



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

“Biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas residuales del distrito de Comas 2019”

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

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Castro Abregú, Chuck Brian (ORCID: 0000-0002-4173-8330)

Flores Brusil, Jose Eduardo Daisaku (ORCID: 0000-0003-0974-2310)

**ASESOR:**

Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio (ORCID: 0000-0001-6837-7347)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

Lima - Perú

2019

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis principal a mis padres, por brindarme la oportunidad de estudiar en una universidad de prestigio y calidad, a su vez por el apoyo tanto en lo económico como en la salud; para así desarrollarme como persona y poder desenvolverme en la sociedad.

Esta tesis se la dedico con todo el amor a mis padres Lucio Flores Nieto y Lourdes Brusil Casas, que desde el cielo derramaron su bendición para guiarme y poder lograr mi objetivo. A mis hermanas, hermano y sobrinos que fueron el soporte principal y el motivo para lograr mi sueño.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos llegar hasta aquí, total agradecimiento a nuestros padres y familiares por habernos apoyado sentido para poder llevar a cabo nuestra tesis, ya que nos dieron la confianza y ánimos para terminar todo el proceso de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Así mismo, agradezco a nuestro asesor el Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar por el apoyo personal y humano, ya que siempre estuvo presente en todas nuestras asesorías y nos brindaba palabra de aliento para que no nos rindiéramos en el proceso final, brindándonos confianza en el tema que habíamos elegido.

Una tesis es un trabajo de investigación y fruto de ideas, por eso agradecemos al operario de la PTAR de la municipalidad de Comas, que ahora se ha vuelto un amigo, su nombre es Renzo Campaña García, ya que sin su apoyo no habríamos podido extraer la materia (lodos residuales) para poder ejercer la tesis, al cual estaremos infinitamente agradecidos.

Por su asesoría y orientación a nuestras consultas sobre la metodología, conceptos y partes de la tesis, nuestro agradecimiento para la Ing. Doraliz Trigoso Portocarrero por facilitarnos material informativo con respecto a nuestro tema de investigación.

Gracias a nuestros amigos, ya que siempre nos han prestado un apoyo moral, porque sabían que realizar una tesis no es cosa de un solo día, gracias a las personas que confiaron y apostaron por nosotros.

A todos, muchas gracias.

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código F07-PP-PR-02.02 Versión 10 Fecha 10-06-2019 Página 1 de 2
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don  
 (a) CASTRO ABREGU CHUCK BRIAN .. .. .  
 (Apellidos, nombre)

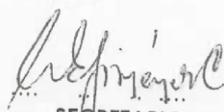
Cuyo título es:

" BIOGAS A PARTIR DE LODOS PRODUCIDOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE COHAS, 2019. .. .. .  
 .. .. .  
 .. .. .

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:  
 .. A6 .. (Número) DIECISEIS .. .. . (Letras)

Lugar y fecha LOS OLIVOS, 08 DE JULIO DE 2019

  
**PRESIDENTE**  
Dr. Santos Alfar Suarez  
 (Grado Apellidos, Nombre)

  
**SECRETARIO**  
Dr. Jiménez Calderón, César  
 (Grado Apellidos, Nombre)



  
**VOCAL**  
Dr. Acosta Susana Fortes Heredia  
 (Grado Apellidos, Nombre)

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código	F07-PP-PR-02.02
		Versión	10
		Fecha	10-06-2019
		Página	1 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don  
 (a) FLORES BRUNO JOSE EMARDO DAISAKU .....

(Apellidos, nombre)

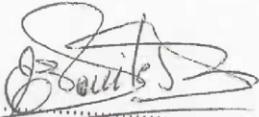
Cuyo título es:

"...BIOGAS A PARTIR DE LODOS PROVENIENTES EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE COMAR. DUM..."

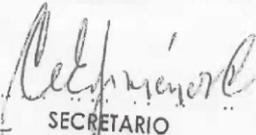
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 17 ..... (Número) DIECISIETE ..... (Letras)

Lugar y fecha LOT. DUMBO, 08 DE JUNIO DE 2019

  
 .....  
**PRESIDENTE**  
Dr. Benites Alfaro Elvira  
 .....

(Grado Apellidos, Nombre)

  
 .....  
**SECRETARIO**  
Dr. Jiménez Calderón, César  
 .....

(Grado Apellidos, Nombre)



  
 .....  
**VOCAL**  
Dr. Acosta Susmber Furtado Horacio  
 .....

(Grado Apellidos, Nombre)

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, **Castro Abregú Chuck Brian**, con DNI N° **46796044**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de Julio del 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Chuck', is written over a horizontal dotted line.

Castro Abregú Chuck Brian

DNI: 46796044

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, **Flores Brusil Jose Eduardo Daisaku**, con DNI N° **47701633**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de Julio del 2019



Flores Brusil Jose Eduardo Daisaku

DNI: 47701633

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	vi
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	26
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	26
2.2 Matriz de consistencia y Variables, Operacionalizacion.....	27
2.2.1 Operacionalización de variables .....	28
2.3 Población y Muestra .....	29
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	29
2.5 Procedimiento .....	31
2.6 Métodos de análisis de datos .....	37
2.7 Aspectos éticos .....	37
III. RESULTADOS.....	38
IV. DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIONES .....	50
VI. RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS .....	53
ANEXOS.....	59
ANEXO 1: Instrumentos de validación.....	60
ANEXO 2: Matriz de Consistencia .....	84
ANEXO 3: Turnitin: Porcentaje de similitud del proyecto de investigación .....	85
ANEXO 4: Certificado de Laboratorio .....	86
ANEXO 5: DIAGRAMA DE PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN .....	88
ANEXO 6: RESULTADOS DE LABORATORIO.....	89
ANEXO 7: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO .....	93
ANEXO 8: REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Matriz de consistencia .....	27
Tabla N° 2: Variables, operacionalización .....	28
Tabla N° 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
Tabla N° 4: Porcentaje de Validación .....	31
Tabla N° 5: Cantidad y tipo de inóculo empleado para alimentación de los biodigestores.....	37
Tabla N° 6: Condiciones de toma de muestra.....	38
Tabla N° 7: Características fisicoquímicas del lodo.....	39
Tabla N° 8: Características microbiológicas de lodos.....	39
Tabla N° 9: Metales totales en lodos residuales .....	40
Tabla N° 10: Temperatura durante el proceso de investigación .....	41
Tabla N° 11: Producción (%) de metano por cada biodigestor durante el tiempo.....	42
Tabla N° 12: Prueba de normalidad para la producción de metano .....	45
Tabla N° 13: Comparación de medias entre Tratamientos.....	46

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Esquema del proceso de la PTAR.....	32
Gráfico N° 2: Digestión anaeróbica de lodos .....	36
Gráfico N° 3: Curva de producción de metano por biodigestor. ....	43
Gráfico N° 4: Curva de producción de Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	44

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema de proceso de digestión anaeróbica.....	21
Ilustración 2: Etapas de la bioquímica de la digestión anaeróbica .....	22

## RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo producir biogás a partir de lodos de planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas.

Los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el distrito de Comas, no están siendo adecuadamente vertidas ni reaprovechadas antes de su disposición final, lo cual representa un problema al medio ambiente y a la salud pública; además de producir concentraciones de gases principalmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), y metano ( $\text{CH}_4$ ), los cuales contribuyen de manera negativa al cambio climático que hoy en día podemos ser testigos.

Para el desarrollo de esta investigación se recolectó 11.7 Kg de lodo del proceso primario anaeróbico de la planta de tratamiento, para su análisis fisicoquímico y microbiológico; luego se llevó a 6 biodigestores con una capacidad de 20 litros, en los cuales se colocaron dos tipos de muestras con 3 repeticiones cada una. En los primeros tres biodigestores se empleó 1.7 Kg de lodos para cada digestor, en los tres siguientes biodigestores se empleó 1.2 Kg de lodos más 500 gramos de vegetales (cáscara de papa + hojas de betarraga, ambos picados finamente); se inició el proceso anaeróbico por un período de duración de 60 días. Las mediciones de los porcentajes de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , y  $\text{O}_2$  se realizaron cada 10 días, con una agitación manual cada 5 días, la temperatura promedio en la que operaron los biodigestores fue de  $19^\circ\text{C}$ . En los tres últimos biodigestores se observó la producción de biogás, el cual se comprobó mediante prueba de llamas, y la composición de  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ , que resultaron como más óptimo con un 57% y 35.2 % respectivamente.

**Palabras clave:** Lodos, biogás, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos.

## ABSTRACT

The objective of this research study was to produce biogas from sewage sludge from the Wastewater Treatment Plant of the District of Comas.

The sludge from the wastewater treatment plant (PTAR) in the district of Comas, is not being properly discharged or reused before its final disposal, which represents a problem for the environment and public health; In addition to producing concentrations of gases mainly carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and methane (CH<sub>4</sub>), which contribute negatively to climate change that today we can witness.

For the development of this research, 11.7 kg of sludge from the primary anaerobic process of the treatment plant was collected for physicochemical and microbiological analysis; then it took 6 biodigesters with a capacity of 20 liters, in which two types of samples were placed with 3 repetitions each. In the first three biodigesters, 1.7 kg of sludge was used for each digester, in the next three biodigesters, 1.2 kg of sludge was used plus 500 grams of vegetables (potato peel + beet leaves, both finely chopped); The anaerobic process was initiated for a period of 60 days. The measurements of the percentages of CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, and O<sub>2</sub> were made every 10 days, with manual agitation every 5 days, the average temperature at which the biodigesters operated was 19 ° C. In the last three biodigesters the biogas production was observed, which was checked by flame test, and the composition of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>, which resulted as more optimal with 57% and 35.2% respectively.

**Keywords:** Sludge, biogas, physicochemical parameters, microbiological parameters.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los problemas ambientales ocasionados por actividades antropogénicas, han sido muy considerables debido a las consecuencias ocasionadas en la vida del hombre. Por ello, nos hemos visto en la necesidad de brindar soluciones más sostenibles.

Las energías renovables serán a futuro la mayor energía existente en el planeta, y en nuestro País contamos con recursos que pueden aprovecharse para contribuir como una solución y a la protección del medio ambiente. La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del distrito de Comas, son un ejemplo de ello, lo cual generan residuos como lodos, que cuentan con carga de nutrientes y que en su mayoría no reciben un tratamiento adecuado.

La digestión anaeróbica es una de las técnicas que se aplican como tratamiento de residuos sólidos orgánicos, que se pueden implementar con distintos diseños, a escala laboratorio como planta piloto. El biogás es uno de los subproductos de la digestión en ausencia de oxígeno, en el cual las bacterias utilizan la materia orgánica para alimentarse y reproducirse, haciendo a la digestión anaeróbica una técnica viable y rentable desde el punto de vista ambiental para el tratamiento de lodos. El proceso de la digestión requiere ser controlado y monitoreado debido a que existen diferentes factores ambientales que afectan la acción de los microorganismos.

Debido a ello, es necesario realizar investigaciones que contribuyan con el cuidado del medio ambiente y sean de fácil aplicación para todos. El presente trabajo tiene como objetivo principal producir biogás a partir de lodos de PTAR, los cuales cuentan con características apropiadas para el proceso de digestión.

Los gases de efecto invernadero son un problema ambiental en la actualidad provocado principalmente de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), seguido del metano ( $\text{CH}_4$ ) gases que contribuyen negativamente al forzamiento climático antropogénico general. El metano representa el 14% de los gases de efecto invernadero aun así sea un contaminante de corto tiempo de duración aproximadamente 12 años, sin embargo, su capacidad para retener el calor es considerable llamado también potencial de calentamiento global (GLOBAL METHANE INICIATIVE, 2013).

La producción de metano se debe a distintas fuentes como lo es en la agricultura durante el manejo del estiércol, en las minas de carbón activas o abandonadas, desperdicios sólidos municipales que se encuentran en vertederos en condiciones anaeróbicas, sistemas de gas y

petróleo durante las operaciones normales, mantenimiento y las aguas residuales durante la descomposición de material orgánico (GLOBAL METHANE INICIATIVE, 2013).

Según el informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos entregados el año pasado; plantea una gestión adecuada de las aguas residuales no solo su descontaminación si no también reutilizar estas aguas y recuperar los subproductos generados durante el proceso de tratamiento como lo es el lodo residual y hacer que se reinserte sin perjudicar ni alterar al medio ambiente, lodos que generalmente se dispone en un relleno sanitario produciendo fuga de energía y material en perjuicio del medio ambiente. Sin embargo, estos sub productos contienen nutrientes y energía que pueden ser aprovechados como lo es el metano (CH<sub>4</sub>) (AGUILAR Y BLANCO, 2018)

El tratamiento de saneamiento representa un proceso relevante en los ecosistemas urbanos ya que contribuye con el medio ambiente, en la actualidad los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Collique no están siendo adecuadamente vertidas ni reaprovechadas lo cual representa un problema al medio ambiente y a la salud pública; teniendo cuenta el colapso de rellenos sanitarios en la ciudad y en el distrito donde se llevará a cabo el proyecto. Según BLANCO (2014) estima que las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales generan el 5% de emisiones totales de metano. Teniendo en cuenta los microorganismos y bacterias como características principales además de tener el agua como componente más importante en cantidades que dependen del tipo de lodo ya sea primario, secundario o terciario, seguido la materia seca que está conformada por materia orgánica e inorgánica.

Los trabajos previos que se utilizaron como referencias fueron los siguientes: GÓMEZ, L. [et al] (2016), en su investigación “Caracterización fisicoquímica de los lodos provenientes de una planta de tratamiento de agua residual industrial de una empresa de café del departamento de caldas”, tuvo como objetivo implementar métodos básicos con pruebas escala de laboratorio el análisis fisicoquímico de los lodos de PTAR. El método empleado en dicho estudio era de tipo cuantitativo-descriptivo, mediante la caracterización físico-química de los lodos los cuales fueron llevados a laboratorio para su análisis. Concluyendo que el residuo resultante después del proceso no podría ser empleado como materia prima para producción de abono, pero si se podría emplear como añadidura para la producción de abono orgánico. Asimismo, mediante los análisis de laboratorio, determinaron que las

características del lodo eran similares a las del suelo, lo cuales pueden emplearse como una biotecnología.

GUERRERO, [et. al] (2016), en su artículo científico “Evaluación de la co-digestión anaerobia de lodos de aguas residuales municipales con residuos de alimentos”, el cual tuvo el objetivo de evaluar la eficiencia del proceso de co-digestión de los lodos producto de los restos de aguas municipales con residuos de alimentos, para ello se desarrolló de co-digestores asociados con residuos de alimentos realizando cuatro diferentes proporciones de mezclas y mono-digestores usando lodos primarios, secundarios y una mezcla de ambas, el cual se obtuvo como resultado que la mejor producción de metano se obtuvo de la mezcla de lodo primario y residuos de alimentos con un 0,25 L CH<sub>4</sub>/ g SV, representando 32% mayor que la producción obtenida por el mono-digestor con lodo primario. Se concluye que la adición de residuos de alimentos al ser mezclados con lodos residuales provee una mayor producción de gas metano ya que proporcionan carbono orgánico mejorando la relación de carbono/ Nitrógeno.

HASSAN, A. (2015). "Investigación experimental de la producción de biogás a partir de lodos de aguas residuales". El objetivo de su investigación fue evaluar la generación de biogás a partir de lodos de PTAR además de conocer la importancia del pH, los sólidos volátiles, la presión y la temperatura. La metodología se basó en dos experimentos: uno en un recipiente de 25 L de capacidad y el segundo en una botella de 2 L, como biodigestores discontinuos. En el que concluyó que los lodos de PTAR son sustratos aptos para la producción de biogás y que la producción de metano depende de la cantidad de sólidos volátiles, un potencial óptimo de hidrógeno de 7, con una temperatura de 35 ° C. Además, en su investigación él recomienda eliminar el biogás tan pronto como se forme, ya que afecta la producción.

HUANCA (2017), en su investigación titulada “Producción de Biogás a partir de los lodos de aguas residuales urbanas – Puno” que tuvo como objetivo generar biogás a llevando a cabo un proceso anaeróbico empleando como biomaterial lodos residuales urbanas de la ciudad de Puno, evaluar parámetros físico químicos para controlar el volumen de la producción de biogás así también evaluar la producción de biogás como una alternativa energética. Los parámetros evaluados durante la producción de biogás fueron la Temperatura (°C), presión, para mayor eficiencia se propuso la agitación mecánica y se evaluó el tiempo

de retención en el biodigestor necesario para la producción de biogás así también sus parámetros físicos y químicos obteniéndose como resultado: tiempo de retención de 43 días a una temperatura promedio de 27,4°C, una presión de 214.5 cm<sup>3</sup> así mismo en la evaluación de los lodos encontrando 75.20 ppm de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 0.089 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> N y 2.201 de PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, un DBO<sub>5</sub> de 319.90 ppm. La producción de biogás fue de 14.88 cm<sup>3</sup> a partir de los 5 días hasta los 47 días de fermentación anaeróbica y una producción acumulada de 214.5 cm<sup>3</sup> al final de la fermentación presentando una buena relación de C/N menor a 20.

LLEANA, J. [et al] (2016). En su artículo, “Evaluación de la co-digestión anaerobia de lodos de aguas residuales municipales con residuos de alimentos”, cuyo objetivo tenía analizar el proceso de co-digestión de lodos que provienen de las aguas residuales en una mezcla homogénea con restos de alimentos, se empleó sistemas de mono-digestores y co-digestores. Los lodos empleados para la experimentación fueron lodos primarios, lodos secundarios y una mezcla de sustratos con base en sólidos volátiles analizados previamente, el tiempo de retención fue de 2 a 20 días, para lodos activados y digestión respectivamente. Como resultado final se afirma que el lodo primario, presentó el 51,99% de ST, un bajo contenido de sólidos volátiles, y 8,86 una baja relación de Carbono: Nitrógeno. Los lodos secundarios, mostró un alto contenido de carga orgánica, 67,92% de ST, ya que contiene gran cantidad de biomasa bacteriana, y el 12% de nitrógeno, dando como resultado una relación C: N 3,64, siendo esta muy baja.

LÓPEZ, H. [et al] (2017). Guía técnica para el manejo y aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales: Programa de Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México. Tenía como objetivo fue de buscar fundamentos técnicos para el aprovechamiento del biogás en una PTAR. Empleó la metodología ACV, la cual consiste en evaluar los efectos ambientales, teniendo en cuenta aire, suelo y agua, de un producto o servicio, desde el inicio de su empleo hasta la disposición final de los residuos generados. Como resultado, las lagunas de estabilización son las que generan mayores impactos con respecto a la emisión de metano generado en las lagunas anaeróbicas. Las tecnologías de lodos activados también generan CO<sub>2</sub>, en el proceso de generación eléctrica. Sin embargo, la vía anaerobia para tratar aguas domésticas, con reactores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket o reactor anaeróbico de flujo ascendente), son las que brindan mejores resultados según la metodología empleada.

