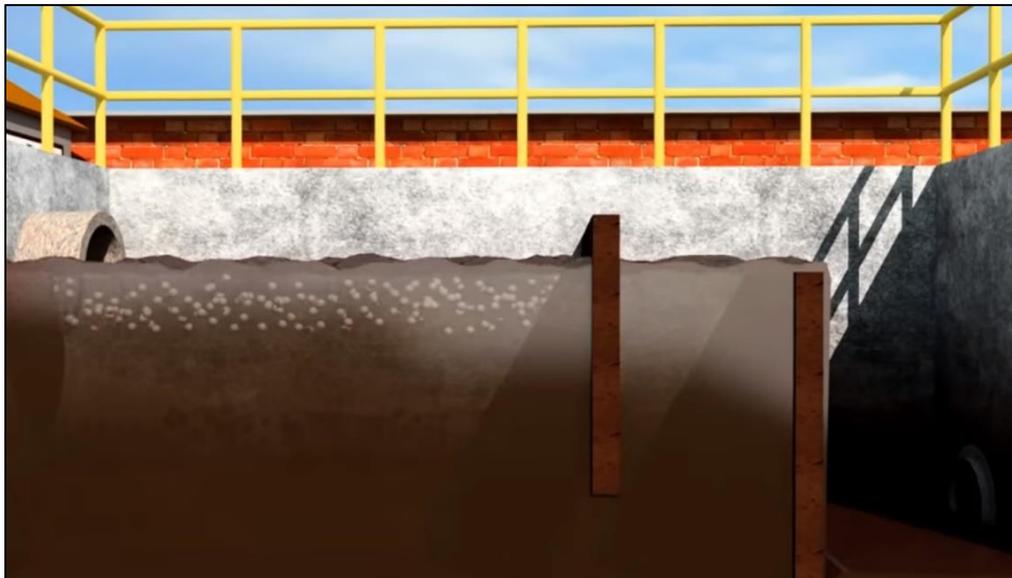
El pretratamiento es necesario e indispensable para el correcto tratamiento de las aguas residuales, en esta etapa del proceso se eliminan sólidos grandes, grasas, aceites y arenas que si no son eliminadas antes de entrar a un tratamiento biológico el efluente final estaría por debajo de la calidad esperada. Por lo general para esta etapa del proceso se usan rejillas de desbaste, desarenadores, trapa de grasas y/o tanques sépticos.



*Figura 7.* Rejillas de desbaste



*Figura 8.* Desarenador



*Figura 9.* Animación representativa de una trampa de grasas

### **Tratamiento Primario**

Según, (MELO Luna, y otros, 2016), en esta etapa el objetivo es remover los sólidos suspendidos, mediante un proceso donde los sólidos se asientan por gravedad en tanques de sedimentación.

### **Tratamiento Secundario**

Para, (ZAPATA Restrepo, y otros, 2015), Los tratamientos secundarios, son usados para transformar la materia orgánica final en sólidos inorgánicos de tal manera que pueden ser removidos en tanques de sedimentación.

Los tratamientos secundarios remueven la mayor cantidad posible de materia orgánica reduciendo la concentración de la demanda biológica de oxígeno presente en el agua residual, existen dos tipos de tratamientos; tratamientos biológicos anaerobios y tratamientos biológicos aerobios.

Según, (LIZARAZO Becerra, y otros, 2013), Los tratamientos aerobios proporcionan a las aguas residuales a tratar, alto contenido de oxígeno para que los organismos puedan degradar la materia orgánica presente en el agua residual a dióxido de carbono y agua en presencia de oxígeno.

### **Tecnologías de tratamiento**

Para el presente estudio de investigación se va a analizar 3 diferentes tecnologías de tratamiento incluyendo la tecnología existente. El agua residual antes de entrar a un tratamiento biológico o secundario debe someterse a un pretratamiento con la finalidad de remover arenas, aceites y grasas, solidos grandes, etc.

#### **Sistema de lodos activados**

Según, (SOLUCIONES MEDIO AMBIENTALES Y AGUAS), Es un procedimiento de carácter biológico, a la cual se le conoce como bioproceso, este proceso permite una depuración de origen natural donde los microorganismos descontaminan el agua residual.

Este sistema de tratamiento se desarrolló por primera vez en Inglaterra en el año 1914 y actualmente es el método más usados por los países desarrollados para el tratamiento de sus aguas residuales.

Este proceso consiste en la agitación y aireación de agua residual y un lodo de microorganismos. Los microorganismos oxidan la materia orgánica llevándola a una forma más estable y menos contaminante. Se debe proporcionar constantemente oxígeno al reactor.

#### **Proceso**

En este sistema de tratamiento los microorganismos son mezclados con la materia orgánica de tal forma que la usan de sustrato alimenticio. Es necesario que la mezcla se realice por medios mecánicos superficiales o sopladores sumergidos, los cuales tiene doble función 1) producir mezcla completa y 2) agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle.

