



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Generación de energía eléctrica a partir de lodos de aguas residuales de la PTAR San Pedro de Ancón, Lima 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Corsino Cortez Candy Melissa (ORCID: 0000-0002-8087-0000)
Delgado Pantoja Katherin Lizbeth (ORCID: 0000-0001-8487-6760)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de residuos sólidos

LIMA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por darnos la fortaleza y salud para llegar a cumplir nuestras metas.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo incondicional durante nuestra formación profesional, por motivarnos a seguir adelante a pesar de las dificultades presentadas y forjarnos en una carrera profesional con valores y principios.

A nuestros amigos y a las personas que fuimos conociendo en el camino, por brindarnos su apoyo y confianza para el desarrollo de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro asesor el Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro, por impartir su confianza en el tema de investigación, brindándonos el apoyo profesional y personal, porque siempre estuvo orientándonos en todas las asesorías, impartiéndonos ánimos para seguir y lograr obtener el título profesional como Ingenieras ambientales.

En tal sentido, agradecemos al personal de la PTAR San Pedro de Ancón, por brindarnos la confianza y las facilidades en la obtención de biomasa para nuestro tema de investigación y de esta manera contribuyendo en los estudios de energías renovables.

De la misma forma, por su orientación y el tiempo tomado en nuestras consultas correspondientes al tema de investigación, al Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar y al profesor Jorge Minaya Martínez, el cual nos encontraremos agradecidas por impartir sus consejos y conocimientos que hicieron posible la realización de nuestra tesis.

De forma similar, en el camino uno se encuentra con personas que sin conocerlas te brindan su apoyo incondicional, por ello agradecemos a Elvis Flores, por su contribución y el interés brindado en nuestro trabajo de investigación.

¡A todos, muchas gracias!

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	15
2.1. Tipo y diseño de la investigación	15
2.2. Operacionalización de variables	16
2.3. Población, muestra y muestreo	17
2.3.1. Población.....	17
2.3.2. Muestra.....	17
2.3.3. Muestreo.....	17
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.4.1. Técnica	18
2.4.2. Instrumento.....	18
2.4.3. Validez	18
2.4.4. Confiabilidad.....	19
2.5. Descripción del procedimiento	19
2.5.1. Área de estudio	19
2.5.2. Análisis de lodos de aguas residuales	21
2.5.3. Metodología del cargado al biodigestor (lodo-inoculo)	24
2.5.4. Acondicionamiento del Biodigestor IBC	26
2.5.5. Medición de la composición del biogás	26
2.5.6. Conversión del motor gasolinera a biogás	27
2.5.7. Medición de la energía	28
2.5.8. Métodos de análisis de datos	30
2.5.9. Aspectos éticos	30

III. RESULTADOS	31
IV. DISCUSIÓN	36
V. CONCLUSIONES	38
VI. RECOMENDACIONES	39
VII. REFERENCIAS	40
VIII. ANEXOS	49
Anexos 1. Instrumentos de observación	49
Anexos 2. Ficha de validación instrumentos	54
Anexo 3. Reportes de laboratorio	69
Anexo 4. Matriz de consistencia	72
Anexo 5. Panel fotográfico.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química y biológica de los lodos.	8
Tabla 2: Tiempo de retención.....	11
Tabla 3: Validación de instrumentos	19
Tabla 4: Coordenadas del área de estudio	20
Tabla 5: Toma de muestra	21
Tabla 6: Parámetros físicos	22
Tabla 7: Porcentaje de humedad.....	23
Tabla 8: Resultado de pH.....	23
Tabla 9: Composición del biogás	26
Tabla 10: Producción del biogás	27
Tabla 11: Resultado de temperatura registrada.....	31
Tabla 12: Metano producido en el Biodigestor IBC	32
Tabla 13: Energía eléctrica usando focos LED.....	34
Tabla 14: Energía eléctrica usando focos incandescentes.....	35
Tabla 15: Rendimiento de la energía eléctrica LED	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Esquema de la digestión anaeróbica.....	10
Figura 2: Diseño del biodigestor	12
Figura 3: Adquisición de los lodos de agua residuales	20
Figura 4: Temperatura Vs. Tiempo	32
Figura 5: Concentración de metano (CH ₄) y dióxido de carbono (CO ₂)	33
Figura 6: Concentración de sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	34

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la energía eléctrica producida por los lodos de aguas residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón. Donde se realizó la caracterización de lodos de aguas residuales antes de ingresar al biodigestor a partir de los análisis de temperatura, pH y porcentaje de humedad para determinar la carga inicial y carga diaria de la biomasa, que fue de 540.54 kg con alimentación semi continua (lodos + agua) de 22.8 L. Luego se analizó la composición del biogás, que se obtuvo a los 42 días de fermentación, alcanzando concentraciones de 57.7 % de metano (CH₄), 33 % dióxido de carbono (CO₂) y 10 ppm sulfuros de hidrogeno (H₂S). Siendo aprovechado el biogás como combustible y aplicación para la generación de energía eléctrica mediante el uso de un grupo electrógeno de cuatro tiempos con potencia nominal de 1300 W con régimen de giro de 3000 rpm, de 3.0 HP, de una cilindrada; considerándolo de fácil adquisición para trabajar con un adaptador en la entrada del carburador y llevándose a cabo una mezcla homogénea entre el biogás y el oxígeno por el conducto de admisión., logrando obtener una energía útil de 0.100 KW-h con focos LED de 110 W, en tal sentido también se realizó un ensayo con focos incandescentes de 100 W donde obtuvo una energía útil de 0.056 KW-h. Alcanzando un rendimiento de 2.421 % en función a la energía total y útil registrada con los focos LED. Para finalmente, aprovechar la energía eléctrica como iluminación en diferentes ambientes.

Palabras claves: *lodos de aguas residuales, energía eléctrica, biogás, generador eléctrico, recursos renovables*

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the electrical energy produced by the sewage sludge of the PTAR of San Pedro de Ancón. Where the characterization of sewage sludge was carried out before entering the biodigester from the analysis of temperature, pH and percentage of humidity to determine the initial load and daily load of the biomass, which was 540.54 kg with semi-continuous feeding (sludge + water) of 22.8 L. Then the biogas composition was analyzed, which was obtained after 42 days of fermentation, reaching concentrations of 57.7% methane (CH₄), 33% carbon dioxide (CO₂) and 10 ppm sulfides of hydrogen (H₂S). Biogas being used as fuel and application for the generation of electrical energy through the use of a four-stroke generator with a nominal power of 1300 W with a rotation speed of 3000 rpm, 3.0 HP, one displacement; considering it easy to acquire to work with an adapter at the carburetor inlet and carrying out a homogeneous mixture between the biogas and oxygen through the intake duct., obtaining a useful energy of 0.100 KW-h with 110 W LED bulbs, In this sense, a test with 100 W incandescent bulbs was also carried out, where it obtained a useful energy of 0.056 KW-h. Reaching a yield of 2,421% based on the total and useful energy recorded with the LED bulbs. Finally, take advantage of electric energy as lighting in different environments.

Keywords: *sewage sludge, electricity, biogas, electric generator, renewable resources*

I. INTRODUCCIÓN

En el sector energía se busca optar por alternativas biotecnológicas que apuestan al uso de los recursos renovables como opciones viables para la sociedad, donde se puede encontrar la energía eólica, solar, geotérmica y biomasa, a lo que se le llama también energías no convencionales. Siendo en América Latina el consumo de energías renovables de un 30% en comparación con el 5.7% de los países de la OCDE (Organización para la cooperación y el desarrollo económico). A la vez, la gran cantidad de biomasa que se refleja en materia orgánica como el excremento vacuno, residuos de mercado, aceites usados y lodos residuales, que se puede reaprovechar y aplicar en la producción de biogás como parte de un biocombustible para generar electricidad, donde en América Latina y el Caribe se podrá producir hasta 80 billones KW-hora de electricidad, mientras que en el mes de Octubre del 2019 en recursos energéticos renovables no convencionales, el Perú a nivel nacional produjo 292000000 KW-hora, donde registro un incremento del 11% respecto al 2018, de la misma forma el biogás es el recurso energético que va tomando mayor interés cada año en el país, con un aumento del 40% y una producción de energía eléctrica nacional de 53000000 KW-hora. Es por ello, que aplicaciones como la de biodigestores para obtener biogás son alternativas que se enfocan en una economía circular y su ciclo de vida con un reusó en otros sectores y de esta manera obtener beneficios como: la reducción de costos en el hogar, fábricas, empresas, establos, entre otros y con ello la disminución de emisiones de CO₂, CH₄ y otros gases de efecto invernadero que causan impactos ambientales negativos.