PAIVA (2016), en su investigación de pregrado titulada, “Propuesta de aprovechamiento del biogás obtenido a partir del tratamiento de las aguas residuales generadas en la empresa Rico Cerdo F&G S.A.C.”, para su uso como biocombustible en los sistemas de calefacción de las áreas de maternidad, planteó como objetivo el aprovechamiento de biogás obtenido a partir del tratamiento de las aguas residuales para uso de calefacción de la zona de estudio. Para ello, realizó la caracterización del agua residual, y luego diseñó el sistema de biodigestión tipo laguna cubierta, para obtener biogás. Concluyendo que es un método eficiente y económico para generar biogás con un volumen constante; siendo la ubicación de la planta 4656.73 m<sup>2</sup>, la cual producía por día 287.78 m<sup>3</sup>/día, con una concentración de 80% de metano (230 m<sup>3</sup>/día) y 20% de CO<sub>2</sub> (57.56 m<sup>3</sup>/día), el cual cubría al 100% la demanda energética y además quedaba un restante, el cual podría ser empleado para generar ganancias.

QUISPE, (2015) en su tesis “Producción y evaluación de la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A. VELEBIT S.A.C.” ubicada en el distrito de Lurigancho-Chosica” planteo como objetivo producir y evaluar la calidad de biogás y biol. La metodología consistió en preparar 6 biodigestores tipo Bach de ochenta litros y realizando 3 perforaciones en cada uno, correspondientes a la salida del biogás, biol y agitador, concluyendo que los parámetros del biol: pH y temperatura para la producción de biogás, los resultados de significancia son similares. Mostraron presencia de macronutrientes, para ambos tratamientos, el pH se mantuvo en el rango de 6 - 8, siendo estos valores promedios favorables para la biodigestión anaeróbica. Ambos tratamientos se trabajaron a temperaturas de 35° C (digestiones mesofílicas), teniendo esta influencia en la temperatura exterior de 15.93 a 19.7°C. Con respecto a la calidad de biogás no fue buena en ambos tratamientos, ya que se obtuvo no superó el 50% de metano en ningún proceso, pudiendo deberse a que los biodigestores contaban con 17 % de sólidos totales, a la temperatura de fermentación anaeróbica o a la presencia de oxígeno. Ambos tratamientos se muestran eficientes en cuanto a la remoción de microorganismos patógenos; al final del proceso se obtiene como sub producto el biol producido a partir del estiércol del codorniz, respecto a los parámetros microbiológicos se obtuvo 9.2 x 10<sup>2</sup> Numero Más Probable (NMP/100 ml) cumpliendo con el Estándar de Calidad Ambiental para riego de cultivos, en cambio el biol producido a partir de estiércol de codorniz obteniendo 5,4 x 10<sup>3</sup> Numero Más Probable (NMP/100 ml), incumpliendo con los Estándares de calidad ambiental.

RODRIGUEZ, J. [et al] (2017). “Obtención de biogás a partir de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante la digestión anaerobia mesofílica”. En el estudio planteo el objetivo de evaluar las características de lodos para la producción de biogás. Empleó técnicas analíticas para determinar potencial de hidrógeno, DQO, ST, SV y STV, mediante métodos APHA, AWWA, WPCF, normados para el análisis de agua. Del cual, como resultados óptimos para la producción de biogás fueron de pH entre 7.3 a 7.5, carga orgánica en promedio de 16.98 Kg, Solidos Totales (ST)/ m<sup>3</sup>d y de 8.47 STV/m<sup>3</sup> .a una temperatura de 35 °C. Según las cargas aplicadas de 0.33 Kg de Solidos Totales/m<sup>3</sup>d, de 0.45 Kg ST/ m<sup>3</sup>d, 0.55 KgST/ m<sup>3</sup>d, 0.75 Kg de ST/ m<sup>3</sup>d, 1.15 Kg ST/ m<sup>3</sup>d, 1.5 de Kg ST/ m<sup>3</sup>d y 2.0KgST/ m<sup>3</sup>d produciendo en promedio 1.64 litros/día, 1.92 litros/día, 2.1 litros/día, 5 litros/día, 6 litros/día, 7 litros/día y 9.3 litros/día, respectivamente. El tempo de retención hidráulica fue de 100 días en la primera etapa. Las condiciones ambientales y del biorreactor es un factor importante en la producción de biogás.

VASQUEZ Y VARGAS (2018), en su tesis “Aprovechamiento de lodos planta de tratamiento de aguas residuales municipio de Funza, como insumo de cultivo y mejoramiento del suelo”, el cual tuvo como objetivo plantear una alternativa para el manejo y aprovechamiento de los lodos generados en la planta municipal de Funza, se basó en la siguiente metodología: realizar una comparación de las características y nutrientes de un cultivo de lechuga y zanahoria en condiciones normales, y un cultivo de estas hortalizas utilizando como subproducto el lodo obtenido del proceso de tratamiento de aguas residuales de la PTAR del Municipio de Funza. Se concluyó que los lodos obtenidos del tratamiento de aguas residuales, son una alternativa viable para su utilización como subproducto para cultivo de lechuga y zanahoria; además, la composición y cantidad de materia orgánica en el lodo son factibles emplearlos para el mejoramiento del suelo. El aprovechamiento del lodo como insumo para cultivo de hortalizas es una opción de sustitución a otros fertilizantes debido a sus propiedades y características orgánicas.

BLANCO (2015), en su tesis “Aprovechamiento de lodos residuales para cerrar el ciclo urbano del agua, mejorar la eficiencia energética y reducir los GEI: caso de la PITAR nuevo Laredo” la cual tuvo como objetivo encontrar soluciones de aprovechamiento de los lodos residuales, para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Analizó el actual manejo de lodos de la PITAR, desde que el agua cruda llega a la planta, hasta la reincorporación a otros ciclos productivos. Como resultado, menciona que el manejo de

lodos es insostenible pese a que cumplen con la norma de bio-sólidos, solamente se aprovecha el 12% de estos y liberan grandes cantidades de emisiones de GEI durante su tratamiento. Para la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, existe la digestión anaerobia, la cual retiene las emisiones de metano directamente para generar energía, estimándose una reducción de las emisiones en un 50%.

CORCIO (2016), en su tesis para optar el grado de ingeniero químico titulada “Producción de biogás mediante la digestión anaeróbica de los lodos flotantes de oxidación de aguas residuales de la ciudad de Chepén” cuyo objetivo fue generar biogás mediante un prototipo de digester anaeróbico para poder ser usado como potencial energético, para cual realizo la siguiente metodología: diseño y construcción del birreactor piloto, procedimiento para muestreo de lodo flotante, alimentación del birreactor, caracterización del lodo crudo flotante, sistema de recolección del biogás y quedado del biogás para demostrar la presencia del metano, llegando a la conclusión de que la transformación de materia orgánica en biogás da lugar a una concentración del 84.5% de metano, se debe realizar e condiciones anóxicas para aprovecharla más eficientemente y los residuos finales de la digestión pueden ser usados como fertilizantes.

CENDENALES (2017), en su tesis titulada “Producción de biogás mediante la codigestión de mezcla de residuos cítricos y estiércol de bovino para su utilización como fuente de energía renovable” que plantea como objetivos generar mayor cantidad de combustible a través de un sistema de codigestión anaeróbica de residuos cítricos y estiércol de ganado de bovino, así como parámetros de eficiencia del proceso de biodegradabilidad anaeróbica. Para lo cual se realizaron mediciones de los siguientes parámetros tales como potencial de Hidrogeno (pH), su alcalinidad, demanda química de oxígeno (DBO) total y solubles entre otros en una simulación de proceso de digestión anaeróbica con base de los resultados obtenidos mediante las mediciones experimentales y las simulaciones finalmente para implementar un modelo simplificado para la evaluación de energía producida por un reactor piloto de tratamiento anaeróbico de residuo orgánico.

SARABIA, L. [et al], (2017), en su artículo científico “Producción de biogás mediante codigestión anaerobia de excretas de borrego y rumen adicionados con lodos procedentes de una planta de aguas residuales” Tabasco - México, para lo cual se realizó la siguiente metodología; la toma de muestra se llevó a cabo mediante la división de 4 partes iguales

(cuarteo) del cual se analizó % de humedad, sólidos volátiles totales y cenizas, se empleó un sistema de codigestión usando botellas de 1L, se ejecutó tres tipos de tratamientos, para los resultados estadísticos se efectuó un análisis de varianza de un factor con el fin de comparar la producción de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S por cada tratamiento, se obtuvo los siguientes resultados; para el primer tratamiento (excretas de borrego y lodo), generó 35.47 L de biogás mientras que el segundo tratamiento (excretas de borrego y rumen) 42.14 L y el tercer tratamiento (excretas de borrego) 43.83 L, en cuanto a la composición del biogás se obtuvo 64%, 64% y 61% de metano respectivamente, referente al H<sub>2</sub>S el primer tratamiento obtuvo menor concentración, determinando que el primer tratamiento es el mejor ya que la concentración de H<sub>2</sub>S es menor así como su tiempo de producción también es menor.

SOLARTE, M. [et al], (2017), en su artículo científico “Evaluación de la digestión y codigestión anaerobia de residuos de comida y de poda en biorreactores a escala laboratorio” Manizales – Colombia, cuyo objetivo era comparar la eficiencia de ambos sustratos usando restos de poda, residuos de comida y como inóculo lodo proveniente de un reactor anaeróbico, se trabajó en condiciones herméticas, a una temperatura promedio de 37°C, sin agitación ni algún tipo de control durante los 40 días. La composición de biogás en los sustratos es de 42.6% y 52.5% con un porcentaje de 52% y 50% de metano respectivamente para los sustratos de poda y restos de comida respectivamente y para la codigestión presenta 51.7 % y 60.8 % de metano haciendo más viable la digestión de restos de comida. Los resultados nos indican que la codigestión con restos de comida incrementa la generación del biogás con 0.34 Nm<sup>3</sup> biogás/kgSV para la monodigestión de poda y para la codigestión con 0.6 Nm<sup>3</sup> biogás/kgSV para lo cual el investigador sugiere experimentar con otros inóculos para superar la producción del 66.1% de la producción de biogás producto de la codigestión.

ALCIDA, A. [et al], (2014), en su artículo titulado “Producción de biogás mediante digestión anaerobia de aguas residuales provenientes de la industria Palmera” Santander – Colombia, se caracterizaron los sustratos e inóculos los parámetros fisicoquímicos del agua residual fueron el pH, sólidos volátiles y totales, sólidos suspendidos volátiles y totales, ácidos grasos volátiles, DQO, DBO<sub>5</sub>, etc., en caso de los inóculos el primero fue la mezcla de lodo proveniente de una planta de tratamiento y estiércol de cerdo en relación 1:1 y el segundo inóculo lodos anaeróbicos de tanque de oxidación de la planta de aceite de palma. Se realizó los experimentos por triplicado en reactores de 500 ml añadiendo el volumen del inóculo 1.5 g/L de VSS agregando agua hasta alcanzar los 300 ml de volumen, se trabajó a una

temperatura de aproximada de 37 °C cuantificado el volumen de gas por el método de desplazamiento alcalino. Finalmente, la digestión anaeróbica del efluente residual de la planta de aceite de palma fue de la que se obtuvo mayor cantidad con 2740 mL y volumen de gas (0.343 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/kg VS).

CAMPOS, D. [et al], (2018), en su artículo titulado “Bioconversión de desperdicios vegetales a biogás a partir de microorganismos ruminales” Iztapalapa – México, los sustratos utilizados para esta experimentación fueron residuos de hojas de lechuga, col, coliflor, espinaca, maíz y nopal los cuales fueron sometidos a una digestión anaeróbica in vitro añadiendo líquido ruminal. El proceso de digestión anaeróbica fue por un tiempo de 96 horas a 39 °C tomando muestras gas en distintos horarios para medir la concentración de metano CH<sub>4</sub>. Las muestras finales analizadas dan como resultado para las hojas de lechuga, col, coliflor, maíz y nopal fue de 12.8% mayor a los inóculos de heno de avena, heno de alfalfa y ensilado de maíz. Las muestras tomadas entre las 9 y 12 horas de digestión la emisión de metano fue de 44.8% para las hojas de col, coliflor y ensilado de maíz llegando a la conclusión de que estos restos vegetales se pueden utilizar para poder producir biogás.

HERNANDEZ, D. [et al], (2018), en su artículo “Potential of energy production from slaughterhouse wastewater” México, en la investigación citada, plantea como objetivo analizar el potencial de producción de biogás empleando el uso de aguas residuales utilizando bio-reactores anaerobios, se realizaron experimentos herméticos en envases sellados de 120 ml, con bacterias sin movimiento; obteniendo como tiempo de retención en el biodigestor hasta 45 días como suficiente para su producción, además de que las bacterias mejoran la producción de biogás ya que ayudan a degradar y transformar la materia orgánica en gas. Los resultados indican que se ha eliminado el 90% de la DQO produciendo 0,78 m<sup>3</sup> de biogás por m<sup>3</sup> de agua residual, llegando a la conclusión de que si las aguas residuales del matadero de México serían tratadas por digestión anaerobia, se estima que podrían obtenerse más 16,500 MWh / año con una concentración del 75% de gas metano.

AGUILAR Y BLANCO (2018), en su artículo “Recuperación de metano y reducción de emisiones en PTAR Nuevo Laredo, Tamaulipas, México”, esta investigación tiene como objetivo examinar la recuperación de energía de los lodos residuales como mecanismo ecoamigable que tiene la finalidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, para realizar la evaluación energética de cada planta de tratamiento se realizó un enfoque de benchmarking se estima la cantidad de energía eléctrica a partir de la cantidad de metano

capturado. El artículo concluye que el aprovechamiento de lodos residuales empleados para la generación de energía eléctrica sería del 21% de reducción de gases de efecto invernadero, produciendo el 14% de energía eléctrica que requiere la planta además de mejorar la eficiencia de producción de energética del 2%, teniendo en cuenta que para la implementación de este sistema requiere estudio técnico, legal y económico.

MUÑOS (2018), en su tema de investigación titulada “Producción de biogás a partir de biomasa residual pecuaria enriquecida con subproductos agrícolas biocatalizadores” Trujillo - Perú, planteando como objetivo principal la producción de biogás a partir de estos sustratos. La producción de metano se realizó en condiciones in vitro usando los sustratos de excretas de animales; cerdos, bovinos, ovinos y aves con un tiempo de retención de 216 horas obteniendo como primeros resultados de la producción de metano sin aplicar el biocatalizador es de 9.38 L de metano/Kg de excreta de ovino, 4.57 L de metano/Kg de excreta de cerdo, 4.45 L de metano/Kg de excreta de gallina y 0.51 L de metano/Kg de excreta de bovino; mientras que al incrementar el biocatalizador la concentración de metano aumenta a 9.58 L/Kg, 4.77 L/Kg, 4.65 L/Kg y 0.71 L/Kg respectivamente; incrementando en un 2.13%, 4.39%, 4.48% y 38.98% la concentración de metano en orden respectivo. Llegando a la conclusión de que la mayor producción de gas resulta ser con las excretas de ovino, sin embargo, se tiene que considerar que la concentración de las excretas de bovino en adición con los biocatalizadores alcanza la mayor eficiencia incrementando el porcentaje de metano.

RIVERA Y GALVIS (2014), en su estudio de investigación “Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos presentes en la Planta de Tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) de la empresa jugos HIT de la ciudad de Pereira”, realizado en el año 2016, plantearon como objetivo caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente los Lodos de PTARI, mediante la investigación aplicada; los resultados fueron obtenidos en 6 meses aproximadamente. Los parámetros que se evaluaron fueron tanto físicos: (Color, Olor, Textura, apariencia, pH, Humedad, alcalinidad, cenizas), químicos (DBO, DQO), microbiológicos (microorganismos mesofílicos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, y *salmonella sp*). Los resultados promedio obtenidos mediante la evaluación por triplicado, confirman alto contenido de microorganismos y generación de lodos. Respecto a la Humedad esta resultó 5167 NTC, pH 8.1, Alcalinidad 35 Meq/L, acidez 2 Meq/L, Humedad 3%, cenizas 0.25%, DQO 2663.33 Meq/L, DBO 65 mg O<sub>2</sub>/L,

Microorganismos Mesófilos Aerobios 200 Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g), Mohos y levaduras 100 unidades formadoras de colonias (UFC/g), Coliformes Totales mayor 1100 NMP/g, Coliformes fecales mayor 1100NMP/g, *salmonella sp* no se evidenciaron presencia de esta bacteria. Concluyeron que, según los resultados obtenidos para este lodo, pueden ser empleadas en plantaciones, para la elaboración de abonos, fertilizantes para suelo, siempre y cuando conociendo la cantidad apropiada para aplicar al terreno para evitar que se puedan quemar y finalmente debido a su gran carga microbiana se puede emplear como reactor anaerobio UASB.

RINCON, R. [et al], (2014), en su artículo científico “Biodegradabilidad de residuos de alimentos preparados bajo condiciones mesofílicas y termofílicas utilizando un reactor de mezcla completa” Bogotá - Colombia, esta investigación planeo como objetivo principal analizar la biodegradabilidad de alimentos preparados en adición de distintos lodos y evaluarlos en distintos tiempos de retención hidráulica para todo ellos emplearon un sistema de digestión anaeróbica usando 3.5 L de residuos de mezcla completa en condiciones mesofílicas a 37°C y termofílicas a 55°C. Para el desarrollo de la investigación previamente se evaluó la biodegradabilidad con distintas proporciones de frutos y vegetales, proteínas y carbohidratos en la que definen la proporción de 71, 5 y 24 respectivamente. Los resultados obtenidos para condiciones mesofílicas se removieron el 59% de ST y 76 de SV y producción de metano de 0,64 L/gSV removido durante los días 25 y 30. En condiciones termofílicas en los días 30 se logró remover 57% de ST y 80% de SV con una producción de metano de 0,58 L/gSV removido. Concluyendo que en condiciones mesofílicas de lodo efluente Cachaza existe mayor porcentaje de remoción y producción de biogás durante los 30 días de digestión anaeróbica.

RYONG, K. [et al], (2018), en su publicación de artículo "Efecto de la adición de algas marinas en la digestión anaerobia mejorada de residuos de alimentos y lodos de depuradora" Incheon – Corea, el cual planteo como objetivo analizar la eficiencia de la adición de algas marinas en codigestión con residuos de alimentos y lodos que proceden de una planta de tratamiento de aguas residuales. Para lo cual se realizaron varias concentraciones de sustancias 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0 g de sólidos volátiles/L, la mezcla de desperdicio de alimentos, lodo con algas tuvo una proporción de 100: 2, 74:25, 50:50, 25: 75 y 0: 100 de SV, obteniendo como resultado la mezcla de residuos de alimentos y algas marinas en altas concentraciones de sustrato, se logró estabilizar la velocidad de acidogénesis y

metanogénesis a 10 g de SV / L de producción de metano, su rendimiento aumentó de 103 a 350 ml / g SV en las proporciones de 75:25. Con respecto a la mezcla de lodos y algas, su rendimiento aumentó en todas sus concentraciones, concluyendo que adicionando algas marinas al proceso de digestión anaerobia aumenta la producción de metano en un 24% en codigestión con desperdicio de alimentos y en un 20% en codigestión con lodo.

GUERRERO (2014), en la publicación de tesis "Biogas production from a mixture of alperujo and vegetal residues through a process of methane fermentation" Santiago – Chile, la investigación tiene como objetivo determinar la calidad y cuantificar el biogás al final del proceso mediante un sistema anaerobio, para ello emplearon 3 biodigestores de 70 L en la que se usó el alperujo como materia prima en adición de residuos de vegetales (se usó específicamente la betarraga) el primer ensayo se obtuvo una baja calidad de biogás y una concentración de 40% de metano en un periodo de 72 días obteniendo menos de 3L de gas; frente a ello se añadió excreta de bovino para mejorar su calidad obteniendo el 55% de metano en un periodo de 60 días mejorando la relación de C/N en 30:1. Concluyendo que la mezcla de alperujo, residuos de betarraga y excretas de bovino sometidas a un sistema de digestión anaeróbica deben ser suficientes para obtener un 65% de gas metano.