El agua sedimentada se mezcla con los lodos que son recirculados. El volumen de lodos recirculados es de 20 a 30% del volumen de aguas residuales que se van a tratar. (GIRALDO Valencia, y otros, 2003)



*Figura 10.* Tanque de aireación

Es importante resaltar que el tratamiento de las aguas residuales con la tecnología de lodos activados necesita de un pretratamiento que se hace generalmente con rejillas de cribado, trampa de grasas y desarenador, también se necesita un sedimentador primario y un sedimentador secundario, del sedimentador secundario se recirculan los lodos generados allí hacia el reactor de lodos activados, esto con el fin de obtener la mayor eficiencia de remoción de contaminantes. (HUARTOS Toro, 2018).

## Porcentaje de remoción

**Tabla 6.** *Porcentaje de Remoción de un sistema de Lodos Activados.*

Parámetro	Porcentaje de remoción
DBO	90%
SST	85%
Nitrógeno Total	70%
Fosforo Total	70%
Coliformes fecales	60%
DQO	73%

Fuente: (HUARTOS Toro, 2018).

## Ventajas y desventajas

En la tabla 7 podemos ver algunas de las ventajas y desventajas que presenta es tipo de tratamiento.

**Tabla 7.** *Ventajas y desventajas del sistema de Lodos Activados*

Ventajas	Desventajas
Alta eficiencia de remoción de carga orgánica	Requiere un mantenimiento cuidadoso y sofisticado
Minimización de olores y vectores	Riesgo de taponamiento en los dispositivos de aireación
Se puede incorporar desnitrificación al proceso	Requiere un control permanente tanto operativo como análisis de laboratorio
Buena confiabilidad de las unidades de proceso	Alta producción de lodos
Mínimo riesgo de producción de olores	Altos costos operacionales debido a la aireación

Fuente: (HUARTOS Toro, 2018).

## Filtro percolador

Los filtros percoladores por lo general miden entre 10 a 12 metros de profundidad, están rellenos de materiales como piedras, módulos de plástico o piezas de plástico, el agua residual se percola a través del relleno poniéndose en contacto con la capa de limo biológico, es decir que el agua residual se percola a través de las piezas de plástico o piedras poniéndose en contacto con los microorganismos quienes se encargan de degradar la materia orgánica.



*Figura 11.* Relleno de Piedras, Pieza de Plástico y Módulos de Plástico

Para el correcto funcionamiento del filtro percolador es necesaria una etapa de pretratamiento en donde se eliminarán sólidos grandes, arenas y grasa, una etapa de sedimentación para eliminar sólidos más pequeños y evitar acumulaciones futuras dentro del filtro percolador y finalmente un sedimentador para la eliminación de los lodos producidos en el reactor.



*Figura 12.* Filtro Percolador.

Los sistemas de filtro percolador tienen varios componentes, un pozo séptico, un tanque de dosificador/sedimentador, un filtro percolador y un campo de aplicación superficial, que trabajan en conjunto para mejorar la calidad del efluente. (extensión, 2001)

1. Pozo Séptico: Elimina los sólidos los cuales se asientan y elimina las grasas.
2. Tanque dosificador/Sedimentador: Es un tanque de hormigón o de fibra de vidrio que permite que los materiales biológicos se sedimenten del agua. También tiene una bomba para dosificar el agua por encima del filtro.
3. Filtro Percolador
4. Sedimentador secundario

### **Porcentaje de remoción**

**Tabla 8.** *Porcentaje de remoción del filtro percolador.*

<b>Parámetro</b>	<b>Porcentaje de remoción</b>
DBO	80%
SST	80%
DQO	70%

Fuente: (HUARTOS Toro, 2018)

## Ventajas y desventajas

En la tabla 9 podemos ver algunas de las ventajas y desventajas que presenta es tipo de tratamiento.

**Tabla 9.** *Ventajas y desventajas del Filtro Percolador.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Proceso biológico sencillo y confiable	Puede ser necesario un tratamiento adicional para cumplir con las normas de descargas dependiendo el país
Adecuando en áreas donde grandes extensiones de tierra no están disponibles	Posible acumulación de biomasa lo cual perjudica el rendimiento del sistema
Apropiado para comunidades pequeñas y medianas	Requiere constante atención del operador
Bajos requerimientos energéticos	Problema de malos olores

Fuente: (HUARTOS Toro, 2018).

## Lagunas de estabilización

La PTAR actual de la provincia de Jaén cuenta con este sistema (Lagunas de estabilización).

Las lagunas de estabilización son pozas diseñadas para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa y la materia orgánica contenida en el agua residual. Las lagunas de estabilización se diseñan a una profundidad de (2 a 4 m) y con tiempos de retención grandes (por, lo general de varios días). Según, (SUNASS, 2016). La tecnología de tratamiento que más se usa en el Perú es la de lagunas de estabilización. Este sistema puede remover los coliformes termotolerantes si es que el tiempo de retención es mayor a 20 días.



*Figura 13.* Laguna de estabilización de la ciudad de Jaén.

La Laguna de estabilización existente es del tipo facultativa.