Según el artículo Potential energy from residual biomass of rice straw and sewage sludge in Egypt (2017), refiere que anualmente Egipto produce aproximadamente 2 millones de toneladas de lodos secos, mientras que en México se genera cerca de 640.000 toneladas anuales de lodos residuales. Sin embargo Estados Unidos produce 7.2 millones de tn/año y países que conforman la Unión Europea produce 9.2 millones de Tn/año (Use of biosolids for energetic recovery in Mexico, 2012). En el Perú, los sistemas de alcantarillados acopian alrededor de 747.3 millones de metros cúbicos de aguas residuales resultantes de las cuales solo un 29,1% ingresan a un sistema de tratamiento, generando como subproducto los lodos residuales donde las empresas gastan mucho dinero para deshacerse de esta masa residual. Por ejemplo, empresas como Sedapal genera alrededor de 25 a 30 Tn/día de lodos residuales, obteniendo gastos promedios de S/100.00 soles por tonelada, donde alcanzarían gastos

diarios de S/ 3000.00 soles, siendo al mes un aproximado de S/84000.00 soles por contratar a una empresa terciario que se encargue de su disposición final de dichos lodos. A nivel local en la PTAR de San Pedro de Ancón, ingresa un caudal promedio de 20 L/s de aguas residuales, los cuales serán tratados para ser reusados en riego de áreas verdes de parques y jardines del sector público, generando 57 m³/ día de lodos residuales (subproductos) los cuales pueden ser aprovechados para el funcionamiento de su propia planta, con el propósito de reducir costos y el desarrollo sostenible.

Para la siguiente investigación se revisaron los presentes trabajos previos: Rojas R. y Mendoza L. (2012), en el artículo: Utilización de biosólidos para la recuperación energética en México, mencionan que el uso de biselados mediante el proceso de digestión anaeróbica, permite aprovechar residuos de materia prima en la generación de energía, lo cual se accedió hacer uso de las mismas como una energía renovable limpia para abastecer los requerimientos energéticos de las PTAR. Asimismo Abdel M., Said N. y Negm A. (2018), en el artículo: Potential energy from residual biomass of rice straw and sewage sludge in Egypt, indican que para la obtención de la energía teórica podría obtenerse a partir de paja de arroz y lodo de aguas residuales a través de un proceso anaeróbico, concluyendo que la energía teórica a partir de paja de arroz, a través, de la técnica de digestión anaerobia se estimó con 9650000 KW-h, mientras que con los lodos residuales 1560000 KW-h. Del mismo modo Wickham R., Xiea S., Galway B., Bustamante H. y Nghiem L. (2018), en el artículo: Anaerobic digestion of soft drink beverage waste and sewage sludge, estiman que los residuos de bebida con lodos residuales mediante el desarrollo de co-digestión anaerobia ascendió la producción del biogás, aumentando la velocidad de capacidad orgánica. Donde fue el incremento del 171%, de lo cual el 20% corresponde a los residuos de bebidas esta retroalimentación género una óptima generación de biogás.

Según Guimaraes C., Maia D. y Serra E. (2018) en el artículo: Construction of Biodigesters to Optimize The Production Of Biogas From Anaerobic Co-Digestión Of Food Waste and Sewage, mencionan que el biodigestor que contiene residuos de alimentos, aguas del alcantarillado y el fango anaerobio presenta una mayor reducción de materia orgánica, expresada con la eliminación de 88.3% TVS (sólido volátil total) y 84.7% DQO la mayor obtención de biogás (63 L) y el mayor porcentaje de metano (95%). La producción específica de metano fue 0.299 LCH₄ / gVS y eliminado. El uso de biodigestores para producir biogás a través de la digestión anaeróbica puede jugar un papel importante en las economías locales

debido a la oportunidad de producir un combustible renovable a partir de residuos orgánicos y también como alternativa al tratamiento de residuo, por otro lado Parra D., Botero M. y Botero J. (2019) en la revista: Biomasa residual pecuaria: revisión sobre la digestión anaerobia como método de producción de energía y otros subproductos, donde mencionaron que la digestión anaerobia (DA) resulta en efecto el remplazo de la biomasa convencional, para obtener una mejora en la iluminación, la electricidad y calor, utilizando recursos renovables para reducir el impacto ambiental producto de diversos residuos, asimismo romper lazos con los combustibles agroquímicos y fósiles. De tal manera, que Pelkmans L. (2018) en la publicación: IEA Bioenergy Countries Report - Update 2018, Bioenergy policies and status of implementación, mencionan que países como el gobierno coreano ampliará su participación de generación renovable en la producción total de electricidad de 7% a 20% para el año 2030.

En el artículo Thermodynamic Performance Analysis of a biogas-Fuelled Micro Gas-Turbine with a Bottoming Organic Rankine Cycle for Sewage Sludge and Food Waste Treatment Plants, Sunhee K., Taehong S. y Kyum C. (2017), indican que el gobierno coreano aplica un sistema de reciclaje para los desechos mediante la digestión anaeróbica, es por ello que se ha visto factible edificar más plantas de biogás, ya que hasta el 2015 tenían como 92 plantas construidas, y la idea es reemplazar los recursos fósiles (gas natural) por recursos renovables (biogás), asimismo diseñar la venta masiva de este sistema. De tal manera, en la investigación Vinneras B. y Schonning C. (2011) titulada Microbial Risks Associated with Biogas and Biodigestor Sludge, los estados con vías de desarrollo, la gran parte del tratamiento se realiza a baja escala, con diferentes sistemas de subsuelo como el domo fijo, el tambor flotante o los reactores de geomembrana. El gas de estos sistemas se utiliza principalmente para fines domésticos y los residuos restantes (biol) para la agricultura. Por consiguiente, Silva I., Mambell R. y Tiago G. (2016) en el artículo: Electricity generation from biogas of anaerobic wastewater treatment Plants in Brazil: An assessment of feasibility and potential, menciona que la producción de energía es un factor limitante en el desarrollo de Brasil y, además, existe una creciente necesidad de fuentes de energía renovables y generación de energía descentralizada cerca de los centros urbanos, ya que tienen menores costos de transmisión y pérdidas. En este contexto, resulta interesante recuperar el biogás de las PTAR, que son tanto renovables como descentralizadas. Por lo tanto, la energía potencial que se obtiene mediante la técnica de digestión anaeróbica podría alcanzar una potencia energética de 1TWh para el 2040.

Por ello, Saborio C. (2016) en el artículo: *Technology transfers for development and operation of mesophilic biodigesters with manual agitation*, menciona que la importancia reside en crear una tecnología para la generación de biogás como un surtidor de energía renovable a través de biodigestores para beneficiar a los pequeños agricultores en sus comunidades donde no cuentan con abastecimiento energético para operar un digestor con agitación de potencia, optando también por una agitación manual.

De tal manera, Kemausuor F., Addo A. y Darkwah L. (2015) en el artículo: *Technical and Socioeconomic Potential of Biogas from Cassava Waste in Ghana*, menciona que el estiércol de ganado como inóculo puede generar aproximadamente 75,000 m³ de gas con un contenido estimado de 60% de metano proveniente de dos plantas separadas de 500 m³ y 300 m³ en las dos comunidades. Si se usa internamente como combustible de proceso, el gas potencial disponible podría reemplazar más de 300 toneladas de leña por año siendo benéfico ambiental, económico y social en la creación de un desarrollo sostenible. Según Ewing, T. (2017) en la revista: *Detroit zoo converts waste into energy*, menciona que los proyectos de bioenergía tienen una viabilidad en varios campos, ya que son humanos, donde se evitan enfermedades y plagas, se han creado empleos económicos, pequeñas y medianas empresas y desarrollo, y socialmente no implican la transformación de alimentos de los alimentos básicos.

Ante una preocupación constante por la gestión y manejo de residuos Bucura F., Marin F., Miricioiu M., Saros G., Zaharioiu A. y Constantinescu M. (2018) en la publicación: *Energy potential of geothermal gas and sewage sludge biogas. A laboratory stage investigation*: mencionan que debemos prestar mayor atención a los residuos reutilizables, ya que, se puede usar como una fuente de energía eficiente y sostenible. Otra fuente potencial de energía verde podría ser el gas proveniente de la digestión anaeróbica como lodos de agua residual resultante de las PTAR urbanas. Si para muchos países de la UE tal solución ya no es una novedad, en Rumania, la gestión de residuos aún se encuentra en su fase inicial.

En la investigación de Dos Santos S., Morais S. y Van Haandel A. (2018) *Influence of temperature on the performance of anaerobic treatment systems of municipal wastewater*, mencionan que el estudio realizado con técnica de tratamiento de agua residuales, en especial los reactores de manta de lodo anaeróbico ascendente (UASB) el factor climático y la edad del lodo residual como una de las principales variables se medirá como dicho parámetro afectará en la parte operacional con respecto a la eficiencia durante el proceso anaeróbico

en el reactor, ya que en este caso la temperatura es medible caso contrario con el tiempo del lodo que se podrá saber cuándo el reactor entre en funcionamiento y analizar si este indicador servirá para relacionar el volumen del reactor en lo que respecta a la producción del biogás.