ROMLI (2015), en la publicación de su artículo científico "Codigestión del tallo y lodo de sorgo para la producción de biogás" Bogor - Indonesia, esta investigación evalúa el sistema de codigestión mediante el uso de tallos de sorgo y lodos residuales, los tallos fueron tratados mediante biooxidación para lograr una mejor producción bacteriana, la mezcla de tallos de sorgo y lodo se hizo en la siguiente proporción de 100: 0, 80:20, 60:40 y 40:60 en base a los resultados anteriores de ST, se trabajó a temperaturas de 35 ° C con 15% ST. Los matraces Erlenmeyer se usaron como digestores de 500 ml sometidos a un baño de agua para alcanzar 35 ° C conectados a un recipiente de 1 L para la medición de gas. Para las proporciones de 80:20 y 60:40 presento una mayor generación de biogás porque la relación C / N fue eficiente, la eliminación total de sólidos ST fue del 25%, alcanzando una producción de 122 L / kg ST de biogás, se llegó a la conclusión de que una codigestión mejora la eliminación de sustratos, así como la producción de biogás.

YANG, L. [et al], (2015), en su artículo científico titulado "Rendimiento de la tecnología anaeróbica seca en la codigestión de desechos sólidos orgánicos rurales en China", para esta investigación, se trabajó en un digestor anaerobio seco con desechos del ganado, restos

orgánicos de desechos domésticos y residuos agrícolas en los que se evaluó el pH, el % de eliminación orgánica y la producción de metano se empleó una cantidad total de sólidos del 25% adicional con un inóculo de 20% en peso seco de lodo residual, la codigestión de estos compuestos produjo 54.7%, 82.2% y 72.7% de SV, para los restos agrícolas fue de 11.1%, 20.5% y 19.8% y para desechos orgánicos domésticos fue de 27.4% , 45.0% y 40.9%. La codigestión de los 3 sustratos mejoró la producción de metano en 256 m<sup>3</sup> / tonelada de sólidos volátiles ST, mientras que para los desechos agrícolas produjo solo 12 m<sup>3</sup> de metano / tonelada SV y para los desechos orgánicos domésticos fue de 93 m<sup>3</sup> de metano / tonelada SV. Concluyendo que la codigestión de los sustratos estudiados produce una mayor cantidad de metano.

LITUMA (2015), en su tesis “Biodigestión anaerobia de lodos residuales, de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba” que tiene como objetivo implementar un biodigestor anaeróbico para producción de metano y reducción de contaminantes microbiológicos y químicos empleando un reactor de tipo Batch, llegando a la conclusión de que los microorganismos anaerobio poseen mayor rendimiento durante el periodo termofílico que se tiene que tener en consideración el gasto de energía y se produce un aumento en la producción de metano en el proceso termófilo que obteniendo 140 L de metano mientras que en el periodo mesofílico generaron 81 L, durante 38 días del proceso de biodigestión, en cuanto a la reducción de cromo es necesario realizar el proceso 1 vez por día.

ZHANG, H. (2015). “Tratamiento de lodos para aumentar la producción de biogás. Su objetivo era reducir y volver a usar el lodo para fomentar la producción de biogás”. La metodología utilizada en este estudio fue a través de la ozonización, como tratamiento previo al tratamiento anaeróbico, este último tratamiento se utilizó para lograr una mejor solubilidad del lodo y así mejorar el proceso de biodegradación. Para ser más eficiente y aumentar la producción de biogás, se aplicó ácido peracético, para oxidar los microorganismos, destruyendo su pared celular de la materia orgánica que se requiere para el proceso anaeróbico. La digestión anaeróbica sin el pre-tratamiento se realizó en 20 días a una temperatura promedio de 35 ° C, tiempo y temperaturas en las que la presencia de biogás es evidente, mientras que con el tratamiento previo la producción de biogás aumentó y resultó ser más eficiente en un 72%.

TREJOS, M. [et al] (2016), en su investigación, Propuesta para el aprovechamiento de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa “Comestibles La Rosa” como alternativa para la generación de biosólidos, planteó como objetivo analizar la estabilización de lodos de la PTAR durante el proceso, por medio de lombricultivo, para aprovechar los residuos. La metodología aplicada fue basada en el cumplimiento de objetivos, realizaron un estudio preliminar de ubicación de la zona. Los resultados obtenidos sobre el análisis de la composición de lodos de PTAR, tanto en sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas las condiciones son adecuadas para abonos en el suelo, como lombricultivo, ya que el lodo al lograr ser estabilizado, y posterior a ello utilizarse como abono orgánico reduce en un 69%, a partir del cual se obtiene 30,67% de abono. Esta investigación se trabajó con 300 kilogramos de lodo y se logró obtener 100 kilogramos de abono.

RODRIGUEZ MORALES (2017) en el artículo “Obtención de biogás a partir de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante la digestión anaerobia mesofílica”, el método de trabajo consistió en elaborar un biodigestor anaerobio mono etapa mesofílica, para poder inocular el mismo por 16 días, sin embargo, una vez inoculado se llevó a cabo 41 días de estabilización. A partir del día 41 se comenzó la parte experimental para poder determinar el tiempo de retención hidráulico llegando a un total de 112, sin embargo, el tiempo total del proyecto duró 153 días. Como resultado, El biodigestor a tiempo de retención hidráulica con un tiempo de 20 días y una carga de 2.0 Kg ST/m<sup>3</sup>d, nos resulta una producción de biogás de 9.3 L/d, por lo tanto, se asume que es directamente proporcional, ya que, a más carga, esta nos dará más estabilidad en el sistema.

NATHALIE BACHMANN (2015), en su artículo "Producción sostenible de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales", cuyo objetivo es producir energía natural, ya que el mundo está en constante crecimiento en el consumo de energía, el proyecto se desarrolla una alternativa de energía limpia a través de los desechos orgánicos de un planta de tratamiento de aguas residuales y poner la información al alcance de todos. La metodología fue tratar el lodo de aguas residuales con 20 días de estabilización, sin embargo, realizar una serie de procesos como el pretratamiento para el lodo purificado, la codigestión, la deshidratación de lodo y la eliminación de nitrógeno de los líquidos del digestor, para luego poder emplear la digestión anaeróbica. La conclusión es que cada planta tiene que evaluar periódicamente las plantas de tratamiento y publicar estos resultados en un informe ya que estos procesos previos son necesarios para poder llevar a cabo su desarrollo.

ALEJANDRO PADILLA (2015) en la tesis “Producción de Biogás y compost a partir de Residuos Orgánicos recolectados del Complejo Arqueológico Huaca de la Luna”, la metodología empleada fue producir biogás desarrollando dos biodigestores una de ellas de vidrio y la otra de polietileno con una capacidad de 20 litros cada uno, sin embargo se agregó 10 litros de agua residual (materia orgánica) y realizando 3 repeticiones, los biodigestores se dejaron aclimatar 25 días y luego se dio por finalizado el proceso. Como resultado la producción de biogás en el biodigestor de vidrio obtuvo 174,7 mL y en el biodigestor de polietileno tuvo 213,3 mL, sin embargo, al comparar ambos biodigestores nos da como resultado un 17% más biogás en el biodigestor de polietileno. Finalmente se llega a una conclusión respecto al análisis de laboratorio que el biodigestor de polietileno es más eficiente, económico y viable, ya que se obtiene un 17% más biogás y a su vez el compost es rico en nitrógeno, fosforo y potasio.

FLORES Y ACEVEDO (2016) en su tesis “Estudio de factibilidad de producción de biogás en pueblo rico Risaralda” su objetivo desarrollar un biodigestor para que produzca biogás en el municipio de pueblo rico Risaralda. La metodología empleada es de investigación exploratoria, analítica y cuántica. Sin embargo, se tomó una muestra de 47,2 Ton/mes de desechos sólidos en el mercado, cabe resaltar que 10.1 son material orgánico, para iniciar la producción de biogás se tomó 9.8 kg de material orgánico y se obtuvo 12800 cm<sup>3</sup> de biogás en 25 días, a través de la metalogénesis a una temperatura de 37° C. El autor concluye que el proyecto es factible y que la cantidad de material orgánico del municipio mensual solo se estima un 70% de la demanda de biogás urbano y comparando con el gas doméstico esta se llevaría a reducir un 70% menos de dinero.

MONTENEGRO, ROJAS, CABEZA, HERNANDES (2016) en su artículo “Potencial de biogás de los residuos agroindustriales generados en el departamento de Cundinamarca”. La metodología empleada fue cuantificar cuanto de gas podría obtener el departamento de Cundinamarca, así también calcular el potencial de biogás por cada tipo de biomasa residual y por ultimo donde se produce mayor biogás, para lograr se realizó diferentes estudios de la cantidad de estiércol que se obtenía por cada sector como (bobino, porcino y avícola) y por el lado de agricultura, sin embargo se llevó a cabo estudios de cultivos y restos de las mismas (papa, arveja y maíz como mayores productores), se obtuvo como potencial de biogás en las aves 981.120 t/año, porcinos 631,085 t/año y 6.798,855 t/año para bovinos. Como resultado

el departamento de Cundinamarca obtuvo un potencial de biogás de 1.117.567 TJ/año del resultado de la transformación de los residuos generados.

BRISEÑO, G. [et al] (2011) en su tesis, Estudio de factibilidad en biodigestor UASB para el aprovechamiento de lodos residuales activos de la planta de tratamiento de aguas residuales servidas, tenía como objetivo de la investigación fue evaluar la factibilidad del diseño de un biodigestor de manto de flujo ascendente (UASB), para aprovechar los lodos de una PTAS. Mediante una entrevista no estructurada, para la recolección de datos (manuales de Melccraft and Eddy “Dimensionamiento de Digestores de lodos residuales para planta de tratamiento”) La cual tuvo una confiabilidad de 84%, indicando la factibilidad, desde lo económica y operacionalmente de un biodigestor UASB, para aprovechar los lodos residuales. El pH promedio fue de 7.4, con una temperatura 15° la eficiencia decrece, y por encima de esta se incrementa, por ello trabajo con un promedio de 31°C. Los nutrientes, requieren de altos niveles para las bacterias metanogénicas, ya que, si es escaso, se inhiben considerablemente. Comprobó que, aunque los niveles de contaminantes sean bajos, las bacterias metanogénicas se reproducen, ocasionando menos producción de gas metano.

PISTONESI, C. (2010). Energía a partir de las aguas residuales. Como objetivo tenía describir los procesos existentes para tratar aguas residuales urbanas. En su metodología empleó un reactor anaeróbico, y como inóculo empleó lodo de desagüe. En el cual concluye que el tratamiento anaeróbico de efluentes, es una solución sostenible, ya que evita generar gases de efecto invernadero, como el metano y el dióxido de carbono. Las facilidades de un biodigestor anaeróbico en la producción de biogás son rentables, ya que es una tecnología poco costosa, y no genera impactos negativos al medio ambiente.

VALDERRAMA, M. (2013). Su trabajo de investigación, Factibilidad de aprovechamiento de los lodos residuales de la PTAR del Municipio de Chinavita (Boyacá), plantea como objetivo, evaluar la factibilidad de aprovechamiento de lodos generados en PTAR, mediante la caracterización química y microbiológica, para determinar las concentraciones de metales pesados, coliformes totales, coliformes fecales, Salmonella y huevos de Helminto. Realizó el muestreo de lodos, mediante análisis agronómico, contenido de metales pesados y análisis microbiológico, a partir de la cual propone el uso de cal para la estabilización química y para la estabilización biológica el uso la digestión anaerobia. Antes de emplear el lodo se debe conocer los tipos y su clasificación según su origen. La digestión anaerobia, tiene un tiempo

de retención de 15 días a temperaturas entre 35-55 °C y a 60 días a temperaturas promedio de 20°C, en el cual se produce la degradación de la materia orgánica presente en los lodos primarios y secundarios, los cuales se convierten en metano (CH<sub>4</sub>) y Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

En la presente investigación en torno a la producción de biogás y teorías relacionadas al tema encontramos las **Aguas Residuales** que se denomina así a las aguas que son trasladadas mediante un sistema de alcantarillado, en las cuales se encuentran las aguas residuales domésticas y no domésticas. (Citado en Vásquez y Vargas, 2018, p. 29), así como también **Aguas grises** que se denominan así, a las aguas empleadas para uso doméstico. Son el agua que contienen residuos grasos y detergentes. (Huanca, 2017, p. 47), en cuanto a las **Aguas negras** que son aquellas aguas generadas por los sanitarios, las cuales son tratadas mediante otros sistemas, debido a su alto contenido de parásitos e infecciones. (Huanca, 2017, p. 47). También es importante tener en cuenta las teorías como **Planta de tratamiento de agua residuales (PTAR)** que es una estructura construida y diseñada con el objetivo de llevar a cabo un tratamiento de aguas contaminadas ya sean por industrias o contaminantes antropogénicos, para poder ser reutilizadas o ser dispuestos debidamente a vertidos a los cuerpos receptores, que se encuentren dentro del marco legal ambiental vigente (Araujo, 2017, p. 6). Así como los tipos de tratamiento que se llevan a cabo primero el **Tratamiento Preliminar** en el tratamiento preliminar se cumplen las funciones de estimar y regular el caudal de entrada de aguas residuales a la planta, así también como la extracción de sólidos flotantes de mayor tamaño, la arena y la grasa este tratamiento se realiza mediante el proceso de filtración. (Fibras y Normas de Colombia, 2018).

Seguidamente pasa al **Tratamiento primario** que es un proceso físico-químico siendo la primera fase del tratamiento a las que son sometidas las aguas residuales, en este proceso se eliminan sólidos suspendidos, arena, grasas, este tratamiento incluyen los siguientes procesos importantes: (Pérez y Camacho, 2011). Como lo es la sedimentación, flotación y coagulación, a continuación, procede el **Tratamiento secundario** que es el segundo paso o segunda fase de tratamiento de las aguas residuales, en esta etapa ocurre la degradación en su totalidad de la materia orgánica (MO) debido a los microorganismos presentes en el agua, produciéndose los lodos activados. (Pérez y Camacho, 2011). Finalmente termina el proceso con el **Tratamiento terciario** en esta es la etapa final del tratamiento de aguas residuales,

en la cual se realizan procesos para mejorar la calidad del agua conforme establecen los estándares de calidad ambiental para luego ser descargadas.

Es importante tener en cuenta el concepto de los **Lodos** que se definen como la retención de los sólidos de una fase líquida, que resulta de un tratamiento de agua. (Vásquez y Vargas, 2018), además de existir en sus distintos tipos que son el **Lodo Crudo** que Representan los lodos que no han sido debidamente tratados y estabilizados, que generalmente se producen durante el tratamiento de aguas negras. Este subproducto produce acidificación de la digestión y en consecuencia genera malos olores. (Lituma, 2010); así como los **Lodos Primarios** que son lodos que se produce durante el proceso de cribado y desarenado del tratamiento primario de las aguas residuales. Las características de este tipo de lodos dependerán del tipo de efluente, que contienen altas concentraciones de materia orgánica. (Lituma, 2010) y con respecto a los **Lodos activados** que según Lituma (2010). Este tipo de lodo tiene reacciones con distintos tipos de microorganismos, mediante una digestión aerobia. Estos lodos se pueden observar en flóculos con biomasa viva y muerta, así como en trazas de minerales.

Con respecto a los parámetros que tomaran en cuenta para esta investigación es importante tener conocimiento de que los **Parámetros fisicoquímicos del lodo** presenta el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos evaluados de los lodos correspondientes a la planta de tratamiento (Márquez y Parra, 2009, p. 74), además de la **Temperatura** que se considera uno de los factores más importantes en una digestión anaerobia, las cuales se dividen en rangos para el desarrollo del proceso; psicofísico ( $<25^{\circ}\text{C}$ ), mesofílico (entre  $25^{\circ}\text{C}$  y  $45^{\circ}\text{C}$ ) y termofílico ( $>45^{\circ}\text{C}$ )” (Cendales, 2011, p. 18), por otra parte el **Potencial de Hidrógeno** que según Cendales (2011) sostiene que el pH influye en la estabilidad del proceso de biodegradación, ya que normaliza la existencia de microorganismos. A pesar que en un ecosistema anaeróbico el grupo microbiano presenta un grado distinto de sensibilidad respecto a este parámetro, se ha determinado el pH óptimo para el desarrollo del proceso de digestión anaerobia, el cual se encuentra entre 6.5 a 7.5 además de la **Demanda biológica de oxígeno (DBO)** ya que este parámetro indica la cantidad de oxígeno consumida por microorganismos y bacterias para poder ser descompuestos en el periodo de 5 días a temperaturas de  $20^{\circ}\text{C}$ , se mide en *mg/l* este parámetro estima el grado de carga que representa estas aguas con el cauce receptor. Este parámetro es muy importante ya que al superar los límites permisibles establecidos puede afectar con la vida biológica acuática.

(Lituma, 2010, p. 75) también los **Sólidos totales** que son también conocidas como salinidad total, en la que determina la cantidad de materia que se encuentra disuelta en el agua, sometiendo el agua a un proceso de evaporación y secado. La estimación de los sólidos totales se realiza sumando los materiales disueltos y los sólidos en suspensión. (Lituma, 2010, p. 16) así mismo los **Sólidos volátiles** parámetros que presenta la materia orgánica que se descompone del biomaterial. Es un potencial odorífico” (Lituma, 2010, p. 16), se toma en cuenta también los **Metales pesados** que de acuerdo al RAS 0330 (2017), se denomina así a elementos tóxicos que tienen un peso molecular alto. Normalmente poseen una densidad que supera los 5,0 g/cm<sup>3</sup>, entre los metales tóxicos tenemos, cobre (Cu), hierro (Fe), molibdeno (Mo), níquel (Ni), zinc (Zn), plomo (Pb), plata (Ag), mercurio (Hg), cadmio (Cd), cobalto (Co), (Citado en Vásquez y Vargas, 2018, p. 12).

En cuanto a los **Parámetros microbiológicos** que determinan las características microbiológicas de los lodos o residuos de la planta de tratamiento (Márquez y Parra, 2009, p. 79), tales como **Coliformes totales** este grupo de coliformes totales está compuesto por *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*; bacterias que se encuentran en el tracto intestinal y una vez en el agua permanecen más tiempo que las bacterias patógenas (Araujo, 2017); además de las **Bacterias metanógenas**. - Este tipo de bacterias representan a un grupo de bacterias anaerobias obligadas que se encargan de que descomponer la materia orgánica para posterior mente se forme metano.

Cabe preguntarse los conceptos de **Biogás** que es un gas combustible que se genera en medios naturales o en medio específicos, es producto de la biodegradación de la materia orgánica gracias a la interacción de microorganismos que específicamente son las bacterias metanogénicas y factores adicionales, es posible la producción de biogás en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) como también en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Que estas pueden ser producidas por **Microorganismos Psicrófilos** que según Rojas (2014), afirma que se denominan así a los microorganismos que requieren bajas temperaturas para su desarrollo óptimo. (Entre 0 y 20° C); en cuanto a los **Microorganismos Mesófilos** según lo define Rojas (2014), se denominan así a los microorganismos que requieren temperaturas medias para su desarrollo óptimo. (Entre 15 y 45° C). Finalmente los **Microorganismos Termófilos** que según Rojas (s.f) se denominan así a los microorganismos que requieren altas temperaturas para su desarrollo óptimo (Entre 45 y 80° C), pudiendo también superar los 80° C (hipertermófilos) que frecuentemente presentan bajo crecimiento y alto gasto de energía; esto último se debe a un aumento en la permeabilidad de la membrana a

los iones, a medida que se incrementa la temperatura, ocasionando un mayor gasto de energía metabólica” (Suárez, et al., 2004, p. 59).