#### **Laguna facultativa.**

Las Lagunas Facultativas son estanques en tierra relativamente poco profundos entre 1 y 2,5 metros (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000), en donde existe una relación simbiótica entre bacterias heterotróficas y las algas. Estas lagunas se caracterizan por presentar zonas aerobias, facultativas y anaerobias a lo largo de su profundidad. En este tipo de sistema, los sólidos no se suspenden y por lo tanto se sedimentan y se acumulan dentro de la laguna, por lo que sobre el curso del tratamiento del agua

## Ventajas y desventajas

**Tabla 10.** *Ventajas y desventajas de las Lagunas de estabilización.*

Ventajas	Desventajas
Bajo consumo de energía.	Se necesita grandes extensiones de tierras.
Costos de operación y mantenimiento bajos.	Problema de malos olores.
Destreza operativa del personal mínima.	Acumulación de sólidos en el fondo de las lagunas
Reducción moderada de DBO y patógenos	El costo de inversión puede ser muy alto, dependiendo del precio del terreno.

Fuente: Elaboración propia.

## Selección del proceso de tratamiento

En base a los tres sistemas analizados y a la Tabla 11 podemos ver que el sistema con más confiabilidad es el de Lodos Activados, este sistema es muy usado en diferentes partes del planeta.

**Tabla 11.** *Porcentaje de remoción de los Procesos de Tratamiento.*

Proceso de tratamiento	Remoción (%)		Remoción (ciclos log <sub>10</sub> )	
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helmintos
Sedimentación primaria	25-30	40-70	0-1	0-1
Lodos activados	70-95	70-95	0-2	0-1
Filtros percoladores	50-90	70-90	0-2	0-1
Lagunas aeradas	80-90	(c)	1-2	0-1
Zanjas de oxidación	70-95	80-95	1-2	0-1
Lagunas de estabilización	70-85	(c)	1-6	1-4

Fuente: Norma OS.090 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

El proceso de tratamiento de lodos activados ayudara a solucionar la problemática presente en las zonas aledañas, como es los malos olores ya que no desecha ácido sulfhídrico gas que genera los malos olores, además por su gran producción de genera un beneficio

adicional para la zona ya que en la provincia de Jaén se practica mucho la agricultura y estos lodos sirven como abono

## **IV. DISCUSIÓN**

## **Discusión 1**

(CEDRÓN Medina, y otros, 2017), en la tesis titulada “Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución” que tiene como objetivo principal realizar el diagnóstico del proceso de tratamiento para los distritos de Moche y Salaverry cuyo sistema puede reemplazar el existente y así poder reusar el agua, concluye que el sistema de lodos activados, es la mejor opción ya que cuenta con la tecnología adecuada para cumplir con los requerimientos: mitigación del impacto ambiental antes que el costo de la planta y reciclaje del efluente para convertirlo en riego de jardines, plantaciones de tallo alto, limpieza en general, elaboración de abonos y obtención de biogás.

En la presente investigación se determinó la eficiencia con la que cuenta el sistema de lodos activados la cual alcanza un 95% esto gracias al tanque de aireación donde es que se mezclan los microorganismos con la materia orgánica mediante la agitación es por ello que se concluye que el sistema de lodos activados es la tecnología adecuada para tratar el agua residual de la provincia de Jaén.

## **Discusión 2**

(HUARTOS Toro, 2018), en la tesis titulada “Análisis comparativo de tecnologías aerobias para el tratamiento de aguas residuales urbanas” que tiene como objetivo principal analizar y comparar tecnologías aerobias, concluye que el sistema de lodos activados remueve el DQO en un 73% de eficiencia respectivamente y en cuanto a los coliformes fecales se reduce considerablemente gracias a la desinfección química.

En la presente investigación se obtuvo que los coliformes fecales excede enormemente a lo establecido por el MINAN, es por ello que el sistema de lodos activados es una buena opción para la reducción de este parámetro puesto que cuenta con una desinfección química.

## **V. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1**

Gracias a la desinfección química que cuenta el sistema de lodos activados posterior a la degradación de la materia en el tanque aireador, se puede lograr la optimización de las características biológicas hasta los límites máximos permisibles.

### **Conclusión 2**

Mediante la implementación del sistema de lodos activados como nuevo proceso de tratamiento para las aguas residuales de la provincia de Jaén se puede lograr un porcentaje de remoción de hasta el 95% en cuanto a la materia orgánica en la cual principalmente se encuentran el DBO y el DQO.

### **Conclusión 3**

Debido a que el sistema de lodos activados después del proceso de tratamiento tiene como desecho dióxido de carbono y no el hidrogeno de sulfuro, demostramos la optimización de las características físicas ya que el hidrogeno de sulfuro tiene un olor fétido la cual lo convierte en una gran problemática para los pobladores aledaños a la PTAR.

## **VI. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1**

Debido al escaso tratamiento que reciben las aguas residuales sumado a la ineficiente operación de las mismas por parte de las EPS como lo a demostrado el diagnóstico realizado por el SUNASS, se recomienda realizar estudios similares para poder proponer nuevos procesos de tratamiento o mejora de los existentes con el fin de garantizar la adecuada remoción de los parámetros contaminantes para así poder mitigar el impacto ambiental.

### **Recomendación 2**

En cuanto a los entes fiscalizadores deben de supervisar tanto a las EPS como a las instituciones públicas encargadas de las operaciones de las PTAR cumplan con IIIa normatividad, así como también los LMP (Límites Máximos Permisibles) y los ECA (Estándares de Calidad Ambiental) de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

### **Recomendación 3**

En las PTAR se debe monitorear la calidad del afluente y efluente regularmente, así como también deben tener un programa de mantenimiento para las unidades de tratamiento.