En el artículo de Frydendal S., Jørgensen U., Hjorth M., Felby C. y Gislum R. (2017) *Comparing methods for measuring the digestibility of miscanthus in bioethanol or biogas processing*: indican que realizaron pruebas mediante el método de lotes biogás y DNS el cual se obtuvo resultados de comparación en el HTPH y la prueba de lote de biogás (suma de metano y CO₂), por consiguiente resulta que el HTPH facilita una conversión eficiente accesible respecto a la masa. Según Gove B., Williams L., Beresford A., Roddis P., Campbell C., Teuten E., Lagston R. y Bradbury R. (2016) en el artículo: *Reconciling Biodiversity Conservation and Widespread Deployment of Renewable Energy Technologies in the UK*: La energía eléctrica que se genera anualmente da lugar a un escenario de riesgo ambiental generando impactos ecológicos, ya que una demanda futura de energía oscila entre los 888 TW-h / año hasta 2,481 TW-h / año de tal manera se busca innovar implementando en un estado como Reino Unido el uso de tecnologías de energía renovable cumpliendo de esta manera los objetivos en la minimización de emisiones de carbono y los efectos que se puedan suscitar en el entorno natural. Asimismo Tun M., Juchelková D., Raclavská H. y Sassmanová V. (2018) en el artículo: *Utilization of biodegradable Wastes as a Clean Energy Source in the Developing Countries: A case Study in Myanmar*: Se estima que si no se adopta enfoques sostenibles como la empleabilidad de previos tratamientos a los residuos biodegradables mediante métodos como el secado, la reutilización de estos desechos, la reducción de uso de recursos fósiles y la disminución de los transportes, el nivel de GEI aumentarían en un 40% para el 2021.

En el artículo de Lindkvist E., Johansson M. y Rosenqvist J. (2017), *Methodology for Analysing Energy Demand in Biogas Production Plants—A Comparative Study of Two Biogas Plants* mencionan que la digestión anaeróbica juega un rol importante en la economía circular y de tal manera generará un combustible renovable ecológico como el biogás, en tal sentido para que la planta arroje un buen rendimiento energético se debe considerar el aporte biológico así como una metodología sólida. Mientras que Alves A., Manbeli R., Tiago G., Silva I. y Martuscelli E. (2018) en el artículo *Analysis of biogas produced by the anaerobic digestion of sludge generated at wastewater treatment plants in the South of Minas Gerais, Brazil as a potential energy source*: el potencial energético del biogás generado a partir de

lodos residuales influyó como un análisis económico de viabilidad debido al bajo costo de producción de energía buscando así reemplazar la energía eléctrica en las centrales termoeléctricas, generando así un total de 23,6 GWh/año de energía.

En el artículo de Ruffino B., Cerutti A., Campo G., Scibilia G., Lorenzi E. y Zanetti M. (2019) *Improvement of energy recovery from the digestion of activated sludge residues through intermediate treatments: the effect of hydraulic retention time of digestion in the first stage*: indican que la experimentación se realizó en tres fases en el cual se evaluó el efecto del tiempo de retención en condiciones mesofílica. La segunda fase fue de 20 días la cual presentó un valor constante, generando así una sostenibilidad económica. Para Moreira W., Gottardo M., Pavan P., Belli P. y Bolzonella D. (2016) en el artículo *Energetic and performance aspects of the thermophilic mono-phase and biphasic anaerobic digestion of activated sludge residues*: comenta que realizó el proceso de la digestión anaerobia de una fase y en dos fases con lodos residuales en ambos se consideró las condiciones como la carga orgánica y el tiempo de retención el cual la digestión anaerobia de dos fases presentó aumentos en la producción de biogás lo cual permitió obtener un 15% más de energía total. De tal manera Velasquez J., Venturini O., Silva E. y Calle O. (2018) en el artículo *Technical evaluation of mono-digestion and co-digestion systems for the production of biogas from anaerobic digestion in Brazil*: la producción de biogás según el método de mono-digestión y co-digestión, siendo el que presentó mejor rendimiento en la generación de biogás, fue la co-digestión proporcionando así mejor generación de energía.

Asimismo Guven H., Evren M., Kaan R., Ozgun H., Isik I. y Oztruk I. (2019) en el artículo *Potential for energy recovery from the anaerobic digestion of excess sludge from high-speed activated sludge systems that jointly treat municipal wastewater and food waste*: indicó que los excesos de lodos presentaron un problema de disposición final, que se dirigió anaeróticamente en condiciones mesofílicas, donde se le agregó residuos alimentarios elevando así la producción de metano de un 36% a 52%, incrementado así el biogás y mejorar el restablecimiento de la energía del PTAR. Por otra parte, Scarlat N., Dallemand J. y Fahl F. (2018) en el artículo *Biogás. Desarrollo y perspectiva en Europa*. Detalló que la visión general de la producción del biogás es un uso para la generación de electricidad como energía renovable, aprovechando el beneficio ambiental y económico, catalogando a la Unión Europea en liderazgo de generación de energía eléctrica por medio del biogás,

contando con 17,400 plantas de biogás y con más de 10 GW instalados, generando así más de 61 TW-h de electricidad.

En el artículo de Llanos M., Quipuzco L. y García J. (2019) menciona que la máxima potencia efectiva obtenida con el motor a biogás fue 0.501 KW mientras que, con la gasolina fue de 0.808 KW esto quiere decir que, la potencia máxima desarrollada se redujo en un 38% al realizar el cambio a biogás, mientras que Cáceres F. (2015) en la tesis Generación de energía eléctrica con un motor de combustión interna usando biodiesel de aceite de piñón, donde indica que el rendimiento obtenido del motor del grupo electrógeno fue menor, pero a razón que aumenta la potencia eléctrica se observó un comportamiento de consumo específico bajo de 0.5 Kg/KW-h, donde perduro constantemente cuando la potencia aumento.

En su investigación Barrena M., Maicelo J., Gamarra O., Oliva M., Leiva S., Taramona L., Huanes M. y Ordinola C. (2019) en el libro Biogás: Producción y Aplicaciones, donde menciona que los motores de combustión interna a gasolina presenta bujías que permite en la fase final de compresión producir una chispa eléctrica, por ende reemplazar el 100% del combustible a biogás indica que no sucede lo mismo con un motor petrolero que no presenta bujías, donde la combustión del petróleo en los cilindros ocurre por la alta compresión, por ello al aplicar en la Granja Pozo Verde usando un motor perkins petrolero de 6 cilindros se reemplazó el 67% de petróleo diésel por biogás.

El trabajo de investigación científica define a los lodos de aguas residuales, como el subproducto en un proceso de tratamiento de aguas grises que está formado por componentes orgánicos sólidos, líquidos o semisólidos, los cuales se forman a partir de lodos primarios o en la fase donde se forman los sólidos suspendidos. (CUPE y JUSCAMAITA, 2018). Según la normativa de la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) los lodos se clasifica en dos clases, siendo la clase A; lodos sin limitaciones sanitarias para su aplicación en el suelo, el cual es denominado biosólido de calidad excepcional estos contienen pocos contaminantes y han sido tratados para eliminar principalmente contenido patógeno, mientras que los lodos de la clase B; son aptos para aplicarlos en el suelo, con limitaciones sanitarias de aplicación según la localización y tipo de suelos o cultivos, también denominados biosólido con bajas concentraciones de contaminantes. Para el empleo de lodos de aguas residuales se tomará en cuenta su caracterización (Tabla 1).

Tabla 1: Composición química y biológica de los lodos.