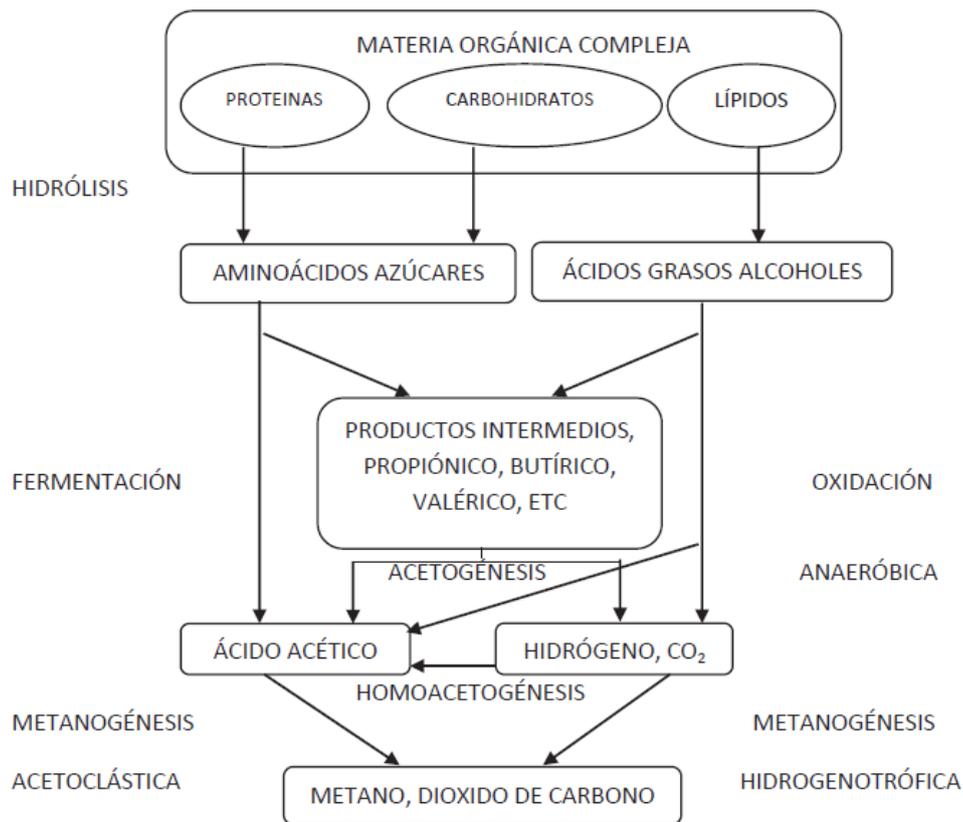
Complementando la información que se requiere sobre los **Coliformes fecales** que son microorganismos que pertenecen a la familia de los coliformes totales, capaces de la fermentación de lactosa a 44.5°C. La *Escherichia coli* y algunas especies de *Klebsiella* están conformadas en 95% de coliformes fecales (Araujo, 2017), así también las **Bacterias patógenas** que de acuerdo a Lituma (2010) Se encuentran incluidos las bacterias, virus y protozoarios. Son causantes de enfermedades transmitidas por la cadena trófica. (p. 17). Es importante también conocer la **Reacción de lodo para la formación de metano** ya que las bacterias que producen metano presente en este proceso, descomponen todos los agregados que contienen bajo peso molecular. Para la generación de metano pueden generarse de dos maneras: la metanogénesis acetoclastica, a partir de *Archaeas de acetato*, produce un 70% de metano, y la metanogénesis hidrogenotrófica, mediante *Archaeas* hidrogenotróficas a partir de hidrógeno del dióxido de carbono, producen un 30% de la producción de metano. RINCON, K (2016). Para la presente investigación se llevó a cabo una **Digestión anaerobia** que se define como la fermentación producida por bacterias anaeróbicas producto de la mezcla de los residuos orgánicos con agua en depósitos o recipientes cerrados, llamados también digestores (Huanca, 2017, p. 48). La digestión en condiciones anaeróbica se refiere cuando materia orgánica se descompone mediante la degradación dada por bacterias específicas obteniéndose como producto biogás compuesto principalmente por metano (CH<sub>4</sub>) de 50 a 70% y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de 30 a 40%; también obtenido en menor cantidad hidrogeno (H<sub>2</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>S) y otros gases de 0 a 5% (Lituma, 2010).

La digestión de lodos tendría la siguiente forma:



**Fuente:** Quispe (2015).

**Ilustración 1:** Esquema de proceso de digestión anaeróbica

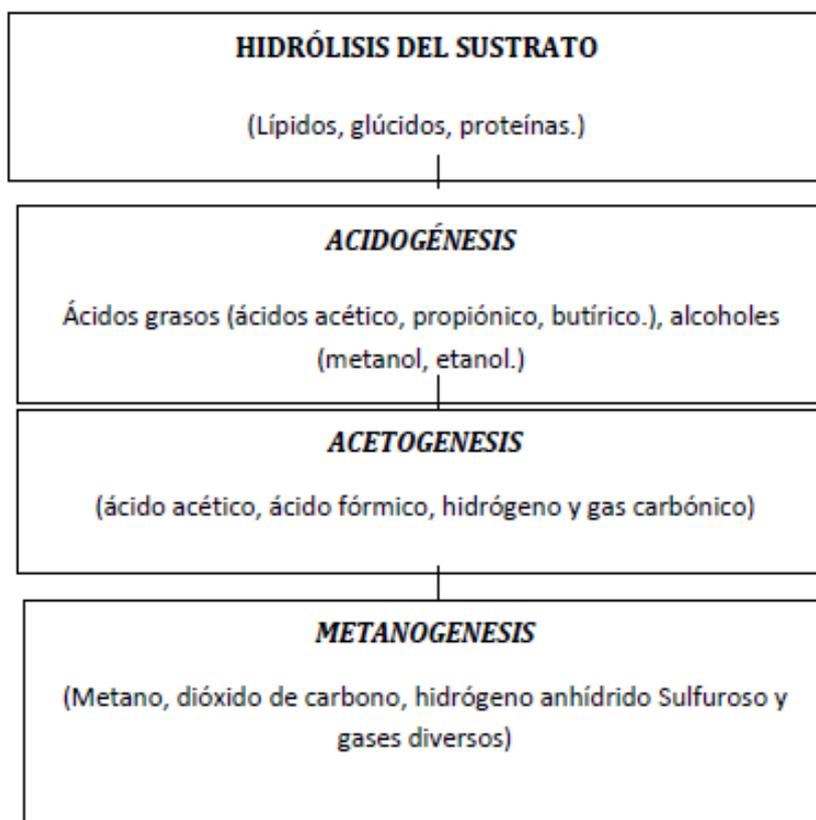


**Fuente:** Quispe (2015).

La digestión anaerobia consta los siguientes procesos importantes como primer proceso la **Hidrólisis** que es la primera fase del proceso de fermentación y consiste en la descomposición de polímeros orgánicos, por medio de enzimas hidrolasas, en monómeros y dímeros, los cuales tienen la capacidad de atravesar a la membrana celular (Nova, 2015, p. 60). Según Scriban, (1985). Se reconoce como una etapa limitante, dado que algunos residuos orgánicos naturales son muy resistentes a la acción bacteriana. Es posible que la acción combinada de enzimas y de bacterias permita optimizar esta importante fase de fermentación metánica. Huanca, 2017. Seguidamente procede el proceso de **Acidogénesis** en esta fase, según Huanca (2017), es parte de la hidrólisis del sustrato y esta se transforma en ácidos grasos (butírico, ácido acético y propiónico), alcoholes (etanol, metanol), hidrógeno y gas carbónico. Durante la absorción y degradación de los monómeros en ácidos orgánicos de cadena corta, se libera hidrógeno. Dependiendo de la concentración de este último el producto final formado. (Parra, 2015). Seguidamente viene la fase de **Acetogénesis** proceso en la cual los productos que no se convierten en metano durante la fase acidogénica, estas tienen a convertirse en sustratos metanogénicos, ácidos grasos volátiles y alcoholes.

Pudiendo ser oxidados en sustrato metanogénico (dióxido de carbono, acetato e hidrogeno). (Parra, 2015). Finalmente, el proceso de **Metanogénesis** que según afirma Parra (2015). El acetato, Hidrógeno y dióxido de carbono, son convertidos en metano, convirtiéndose en metanógenos acetotróficos utilizando acetato como sustrato y durante la digestión anaeróbica produce hasta un 70% (p. 145), con este proceso culmina el proceso de digestión anaeróbica.

**Ilustración 2:** Etapas de la bioquímica de la digestión anaeróbica



**Fuente:** Huanca, 2017.

Es relevante también conocer acerca de la **Materia orgánica** que está constituido por carbono y otros elementos químicos, gran parte del material orgánico tienden a ser alimento para las bacterias y estas mismas las transforman en combustible. (Huanca, 2017), mediante un proceso de **Biodegradación** proceso en la cual ocurre la descomposición de materia orgánica (microorganismos, vegetales, animales y sus restos). En la cual normalmente la degradación de la materia oscila entre 1 a 6% del peso (Arce, 2011). Para finalmente lograr la obtención de **Metano** que es un gas contaminante e inflamable que se obtiene a través de residuos sólidos en un proceso de descomposición anaeróbica (Huanca, 2017). Previamente sometidos a un **Biodigestor** que se define como un lugar de almacenamiento completamente cerrado en donde se inserta material y esta trabaja de forma anaeróbica (...) Las bacterias

anaeróbicas descomponen el material orgánico. (Huanca, 2017). De acuerdo al proceso de carga los biodigestores pueden ser de tres tipos: Batch o discontinuos, semicontinuos y continuos definiendo como **Digestor Batch/ Discontinuos** que según afirma Guevara (1996), se introducen, en los biodigestores, los materiales en un solo lote; el gas tiene un rendimiento (después de la fermentación) decae a niveles bajos, los digestores se llegan a vaciar completamente para luego alimentarse de nuevo. Mientras que el **Digestor Semicontinuo** definido para Guevara (1996) digestor donde introducen grandes cantidades de materiales en la primera carga; se agregan materia prima según vaya bajando o desapareciendo el gas y regularmente se descargan la misma cantidad de efluente. Por último el **Digestor Continuo** que para Guevara (1996) Cuando se agrega la misma cantidad de material y así interrumpir la fermentación haciendo una relación de 1 a 1, eso quiere decir que es la misma cantidad que sale con la que ingresa.

Se tiene que tener muy en cuenta el **Material de carga para la fermentación** que es todo el sustrato que será introducido en el biodigestor para su degradación. Debiendo ser digerible y accesible para los microorganismos (triturados y solubles) (Huanca, 2017). Así mismo el **Material rico en nitrógeno** que provienen de los estiércoles son materia rica en nitrógeno y para poder determinar la cantidad aproximada a utilizar es necesario conocer la composición de los mismos (Quispe, 2015). Está también el **Material rico en carbono** que Según Verástegui y Mateo (1979) “Los residuos de plantas son materiales eminentemente celulósicos (pectina, lignina y hemicelulosa).” (Quispe, 2015). Por otra parte, según Vizcarra (2006) “Un alimento altamente energético es la chala, ya que tiene hemicelulosa y celulosa. Contiene bajo porcentaje de nitrógeno y alto porcentaje en carbono” (Quispe, 2015).

Finalmente se entiende como **Producto de biodigestores** a los productos obtenidos al finalizar el proceso de biodigestión son: Biogás, Biosólido y Biol, así también el **Biosólido** que de acuerdo a Daguer (2003) Los biosólidos son productos originados a partir de un proceso de estabilización (para reducir el nivel de patogenicidad, fermentación y capacidad de atraer vectores) de lodos orgánicos provenientes del tratamiento de aguas residuales. Después de este proceso, el biosólido tiene aptitud para uso agrícola y forestal, y para recuperar suelos degradados. (Vásquez y Vargas, 2018). Se obtiene también como residuo líquido el **Biol** que según Medina (1991), Se puede obtenerse a partir de la abertura del biodigestor en la cual se extrae la parte líquida, la cual está compuesta por alto contenido orgánico. (Quispe, 2015).

Para llevar a cabo la presente investigación se plantea las siguientes problemáticas, en el cual el **Problema General** viene a ser ¿Se producirá biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Distrito de Comas, 2019? Así mismo se plantean los **Problemas específicos 1** que es ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del lodo generado en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás, Comas, 2019?, seguido del **Problemas específicos 2** que es ¿Cuáles son las características microbiológicas del lodo generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás distrito de Comas, 2019?, También el **Problemas específicos 3** que viene a ser ¿Cuánto es el tiempo de biodegradación óptima para la producción de metano a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019?. Finalmente se tiene el **Problemas específicos 4** que es ¿Cuáles son las características químicas del biogás generado por la biodegradación anaerobia de lodos de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019?

La investigación tiene el siguiente sustento de **Justificación del estudio** basado en que la La digestión anaeróbica representa una biotecnología amigable con el medio ambiente ya que debido a su capacidad de digerir contaminantes orgánicos y compuestos tóxicos que se encuentran en los lodos residuales estabilizando su composición fisicoquímica y microbiológica y obteniendo un mayor beneficio aun con la generación de subproductos reaprovechables como biogás que busca reducir el uso de energías no renovables y acudir al uso de una energía alternativa, biol y bioabono.

El proyecto de investigación será de gran beneficio social y ambiental ya que mejorar la calidad de agua, suelo y aire ya que realizar un tratamiento de aguas residuales no implica solo tratar las aguas si no preocuparse por la adecuada disposición o reaprovechamiento de sus subproductos. En este caso particular la aplicación de esta estrategia es reducir los volúmenes y contaminantes presentes en los residuos generados en la planta de tratamiento (lodos), evitando los malos olores y producción de gases como metano, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno que se generan en los lugares de disposición; gases responsables del calentamiento global.

La utilización del biodigestor anaeróbico trae consigo un gran beneficio económico ya que la producción de biogás es un proceso práctico y de costo suficientemente accesible, además

de la generación de subproductos que pueden ser aprovechados por el sector agropecuario así mismo también se podrá utilizar como fuente de energía alternativa. (Romero, 2017)

La investigación también plantea una **Hipótesis General**: Se producirá biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019. Así también plantea la **Hipótesis específica 1**: Las características fisicoquímicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; influyen en la producción de biogás. Seguido de la **Hipótesis específica 2**: Las características microbiológicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; influyen en la producción de biogás. A continuación, la **Hipótesis específica 3**: El tiempo de biodegradación óptima para la producción de metano a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; es de 60 días. Finalmente, la **Hipótesis específica 4**: Las características químicas generados por la biodegradación anaerobia de lodos de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, influyen en la producción de biogás.

Los objetivos para la presente investigación se plantean a continuación: **Objetivo General**: Producir biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019. Así también **Objetivo específico 1**: Determinar las características fisicoquímicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás, Comas, 2019; **Objetivo específico 2**: Determinar las características microbiológicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás, Comas, 2019; **Objetivo específico 3**: Determinar el tiempo de biodegradación para la producción óptima de metano a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019 y **Objetivo específico 4**:

## II. MÉTODO

### 2.1 Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de Investigación

El presente trabajo, se desarrollará bajo el tipo de investigación de tipo aplicada ya que utilizará y aplicará conocimientos ya emitidos conforme con la autora VARGAS (2009). El uso de conocimiento y los resultados de investigación, se realizó con la finalidad de conocer de manera organizada la obtención de los resultados planteados.

#### Diseño de investigación

El diseño de investigación para este trabajo es Experimental de tipo Pre experimental ya que se establecerá inicialmente las características fisicoquímicas del lodo residual para luego ser sometido al digestor anaeróbico para la obtención de biogás donde por último se determinará la producción del biogás.



Dónde:

L<sub>1</sub>: Lodo

L<sub>2</sub>: Lodo + carga orgánica

X: Digestión Anaeróbica

B<sub>1</sub>: Biogás 1

B<sub>2</sub>: Biogás 2

## 2.2 Matriz de consistencia y Variables, Operacionalizacion

Tabla N° 1: Matriz de consistencia

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>
¿Se producirá biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Distrito de Comas, 2019?	Producir biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019.	H0: Se producirá biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019. H1: No se producirá biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019.
<b>ESPECÍFICO</b>	<b>ESPECÍFICO</b>	<b>ESPECÍFICO</b>
¿Cuáles son las características fisicoquímicas del lodo generado en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás, Comas, 2019?	Determinar las características fisicoquímicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás, Comas, 2019.	H0: Las características fisicoquímicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; influyen en la producción de biogás. H1: Las características fisicoquímicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas no influyen en la producción de biogás.
¿Cuáles son las características microbiológicas del lodo generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás distrito de Comas, 2019?	Determinar las características microbiológicas de los lodos generado en la Planta de Tratamiento de aguas residuales que influyen en la producción de biogás, Comas, 2019.	H0: Las características microbiológicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; influyen en la producción de biogás. H1: Las características microbiológicas de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas no influyen en la producción de biogás.
¿Cuánto es el tiempo de biodegradación óptima para la producción de metano a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019?	Determinar el tiempo de biodegradación para la producción óptima de metano a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019.	H0: El tiempo de biodegradación óptima para la producción de metano a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; es de 60 días. H1: El tiempo de biodegradación óptima para la producción de metano a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; será mayor a 60 días.
¿Cuáles son las características químicas del biogás generado por la biodegradación anaerobia de lodos de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019?	Determinar las características químicas generados por la biodegradación anaerobia de lodos de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019 influyen en la producción de biogás.	H0: Las características químicas generados por la biodegradación anaerobia de lodos de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; influyen en la producción de biogás. H1: Las características químicas generados por la biodegradación anaerobia de lodos de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, 2019; no influyen en la producción de biogás.

Fuente: Elaboración propia, 2019

## 2.2.1 Operacionalización de variables

Tabla N° 2: Variables, operacionalización

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Lodos residuales.	Según Henríquez (2011), los lodos urbanos generados por las plantas de tratamientos de aguas residuales correspondientes a un subsistema urbano que poseen características físicas y químicas y puede utilizarse como insumo.	Se realizará análisis fisicoquímico y microbiológico utilizando la medición de parámetros principales y necesarios previo a ser sometido al digestor anaeróbico.	Características Fisicoquímicas del lodo residual	Temperatura	°C
					Humedad	NU
					Sólidos Totales (ST)	%
					Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	mg/CO <sub>2</sub> /L
					Sólidos Volátiles (SV)	ppm
					pH	0 - 14
					Nitrógeno (N)	mg/SO <sub>2</sub> /meq
					DBO	mg/L
					DQO	%
					Materia Orgánica	%
				Características Microbiológicas del lodo residual	Coliformes Totales	NMP
					Coliformes fecales	NMP
					<i>salmonella spp</i>	NMP
				Tiempo de biodegradación en el biodigestor	Tiempo	días
Concentración de inóculo (cáscara de papa y hojas de beterraga)	500 gramos	g				
DEPENDIENTE	Biogás	Según la FAO (2011), son producto del proceso de digestión anaeróbica por la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.); el biogás está compuesta por una mezcla gaseosa formada básicamente por metano y dióxido de carbono, pero también con un contenido de varias impurezas.	Se realizarán análisis bioquímicos de parámetros principales para poder determinar la concentración de gases que componen el biogás.	Características químicas del Biogás	Metano (CH <sub>4</sub> )	%
					Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	%
					Poder calorífico	Kcal/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia, 2019

## 2.3 Población y Muestra

### Población

Para la presente investigación la población será los lodos producidos en la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Collique que tiene una capacidad de 100 m<sup>3</sup>. El área total de la PTAR es de 200 m<sup>2</sup>, con un flujo constante de 2Litros/s.