## **REFERENCIAS**

**AGUAS, NORMA OS.090 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

**Alianza por el agua. 2015.** Alianza por el agua. *Alianza por el agua*. [En línea] 20 de Febrero de 2015. [Citado el: 12 de Mayo de 2019.] <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>.

**ARIAS, Fidas G. 2012.** *El proyecto de investigación*. Caracas - Republica bolivariana de Venezuela : Editorial Episteme, C.A., 2012. 980-07-8529-9.

**AROCUTIPA Lorenzo, Juan Hipólito. 2013.** *Evaluación y propuesta técnica de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia*. Puno : s.n., 2013.

**CEDRÓN Medina, Olga Zulema y CRIBILLEROS Benites, Ana Cecilia. 2017.** *Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución*. Trujillo : s.n., 2017.

**CUIDO EL AGUA.** *cuido el agua*. [cuidoelagua.org](http://www.cuidoelagua.org). [En línea] [Citado el: 2 de octubre de 2018.] <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/plantatratamiento.html>.

**DIGESA. 2005.** *Gesta Agua grupo de estudio técnico ambiental*. lima : s.n., 2005.

**ESPINOZA Paz, Ramón Enrique. 2010.** *Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores*. Piura : s.n., 2010.

**extensión, Cooperativa de texas. 2001.** *Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras*. Texas : s.n., 2001.

**GALEANO Nieto, Lady Johana y ROJAS Ibarra, Vivian Daniela. 2016.** *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Vélez - Santander*. Bogotá : s.n., 2016.

**GIRALDO Valencia, Luis Fernando y RESTREPO Maralunda, Isabel Cristina. 2003.** *Arranque y operación de un reactor experimental de lodos activados para el tratamiento de aguas residuales urbanas*. Colombia : s.n., 2003.

**HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2006.** *Metodología de la investigación*. México : Mc Graw Hill, 2006. 736.

**HUARTOS Toro, Julián Andrés. 2018.** *Análisis comparativo de tecnologías aeróbicas para el tratamiento de aguas residuales urbanas.* Manizales : s.n., 2018.

**LIZARAZO Becerra, Jenny y ORJUELA Gutiérrez, Martha. 2013.** *Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia.* Bogotá, Colombia : s.n., 2013.

**LOPEZ Hernandez, Rodrigo Arturo y HERRERA Panduro, Kathleen Lourdes. 2015.** *Planta de tratamiento de aguas residuales para reuso en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo, La Libertad.* Trujillo : s.n., 2015.

**LÓPEZ Mestanza, Enrique. 2018.** *Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito El Alto, Talara Piura.* Chiclayo : s.n., 2018.

**MELO Luna, Juan Carlos y ORJUELA Guerreo, Jeirson Andres. 2016.** *Análisis conceptual de la pta de la vereda pantanos, municipio de Timaná - Departamento de Huila.* BOGOTÁ : s.n., 2016.

**MORALES López, Félix Manuel. 2013.** *El ABC de la revolución metodológica.* s.l. : Académica Española, 2013.

**MORÁN Villela, Diego Josué Robin Macloni. 2014.** *Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz.* Cobán : s.n., 2014.

**NAVARRO R, Maria Olga. 2007.** *DEMANDA BIOQUÌMICA DE OXÌGENO 5 días, INCUBACIÒN Y ELECTROMETRÌA.* Republica de Colombia : Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007.

**PALELLA Stracuzzi, Santa y MARTINS Pestana, Feliberto. 2012.** *Metodología de la investigación cuantitativa.* Caracas : Fedupel, 2012. 980-273-445-4.

**RUSTUM, Rabe. 2009.** *Modelling Activated Sludge Wastewater Treatment Plants.* Edimburgo : s.n., 2009.

**SOLUCIONES MEDIO AMBIENTALES Y AGUAS.** Soluciones Medioambientales y Aguas, S.A. *smasa.net.* [En línea] [Citado el: 12 de Octubre de 2018.] <http://www.smasa.net/proceso-lodos-activados/>.

**SUNASS. 2016.** *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento.* Lima, Perú : s.n., 2016.

**ZAPATA Restrepo, Natalia, HERNÁNDEZ Galvis, Martha y OLIVEROS Montes, Edward. 2015. *Tratamiento de Aguas Residuales*. Manizales, Colombia : s.n., 2015.**

## **ANEXOS**

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>Problema General</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>	
¿De qué manera se optimizará la planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén - Cajamarca?	Demostrar la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén - Cajamarca.	Se optimiza la planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activado de la provincia de Jaén - Cajamarca.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	MATERIA ORGÁNICA	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	Diseño de investigación: Experimental	
					DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO		
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>		CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	COLIFORMES FECALES		Tipo de investigación: Aplicada
					PARÁSITOS		
¿De qué manera las características biológicas se optimizan mediante el sistema de lodos activados?	Demostrar la optimización de las características biológicas mediante el sistema de lodos activados.	Se optimiza las características biológicas mediante el sistema de lodos activados	SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS	CALIDAD DEL AGUA	REUTILIZACIÓN	Nivel de investigación: Explicativa	
¿De qué manera la materia orgánica se optimiza mediante el sistema de lodos activados?	Demostrar la optimización de la materia orgánica mediante el sistema de lodos activados.	Se optimiza la materia orgánica mediante el sistema de lodos activados			LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES		
¿De qué manera las características físicas se optimizan mediante el sistema de lodos activados?	Demostrar la optimización de las características físicas mediante el sistema de lodos activados	Se optimizan las características físicas mediante el sistema de lodos activados			CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES
							HIDROGENO DE SULFURO