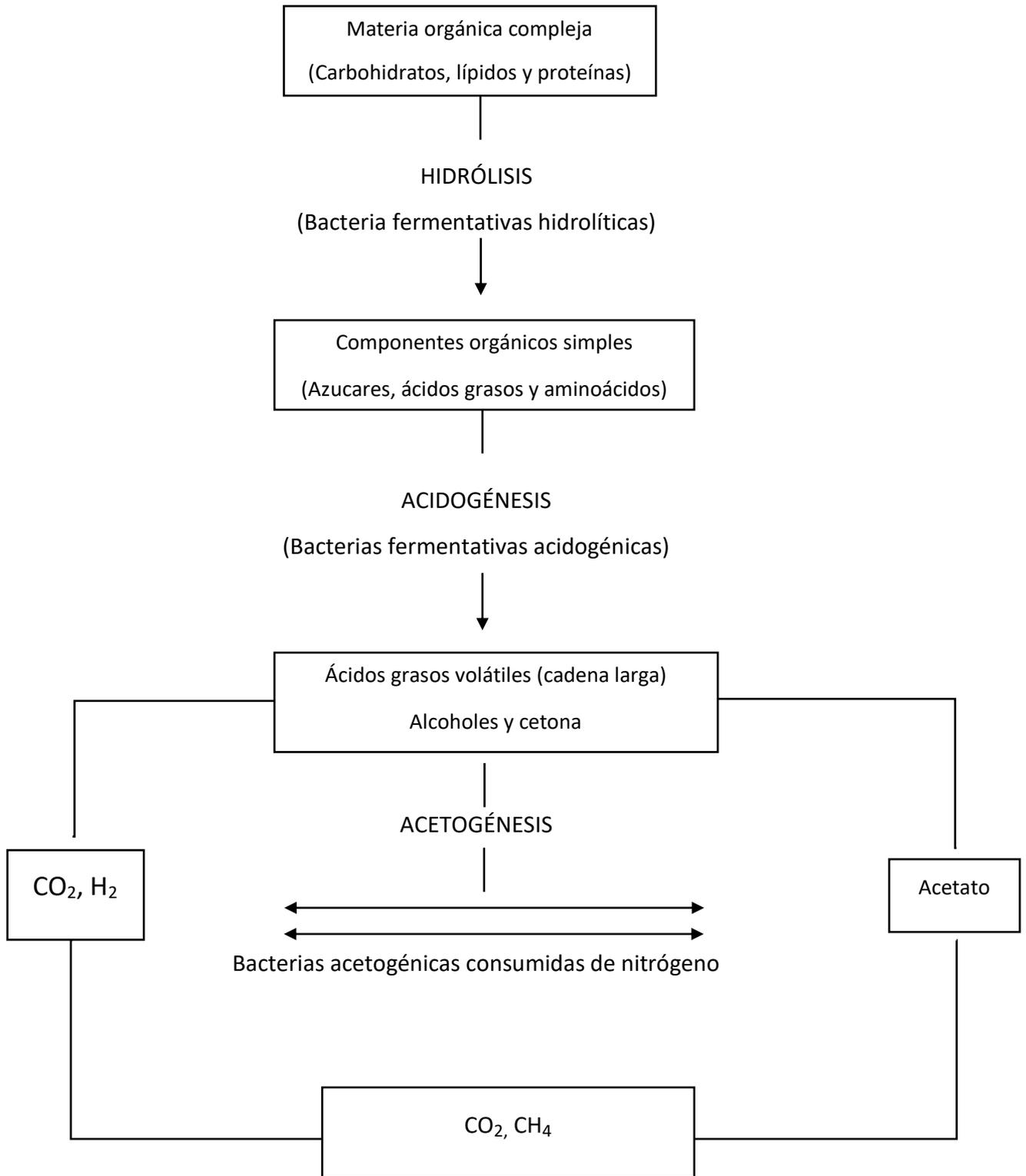
Indicadores	Máximo	Mínimo
DQO total (mg/L)	90000	6000
DBO total (mg/L)	30000	2000
Nitrógeno total (mg/L)	1500	200
Fosforo total (mg/L)	300	40
Solidos suspendidos totales (mg/L)	100000	7000
Solidos suspendidos volátiles (mg/L)	60000	4000
pH	8,5	7,0
Coliformes fecales (NMP/100 mg/L)	10 ³	10 ⁶

NMP Numero más probable. DQO Demanda química de oxígeno. DBO Demanda bioquímica de oxígeno

Fuente: Agencia para protección ambiental de Estados Unidos - EPA

Otro componente importante para la investigación es el biogás; que se define como la mezcla de gases que contiene metano (50 a 60%), hidrogeno (2 a 3%), oxígeno (1%), gases diversos (1 a 5%), anhídrido carbónico (30 a 45%) y vestigios de anhídrido sulfuroso. (REYES, 2017). La obtención del biogás se da mediante un proceso biológico en un estado de digestión anaeróbica, cambiando la materia orgánica en compuestos orgánicos volátiles durante la descomposición de esta. La degradación de la materia orgánica consiste en cuatro etapas, la hidrólisis; que es el proceso que involucra a enzimas de materias orgánicas insolubles y a los compuestos como lípidos, grasas, proteínas, entre otros, el cual se transforman en compuestos de materia orgánica soluble. Estas serán absorbidas y utilizadas por los microorganismos como fuente de sustrato (alimento). La segunda etapa es la acidogénesis, en este proceso los monómeros generados en la hidrólisis son absorbidos por las bacterias anaerobias, degradando así los ácidos orgánicos de cadena corta para convertirlos a un menor peso molecular como alcoholes, ácidos y dióxido de carbono. Seguidamente la acetogénesis son los productos obtenidos en la fase acidogénica, se usa

como sustrato para los microorganismos de esta etapa. En esta etapa los ácidos grasos volátiles se convierten en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono por actuación de las bacterias acetogénicas. Finalmente, la metanogénesis es la etapa en donde se da la producción del metano y dióxido de carbono por medio de las bacterias en condiciones anaeróbicas (Figura 1) esta fase es la parte más crítica ya que es la reacción bioquímica más lenta del proceso (Adekunle y Okolie, 2015).



Fuente: Moraes et al (2015)

Figura 1: Esquema de la digestión anaeróbica

Para la producción del biogás hay que tener en cuenta los siguientes factores que intervienen en el proceso de la digestión anaeróbica, según Reyes (2017) un factor importante es la humedad ya que indica la cantidad de agua que se encuentra en la muestra, para obtener la humedad se hace secar la muestra, sin que pierda su peso, luego se realiza la diferencia del peso inicial y el peso final. Asimismo la temperatura se presenta dos regímenes, la termofílica (55°C-70°C) y mesofílica (37°C) en donde la más resaltante según su productividad y su capacidad de generar la carga más alta es la mesofílica presentando así una mejor estabilidad en el proceso y mayor riqueza de bacterias en el proceso mesofílico para la producción de metano, el pH otro factor importante puesto que este influye significativamente en la tasa de crecimiento de microorganismos el pH ideal para el proceso de digestión anaeróbica es de 6.8 - 7.4. Asimismo, se tiene en cuenta la relación C/N, este factor refleja el balance de nutrientes de los sustratos en la digestión anaeróbica demostrando la relación óptima que debe mantener entre la materia orgánica a degradar (carbono) y el nitrógeno, en caso presente un exceso puede producir gran cantidad de amoníaco, impidiendo así el proceso anaeróbico, de tal manera la tasa de carga orgánica representa la cantidad de sólidos volátiles alimentados en el digestor, mientras la tasa de carga orgánica incrementa el rendimiento del biogás mejorará, pero el equilibrio y productividad del proceso anaeróbico puede ser perturbada. El tiempo de retención (Tabla 2), otro factor importante representa el tiempo requerido para acabar la degradación de la materia orgánica que está asociada con la tasa de crecimiento microbiano, el cual está influenciado en la temperatura, el sustrato y la tasa de carga orgánica (Mao, Feng, Wang y Ren, 2015).

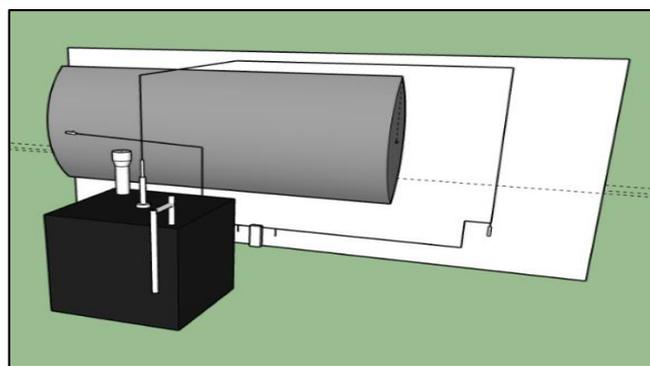
Tabla 2: Tiempo de retención

TIEMPO DE RETENCIÓN (TRH)	CARACTERÍSTICAS
30-40 días	Clima tropical
40-60 días	Regiones cálidas con inviernos fríos cortos
60-90 días	Clima templado con inviernos fríos

Fuente: Varnero; 1991

El proceso de la digestión anaeróbica se realiza en un biodigestor tanque IBC el cual funciona como fermentador, está formado por tres tuberías uno para la alimentación, otro para la salida del gas y el ultimo para la salida del biol. Los biodigestores (Figura 2) se distinguen por su proceso de carga uno de ellos es el sistema batch este consiste en cargar el biodigestor con materia en un solo lote, el cual cuando el rendimiento del gas baja,

posteriormente del periodo de fermentación, se procede a vaciar los reactores por completo para alimentarlo de nuevo. Otro proceso de carga es el sistema continuo en este proceso la fermentación del biodigestor es interrumpido, el efluente de descarga es equivalente al material que entra y la producción del gas es homogéneo en el tiempo, este se puede aplicar en reactores de gran y mediano tamaño. Asimismo el sistema semi-continuo es otro proceso de carga este consiste que la carga inicial debe de ser de gran cantidad de materia y mientras que va reduciendo gradualmente el volumen del gas se va agregando material para luego descargar el efluente en la misma cantidad. Este sistema se aplica más que todo en zonas rurales, ya que su diseño es pequeño generalmente para uso doméstico (Paucar, 2015).