### Muestra

Para esta investigación se realizó un aleatorio simple ya que según GARCIA (2017), “la selección de la muestra se realiza en una sola etapa, directamente y sin reemplazamientos. Se aplica fundamentalmente en investigaciones sobre poblaciones pequeñas y plenamente identificables.

La muestra comprende de 11.7 Kg de lodo generado en la planta de tratamiento de aguas residuales. De los cuales se aplicó a cada biodigestor 1,7 Kg de lodos, adicionalmente a ello, se reservó tres (03) Kg para sus análisis en laboratorio.

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

### Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se plantea emplear en el trabajo de investigación serán identificadas en la siguiente tabla.

**Tabla N° 3:** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPAS	FUENTES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Identificación del punto donde se realizará la toma de muestra	Planta de Tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas.	Observación	Ficha para la toma de muestras (Anexo 1)	Datos de muestra inicial
Análisis inicial demuestra	Laboratorio acreditado	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos	Ficha de registro de análisis fisicoquímicos y microbiológicos (Anexo 2)	Informe de análisis fisicoquímicos y Microbiológicos

Diseño y elaboración del biodigestor	Manual de Producción de Biogás según la (FAO)	Observación y medición directa	Ficha de diseño del biodigestor (Anexo 3).	Elaboración del biodigestor
Monitoreo del proceso de digestión	Lugar de ubicación de los biodigestores Comas	Observación y medición directa	Ficha de monitoreo en el proceso de biodigestión anaeróbica (Anexo 4).	Datos de campo durante el proceso de digestión anaeróbica
Análisis final del Biogás	Laboratorio acreditado	Análisis Bioquímico del gas	Ficha de análisis Bioquímico del biogás (Anexo 5)	Informe de análisis bioquímicos del biogás.
Análisis de resultados obtenidos	Normativa de Comparación	Observación	Ficha de eficiencia del biogás (Anexo 6).	Información estadística

**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

### **Validación de Instrumentos**

Los instrumentos fueron validados a juicio de tres expertos:

- ✓ Ficha para la toma de muestras.
- ✓ Ficha de registro de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.
- ✓ Ficha de diseño del biodigestor.
- ✓ Ficha de monitoreo en el proceso de biodigestión anaeróbica.
- ✓ Ficha de análisis Bioquímico del biogás.
- ✓ Ficha de eficiencia del biogás.

Los expertos evaluaron cada instrumento, teniendo en cuenta la coherencia, claridad y objetividad de acuerdo a lo que se está investigando.

A continuación, se describe a los especialistas con sus respectivos promedios porcentuales de validación.

**Tabla N° 4:** Porcentaje de Validación

<b>C.I. P</b>	<b>ESPECIALISTAS</b>	<b>% DE VALIDACIÓN</b>	<b>PROMEDIO DE VALIDEZ</b>
25450	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio	85%	90%
46572	Dr. Cabrera Carranza Carlos Francisco	85%	
162994	Mg. Castro Tena Lucero Katherine	100%	

**Fuente:** Elaboración Propia, 2019.

De acuerdo al porcentaje de valoración realizada por los expertos se obtiene un promedio del 90% haciendo referencia que los instrumentos son válidos y aceptables para el desarrollo de esta investigación.

### **Confiabilidad de Instrumentos**

Para el presente trabajo de investigación se representa con objetividad de los datos recolectados en los instrumentos validados por los especialistas, en adición a ello los análisis se realizaron en un laboratorio acreditado por INACAL, así como para el diseño del biodigestor fue basado en el Manual de producción de biogás establecido por la FAO.

## **2.5 Procedimiento**

### **DISEÑO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

#### **Ubicación del Área de Estudio**

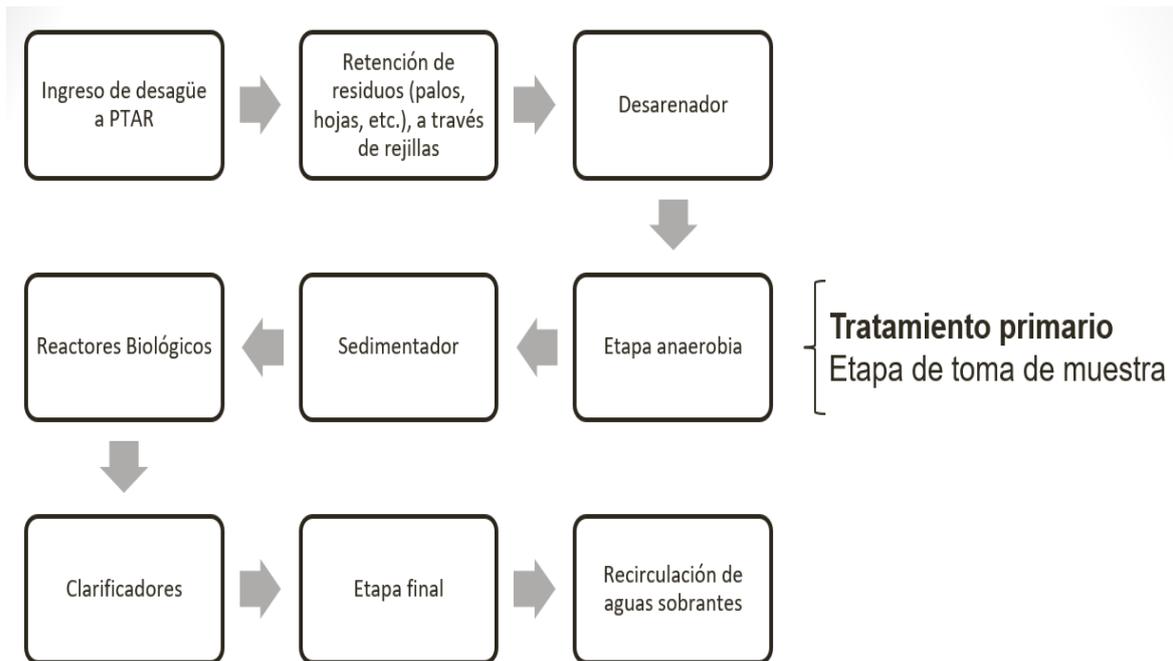
La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, está ubicada en el distrito de Comas, en Av. Revolución, cuadra 30 de la quinta zona de Collique, las muestras extraídas fueron en las siguientes coordenadas:

X: 281122

Y: 8682231

La toma de muestra fue realizada a una Temperatura de 20°C.

**Gráfico N°1:** Esquema del proceso de la PTAR



**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

En el gráfico N°1 podemos observar, la etapa en la que se ha realizado la toma de muestra de lodos para esta investigación, en la PTAR del Distrito de Comas.

Se realizó el reconocimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de interés, para ello se realizó el levantamiento de información.

- Una primera visita a la PTAR, dónde se realizó las coordinaciones con el responsable, y se dio a conocer el objetivo de la investigación que se estaría llevando a cabo; para recibir las facilidades de la toma de muestra.
- Para la toma de muestra de lodos se realizó en el Tratamiento primario en la etapa Anaeróbica (Gráfico N°1), en la que se encontraron lodos sedimentados. Con la ayuda de un recipiente limpio, se recolectó el lodo en un balde de PVC de 20 Litros previamente desinfectado, inmediatamente se tomó la muestra inicial para análisis en laboratorio, luego se procedió a cerrar herméticamente al recipiente con el contenido de lodos para su preservación refrigerado hasta la inoculación en los biodigestores.

## Preparación de materiales

Para elaborar nuestros biodigestores se emplearon los siguientes materiales:

- 6 bidones de 20 L,
- 6 mangueras de alta presión de 1 metro cada uno,
- 6 manómetros para gases,
- 6 abrazaderas
- 6 llaves de paso de 1.5",
- 6 tapones de PVC de 4,5 cm de diámetro.
- Teflón
- 6 sujetadores con jebe.
- 6 niples en forma de T

## Diseño del Biodigestor

En el presente estudio se empleará el digestor de mezcla completa sin recirculación. Este tipo de reactor se caracteriza por mantener una uniformidad respecto al contenido de inóculo. Según la FAO, es uno de los reactores que más fácil en diseño y es adaptable al tipo de inóculo a emplearse. Además, el tiempo de retención que se requiere es elevado, ya que depende de la especie que se emplea, y es un reactor estacionario.

	<p>Acondicionamiento de los manómetros a las mangueras, las llaves de paso, para su posterior conexión al biodigestor, debidamente hermetizados con teflón y asegurados con abrazaderas, con el objetivo de evitar filtraciones de olores y gases propios de la fermentación</p>
---	--



Se empleó garrafones de PVC de 20 Litros de agua San Luis para los biodigestores, los cuales se desinfectaron antes de su uso.



Para la muestra 1 se realizó la preparación del inoculo; se procedió a pesar la muestra de lodo en cantidad de 1.7 kg para el primer tratamiento. Los experimentos se realizaron por triplicado.

M1: 1.5Kg de lodos residuales.

M2: 1.2Kg de lodos residuales.



Se insertaron los inóculos a los biodigestores en cantidades escritas en el proceso anterior y se procedió a hermetizar totalmente la entrada, para obtener un sistema cerrado libre de oxígeno.



Para la muestra 2, se pesó 1.2 Kg de lodos residuales con las mismas características empleadas para el M1, para este inoculo se preparó 500 gramos de vegetales picados finamente para cada biodigestor, el cual se empleó como cofermentador y por su alto contenido de materia orgánica.



Se colocaron los biodigestores para dar inicio a la digestión; Para el inoculo se empleó bajo condiciones constantes de operación los parámetros de temperatura ambiente, pH, y ciclos de agitación.



Se realizó la medición de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , y  $\text{O}_2$  cada 10 días por un período de 60 días.



Prueba de llamas a los 60 días de la medición.

Para la presente investigación se empleó la relación (lodo: agua) y (lodo+ Vegetales: Agua) de 1:2, el cual se aplicó 2.4 Litros de agua a cada biodigestor debidamente rotulado y se hermetizó totalmente para dar inicio al proceso de digestión.

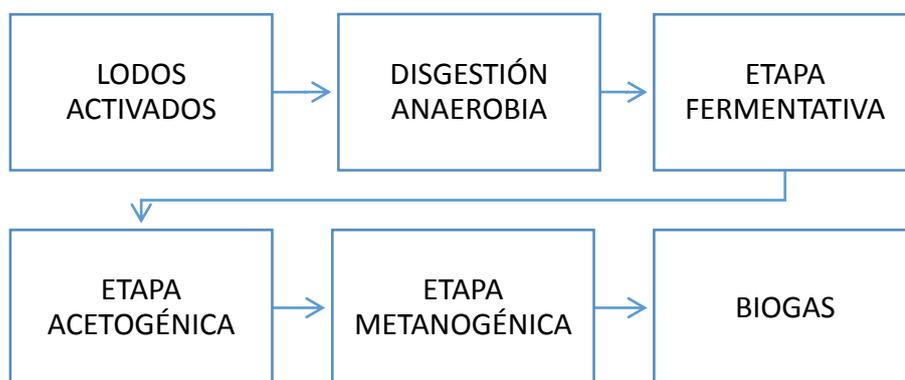
Los parámetros constantes empleados en los lodos residuales son: Temperatura ambiente: 18°C, pH: 8.16, Ciclos de agitación: Cada 5 días.

Para conocer la cantidad de muestra a emplearse, se siguió las consideraciones descritas en la investigación de Rodríguez (2017), en la que empleó 8.5 Kg de lodos residuales para un biodigestor de volumen de 100 Litros, lo cual fue inoculado de manera continua; para nuestra investigación se empleó un biodigestor de 20 Litros, en base a esos datos nuestra muestra para cada biodigestor resultó de 1.7Kg, según el volumen del biodigestor empleado, con una relación de lodo: agua de 2:1.

De allí, para mantener una muestra uniforme respecto al tratamiento 2, se mezcló 1.2 Kg de lodo + 500 gramos de restos vegetales, completando así la misma cantidad de inóculo que es de 1.7Kg para cada tratamiento con sus respectivas dos repeticiones.

### **Digestión Anaerobia de lodos**

Para la producción de biogás, la muestra de 1.7 Kg de inóculo fue ingresado al biodigestor, agregando 1700 ml de agua, en una relación 1:2, para ser estabilizados mediante la digestión anaerobia. En este proceso los lodos atravesarán la etapa fermentativa, acetogénica y metanogénica; siendo la última etapa en la que se determinara la producción de metano y dióxido de carbono.



**Gráfico N° 2:** Digestión anaeróbica de lodos

**Fuente:** Elaboración Propia, 2019

**Tabla N° 5:** Cantidad y tipo de inóculo empleado para alimentación de los biodigestores.

<b>Biodigestor</b>	<b>Lodo residual</b>	<b>Restos vegetales (cáscara de papa y betarraga)</b>
M1R1	1.7 Kg	-
M1R2	1.7 Kg	-
M1R3	1.7 Kg	-
M2R1	1.2 Kg	500 g
M2R2	1.2 Kg	500 g
M2R3	1.2 Kg	500 g

**Fuente:** Elaboración Propia, 2019.

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

Para el método de análisis de datos de la investigación se empleó el software Microsoft Excel y el software SPSS. Para ellos, se aplicó Prueba de Medias entre tratamientos, Prueba de Homogeneidad, Prueba de Varianza y Prueba de Hipótesis. Mediante el programa Microsoft Excel se evaluaron los tratamientos entre sí de manera significativa de acuerdo a sus medias, así como el uso de figuras, gráficos estadísticos y cuadros porcentuales.

## **2.7 Aspectos éticos**

La presente investigación está realizada bajo principios éticos, en la que se emplearon instrumentos que fueron validados por profesionales especialista; asimismo se la información que se empleó de las investigaciones, fueron debidamente citadas mediante Norma ISO 690. Para luego ser sometida a la herramienta de prevención de plagio TURNITIN.

Además de ello, se tuvo en cuenta la salud y el cuidado del medio ambiente considerando los impactos que podrían generar en el proceso; el presente estudio no tiene efectos negativos al medio ambiente.

La investigación está dirigida a público en general, ya que se encuentra redactado con un lenguaje de fácil comprensión y análisis.

Los investigadores mostraron su compromiso, para brindar una solución al problema enmarcado. El lugar de la toma de muestra se realizó con consentimiento y el apoyo del propietario y responsable.

### III. RESULTADOS

#### Condiciones Generales de toma de muestra

#### Condiciones ambientales de toma de muestra

Se realizó la toma de muestra de lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, el día 17 de abril del 2019 a las 13:45 horas a una Temperatura ambiente de 20°C, como podemos observar en la Tabla N°4.

**Tabla N° 6:** Condiciones de toma de muestra

Fecha	Hora	Coordenadas UTM		Temperatura °C
		X	Y	
17-Abril del 2019	13:45	X: 281122	Y: 8682231	20

**Fuente:** Elaboración Propia, 2019.

Luego de realizar la toma de muestra de la PTAR, al siguiente día se prepararon los biodigestores y el inóculo correspondiente, el cual fue puesto en operación desde el día 18 de Abril hasta el día 17 de junio de 2019, completando así los 60 días que tuvo duración la presente investigación.

#### Resultados de los análisis de lodos

##### Características fisicoquímicas del lodo residual

En la Tabla N° 6, podemos evidenciar las características fisicoquímicas del lodo empleado en la presente investigación. El lodo tuvo un pH de 8.16, según Rivera y Galvis, 2016 lo ideal es que el pH oscile entre 6.5 y 8 los cuales muestran un crecimiento óptimo de bacterias, contribuyendo a la degradación de la materia orgánica. El pH determina la inhibición o toxicidad de las bacterias metanogénicas; si el pH es menor a 6 afecta a la etapa metanogénica, por ello, esta debe mantenerse cercano a la neutralidad.

Los procesos en los cuales las bacterias anaerobias realizan degradación, se llevan a cabo en ausencia de Oxígeno, en el presente estudio los lodos tuvieron 26% de Demanda Bioquímica de Oxígeno, considerado óptimo para llevar a cabo este proceso. El porcentaje de materia orgánica es considerado uno de los factores que condicionan el adecuado desarrollo en la digestión, y fundamentales para el metabolismo de las bacterias, los lodos contenían un 26,71%.

Las características fisicoquímicas del inoculo son apropiadas para llevar a cabo el proceso de digestión anaeróbica, debido a su alta concentración de asociaciones microbianas, el cual lo convierte en un inóculo eficaz para la producción de metano

**Tabla N° 7:** Características Fisicoquímicas del lodo

Parámetros	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	8750
Demanda Química de Oxígeno	%	26.71
Dióxido de Carbono	mgCO <sub>2</sub> /L	30.1
Humedad	NU	70.3
Materia Orgánica	%	26.71
Nitrógeno Total	mg/SO <sub>2</sub> /meq	569.4
Potencial de hidrógeno	Unid. pH	8.16
Sólidos Totales	%	29.699
Sólidos Volátiles	%	14.255

**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

#### Características microbiológicas del lodo residual

**Tabla N° 8:** Características microbiológicas de lodos.

Parámetros	Unidad	Resultados
Coliformes Fecales	NMP/100g	200000
Coliformes Totales	NMP/100g	390000
<i>Salmonella spp</i> (NMP)	NMP/gST	<3.0

**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

En la Tabla N° 8, se presentan los resultados obtenidos de la caracterización microbiológica de los lodos residuales, evaluados mediante la técnica del número más probable (NMP); respecto a los coliformes totales en 100 gramos de lodo analizado se encontraron 390000 de este tipo de bacteria, según FAO 2011, la concentración promedio con posibilidades de uso para compost, bioabono y biogás debe contener 0.1 y 0 N° colonias/ml. Para la muestra en estudio, es posible que se deba al poco mantenimiento que realizan en la PTAR y a las tuberías que llegan a este. En cuanto a los coliformes fecales estos pertenecen a un subgrupo de Coliformes totales capaces de fermentar la lactosa; estos microorganismos representan en

su mayoría una contaminación fecal. En la muestra analizada el resultado fue 200000 NMP/100g.

Respecto a la *Salmonella sp.* esta se encontró en concentraciones por debajo de su límite de cuantificación, debido a la temperatura a la que estaba expuesta; ya que uno de los requisitos esenciales para que exista crecimiento de la misma es cumplir un rango de temperatura entre 35-43°C; asimismo el adecuado pH a la que debe encontrarse es de 7-7.5, con poca presencia de agua para no inhibir el crecimiento de los microorganismos.

### Metales totales presentes en el lodo residual

Respecto a las concentraciones de metales totales, presentes en el lodo empleado se muestran en la siguiente Tabla N°9.