## COTIZACIÓN PARA REALIZAR LOS ENSAYOS

COTIZACIÓN N° 2019-04VI-85-1			
CLIENTE:	ANTHONY ROLLER SÁNCHEZ CABRERA.	FECHA:	2019-04-29
DIRECCIÓN:	Jr. Huiracocha 1872 - JESUS MARIA - LIMA - LIMA	RUC:	47772975
TELÉFONO:	951 084 317	E-MAIL:	arsc199@gmail.com
CONTACTO:	ANTHONY ROLLER SÁNCHEZ CABRERA.		
Referencia / Procedencia:	REAERVADO POR EL CLIENTE		
Facturar a:	ANTHONY ROLLER SÁNCHEZ CABRERA.		

AGUA RESIDUAL N° 1						
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	UNIDAD	N° DE MUESTRAS	PRECIO UNITARIO (S/)	PRECIO TOTAL (S/)
ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5++	mg/L	2	42.00	84.00
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00+ +	mg/L	2	44.00	88.00
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O2 mg / L	2	45.00	90.00
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L	2	27.00	54.00
Sólidos fijos y volátiles (Fixed and Volatile Solids): Aplicado a los sólidos suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2540 E. Solids. Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C. 23rd Ed. 2017.	5.00	mg/L	2	33.00	66.00
Nitrógeno Amoniacal / Amoníaco (NH3) /Amonio	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3- D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH3+ -N mg / L	2	40.00	80.00
Nitrógeno orgánico	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Organic). Macro-Kjeldahl Method.	1.00	NH3+ -N mg / L	2	50.00	100.00
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS						
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	otras aguas: 1.8++ agua potable: 1.1++	NMP/100mL	2	44.00	88.00
Numeración de Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	otras aguas: 1.8++ agua potable: 1.1++	NMP/100mL	2	44.00	88.00
ANÁLISIS PARASITOLÓGICOS						
Huevos de Helmintos en aguas: Nemátodos	SAG-141024 Rev. 01 (Validado), 2017. Referenciado en el Método de Bailenger modificado). Identificación y Cuantificación de Huevos de Helmintos en Aguas.	1	Huevos/L	2	75.00	150.00
Formas Parasitarias en Aguas Cuantitativo)	SAG-160930 Referenciado en el método identificación y cuantificación de enteroparasitos en aguas residuales. CEPIS 1993 (Validado). Identificación y/o Cuantificación de Formas Parasitarias en Aguas (cuantitativo y cualitativo).	1	Organismo/L	2	75.00	150.00
<b>AGUA RESIDUAL N° 1 - SUB TOTAL</b>						<b>1,038.00</b>
<b>AGUA RESIDUAL N° 1 - SUB TOTAL CON DESCUENTO DE 10 %</b>						<b>934.20</b>
<b>IGV (18%)</b>						<b>168.16</b>
<b>TOTAL S/</b>						<b>1,102.36</b>

# INFORME DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL RECOLECTADAS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO  
N° LE - 047



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO INTERNACIONAL  
ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO  
TL - 829



## INFORME DE ENSAYO N° 132755 - 2019 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : ANTHONY ROLLER SÁNCHEZ CABRERA  
**DOMICILIO LEGAL** : JR. HUIRACocha 1872- JESUS MARÍA- LIMA- LIMA  
**SOLICITADO POR** : ANTHONY ROLLER SÁNCHEZ CABRERA  
**REFERENCIA** : UNA TESIS - AGUA RESIDUALES  
**PROCEDENCIA** : JAÉN - CAJAMARCA  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 2019-05-09  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2019-05-09 AL 2019-05-16  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2019-05-08  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Aceites y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5 <sup>(b)</sup>	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(b)</sup>	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O <sub>2</sub> mg/L
Nitrógeno orgánico	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Organic). Macro-Kjeldahl Method.	1.00	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> -N mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH <sub>3</sub> B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.	1.00	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> -N mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
Fixed and Volatile Solids (sólidos fijos y volátiles) (Suspended Sample / Muestra suspendida)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2540 E. Solids. Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C. 23rd Ed. 2017.	3.0	mg/L
Numeración de Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. 17023	1.8 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 <sup>(a)</sup>	NMP/100mL
Huevos de Helmintos en Aguas: Nematodos	SAG-141024 Rev. 01 (Validado), 2017. Referenciado en el Método de Ballenger modificado. Identificación y Cuantificación de Huevos de Helmintos en Aguas.	1	Huevos/L
Formas Parasitarias en Aguas (Cuantitativo)	SAG-160930 Referenciado en el método identificación y cuantificación de enteroparásitos en aguas residuales. CEPIS 1993 (Validado). Identificación y/o Cuantificación de Formas Parasitarias en Aguas (cuantitativo y cualitativo).	1	Org/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(b) Expresado como límite de detección del método.