Fuente: Flores; 2019

Figura 2: Diseño del biodigestor

Según Blanco, Santalla, Córdoba y Levy (2017) la generación de energía eléctrica a partir del uso de biogás como combustible depende en la concentración del metano que contenga y para que la acción se lleve a cabo se puede usar diferentes motores como el de turbina, micro turbinas y de combustión interna. Siendo este último el más usado para este tipo de aplicaciones ya que presenta una alta eficiencia, mientras que la desventaja es el costo en el mantenimiento del motor. La metodología a usar será el ciclo de Otto, es la opción de un motor gasolinero debido a la combustión que se genera internamente, el encendido a través de una chispa, el proceso con cuatro tiempos que de esta manera el biogás al encontrarse en un estado químico se convertirá en energía cinética. Asimismo según Sáenz (2016) en el libro Motores menciona las características para el funcionamiento, siendo el consumo de la mezcla de aire y combustible previamente diseñada por medio de un mezclador para disponer de un sistema de encendido eléctrico, cuya chispa activada inflama la mezcla que se encuentra comprimida en la cámara de combustión. Otra es que en el transcurso de

admisión de la mezcla y posterior expulsión de los gases quemados están controlados por las válvulas, que abren y cierran los conductos correspondientes mandados por el sistema de distribución. Su funcionamiento se realiza en cuatro tiempos; admisión de una mezcla homogénea de aire y combustible, compresión, encendido, combustión y expansión, por último, la salida de los gases quemados.

Después de lo mencionado y de acuerdo a la problemática ambiental que causa los lodos de aguas residuales y el uso que se puede dar a estos, se formuló como problema general ¿Cuánto de energía eléctrica se genera a partir de los lodos de agua residuales? Con los siguientes problemas específicos, ¿Cuál es el rendimiento de la energía eléctrica producida por los lodos de aguas residuales? y el segundo es ¿Cuánto es el potencial de energía eléctrica producida por los lodos de aguas residuales?

Por otra parte, el presente trabajo de investigación busca dar una solución al problema ambiental que viene generando la producción de lodos residuales provenientes de la PTAR de San Pedro de Ancón ubicada en el departamento de Lima. Estos lodos de aguas residuales producen olores desagradables, proliferación de insectos, daños a la salud, contaminación al ambiente como: filtraciones al suelo por lixiviados alterando el estado de la capa freática, disminución de nutrientes en el suelo y la emisión de gases tóxicos a la atmósfera. Ante estos problemas que podrían acontecer es necesario tomar las medidas del caso para reducir dichos residuos de lodos, para ello se propone hacer uso del proceso de digestión anaeróbica, la cual producirá biogás y posteriormente la generación de energía eléctrica, que mediante esta técnica ecológica se propone aprovechar al máximo los residuos de biomasa como recurso renovable e innovador en tecnologías limpias, minimizando algunos componentes peligrosos frente a la contaminación ambiental que se suscita hace varios años. La adaptación de tecnología renovables implica inversión y ventajas en la economía, ya que significativamente busca una reducción de costos, asimismo dejar una huella ecológica con el aprovechamiento de biomasa para diversos fines eco amigables con el ambiente.

Para dar solución a las preguntas de investigación planteadas, se formuló como objetivo general; Evaluar la energía eléctrica producida por los lodos de aguas residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón, Lima 2019. Con los siguientes objetivos específicos: Determinar el potencial de energía eléctrica producida por los lodos de agua residuales y determinar el rendimiento de la energía eléctrica obtenida de los lodos de aguas residuales. Con respecto a lo anterior se planteó las hipótesis, como hipótesis general tenemos; se generará energía

eléctrica a partir de lodos de aguas residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón, Lima 2019. Mientras que sus respectivas hipótesis específicas son; La energía eléctrica generada por los lodos de aguas residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón, tendrá un rendimiento de un 90% y el potencial de energía eléctrica generada por los lodos de aguas residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón, será de 0.1 watt.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, ante ello Hernández (2014) indica que una investigación es aplicada cuando tiene como objetivo dar solución a un determinado problema empleando teorías y principios aceptados.

Es de enfoque cuantitativo, ya que, busca comprobar y verificar si la utilización de los lodos de aguas residuales puede generar energía eléctrica, según Sampieri, Fernández y Baptista (2014) mencionan que el enfoque cuantitativo es considerado probativo, ya que utiliza la recaudación de datos para demostrar la hipótesis establecida.

Es de nivel explicativo, porque se emplea los lodos de agua residuales como variable independiente, para la generación de energía eléctrica. Ante ello Hernández (2014) menciona que se va relacionar la variable dependiente e independiente, por lo cual el investigador tiene que comentar lo que ocurra con el estudio.

Es un estudio de diseño experimental, porque se manipula la variable independiente y se mide su efecto sobre la variable dependiente. Según Sampieri, Fernández y Baptista (2014) menciona que una investigación es de diseño experimental cuando la variable de entrada presenta cambios mediante un proceso.

Siendo también una investigación transversal, ya que se medirá la variable en una sola ocasión.

Variables, Operacionalización

Se determinó las variables (dependiente e independiente), con el fin de medir cada una de ellas a través de sus indicadores.

Variable independiente

- Lodos de aguas residuales

Variable dependiente

- Energía eléctrica

2.2. Operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
INDEPENDIENTE	LODOS RESIDUALES	Son residuos sólidos procedentes de procesos de tratamiento de aguas residuales, que contienen alta carga de materia orgánica (D.S N°015-2017-VIVIENDA)	Para un adecuado manejo de lodos residuales se debe evaluar los parámetros físicos	Parámetro físicos	Temperatura	°C
					Conductividad	S/m
			Relacionado con la solvenia y para ello se debe analizar en un laboratorio	Parámetros químicos	pH	Unidad de pH
					Relación C/N	-
					Fosfatos	%
					Humedad	%
DEPENDIENTE	ENERGÍA ELÉCTRICA	La generación de electricidad ecológica, se puede dar a través del aprovechamiento de recursos naturales como biomasa y solares o la obtención de combustibles producido por residuos orgánico(Correo, González y Pacheco, 2016)	Indicara el rendimiento de biogás que se generara en el proceso anaeróbico	Rendimiento	CH ₄	%
					CO ₂	%
					Tiempo de retención	h
			Es el indicador de producción de electricidad como producto final	Potencial de electricidad	Poder calorífico	KJ/m ³
					Potencia	kW-h

Fuente: Elaboración propia; 2019

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Según Sampieri, Fernández y Baptista (2014), la población es la totalidad de hechos, sucesos u objetos a estudiar, que poseen una característica en común y dan inicio a los datos de la investigación.

La población de estudio es el volumen total de lodos de aguas residuales producidos en la PTAR de San Pedro de Ancón, ubicado en el distrito de Ancón, departamento de Lima.

2.3.2. Muestra

De acuerdo a Hernández (2014), la muestra es la parte representativa de la población, que por medio de los resultados obtenidos generalizaran cada elemento que conforma la población.

La muestra de estudio está compuesta por con 500 Kg de lodos de aguas residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón.

2.3.3. Muestreo

El muestreo es no probabilístico de tipo de muestreo discrecional. Ante ello Sampieri, Fernández y Baptista (2014), menciona que el investigador elige los puntos en base a su conocimiento, experiencia y juicio profesional, para así identificar las características del grupo de estudio.

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

La recolección de datos se basó en un registro constante y observable para que sea válido y confiable, mediante categorías y subcategorías (Hernández et al., 2014, p.260).

2.4.1. Técnica

La técnica de estudio es la observación directa, porque se controló y se registró los datos a través del tiempo, los datos se recopilados fueron controladas por el investigador, especialmente porque estos pueden manipular las variables.

Según Sampieri, Fernández y Baptista (2014), indica que la observación directa es cuando el investigador se pone en contacto con el fenómeno a investigar y captar las características del objeto de estudio.

2.4.2. Instrumento

El instrumento de estudio es la ficha de observación, en donde se registró los datos que se analizaron a los indicadores que aportaron a la investigación.

Los instrumentos para la recolección de datos fueron de 5 fichas:

- Ficha N° 1: Ficha de análisis físico, químico y microbiológico de la muestra inicial
- Ficha N° 2: Ficha de análisis del biogás
- Ficha N° 3: Ficha de monitoreo del biodigestor
- Ficha N° 4: Ficha de análisis del rendimiento
- Ficha N° 1: Ficha para el potencial de electricidad

2.4.3. Validez

La validez, se realizó mediante la evaluación del instrumento, verificados por el juicio de expertos, el cual se consideró la objetividad y la coherencia de la recolección de datos, por tres expertos en el tema de estudio. En donde se obtuvo un promedio de validación de 85% para el instrumento (Tabla 3).

Tabla 3: Validación de instrumentos

Docente	Formato 1	Formato 2	Formato 3	Formato 4	Formato 5
Acosta Suasnabar Eusterio Horacio	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %
Jave Nakayo Jorge Leonardo	90 %	90 %	90 %	90 %	90 %
Ordoñez Gálvez Juan Julio	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %

Fuente: Elaboración propia; 2019

2.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad según Hernández (2014) nos dice que la confiabilidad de un instrumento de medición hace referencia el grado de utilización de este instrumento a un mismo individuo genera los mismos resultados, es por ello que los indicadores propuestos en la investigación se han medido con el mismo instrumento obteniendo así los mismos resultados. (p.241)

2.5. Descripción del procedimiento

2.5.1. Área de estudio

La PTAR San Pedro de Ancón, se encuentra ubicado en el distrito de Ancón, departamento de Lima, donde se obtuvo las coordenadas que se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4: Coordenadas del área de estudio

PUNTOS	COORDENADAS UTM
P1	268611 E
	8694060 N
P2	268585 E
	8694030N
P3	268592 E
	8694082 N
P4	268581 E
	8694085 N

Fuente: Elaboración propia; 2019

Adquisición del lodo residual para reaprovechamiento según DS. Nro. 015-2017-Vivienda.