**Tabla N° 9:** Metales totales en lodos residuales

Metales totales	Unidad	Resultados
Plata	mg/Kg MS	<0.2
Aluminio	mg/Kg MS	9127.24
Arsénico	mg/Kg MS	<0.8
Bario	mg/Kg MS	165.97
Berilio	mg/Kg MS	<0.03
Calcio	mg/Kg MS	73109.98
Cadmio	mg/Kg MS	<0.10
Cerio	mg/Kg MS	<2
Cobalto	mg/Kg MS	<0.2
Cromo	mg/Kg MS	26.07
Cobre	mg/Kg MS	159.33
Hierro	mg/Kg MS	17680.88
Potasio	mg/Kg MS	17
Litio	mg/Kg MS	17680.88
Magnesio	mg/Kg MS	5669.43
Manganeso	mg/Kg MS	223.26
Molibdeno	mg/Kg MS	<0.4
Mercurio	mg/Kg MS	<1.0
Sodio	mg/Kg MS	3
Niquel	mg/Kg MS	0.5
Fósforo	mg/Kg MS	6
Plomo	mg/Kg MS	1
Antimonio	mg/Kg MS	0.8
Selenio	mg/Kg MS	2
Estaño	mg/Kg MS	0.7
Estroncio	mg/Kg MS	0.03
Titanio	mg/Kg MS	2
Talio	mg/Kg MS	0.1
Vanadio	mg/Kg MS	0.3
Zinc	mg/Kg MS	0.2

**Fuente:** Analytical Laboratory, 2019.

Algunos de los descritos en el cuadro anterior como el Potasio (K), Fosforo (P), Azufre (S), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Sodio (Na), Hierro (Fe), son micronutrientes y macronutrientes que se consideran factores de crecimiento, o cofactores de enzimas que permiten llevar a cabo rutas metabólicas durante la degradación de la materia orgánica.

Existen otros metales que causan inhibición y toxicidad como es el caso de altas concentraciones de plomo, amoníaco, Cobre y Zinc esto sucede en la última etapa que es la metanogénesis.

### Resultados del monitoreo

#### Monitoreo de la temperatura durante el proceso de digestión.

**Tabla N° 10:** Temperatura durante el proceso de investigación

Tratamiento	Cantidad de días						Promedio T°
	10 días	20 días	30 días	40 días	50 días	60 días	
M1 y M2	19 °C	18°C	18°C	17°C	17°C	17°C	17.6°C

**Fuente:** Elaboración Propia, 2019.

En la Tabla N° 10, se observa el promedio de temperatura (°C), el cual se presentan los promedios cada 10 días de evaluación para los tratamientos realizados:

**M1:** 1.5 Kg de lodos residuales.

**M2:** 1.2 Kg de lodos + 500 gramos de restos vegetales.

La temperatura promedio a la que se realizó la presente investigación es 18°C, según CONSTANZA [et al], 2015, bajo esta condición es considerada como digestión psicrófila, ya que se encuentra en un rango de temperatura entre 10-20 °C, mediante estas condiciones la producción de metano es más lenta.

**Características químicas del biogás**  
**Producción de metano durante la investigación**

**Tabla N° 11:** Producción (%) de metano por cada biodigestor durante el tiempo

	<b>Biodigestor</b>	<b>10 días</b>	<b>20 días</b>	<b>30 días</b>	<b>40 días</b>	<b>50 días</b>	<b>60 días</b>
M1	M1R1	0	0	5.2	11.2	15.2	18
	M1R2	0	0	4	15.3	22.3	20.6
	M1R3	0	0	4.5	13.8	20.6	23.8
<b>Promedio</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>21</b>
M2	M 2R1	0	0	15.3	35.6	48.9	58
	M2R2	0	0	13.8	31.4	42.6	56.5
	M2R3	0	0	15.1	32	43.2	57.1
<b>Promedio</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>57</b>

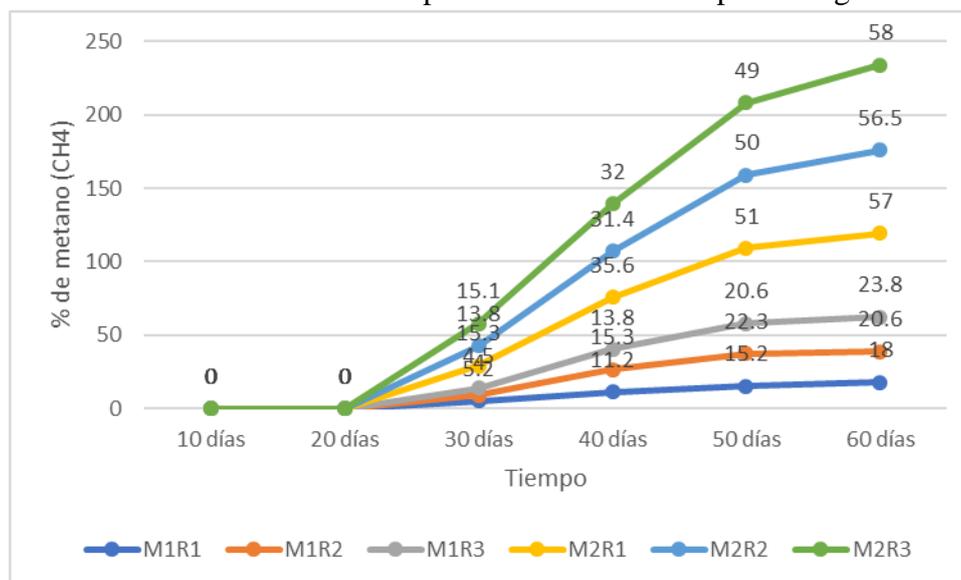
**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

Las mediciones de metano se realizaron cada 10 días, después de iniciada la alimentación de los biodigestores, durante 60 días, para ello se empleó un equipo portátil para detección de gases ALTAIR 4X debidamente calibrado.

Durante todo el periodo de medición los biodigestores M2 (Lodo + restos vegetales), presentaron mayor porcentaje de producción de metano en comparación con los biodigestores M1. Los biodigestores M1 mostraron una producción considerable de metano entre los 30 y 50 días, estabilizando los últimos 10 días.

### Tiempo de retención de lodos

**Gráfico N° 3:** Curva de producción de metano por biodigestor.

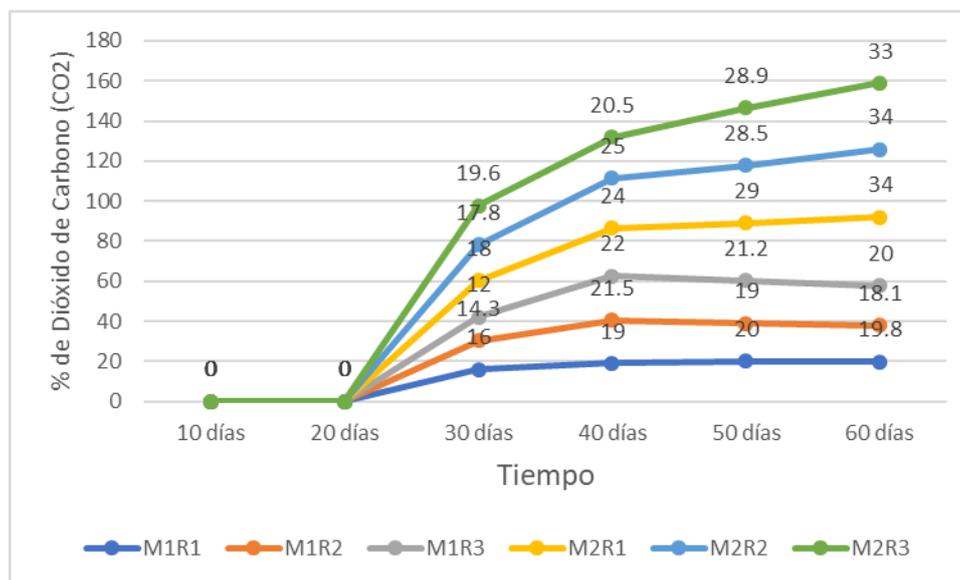


**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

En el siguiente Gráfico N° 2, se puede observar la producción de metano de los biodigestores; los primeros 20 días no se obtuvo producción de metano, debido a la temperatura ambiente promedio a la que estaba expuesto y al tiempo que el inóculo requiere para adaptarse al sustrato y el medio; en caso del M2, su máxima producción fue 58% de metano en un período de 60 días. Los biodigestores M1, fueron afectados por la temperatura, el bajo porcentaje de materia orgánica que contenía el lodo empleado. La curva indica que la producción de metano fue lenta hasta los primeros 30 días, sin embargo, a lo largo del proceso se incrementó hasta el día 60.

## Producción de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) durante la investigación

**Gráfico N° 4:** Curva de producción de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)



**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

En el gráfico N°3, se puede observar el comportamiento de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) por un período de 60 días de la biodigestión anaeróbica; las tres repeticiones del inóculo de la muestra 2 (M2R1, M2R2 y M2R3), presentan los más altos porcentajes de CO<sub>2</sub>, 34%, 34% y 33% respectivamente.

### Poder Calorífico del biogás

Para conocer el poder calorífico que genera la muestra de biogás resultante del proceso de biodigestión anaerobia, nos basamos en la información brindada por la FAO, 2011.

Metano (CH <sub>4</sub> )	Según FAO, 2011.
En la presente investigación se encontró un 58% de CH <sub>4</sub> , presente en el biogás producido.	El 60% de metano de una digestión anaerobia, el biogás posee un poder calorífico aproximado de 4800 a 6000 kilocalorías por m <sup>3</sup> .

Empleando el valor promedio de 6000 Kcal/m<sup>3</sup>, decimos que:

60%      —————> 6000 Kcal/m<sup>3</sup>  
 100%     —————> 10000 Kcal/m<sup>3</sup>

Entonces:

100%                       $\longrightarrow$                       10 000 Kcal/m<sup>3</sup>  
58%                          $\longrightarrow$                       5 800 Kcal/m<sup>3</sup>

El poder calorífico es de 5 800 Kcal/m<sup>3</sup>.

### Prueba de Normalidad

Se realizó la Prueba de Normalidad, con la finalidad de determinar si las variables se distribuyen normal diferente a la normal.

**Kolmogorov-Smirnov:** Se emplea para muestras grades mayores a 30 muestras.

**Chapiro Wilk:** Se emplea para muestras pequeñas menores a 30 muestras.

#### Criterios para determinar la Normalidad:

**P-Valor  $\geq \alpha$ :** Se acepta la Ho = Los datos provienen de una distribución normal.

**P-Valor  $< \alpha$ :** Se acepta la H1= Los datos NO provienen de una distribución normal.

**Tabla N° 12:** Prueba de normalidad para la producción de metano

% Metano producido	Muestra	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	M1	.371	3	.	.784	3	.077
	M2	.337	3	.	.855	3	.253

Se observa en la Tabla N°12, que para la Muestra 1(M1) y Muestra 2 (M2) la significancia es mayor de  $\alpha = 0.05$ , se dice que los datos provienen de una distribución normal, y siguen un comportamiento normal.

**Tabla N° 13:** Comparación de medias entre Tratamientos.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 M1R1 – M2R1	-8.800	8.289	3.707	-19.092	1.492	-2.374	2	.076
Par 2 M1R2 – M2R2	-8.800	5.167	2.311	-15.216	-2.384	-3.808	2	.019
Par 3 M1R3 – M2R3	-9.200	5.762	2.577	-16.354	-2.046	-3.570	2	.023

**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

Para el presente análisis estadístico se tiene los siguientes datos:

**H0:** No existe diferencia significativa entre las concentraciones de metano entre tratamientos y repeticiones.

**H1:** Existe diferencia significativa entre las concentraciones de metano entre tratamientos y repeticiones.

**Alfa**=0.05=5%

<b>P-Valor</b> ≤ $\alpha$ : Se rechaza la Ho (Se acepta H <sub>1</sub> )
--

<b>P-Valor</b> > $\alpha$ : No se rechaza la Ho (Se acepta la Ho)
---

Se realizó el análisis de medias para comparar la muestra 1 repetición 1 (M1R1), con la muestra 2 repetición 1 (M2R1), para lo cual se empleó la prueba estadística SPSS.

Se realizó la comparación de medias para los tratamientos con sus respectivas repeticiones, con un nivel con un nivel de significancia del 5%, por lo que se dice para el M1R1 y M2R1 la significancia bilateral es 0.076 > 0.05 por lo cual se acepta la hipótesis de igual de medias, y se dice que no existe diferencia significativa entre % de metano para los tratamientos.

Para los tratamientos realizados, en la repetición 2, la significancia bilateral es 0.019 < 0.05, para lo cual se dice se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, por tanto, existe diferencia

significativa entre los porcentajes de metano entre los tratamientos y repeticiones. En caso de la repetición 3, la significancia bilateral es  $0.023 < 0.05$ , se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y se dice que existe diferencia significativa entre los porcentajes de metano entre las repeticiones.

#### IV. DISCUSIÓN

- En cuanto al empleo de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Comas, se realizó la producción de biogás en un período de 60 días, presentando un 58% de metano y 34% de Dióxido de Carbono, siendo este el más eficiente; la muestra 2 empleada con la combinación de restos vegetales (cáscara de papas y betarraga), resultó la más eficiente bajo las condiciones ambientales como temperatura, características fisicoquímicas y microbiológicas de los lodos, bajo las cuales operaron los biodigestores. Coincidimos con las investigaciones realizadas por MONTENEGRO (2016) en el cual plantea la importancia de añadir un inóculo de materia orgánica (cáscara de papa) cuando se trabaja a partir de lodos residuales ya que la mayoría de estos, cuentan con bajas cargas de materia orgánica, y el estudio de GUERRERO (2014) en el cual empleó materia orgánica (Betarraga), junto a excretas de vacuno, lo cual mejoró considerablemente la producción de metano un período de 60 días.
- Para la producción de biogás a partir de lodos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, estos cumplieron con ciertas características fisicoquímicas, una de las primordiales es el pH que fue de 8, con ellos se afirma coincide Rivera y Galvis, 2016, en que el pH óptimo para producir metano está entre 6.5-8, respecto a la materia orgánica 26.71%, reafirman lo que indica PADILLA Y RIVERO (2015) en su artículo de investigación concluye que para una óptima producción de biogás los lodos deben contener mayor al 50%, ya que en su mayoría estos se convierten en metano y están presentes en todos los procesos. La temperatura es uno de los factores que se consideran más importantes, para el estudio se empleó una digestión psicofísica (15-20 °C); el contenido de oxígeno es elevado, para este tipo de procesos, esto se debe a que las condiciones de la atmósfera inerte no fueron controladas correctamente durante los ensayos y a posibles errores de tipo personal en la manipulación de los experimentos, lo cual afectó con una disminución en el producto final: metano, en caso de la muestra 1.
- Las características microbiológicas presentes en los lodos residuales para la producción de biogás resultaron contenidos de coliformes fecales de 200000 NMP/100g, debido a la inadecuada limpieza en las tuberías entrantes. Coincidimos con el estudio realizado por RIVERA Y GALVIS (2016), en el que confirma que la presencia de coliformes totales y fecales es debido a la falta de mantenimiento o

limpieza de los reactores, así como de la tubería entrante. Estos, pertenecen a un subgrupo de Coliformes totales capaces de fermentar la lactosa. Respecto a la *Salmonella sp.* esta se encontró en concentraciones por debajo de su límite de cuantificación, debido a la temperatura a la que estaba expuesta; ya que uno de los requisitos esenciales para que exista crecimiento de la misma es cumplir un rango de temperatura entre 35-43°C; asimismo el adecuado pH a la que debe encontrarse es de 7-7.5, con poca presencia de agua para no inhibir el crecimiento de los microorganismos.

- El tiempo de retención óptimo para la producción de metano es de 60 días bajo fermentación psicrófila temperatura de 18°C mediante biodigestores anaeróbicos con un 58% de metano, con esto se rechaza lo mencionado por en el MANUAL DE BIOGÁS (2011) en el que afirma que tiempo de fermentación bajo estas condiciones son a partir de los 100 días, y es considerado poco viable y poco estudiado. Se demostró que se produce biogás empleando los lodos junto a una mezcla compuesta por vegetales, que le aportan al inóculo materia orgánica, y sirven como co-fermentador para la rápida metanogénesis.
- Las características químicas del biogás generado a partir de la biodegradación de lodos de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, contienen un 58% de Metano, 34% de Dióxido de Carbono, entre otros gases que en la presente investigación no se consideró. Según FAO (2011) confirman que se confirma la presencia de biogás mediante las características de 55-70% de metano (CH<sub>4</sub>), 30-45% de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), y trazas de otros gases.

## V. CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas de los lodos que influyen en la producción de biogás, que condicionan este proceso son el contenido de materia orgánica y la Temperatura a la que están expuestas durante la digestión anaerobia; en esta investigación se realizó la inoculación de restos vegetales que proporcionaron al lodo porcentaje de materia orgánica, lo cual contribuyó con los procesos de digestión, obteniendo un 58% en la producción de metano.
- Se determinó las características microbiológicas de los lodos para la producción de biogás; entre las cuales se destaca la presencia de coliformes totales y fecales en altas concentraciones, lo que indican una rápida fermentación de la lactosa con producción de gas. De acuerdo a ello, se concluye que la mayor concentración de coliformes totales y fecales, actúan como catalizadores acelerando los procesos de biodigestión, principalmente la primera etapa.
- Las características químicas del biogás más óptimo es generado en un período de 60 días de digestión anaerobia, lo cual contienen un 58% de Metano, 34% de Dióxido de Carbono. Además, el poder calorífico generado en esta reacción de acuerdo al porcentaje de metano emitido, es de 5 800 Kcal/m<sup>3</sup>.
- La biodegradación anaerobia de lodos y que influyen en la producción de biogás, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que es posible obtener un porcentaje alto de metano, y biogás a partir de la combinación de lodo de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y restos vegetales en un tiempo de biodegradación a partir de los 60 días.
- Se determinó la producción de biogás a partir de lodos generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de comas, en un período de 60 días mediante la digestión anaeróbica. Al final de la evaluación, los biodigestores M2R1, M2R2, y M2R3, presentaron una concentración de metano cercana al 55% mientras que en los biodigestores M1R1, M1R2 y M1R3, fue de 35% en promedio de metano aproximadamente. Estos resultados indican que la adición de restos vegetales como fuente de materia orgánica y cofermentador, mejoró la producción de biogás. Los resultados indican que el sustrato adicionado a los lodos de PTAR como inóculo en una digestión anaerobia se obtiene producción de biogás, compuesto por un 57% de Metano (CH<sub>4</sub>), 35% de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y la presencia de 1% de Oxígeno

(O<sub>2</sub>); lo que indica que hubo reacción metanogénica en el reactor anaerobio, bajo las condiciones de operación empleadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Aumentar el tiempo de estudio o retención bajo estas temperaturas promedio empleadas en este estudio, con el objetivo de lograr que la materia orgánica se degrade.
- ✓ Realizar el estudio de investigación bajo temperaturas mesófilas 30-35°C para mejorar y acelerar la producción de biogás.
- ✓ Evaluar la productividad metanogénica de lodos de otro proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, o mediante otras combinaciones de restos orgánicos que no tengan una adecuada disposición final.
- ✓ Para aumentar la eficiencia del proceso de digestión anaerobia, y por ende el porcentaje de metano, se recomienda incrementar el tiempo de permanencia de los inóculos dentro de los biodigestores.
- ✓ Se recomienda emplear los lodos producto del tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás; como una alternativa amigable con el medio ambiente y económica ya que representa una fuente de energía renovable.