Bigo. Roger Aparicio Estrada  
C.B.P. N° 7403  
Asesor Técnico Biológico

Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA ni el Organismo Internacional de Acreditación - IAS.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

### SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 1 de 3

• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

# INFORME DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL RECOLECTADAS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO  
N° LE - 047



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO INTERNACIONAL  
ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO  
TL - 829



## INFORME DE ENSAYO N° 132755 - 2019 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual
Fecha de muestreo	2019-05-08	2019-05-08
Hora de inicio de muestreo (h)	12:45	12:55
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente	ASC.E02	ASC.S.02
Código del Laboratorio	19050331	19050332
Ensayo	Unidad	Resultados
<b>ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA</b>		
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	33 x 10 <sup>6</sup>
Numeración de Coliformes Fecales <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	23 x 10 <sup>6</sup>
Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual
Fecha de muestreo	2019-05-08	2019-05-08
Hora de inicio de muestreo (h)	08:45	09:32
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente	ATS.E01	ATS.S01
Código del Laboratorio	19050329	19050330
Ensayo	Unidad	Resultados
<b>ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA</b>		
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	41.2
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	163
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O <sub>2</sub> mg/L	315.7
Nitrógeno orgánico	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> - N mg/L	15.43
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> - N mg/L	13.94
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	168.10
Ensayo	Unidad	Resultados
<b>Huevos de Helmintos</b>		
<b>Nemátodos</b>		
<b>Familia/Género/Especie:</b>		
Ascaris sp.	Huevos/L	5.5
Ancylostomatidae	Huevos/L	4
Enterobius vermicularis	Huevos/L	<1
Trichuris sp.	Huevos/L	<1
Toxocara sp.	Huevos/L	1
Capillaria sp.	Huevos/L	<1
Strongyloididae	Huevos/L	1
<b>Total<sup>2</sup></b>	<b>Huevos/L</b>	<b>11.5</b>
<b>ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS</b>		
Volatile Solids (Sólidos volátiles) (Suspended Sample / Muestra suspendida)	mg/L	112.6
Fixed Solids (Sólidos fijos) (Suspended Sample / Muestra suspendida)	mg/L	55.57

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(2) Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.

**Nota1:** <1 es equivalente a 0, lo que indica la no detección de huevos de helmintos.

MATRIZ DE AGUA

CAMP

MUESTRA CONFIRMADA

17025

**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
 C.Q.P. N° 648  
 Asesor Técnico Químico

**Blgo. Roger Aparicio Estrada**  
 C.B.P. N° 7403  
 Asesor Técnico Biológico

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

Cod.:FI.004/Version: 01/FE-01/2019

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA ni el Organismo Internacional de Acreditación - IAS.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro a ser analizado e ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 2 de 3  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

# INFORME DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL RECOLECTADAS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO  
N° LE - 047



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO INTERNACIONAL  
ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO  
TL - 829



## INFORME DE ENSAYO N° 132755 - 2019 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual
Fecha de muestreo	2019-05-08	2019-05-08
Hora de inicio de muestreo (h)	08:45	09:32
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente	ATS.E01	ATS.S01
Código del Laboratorio	19050329	19050330
Ensayo	Unidad	Resultados
<b>*FORMAS PARASITARIAS</b>		
<b>Género/Especie:</b>		
<i>Endolimax nana</i>	Quistes/L	<1
<i>Entamoeba histolytica</i>	Quistes/L	<1
<i>Entamoeba coli</i>	Quistes/L	990
<i>Giardia sp.</i>	Quistes/L	300
<i>Iodamoeba sp.</i>	Quistes/L	<1
<i>Chilomastix sp.</i>	Quistes/L	<1
<i>Blastocystis hominis</i>	Quistes/L	<1
<i>Balantidium coli</i>	Quistes/L	<1
<i>Isospora sp.</i>	Ooquistes/L	120
<i>Ascaris sp.</i>	Huevos/L	5.5
<i>Ancylostomatidae</i>	Huevos/L	4
<i>Enterobius vermicularis</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichuris sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Toxocara sp.</i>	Huevos/L	1
<i>Capillaria sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Strongyloidea</i>	Huevos/L	1
<i>Dyphylidium sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Taenia sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis sp.</i>	Huevos/L	1.5
<i>Diphyllobothrium sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Fasciola sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Paragonimus sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Schistosoma sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Larvas de helmintos (Nemátodos)</i>	Larva/L	4
<b>TOTAL</b>	<b>Organismos/L</b>	<b>1427</b>

**Nota2:** <1 es equivalente a 0, lo que indica la no detección de formas parasitarias.

\* El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA y el Organismo Internacional de Acreditación IAS.

Lima, 17 de Mayo del 2019.

**Bigo. Roger Aparicio Estrada**  
 C.B.P. N° 7403  
 Asesor Técnico Biológico

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA ni el Organismo Internacional de Acreditación - IAS.

EPA: Environmental Protection Agency, ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.

• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clarinda Matto de Turner N° 2079 - Lima Página 3 de 3  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



## ACTUAL PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PROVINCIA DE JAÉN



Cámara de rejas antigua



Ingreso del afluente a las lagunas de estabilización



Cámara de rejas nueva



Lagunas de estabilización nueva

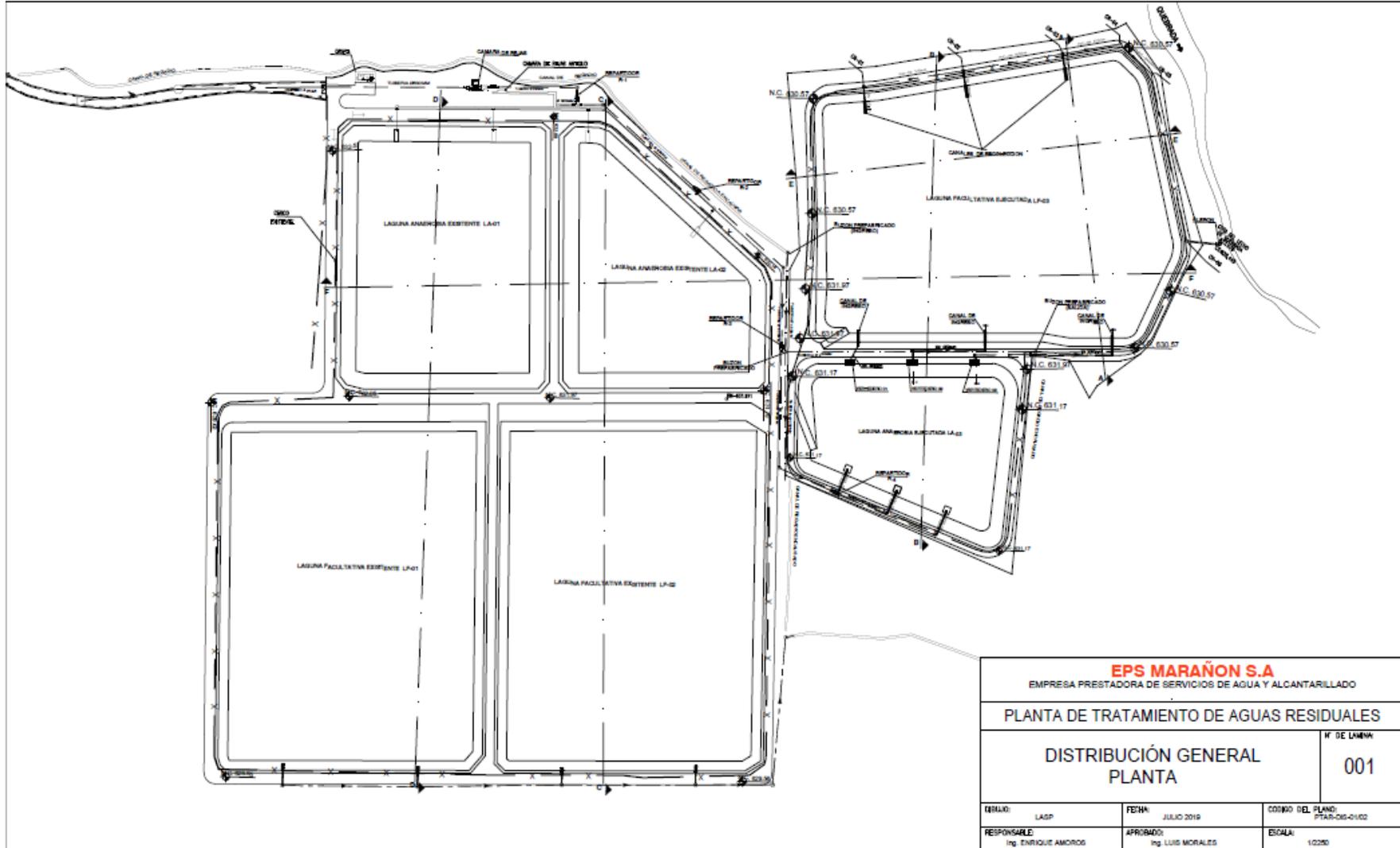


Lagunas de estabilización nueva



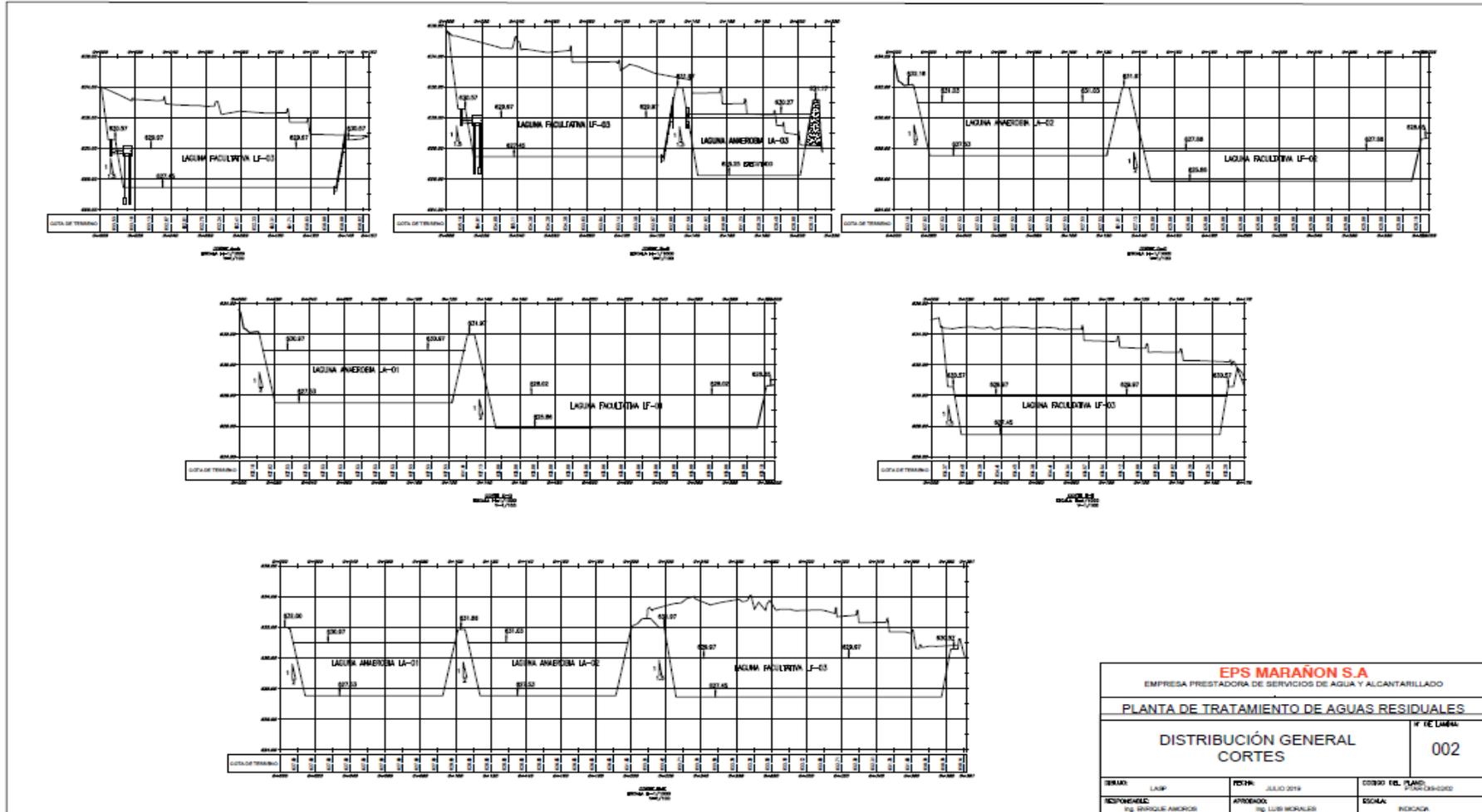
Descarga del efluente de la PTAR

## PLANO DE PLANTA PTAR JAÉN



<b>EPS MARAÑÓN S.A.</b>		
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO		
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>		
<b>DISTRIBUCIÓN GENERAL PLANTA</b>		N° DE LÁMINA <b>001</b>
DISEÑO:	FECHA:	CÓDIGO DEL PLANO:
RESPONSABLE:	APROBADO:	ESCALA:
Ing. ENRIQUE AMOROS	Ing. LUIS MORALES	1:250

# PLANO DE CORTES PTAR JAÉN



<b>EPS MARAÑÓN S.A.</b> EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO		
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>		
<b>DISTRIBUCIÓN GENERAL CORTES</b>		F DE LAMAS: <b>002</b>
<b>DISEÑO:</b> LAMP	<b>FECHA:</b> JULIO 2019	<b>CODIGO DEL PLANO:</b> PTAR-049-002
<b>RESPONSABLE:</b> ING. ENRIQUE AMOROS	<b>APROBADO:</b> ING. LUIS MORALES	<b>ESCALA:</b> INDICADA

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL (FORMA) DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SANCHEZ CABRERA ANTHONY ROLLER

INFORME TITULADO:

OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE EL SISTEMA DE Lodos Activados DE LA CIUDAD DE JAEN - COLOMBIA 2019

PARA OBTENER EL GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

19/07/2019

NOTA O MENCIÓN

16 (DISCISEIS)

  
Coordinador de Investigación de Ingeniería Civil

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 13-07-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor de la tesis titulada