En disposición con el reglamento de reaprovechamiento de lodos generados en las PTAR, se obtendrá una muestra de 500g para su análisis (Figura 3), utilizando el protocolo de monitoreo y los mecanismos de seguridad de manejo de residuos sólidos peligrosos basados en el reglamento del D.L Nro. 1278, Ley de gestión integral de Residuos sólidos Nro. 1278.



Fuente: Elaboración propia; 2019

Figura 3: Adquisición de los lodos de agua residuales

Análisis de lodos residuales en el laboratorio de la UNALM

Se realizó la muestra de 500 g de lodo residual de la PTAR, para el respectivo análisis de los parámetros físico, químico y microbiológico en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Los parámetros a analizar fueron relación C/N, fósforo total y sólidos totales los cuales fueron analizados mediante métodos estándares.

Toma de muestra del lodo de agua residual en la PTAR

Tabla 5: Toma de muestra

PTAR SAN PEDRO DE ANCÓN	
FECHA: 01/10/19	HORA: 15:20 pm
PUNTO DE MUESTREO	X=275417 E
	Y=8686296 N

Fuente: Elaboración propia; 2019

2.5.2. Análisis de lodos de aguas residuales

Determinación de parámetros físicos:

Se analizaron los parámetros físicos (Tabla 6) para cuya medición se utilizó el Multiparametro HANNA:

Tabla 6: Parámetros físicos

PARÁMETROS	VALOR	EQUIPO
Temperatura	20°C	Multiparametro HANNA
pH	6.68	
Conductividad eléctrica	1285	

Fuente: Elaboración propia; 2019

Análisis de % Humedad

El porcentaje de humedad se realizó para determinar la cantidad de agua por volumen de lodo el cual se realizó mediante el método gravimétrico, según Gómez y Merchan (2016) este análisis nos servirá para el posterior cargado de lodos que entrara en el biodigestor (Tabla 7).

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Horno
- Balanza analítica
- Cápsula
- Frasco de PPP para muestra
- Bolsa xiplon
- Espátula

PROCEDIMIENTO:

1. Se procedió a pesar la cápsula en la balanza analítica y de esta manera obtener su peso. Seguidamente se pesó 20 g de muestra de lodos y se tomó el registro.

2. Posterior a ello se llevó a la mufla a una temperatura de 105 °C por un tiempo de 24Hr., una vez ello se colocó por 5min en el desecador y finalmente pesarlo y tomar esos datos para aplicar el cálculo según Gómez y Merchan (2016).

Tabla 7: Porcentaje de humedad

Peso de la cápsula	Peso del lodo inicial	Peso del lodo final	%Humedad	%Materia seca
40.716	20.001	1.428	92.6	7.4

Fuente: Elaboración propia, 2019

Análisis del pH

La medición de dicho parámetro se realizó en el laboratorio de la Universidad César Vallejo, usando un pH metro portátil de marca HANNA y posterior con el multiparametro (Tabla 8).

Tabla 8: Resultado de pH

Medición del pH	
pH del lodo	pH del lodo + inóculo dentro del biodigestor
6.68	7.30

Fuente: Elaboración propia; 2019

Donde, según bibliografías el rango de temperatura óptima para el crecimiento de microorganismos dentro de un proceso de digestión anaerobia es de 6.8 - 7.4, lo cual se puede evidenciar que una vez mezclado con el inóculo y permanecido 3 días en el biodigestor, se tomó la medición de su pH cumpliendo el rango para que los microorganismos tenga una tasa de crecimiento óptimo y se da el proceso metanogénico.

2.5.3. Metodología del cargado al biodigestor (lodo-inoculo)

Determinación de carga de lodos

Carga del volumen útil -> fase líquida (1)

Vol. real del biodigestor = 1000 L

Vol. útil = Vol. real x 80%

Vol. útil = 800 L

Concentración de carga

Según CEPIS (GUEVARA Antonio, 1996) , recomienda una concentración entre 5 a 10 % de carga para el proceso metanogénico dentro del biodigestor

Cantidad de MS = Vol. útil * %MS..... (2)

Cantidad de MS = 800 * 0.05 (consideramos 5%)

Cantidad de MS = 40 kg

Cantidad de lodo para el biodigestor

Considerando MS% del lodo de PTAR con un valor de 7.4%..... (3)

Cantidad de lodo de PTAR = 40 kg * 100% / 7.4%

Cantidad de lodo de PTAR = 540.54 kg

Concentración del inóculo

Para la carga inicial se utilizó el inóculo del estiércol de vaca. Según Palomino (2007) se puede agregar entre el 10% a 15% de inóculo del volumen útil del reactor, por lo que se optó utilizar el 10% de inóculo.

$$\text{Inóculo} = \text{Vol. útil} * 10\% \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Inóculo} = 800 * 10\%$$

$$\text{Inoculo} = 80\text{Kg de estiércol de vaca fresco}$$

Mezcla de lodo + inoculo

Se añadió (540.54 kg de lodo + 80kg de inoculo + 324L de agua) para un total de 800L de volumen del tanque IBC, antes de ingresar al tanque se homogenizo con una batidora industrial con el fin de asegurar un buen contacto del sustrato con la actividad microbiana.

Carga diaria

Para el cálculo de la carga diaria se tiene en cuenta el tiempo de retención, en donde se consideró un TR de 35 días, la carga se realizó una vez se encuentre estable la producción de metano, según Verbero (1991)

$$Q_d * TR = V \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

Qd = Carga diaria de mezcla con agua (L / día)

TR= Tiempo de retención (días)

V= Volumen del biodigestor de fase liquida

$$Q_d * 35 \text{ días} = 800 \text{ L}$$

$$Q_d = 22.8 \text{ L /día Carga diaria de mezcla de lodos con agua (L / día)}$$

2.5.4. Acondicionamiento del Biodigestor IBC

El biodigestor se acondiciono en un invernadero para generar un microclima con el propósito que los microorganismos metanogénicos se adapten y la producción de biogás sea favorable y almacene mayor cantidad y menor tiempo para aplicarlo en el generador. Del mismo modo el biodigestor fue cubierto a sus alrededores con cartón y bolsa plástica color negro para brindar una temperatura estable y los microorganismos se mantengan vivos.

2.5.5. Medición de la composición del biogás

La medición de la concentración de los componentes del biogás se realizó en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Agraria de la Molina mediante el equipo Multitec® 540 el cual dará los resultados en porcentajes (Tabla 9).

Tabla 9: Composición del biogás

PARÁMETROS	UNIDAD	FECHA				
		28 días	35 días	37 días	42 días	52 días
Metano (CH ₄)	%	12.4	42.5	43.9	57.7	59.0
Dióxido de carbono (CO ₂)	%	4	12	21	33	23.0
Oxígeno (O ₂)	%	15.3	11.4	8.6	1.7	5.0
Sulfuro de hidrogeno (H ₂ S)	ppm	1	1	2	10	2
Monóxido de carbono (CO)	ppm	8	20	12	26	20

Fuente: Laboratorio de Ingeniería ambiental-UNALM; 2019

Por consiguiente, la composición del biogás va depender de la alimentación diaria que se le proporciona al biodigestor, aplicando en la investigación una alimentación semi continua, donde se registró el flujo mediante un medidor de gas. Siendo la disposición de biomasa de 14 Kg para obtener 0.063 m³ diario de biogás aproximadamente (Tabla 10).

Tabla 10: Producción del biogás

TIEMPO	1 h	1 día	2 días	1 semana	1 mes
VOLUMEN (m³)	0.015	0.063	0.112 – 0.223	0.572	2.288

Fuente: Elaboración propia; 2019

2.5.6. Conversión del motor gasolinera a biogás

Para el proyecto de investigación se utilizó un generador eléctrico de cuatro tiempos (gasolinero), de 3.0 HP, mono cilíndrico, con régimen de giro de 3000 rpm, potencia máxima de salida 1500 watts, con diámetro del carburador de 25mm. Luego, teniendo ya las características del motor se recurrió a un tornero para fabricar el mezclador que ira conectado en la entrada del carburador y con la ayuda de un mecánico automotriz especialista en conversiones a gas GNV, donde se realizaron las pruebas para bajar la presión del ducto del mezclador, puesto que el biogás presento una presión baja de 3.75 mbar. Se trabajó con biogás al 57.7% de CH₄, 33% CO₂ y 10ppm de H₂S obtenido a partir de lodos de aguas residuales de una PTAR.