## REFERENCIAS

AGUILAR Y BLANCO, “Recuperación de metano y reducción de emisiones en PTAR Nuevo Laredo, Tamaulipas, México”. México, 2018. Recuperado de:

<https://search.proquest.com/docview/2056447110/fulltextPDF/91131840097A4ED8PQ/3?accountid=37408>

AGUILAR Y BLANCO, “Recuperación de metano y reducción de emisiones en PTAR Nuevo Laredo, Tamaulipas, México”. México, 2018. Recuperado de:

<https://search.proquest.com/docview/2056447110/fulltextPDF/91131840097A4ED8PQ/3?accountid=37408>

ALCIDA, A. [et al], “Producción de biogás mediante digestión anaerobia de aguas residuales provenientes de la industria Palmera”. Colombia, 2014. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/ctyf/v5n2/v5n2a06.pdf>

ARAUJO, S. Remoción de coliformes totales y fecales en lodos por procesos electroquímicos, planta de tratamiento de aguas residuales – lima 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2017. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3485>

BACHMANN, N. "Sustainable biogás production in municipal wastewater treatment plants". Inglaterra, 2015. Recuperado de: [http://task37.ieabioenergy.com/files/daten-redaktion/download/Technical%20Brochures/Wastewater\\_biogas\\_grey\\_web-1.pdf](http://task37.ieabioenergy.com/files/daten-redaktion/download/Technical%20Brochures/Wastewater_biogas_grey_web-1.pdf)

BLANCO, P. Aprovechamiento de lodos residuales para cerrar el ciclo urbano del agua, mejorar la eficiencia energética y reducir los GEI: caso de la PITAR nuevo Laredo. Tesis (Grado de Maestra en Gestión del agua). México: El Colegio de la Frontera Norte. 2015. Recuperado de: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2015/02/Tesis-Perla-Alejandra-Blanco-Jara.pdf>

BRISEÑO, G. [et al]. “Estudio de factibilidad en biodigestor UASB para el aprovechamiento de lodos residuales activos de la planta de tratamiento de aguas residuales servidas”. Venezuela, 2011. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/RosandraB/diseo-de-biodigestor-de-lodos-residuales>

CAMPOS, D. [et al], “Bioconversión de desperdicios vegetales a biogás a partir de microorganismos ruminales”. México, 2018. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992018000100149&lang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992018000100149&lang=es)

CENDENALES, E. Producción de biogás mediante la codigestión anaeróbica de la mezcla de residuos cítricos y estiércol bovino para su utilización como fuente de energía renovable. Tesis (Magister en Ingeniería Mecánica). Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2017. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/4100/1/edwindariocendalesladino.2011.parte1.pdf>

CORCIO, R. “Producción de biogás mediante la digestión anaeróbica de los lodos flotantes de oxidación de aguas residuales de la ciudad de Chepén”. Perú, 2016. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9143>

FLORES, J., ACEVEDO, L. “Estudio de factibilidad de producción de biogás en pueblo rico Risaralda”. Colombia, 2016. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7242/6581186132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GALVIS y RIVERA. “Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos presentes en la Planta de Tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) de la empresa jugos HIT de la ciudad de Pereira”. Colombia, 2013. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3898/62839G182.pdf?sequence=1>

GOMEZ, L., MERCHEN, A., Caracterización fisicoquímica de los lodos provenientes de una planta de tratamiento de agua residual industrial de una empresa de café del departamento de caldas. Colombia, 2016. Recuperado de: <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1305/Laura%20Lizeth%20OGomez%20Molina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUERRERO, J. [*et al*]. “Evaluación de la co-digestión anaerobia de lodos de aguas residuales municipales con residuos de alimentos”. Colombia, 2016. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v29n1/v29n1a06.pdf>

HASSAN, A. Experimental Investigation of Biogas Production from Wastewater Sludge. JORDÁN, 2015. Recuperado de: <http://austinpublishinggroup.com/chemical-engineering/download.php?file=fulltext/ace-v2-id1014.pdf>

HERNANDEZ, D. [et al], “Potential of energy production from slaughterhouse wastewater” México, 2018. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/2094370737/fulltextPDF/39319E42E6F74139PQ/1?accountid=37408>

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2775/62839T787.pdf;sequence=1>

HUANCA E. “Producción de biogás a partir de los lodos de aguas residuales urbanas Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Químico). Perú: Universidad Nacional del Altiplano. 2017. Recuperado de: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6572/Huanca\\_Ccaza\\_Edwin\\_Diony.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6572/Huanca_Ccaza_Edwin_Diony.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

HUANCA E. Producción de biogás a partir de los lodos de aguas residuales urbanas – Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Químico). Perú: Universidad Nacional del Altiplano. 2017. Recuperado de: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6572/Huanca\\_Ccaza\\_Edwin\\_Diony.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6572/Huanca_Ccaza_Edwin_Diony.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

JULIO, I. [et al]. “Evaluación de la co-digestión anaerobia de lodos de aguas residuales municipales con residuos de alimentos”. Rev. Ion. 2016; 29 (1): 63 – 70. Recuperado de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/5625>

LITUMA, P. Biodigestión anaerobia de lodos residuales, de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. 2015. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1522/13/UPS-CT001986.pdf>

LLEANA, J. et al. Evaluación de la co-digestión anaerobia de lodos de aguas residuales municipales con residuos de alimentos. ISSN: 0120-100X Colombia, 2016. REVISTA ION, vol.29, núm. 1, 2016, pp. 63-70. Recuperado de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/5625>

LÓPEZ, H. et al. Guía técnica para el manejo y aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales: Programa de Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México. México, 2017. Recuperado de: <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2017/10/guia-lodos2017-dig.pdf>

MONTENEGRO, K. [et al]. “Potencial de biogás de los residuos agroindustriales generados en el departamento de Cundinamarca”. Colombia, 2016. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2475/Articulo%20Potencial%20de%20biog%C3%A1s%20de%20los%20residuos%20agroindustriales%20generados%20en%20el%20departamento%20de%20Cundinamarca%20%281%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

MUÑOS, “Producción de biogás a partir de biomasa residual pecuaria enriquecida con subproductos agrícolas biocatalizadores”. Trujillo – Perú, 2018. Recuperado de: <http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11886/Mu%C3%B1oz%20Espinoza%20Manolo%20Sebasti%C3%A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PADILLA Y RIVERO, “Producción de Biogás y compost a partir de Residuos Orgánicos recolectados del Complejo Arqueológico Huaca de la Luna”. Perú, 2015. Recuperado de: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1358/1390>

PAIVA, P., Propuesta de aprovechamiento del biogás obtenido a partir del tratamiento de las aguas residuales generadas en la empresa Rico Cerdo F&G S.A.C., para su uso como biocombustible en los sistemas de calefacción de las áreas de maternidad. Chiclayo, 2016. Recuperado de: [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/656/1/TL\\_Paiva\\_Periche\\_PercyFernando.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/656/1/TL_Paiva_Periche_PercyFernando.pdf)

PISTONESI, C. “Energía a partir de las aguas residuales”. Argentina, 2010. Recuperado de: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia\\_aguas\\_residuales/energia\\_aguas\\_residuales.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia_aguas_residuales/energia_aguas_residuales.pdf)

QUISPE, M. Producción y evaluación de la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A. VELEBIT S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 2015. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2153>

Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-100X2017000100105&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2017000100105&lang=es)

Recuperado de: [http://sjostad.ivl.se/download/18.79cc091012c369366d9800017089/1350483757500/LWR\\_EX\\_10\\_20.pdf](http://sjostad.ivl.se/download/18.79cc091012c369366d9800017089/1350483757500/LWR_EX_10_20.pdf)

RINCON, R. [et al] “Biodegradabilidad de residuos de alimentos preparados bajo condiciones mesofílicas y termofílicas utilizando un reactor de mezcla completa”. Bogotá – Colombia, 2014. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702014000100002&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702014000100002&lang=es)

RODRIGUEZ, J. [et al]. “Obtención de biogás a partir de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante la digestión anaerobia mesofílica”. México, 2017. Recuperado de: [http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia\\_Quimica\\_y\\_Fisica/vol4num12/Revista\\_de\\_Energ%C3%ADa\\_Qu%C3%ADmica\\_y\\_F%C3%ADsica\\_V4\\_N12\\_5.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol4num12/Revista_de_Energ%C3%ADa_Qu%C3%ADmica_y_F%C3%ADsica_V4_N12_5.pdf)

RODRIGUEZ, J. et al. Obtención de biogás a partir de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante la digestión anaerobia mesofílica. Alemania, 2017.

ROMLI, D. “Co-digestion of Sorghum stalk and sludge for biogas production”. Indonesia, 2015. Recuperado: <http://journal.ui.ac.id/index.php/science/article/view/5168/3478>

RYONG, K. [et al] “Effect of seaweed addition on enhanced anaerobic digestion of food waste and sewage sludge”. Korea, 2018. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=24&sid=a0627501-347e-40fe-9de0-799f9ff8b686%40pdc-v-sessmgr03>

SARABIA, L [et al], “Producción de biogás mediante codigestión anaerobia de excretas de borrego y rumen adicionados con lodos procedentes de una planta de aguas residuales”. México, 2017. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992017000100109&lang=es#B11](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992017000100109&lang=es#B11)

SOLARTE, M. [et al], “Evaluación de la digestión y co-digestión anaerobia de residuos de comida y de poda en bioreactores a escala laboratorio”. Colombia, 2017.

TREJOS Y AGUDELO. “Propuesta para el aprovechamiento de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa Comestibles La Rosa como alternativa para la generación de Biosólidos”. Colombia, 2016. Recuperado de:

TREJOS, M. et al. Propuesta para el aprovechamiento de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa “Comestibles La Rosa” como alternativa para la generación de biosólidos. Pereira, 2012. Recuperado de:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2775/62839T787.pdf;sequence=1>

VALDERRAMA, M. Factibilidad de aprovechamiento de los lodos residuales de la PTAR del Municipio de Chinavita (Boyacá). Colombia, 2013. Recuperado: [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/944/Martha\\_noviembre2013.pdf?sequence=1](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/944/Martha_noviembre2013.pdf?sequence=1)

VASQUEZ, J., VARGAS, G. Aprovechamiento de lodos planta de tratamiento de aguas residuales municipio de Funza, como insumo de cultivo y mejoramiento del suelo. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia. 2018. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16425/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20Lodos%20Funza.pdf>

YANG, L. [et al]]. “Performance of dry anaerobic technology in the co-digestion of rural organic solid wastes in China”. China, 2015. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054421501378X#kwrds0010>

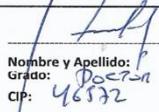
ZHANG, H. Sludge treatment to increase biogas production. Estocolmo, Suecia, 2015.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: Instrumentos de validación

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</small>		<b>FICHA PARA TOMA DE MUESTRA INICIAL</b>			<b>ANEXO 1</b>
					<b>VERSIÓN: 01</b>
<b>DATOS PERSONALES</b>					
MUESTRA					
N° DE INVESTIGADORES					
FECHA					
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES					
COORDENADAS	CANTIDAD (galones)	TEMPERATURA (°C)	HORA	OBSERVACIONES	
<b>RESPONSABLES DEL REGISTRO</b>					
Nombre:					
Fecha:					
Firma:					

  
 Nombre y Apellido: Horacio Rojas  
 Grado: Doctor  
 CIP: 25450

  
 Nombre y Apellido: Poeta  
 Grado: Doctor  
 CIP: 46532

  
 Nombre y Apellido: Lucreo Castro Tema  
 Grado: Magister  
 CIP: 162994



FICHA DE ANALISIS FISICOQUIMICOS Y METODOLOGICOS DE MUESTRA INICIAL

ANEXO 2

VERSIÓN:01

DATOS PERSONALES

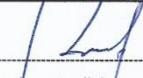
N° DE ANALISIS	
N° DE INVESTIGADORES	
FECHA	
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES	

TIPO DE ANALISIS	PARAMETRO	CONCENTRACION (CANTIDAD)	OBSERVACIONES
FISICOQUIMICO	Temperatura		
	Humedad		
	Solidos Totales (ST)		
	Solidos Volátiles (SV)		
	pH		
	Fosforo (P)		
	Nitrogeno (N)		
	DBO		
	DQO		
	Cobre (Cu)		
	Cromo (Cr)		
	Niquel (Ni)		
	Temperatura (T)		
	Fosforo (P)		
	Nitrogeno (N)		
MICROBIOLOGICOS	Microorganismos mesofílicos anaerobios		
	Coliformes Totales		
	Coliformes fecales		
	mohos		
	levaduras		
	clostridium sulfito reductor		
	salmonella sp		
	bacterias metanogenicas		

RESPONSABLES DEL REGISTRO

Nombre:	
Fecha:	
Firma:	

  
 Nombre y Apellido: Alejandro Nolasco  
 Grado: doctor  
 CIP: 25450

  
 Nombre y Apellido: Oscar  
 Grado: doctor  
 CIP: 46177

  
 Nombre y Apellido: Rogelio  
 Grado: magister  
 CIP: 162994



FICHA PARA DISEÑO DEL BIOGESTOR

ANEXO 3

VERSIÓN:01

DATOS PERSONALES		
N° DE FICHA		
N° DE INVESTIGADORES		
FECHA		
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES		
DESCRIPCION	INFORMACIÓN	OBSERVACIONES
TIPO DE DIGESTOR		
TIPO DE MATERIAL DEL DIGESTOR		
CAPACIDAD (m3)		
ANCHO (mtrs)		
ALTURA		
N° DE BIOGESTOR		
RESPONSABLES DEL REGISTRO		
Nombre:		
Fecha:		
Firma:		

Nombre y Apellido: *DORACIS ACOSTA S*  
Grado: *DOCTOR*  
CIP: *25450*

Nombre y Apellido: *[Signature]*  
Grado: *DOCTOR*  
CIP: *40572*

Nombre y Apellido: *[Signature]*  
Grado: *Magister*  
CIP: *162994*





FICHA DE ANALISIS BIOQUIMICO DEL BIOGAS

ANEXO 5

VERSIÓN:01

DATOS PERSONALES				
MUESTRA				
N° DE INVESTIGADORES				
FECHA				
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES				
TIPO DE ANALISIS	PARAMETROS	CONCENTRACIÓN (%)	HORA	OBSERVACIONES
BIOQUIMICA	CH3			
	CO2			
	HIDROGENO			
	OTROS GASES			
RESPONSABLES DEL REGISTRO				
Nombre:				
Fecha:				
Firma:				

Nombre y Apellido: *Horacio Acosta S.*  
Grado: *DOCTOR*  
CIP: *25450*

Nombre y Apellido:  
Grado: *DANIEL*  
CIP: *46572*

Nombre y Apellido:  
Grado: *INGENIERO*  
CIP: *162994*

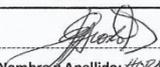


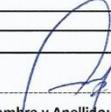
FICHA DE EFICIENCIA PARA CADA TRATAMIENTO

ANEXO 6

VERSIÓN:01

DATOS PERSONALES			
MUESTRA			
N° DE INVESTIGADORES			
FECHA			
NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES			
TRATAMIENTO	VOLUMEN DE BIOGAS	HORA	OBSERVACIONES
LODO			
LODO + MATERIAL ORGANICO			
RESPONSABLES DEL REGISTRO			
Nombre:			
Fecha:			
Firma:			

  
Nombre y Apellido: Helder Alvarado  
Grado: DOCTOR  
CIP: 25950

  
Nombre y Apellido:  
Grado: DORA  
CIP: 4672

  
Nombre y Apellido:  
Grado: Magister  
CIP: 162994

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SANCHEZ BAR LUZERO HORACIO  
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química Ambiental  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha Para Toma de muestra inicial.  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obiegu Chuck Brian Flores Bivsi Jose Eduardo Darsoku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 12 NOVIEMBRE del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 C.I.P. 25450  
 DNI No. 0530691 Telf.: 97447836

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos Francisco  
 I.2. Cargo e institución donde labora: Vicepresidente de la UCV / Profesor UCV  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:   
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para toma de muestra inicial  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Grijalva, Chuck Brian Flores Brasil, Jose Eduardo Darsiku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 13 de Julio del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 042289 Telf.: 948809179

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres:..... CASIRO TORO LUCCERO KAMICANI  
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:..... Recursos Ambientales  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Ficha para toma de muestra inicial  
 I.5. Autor(A) de Instrumento:..... Casiro Obregón Chuck Brian Flores Brusil Jose Eduardo Dasoku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

100 %

Lima,..... 13 / 11 / ..... del 2018

F  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 7054155 Telf:.....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SANCABAR LUIS RO HORACIO  
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química Ambiental  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis Físico-químico y Microbiológico  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obregón Chuck Brian Flores Bivsil José Eduardo Daisaku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 12 NOVIEMBRE del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP 25450  
 DNI No. 08306911 Telf.: 97449836

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco  
 I.2. Cargo e institución donde labora: Vicepresidente UPEL / PIR PISA UCV  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:   
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis histográfica y metodológico  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obispo Chuck Brian Flores Brusil Jese Eduardo Daisaku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 13 / 11 del 201 8

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 840289 Telf.: 948869179

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres:..... CASIRO ROSA LUCCAS KIMICANI  
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:..... Recursos Ambientales  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Ficha de análisis fisicoquímico y microbiológico  
 I.5. Autor(A) de Instrumento:..... Castro Obregón Chuck Brian Flores Brusil José Eduardo Dasoku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

100 %

Lima, 13/11/ del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 755175 Telf.: .....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SANCABAR LUISERIO HORACIO  
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química Ambiental  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para diseño de Biodigestor  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obregón Chuck Brian Flores Bisál Jose Eduardo Doisono

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 12 NOVIEMBRE del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP 25450  
 DNI No. 0530691 Telf.: 97447836

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos Francisco  
 I.2. Cargo e institución donde labora: Vicereano de Asesoría / PAFESPA UCV  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:   
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha para diseño de Biología  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Cordero, Chuck Brian Flores Brusil José Eduardo Doursou.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 13 de Julio del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 842289 Telf.: 948509179



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

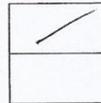
- I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SCASNABAR LUTIZO HORACIO  
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química Ambiental  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de muestreo del proceso  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obregón Chuck Brion Flores Bivsil José Eduardo Doioku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 12 NOVIEMBRE del 2018

  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP 25450  
 DNI No. 08306911. Telf.: 974447836

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco  
 I.2. Cargo e institución donde labora: Vicedecano UPEL / PIR PETA UCV  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: \_\_\_\_\_  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de monitoreo del proceso  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Cotesy Chuek Brian Flores Brasil Jese Eduardo Dorsaku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 13 de Jul del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 842284 Telf.: 945569177

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres:..... CASTRO TORO LUCCAS KAMILIANE  
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:..... Recursos Ambientales  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Ficha de monitoreo del proceso  
 I.5. Autor(A) de Instrumento:..... Castro Obregón Chuck Brian Flores Brusil Jose Eduardo Dasoku,

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

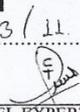
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

100 %

Lima,..... 13/11/..... del 2018

  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 755175..... Telf.:.....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

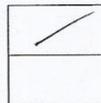
I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SANCABAR LUISERIO HORACIO  
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química Ambiental  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis bioquímica del agua  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obispo Chuck Brion Flores Bisil José Eduardo Daisaku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 12 NOVIEMBRE del 2018

  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP 25450  
 DNI No. 0530691 Telf.: 97447836

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco  
 I.2. Cargo e institución donde labora: Vicedecano UPEL / PUEPES-UCV  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:   
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis Biogimico del Bioso  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obregón Chuck Brian Flores Brusil Jese Eduardo Dausku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 13/11 del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 845289 Telf.: 948809179

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

I.1. Apellidos y Nombres:..... CASTRO ROSA LUCCAS KAMILIANE  
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:..... Recursos Ambientales  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Ficha de análisis biológico del mosquito  
 I.5. Autor(A) de Instrumento:..... Castro Obregón Chuck Brian Flores Brusil Jose Eduardo Dasoku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

100 %

Lima, 13/11/ del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 75475 Telf.:.....