**"Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén – Cajamarca 2019"**

del estudiante **SANCHEZ CABRERA ANTHONY ROLLER**

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha..... 31-01-20.....



  
Firma

Nombre y apellidos del docente:

**GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA**

DNI: **07239759**

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Sánchez Cabrera Anthony Rolter.....

identificado con DNI N.º 4777 2975....., egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ), No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

" Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lechos activados de la provincia de Jaén - Cajamarca 2019....."

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 4777 2975.....

FECHA: 19 de Julio..... de 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

# PORCENTAJE DE SIMILITUD SEGÚN TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?ro=103&lang=es&is=1&u=1088032488&o=1248815551

feedback studio Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados d... /0 1 de 1

“Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén - Cajamarca 2019”

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

**AUTOR:**  
Sánchez-Cabrera Anthony Rolfer (ORCID: 0000-0001-9555-1363)

**ASESOR:**  
Dr. Cancho Zuñiga Gerardo Enrique (ORCID: 000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño De Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ  
2019

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
UCV  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LIMA

*Dr. Cancho Zuñiga*  
*31/01/20*

**Resumen de coincidencias**

**30 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
4	Entregado a UNIV DE L... Trabajo del estudiante	1 %
5	www.car.gov.co Fuente de Internet	1 %

Página: 1 de 46 Número de palabras: 7160 Text-only Report High Resolution Activado 12:23 p. m. 30/01/2020