Por consiguiente, para realizar la conversión se abrió la llave tipo mariposa para que entre el oxígeno al motor, luego se realizó el arranque del generador con un poco de gasolina para activar el encendido por chispa, una vez calentado el motor se procede a cerrar la llave de paso de gasolina, con el cronometro se estimó un tiempo de 2min para abrir la llave del biogás en ángulo de 45° y luego ir regulándolo para la adecuado ingreso mezclado de aire y el biogás que además en función al sonido del motor, el tiempo transcurrido de los 5min y

el olor, se efectuó el encendido con biogás. La experimentación para generar electricidad se realizó en una tabla con circuito de focos de 100 watts donde se permitió obtener datos en relación a los parámetros establecidos en la matriz operacional.

2.5.7. Medición de la energía

La energía generada se midió in situ con una pinza amperimétrica, en donde se elaboró un tablero con 4 focos de 100 watts en donde se midió el voltaje y la intensidad en un periodo de 3600 s.

Cálculo del poder calorífico

Para calcular el poder calorífico del biogás nos basamos en la información brindada por el libro Fontes Renová Agroenergía (2012). Mencionando que el poder calorífico está calculado en función a su composición química del biogás, correspondiendo el 60% de CH₄ y 40%CO₂ a un PCI de 4229,98 Kcal.kg⁻¹ y densidad de 1,2143 kg.m⁻³. Presentando en la investigación un 57.7% de CH₄ en la composición del biogás producido.

Aplicando el valor promedio de 4229,98 Kcal.kg⁻¹, se dice que:

$$\begin{array}{r}
 4229,98 \text{ Kcal.kg}^{-1} \text{-----} 60\% \\
 \text{X} \quad \text{-----} 57.7\% \\
 \hline
 \text{X} = 4067.831 \text{ Kcal.kg}^{-1}
 \end{array}$$

Conversión a KJ.m⁻³ para la aplicación en el cálculo del rendimiento:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{4067,831 \text{ Kcal}}{\text{Kg}} \times \frac{1,214 \text{ Kg}}{\text{m}^3} \times \frac{4,187 \text{ KJ}}{\text{Kcal}} \\
 &= 20676,858 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^3}
 \end{aligned}$$

Cálculo del rendimiento de la energía eléctrica usando focos LED:

$$\boxed{R = \frac{\text{Energía util}}{\text{Energía total}} \times 100} \dots\dots\dots (6)$$

Siendo:

$$\text{Energía total} = V \times PC$$

..... (7)

Dónde:

V: volumen del biogás (m³)

PC: poder calorífico del biogás (KJ.m⁻³)

$$ET = 0.720 \times 20676.858 \times 2.777 \times 10^{-4} \text{ Wh.J}^{-1}$$

$$ET = 4.134 \text{ KW-h}$$

$$\text{Energía útil} = V \times I \times T$$

..... (8)

Dónde:

V: voltios (ΔV)

I: amperios (A)

T: tiempo (h)

$$EU = 218 \times 0.46 \times 1$$

$$EU = 100.28 \times \frac{1 \text{ KW-h}}{1000}$$

$$EU = 0.100 \text{ KW-h}$$

Reemplazando:

$$R = \frac{0.100 \text{ KW-h}}{4.13 \text{ KW-h}} \times 100$$

$$R = 2.421 \%$$

Cálculo del potencial de la energía en focos LED:

$$P = V \times I$$

..... (9)

Dónde:

P: potencia eléctrica (W)

V: voltaje (ΔV)

I: intensidad (A)

Focos LED:

$$P= 217 \times 1.06 \times$$

$$P= 230.02 \text{ W}$$

Focos incandescentes:

$$P= 217 \times 1.06 \times$$

$$P= 230.02 \text{ W}$$

2.5.8. Métodos de análisis de datos

Se utilizó el método cuantitativo, ya que los datos se obtuvieron fueron resultados numéricos arrojados en los análisis realizados en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo y la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

2.5.9. Aspectos éticos

La presente investigación paso el filtro del Turnitin, un sistema que se caracteriza por comprobar la veracidad de la información, y de esta manera mitigar el riesgo de plagio académico y profesional.

III. RESULTADOS

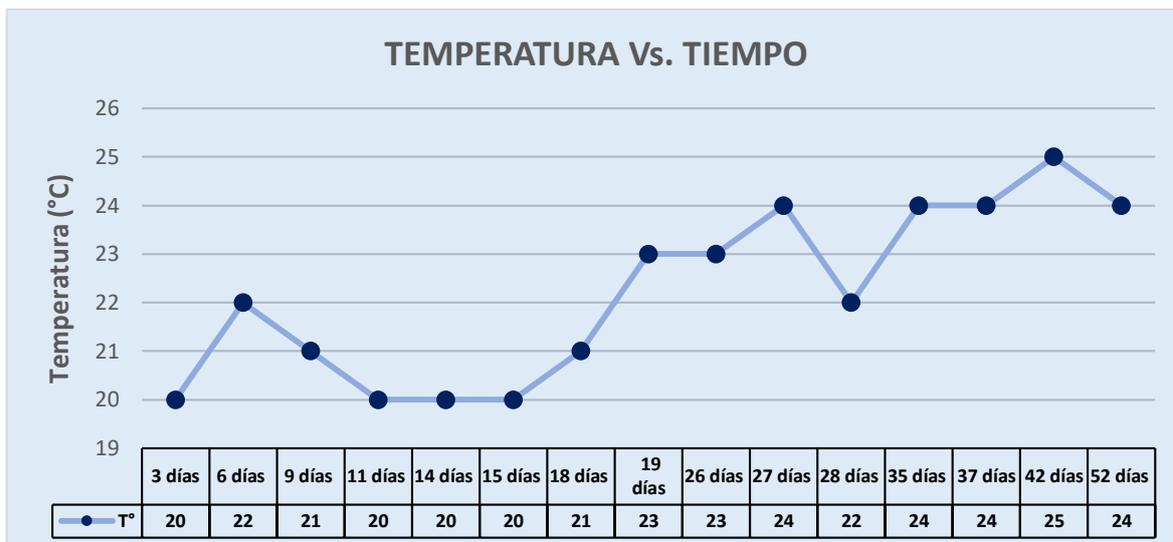
3.1. Temperatura:

Tabla 11: Resultado de temperatura registrada

	TIEMPO (día)	TEMPERATURA (°C)	PROMEDIO TEMPERATURA (°C)
BIODIGESTOR IBC	3	20	22.2
	6	22	
	9	21	
	11	20	
	14	20	
	15	20	
	18	21	
	19	23	
	26	23	
	27	24	
	28	22	
	35	24	
	37	24	
	42	25	
	52	24	

Fuente: Elaboración propia; 2019

La temperatura se evaluó en un periodo de 60 días con temperatura promedio de 22.2 °C, donde la misma fue subiendo y estabilizándose una vez que empezó la producción de metano. Según la FAO los microorganismos anaeróbicos pueden trabajar en estado: psicrófilos (por debajo de 25°C), mesófilos (entre 25 y 45°C) y termófilos (entre 45 y 65°C); donde la condición que se encontró el biodigestor fue de tipo psicrófilos (Tabla 11).



Fuente: Elaboración propia; 2019

Figura 4: Temperatura Vs. Tiempo

Por otro lado, la FAO, (2011) menciona que gran parte de la solubilidad de sales aumenta con relación a la temperatura donde facilita la alimentación a los microorganismos y aumente la velocidad del proceso, donde se pudo observar en la investigación realizada, que a los 27 días la temperatura empezó a mantenerse en 24°C, observando la producción progresiva de biogás (Figura 4).

3.2. Composición de gases generados en el biogás

Generación de metano en el proceso de la investigación

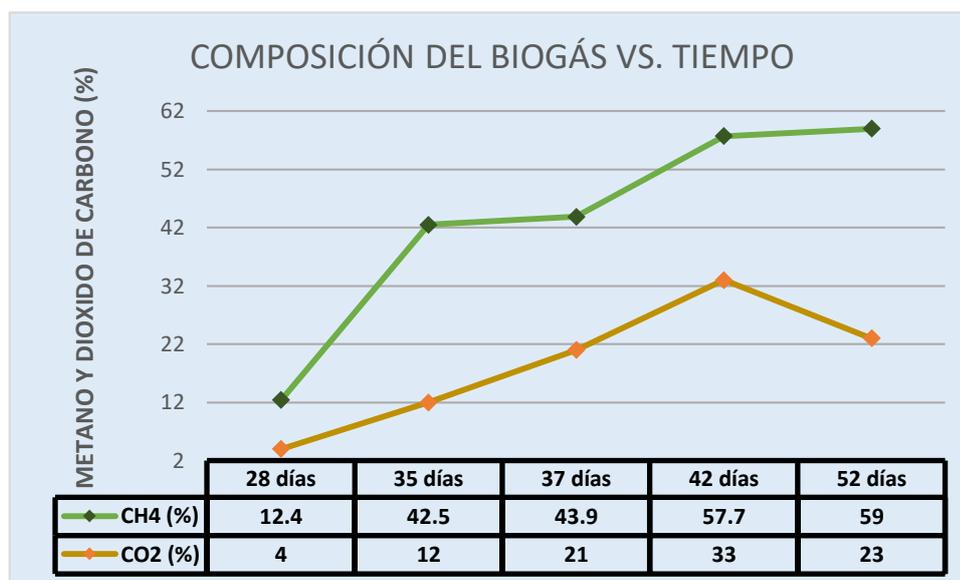
Tabla 12: Metano producido en el Biodigestor IBC

	11 días	28 días	35 días	37 días	42 días	52 días
Biodigestor	19/10/2019	05/11/2019	12/11/2019	14/11/2019	19/11/2019	30/11/2019
	0 %	12.4 %	42.5 %	43.9 %	57.7 %	59.0 %

Fuente: Elaboración propia; 2019

Se realizaron las mediciones de metano (%) después de presenciar en la válvula de alivio el burbujeo, manifestando indicios de la formación de gases, a los 28 días después de la primera carga se realizó las mediciones en el laboratorio de suelos de la UNALM transportando la muestra en globos para helio tamaño mediano (Tabla 12).