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SCASNABAR LUTERO HORACIO  
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química Ambiental  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Eficiencia para cada Tratamiento  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obregón Chuck Brian Flores Bisvil José Eduardo Doioku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 12 NOVIEMBRE del 2018

  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP 25450  
 DNI No. 0830691 Telf.: 97447836

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco  
 I.2. Cargo e institución donde labora: Vicedecano de Asesoría / Profesor UCV  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:   
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Eficiencia para cada Tratamiento  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Obregón Chuck Brian Flores Brasil Jese Eduardo Dorsaku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 13 / 11 del 2018

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 842289 Telf.: 945589137

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres:..... CASTRO TORO LUCCERO KATHLEEN  
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente  
 I.3. Especialidad o línea de investigación:..... Recursos Ambientales  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Ficha de eficiencia para cada Tratamiento  
 I.5. Autor(A) de Instrumento:..... Castro Obregón Chuck Brian Flores Brasil José Eduardo Dasoku

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

100 %

Lima,..... 13/11 /..... del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 76543210... Telf.:.....

## ANEXO 2: Matriz de Consistencia

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Lodos residuales.	Según Henríquez (2011), los lodos urbanos generados por las plantas de tratamientos de aguas residuales correspondientes a un subsistema urbano que poseen características físicas y químicas y puede utilizarse como insumo.	Se realizará análisis fisicoquímico y microbiológico utilizando la medición de parámetros principales y necesarios previo a ser sometido al digestor anaeróbico.	Características Fisicoquímicas del lodo residual	Temperatura	°C
					Humedad	NU
					Sólidos Totales (ST)	%
					Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	mg/CO <sub>2</sub> /L
					Sólidos Volátiles (SV)	ppm
					pH	0 - 14
					Nitrógeno (N)	mg/SO <sub>2</sub> /meq
					DBO	mg/L
					DQO	%
					Materia Orgánica	%
DEPENDIENTE	Biogás	Según la FAO (2011), son producto del proceso de digestión anaeróbica por la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.); el biogás está compuesta por una mezcla gaseosa formada básicamente por metano y dióxido de carbono, pero también con un contenido de varias impurezas.	Se realizarán análisis bioquímicos de parámetros principales para poder determinar la concentración de gases que componen el biogás.	Características químicas del Biogás	Coliformes Totales	NMP
					Coliformes fecales	NMP
					<i>salmonella spp</i>	NMP
					Tiempo de biodegradación en el biodigestor	Tiempo
			Concentración de inóculo (cáscara de papa y hojas de beterraga)	500 gramos	g	
				Metano (CH <sub>4</sub> )	%	
				Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	%	
				Poder calorífico	Kcal/m <sup>3</sup>	

Fuente: Elaboración propia, 2019

### ANEXO 3: Turnitin: Porcentaje de similitud del proyecto de investigación

The screenshot shows the Turnitin interface. At the top, the 'feedback studio' logo is on the left, and 'EJERCICIO9' is in the center. On the right, there are navigation icons and a page indicator '7 de 12'. The main document area on the left contains the following text:

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Producción de Biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Comas 2019”

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

**AUTORES:**  
Castro Abregú, Chuck Brian (0000-0002-4173-8330)  
Flores Brusil, Jose Eduardo Daisaku (0000-0003-0974-2310)

On the right side, a red banner displays 'Resumen de coincidencias' with a large '20 %' similarity score. Below this, a list of sources is shown:

Se están viendo fuentes estándar		
<a href="#">Ver fuentes en inglés (Beta)</a>		
Coincidencias		
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
2	repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet	1 %
3	www.ambiente.gov.ar Fuente de Internet	1 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	repvie.uis.edu.co Fuente de Internet	1 %

Fuente: Turnitin 2018

## ANEXO 4: Certificado de Laboratorio

# Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE,

**OTORGA** la presente Acreditación a:

## **ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.**

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-05P-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

**Sede Acreditada:** Domicilio Prolongación Zarumilla, Mz. D2 Lote 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao y departamento de Lima.

Fecha de Acreditación: 25 de julio de 2016

Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2019

Registro N° LE - 096  
Fecha de emisión: 12 de agosto de 2016  
DA-acr-01P-02M Ver. 00

  
**Augusto Mello Romero**  
Director - Dirección de Acreditación



## CERTIFICATE OF ACCREDITATION

*This is to attest that*

### **ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L**

PROLONGACION ZARUMILLA MZ  
D2 LOTE 3 BELLAVISTA-CALLO, PERU

Testing Laboratory TL-833

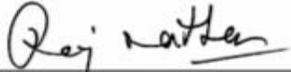
has met the requirements of AC89, **IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories**, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2005, **General requirements for the competence of testing and calibration laboratories**. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation maintained on the IAS website ([www.iasonline.org](http://www.iasonline.org)).

*This certificate is valid up to February 1, 2020.*

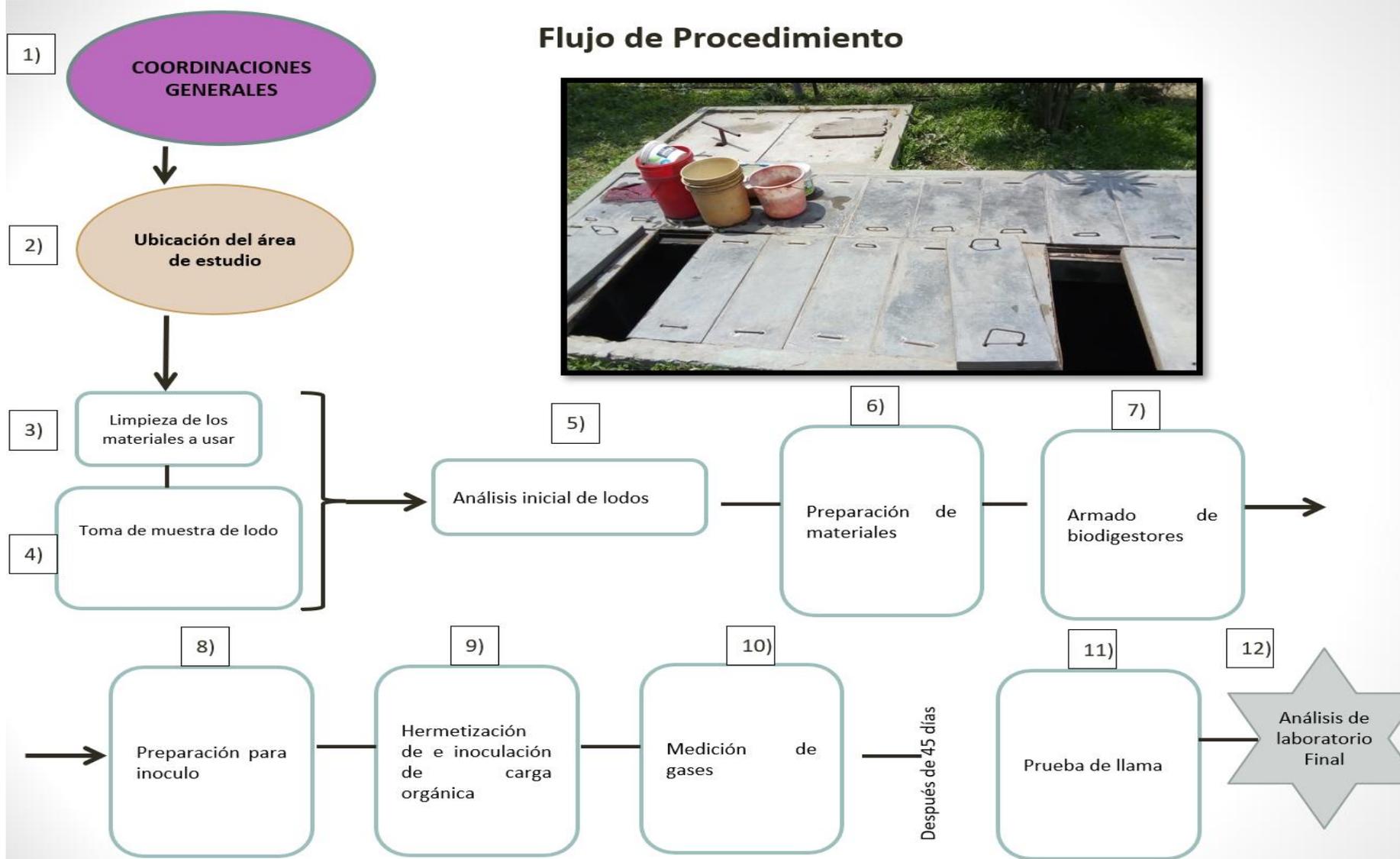


*This accreditation certificate supersedes any IAS accreditation bearing an earlier effective date. The certificate becomes invalid upon suspension, cancellation or revocation of accreditation. See [www.iasonline.org](http://www.iasonline.org) for current accreditation information, or contact IAS at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



  
\_\_\_\_\_  
**Raj Nathan**  
President

## Flujo de Procedimiento



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

## ANEXO 6: RESULTADOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002  
**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL**  
INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-2575



### INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-2575

#### I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: RUNA SOLUTIONS S.A.C
2.-DIRECCIÓN	: CAL. ASUNCIÓN MZA. C LOTE. 02 URB. EL PARRAL -LIMA
3.-PROYECTO	: NO INDICA
4.-PROCEDENCIA	: PIAR-COMAS
5.-SOLICITANTE	: RUNA SOLUTIONS S.A.C
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-0905
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: CASTRO ABREGÚ CHUCK BRIAN Y FLORES BRUSIL JOSE EDUARDO
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-05-24

#### II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: LODOS
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	1
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-05-10
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019 05-10 al 2019-05-24

**José Luis Chipana Chipana**  
Director Técnico  
CQP 1104

### III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termoblerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Totales (NMP) <sup>(1)</sup>	SMEWW 9221 B, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017&	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	NOM-021-RECNAT-2000 AS-007	Materia organica
Dióxido de Carbono <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CO2 D, 23 rd Ed. 2017&	Carbon Dioxide and Forms of Alkalinity by Calculation
Humedad <sup>(1)</sup>	NTP-311.241 / AS-05 - NOM-021-RECNAT-2000	Humedad NTP
Materia Orgánica <sup>1</sup>	NOM-021-RECNAT-2000 AS-007	Materia organica
Mercurio <sup>1</sup>	EPA Method 7471 B Rev.2 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
Metales Totales <sup>2</sup>	EPA Method 3050B - Rev.2/ EPA Method 200.7 - Rev. 4.4	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Nitrógeno Total <sup>(1)</sup>	NOM-021-AS 08/SMWEE Part 4500 NH3 D, 4500NO2B, 4500NO3 E	Nitrógeno Total - Suelo
Potencial de hidrógeno <sup>1</sup>	EPA SW-846, Method 9045D, Revision 4	Soil and waste pH
Salmonella spp (NMP) <sup>(1)</sup>	NOM-004-SEMARNAT-2002	Norma Oficial Mexicana. NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección Ambiental. Lodos y Biosólidos
Sólidos Totales <sup>(1)</sup>	Protocolo de Métodos de Análisis - 2007-Zagal & Sadzawka	Protocolo de Métodos de Análisis - 2007-Zagal & Sadzawka
Sólidos Volátiles <sup>(1)</sup>	Protocolo de Métodos de Análisis - 2007-Zagal & Sadzawka	Protocolo de Métodos de Análisis - 2007-Zagal & Sadzawka

\*EPA\* : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

\*NOM\* : Norma Oficial Mexicana

\*SMEWW\* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Parámetro acreditado por INACAL-DA

<sup>2</sup> Parámetro acreditado por IAS

#### IV. RESULTADOS

ITEM			1
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-07455	
CÓDIGO DEL CLIENTE		MUESTRA INICIAL	
COORDENADAS UTM WGS 84		NO INDICA	
MATRIZ		Lodos	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA	
INICIO DE MUESTREO		FECHA	2019-05-04
		HORA	16:15
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100g	18.0	200 000.0
Coliformes Totales (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100g	18.0	390 000.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	mg/L	2.0	8 750.0
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	%	0.10	26.71
Dióxido de Carbono <sup>(1)</sup>	mgCO <sub>2</sub> /L	5	30.1
Humedad <sup>(1)</sup>	NU	0.025	70.300
Materia Orgánica	%	0.10	26.71
Mercurio	mg/Kg MS	1.0	<1.0

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

<sup>(1)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL- DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

#### IV. RESULTADOS

ITEM			1
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-07455	
CÓDIGO DEL CLIENTE		MUESTRA INICIAL	
COORDENADAS UTM WGS 84		NO INDICA	
MATRIZ		Lodos	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA	
INICIO DE MUESTREO		FECHA	2019-05-04
		HORA	16:15
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Fecales (Termoblerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100g	18.0	200 000.0
Coliformes Totales (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100g	18.0	390 000.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	mg/L	2.0	8 750.0
Demanda Química de Oxígeno <sup>(1)</sup>	%	0.10	26.71
Dióxido de Carbono <sup>(1)</sup>	mgCO2/L	5	30.1
Humedad <sup>(1)</sup>	NU	0.025	70.300
Materia Orgánica	%	0.10	26.71
Mercurio	mg/Kg MS	1.0	<1.0

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

<sup>(1)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL- DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## ANEXO 7: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO



INVEMSAC

Salud Ocupacional y Ambiental



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

INVM-AM0078-050918

Fecha de emisión: 05/09/2018

Issue date

**1.- SOLICITANTE :** INVESTIGACIONES ECONOMICAS EN MINERIA, ENERGÍA E HIDROCARBUROS S.A.C.

Applicant

**Dirección :** CALL. LUIS ROMERO NRO. 1050 LIMA – LIMA – LIMA

Address

**2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** Detector Muftgas

Measuring instrument

Muftgas Detector

**Marca :** MSA

Brand

**Serie :** 394463-K15EO

Serial

**Procedencia :** USA

Mode in

**Modelo :** ALTAIR4X

Model

**3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN** Calibrado el día 05/09/2018 en el Laboratorio de INVEM S.A.C.

Date and place of calibration

Calibration on 05/09/2018 in the INVEM S.A.C. laboratory

**4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Calibration method

Contraste con gas patrón trazable a patrones de peso NIST.

Contrast with gas pattern traceable to weight patterns NIST.

Gas Patrón	Objetivo a Verificar	Incert. del Gas	Número de Lote	Mediciones			Incert. de la Medición	Rango
				1	2	3		
Sulfuro de hidrogeno (H <sub>2</sub> S) 20 ppm	20 ppm	10%	667370	20	20	20	1,5 ppm	18-22 ppm
Oxigeno (O <sub>2</sub> ) 15%	15 %VOL	5%	667370	15	15	15	1,0 %VOL	14-16 %VOL
Pentano (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ) 58%	58 %LEL	5%	667370	58	58	58	1,0 %LEL	55-61 %LEL
Monóxido de carbono (CO) 60 ppm	60 ppm	5%	667370	60	60	60	1,0 ppm	57-63 ppm

**5.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Calibration conditions

Temperatura Ambiente

Environment temperature

Humedad Relativa

Relative humidity

Presión Atmosférica

Atmospheric pressure

INICIAL

initial

24.5 °C

65.3 %

1000 mbar

FINAL

Final

24.5 °C

65.3 %

1000 mbar

**6.- OBSERVACIONES**

Observations

La periodicidad de la calibración está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instruments.

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

The results should not be used as a certification of conformity with product standards or as Quality System Certificate of Entity that produce it.



**Bach. Alex Cortez Bedón**  
Ingeniero en Física  
Jefe de Área de Metrología e Instrumentación



**MSC J. Tito**  
Responsable del Área de Metrología

Calle Luis Romero N° 1050 - Urb. Roma - Cercado de Lima  
Central Telefónica: (01) 596-3994  
E-mail: [invemsac@invemsac.com.pe](mailto:invemsac@invemsac.com.pe)  
[www.invemsac.com.pe](http://www.invemsac.com.pe)

## ANEXO 8: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Extracción de la materia prima (LODO RESIDUAL) de los desarenadores de la planta de tratamiento de Comas.



Sellado hermético de los bidones que se usaron como biodigestor.



Agregado de Lodo Residual a los biodigestores.



Prueba de fuego para los tres biodigestores.



Medición de porcentaje (%) de metano, de cada uno de los biodigestores, haciendo uso del equipo de medidor de multigases.



Prueba de fuego del biodigestor con materia orgánica.



Prueba de fuego del biodigestor con materia orgánica.



Prueba de fuego del biodigestor con materia orgánica.



ghg

Medición de % de metano CH<sub>4</sub>



Medición de % de metano CH<sub>4</sub>



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Eusterio Horacio Acosta Suasnobar  
docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada

" Biógás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Comas 2019 "

del (de la) estudiante Castro Abregú Chuck Brian

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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 Los Olivos 08 de julio del 2019



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Eusterio Horacio Acosta Suasnobar

DNI: 08306575

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



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Eusterio Horacio Acosta Suasnobar  
docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada

" Biógas a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Comos 2019 "

del (de la) estudiante Flores Brusil Jose Eduardo Daisaku

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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 Los Olivos 08 de julio del 2019



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:  
Eusterio Horacio Acosta Suasnobar

DNI: 08306575

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



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Producción de Biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Comas 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Castro Abregú, Chuck Brian (0000-0002-4173-8330)

Flores Brusil, Jose Eduardo Daisaku (0000-0003-0974-2310)



Resumen de coincidencias

20 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- |   |                           |     |
|---|---------------------------|-----|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe    | 2 % |
| 2 | repositorio.utp.edu.co    | 1 % |
| 3 | www.ambiente.gov.ar       | 1 % |
| 4 | Entregado a Universida... | 1 % |
| 5 | repvie.uis.edu.co         | 1 % |
| 6 | www.oalib.com             | 1 % |



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Yo Chuck Brian Castro Abregú  
 identificado con DNI N.º 46796044, egresado de la Escuela  
 Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo,  
 autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de  
 mi trabajo de investigación titulado

“ Biogás a partir de lodos producidos en la Planta  
de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito  
de Comas 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: 46796044

FECHA: 08 de Julio del 2019



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



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Yo... Jose Eduardo Daisoku Flores Brusil .....

identificado con DNI N.º 47701633 ....., egresado de la Escuela  
Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo,  
autorizo (  ), No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de  
mi trabajo de investigación titulado

“ Biogás a partir de lodos producidos en la Planta  
de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito  
de Comas 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: 47701633 .....

FECHA: 08 de Julio ..... del 2019.



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado 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 PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA.

Chuck Brian Castro Abregú

INFORME TÍTULADO:

**“Biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Comas 2019”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 08/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 16



  
\_\_\_\_\_  
MA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Elmer Benites Alfaro

NRO...21-20-1



# 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 PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Jose Eduardo Daisaku Flores Brusil

INFORME TÍTULADO:

**“Biogás a partir de lodos producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Comas 2019”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 08/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 17



*Elmer Benites Alfaro*  
Dr. Elmer Benites Alfaro

NRO...20-20-1