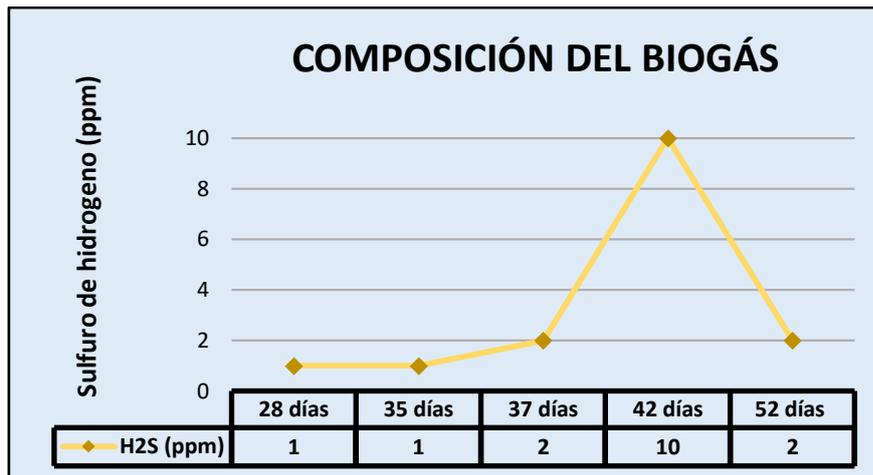
Mientras tanto, en el periodo de medición se presentó mayor porcentaje en producción de metano a los 42 días permitiendo realizar el análisis.



Fuente: Elaboración propia; 2019

Figura 5: Concentración de metano (CH4) y dióxido de carbono (CO2)

En la Figura 5, muestra que la mayor producción de metano fue 59.0 %, según la publicación de Osinergmin, (2017) menciona que, para la aplicación de energía a partir del biogás, el metano debe de oscilar entre un 50 a 70% ubicándose la concentración dentro del rango indicado. Asimismo, según la FAO, (2011) en su manual de biogás indica que el Dióxido de Carbono (CO2) oscila en un rango de 30 a 45%, cuyo valor máximo obtenido en los resultados de laboratorio fue del 33%, registrando un valor favorable para la producción de biogás y su aplicación en la generación de energía eléctrica.



Fuente: Elaboración propia; 2019

Figura 6: Concentración de sulfuro de hidrógeno (H2S)

Según la FAO (2011). Menciona que el nivel de sulfuro debe ser inferior a 100 ppm para la aplicación en la producción de energía eléctrica, dependiendo el tipo de biomasa que se utilizara, donde en los análisis se registró una concentración de 10 ppm siendo un rango bajo y favorable para generar energía eléctrica, ya que de lo contrario dificultaría el arranque del motor y reduciría el tiempo útil de vida (Figura 6).

3.3. Resultado de la energía eléctrica generada con biogás:

Tabla 13: Energía eléctrica usando focos LED

TIEMPO (s)	VOLUMEN (m ³)	FOCO (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE ELÉCTRICA (A)	POTENCIA (W)
900	0.180	50	218	0.22	47.96
1800	0.360	70	218	0.30	65.40
2700	0.540	90	218	0.38	82.84
3600	0.720	110	218	0.46	100.28

Fuente: Elaboración propia; 2019

Tabla 14: Energía eléctrica usando focos incandescentes

TIEMPO (s)	FOCO (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE ELÉCTRICA (A)	POTENCIA (W)
900	100	217	0.26	56.42
1800	200	217	0.52	112.84
2700	300	217	0.80	173.6
3600	400	217	1.06	230.02

Fuente: Elaboración propia; 2019

La potencia obtenida en los dos ensayos se realizó con el encendido de 4 focos, como se muestra en la (Tabla 13), donde se observó que un foco LED de 110 W presenta una potencia de 100.28 W, mientras que en la (Tabla 14), se registró que un foco incandescente de 100 W emite una potencia de 56.42 W, demostrando un mayor consumo energético, lo cual puede ser utilizado para la iluminación de diversos ambientes.

Tabla 15: Rendimiento de la energía eléctrica LED

TIEMPO (s)	VOLUMEN (m³)	ENERGÍA TOTAL (KW-h)	ENERGÍA UTIL (KW-h)	RENDIMIENTO (%)
900	0.180	1.033	0.011	1.064
1800	0.360	2.067	0.032	1.548
2700	0.540	3.100	0.062	2.000
3600	0.720	4.134	0.100	2.418

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la tabla 14, se presenta el rendimiento obtenido en función al valor máximo que se obtuvo en el ensayo con focos LED de 110 W para generar energía eléctrica cuyo valor máximo fue de 2.418 %, representando un rendimiento bajo a causa de la presión de salida del gasómetro y el diseño del mezclador (Tabla 15).

IV. DISCUSIÓN

En cuanto a la producción de biogás a partir de los lodos de aguas residuales del Distrito de Ancón, en función a la temperatura se registró los primeros índices de metano a los 28 días con un 12.4% y a los 42 días con un 57.7%, con un volumen total de 2m³ de biogás, teniendo como aporte a la investigación a Dos Santos S., Morrais S. y Van Handel A., (2018) que el factor climáticos y la edad del lodo son las principales variables que servirá para relacionar la producción del biogás considerándolo eficiente para la aplicación en el generador eléctrico. Asimismo, en el manual de biogás de la FAO, (2011) menciona que la característica general del biogás debe presentar entre 55% a 77% de metano (CH₄) en su composición. En consecuencia, Guimares C., Maia D. y Serra E., (2018) en su artículo, menciona que para un biodigestor que contiene residuos de alimentos, de alcantarillado y fango se obtiene 63L de biogás y con un porcentaje de metano de 95%; donde la temperatura hará que su producción de metano acelere o retarde.

Para acelerar la fermentación y posteriormente la producción del metano en el biogás se utilizó un 10% de estiércol fresco de vaca que permitió la activación de los microorganismos metanogénicos, donde obtuvo un 57.7% de metano (CH₄) en un biodigestor de 1 m³ generando 2 m³ de biogás, mientras que Kemausuor F., Addo A. y Darkwah L., (2015) en su artículo menciona que usaron un 5% de inóculo de excremento de vaca en un biodigestor de 500 m³ y 300 m³ produciendo 75000 m³ de biogás con una producción del 60% de metano (CH₄), analizando que la biomasa necesita un componente como el inóculo para asegurar la producción de biogás y de tal manera generar energía eléctrica.

Asimismo, los gases de dióxido de carbono (CO₂) y sulfuro de hidrógeno (H₂S) son componentes que influenciaron en la producción de biogás. Por otra parte la FAO, (2011) indica que el rango ideal del CO₂ es de 30 a 45% y el H₂S concentración inferior de 100 ppm, mientras que en la investigación se obtuvo como resultado un 33 % de CO₂ y 10 ppm de H₂S registrando valores permisibles para la producción favorable para la generación de electricidad, de lo contrario dificultaría el funcionamiento y vida útil del grupo electrógeno.

Para la medición de la potencia eléctrica se trabajó con un circuito en paralelo de focos LED y un grupo electrógeno para luego colocar el mezclador que cumplirá la función del ingreso homogéneo del biogás y el oxígeno, para generar la energía eléctrica, donde se obtuvo una potencia de 0.100 KW mientras que en el artículo presentado por Llanos M., Quipezco L. y

García J., (2019) su potencia efectiva aplicando con motor a biogás fue de 0.501KW, presentando mayor potencia en relación a la investigación, lo cual se puede ser influenciado por el tipo de biomasa, la presión y el tipo de mezclador que se usó para la generación de electricidad..

El rendimiento energético que se obtuvo fue de 2.418 % en función a la energía total y a la energía útil calculada, donde presento un rendimiento bajo a causa de la presión de salida del gasómetro, marcando 375 Pa considerándolo por debajo de los valores óptimos, teniendo como aporte el manual de biogás de la FAO (2011), donde indica que para el funcionamiento de operación debería oscilar entre los 700 Pa y 2000 Pa. A pesar haber obtenido un rendimiento bajo se logró generar energía eléctrica a partir de un combustible renovable ecológico como el biogás.

V. CONCLUSIONES

1. Se evaluó que los lodos de aguas residuales de la PTAR San Pedro de Ancón tiene las características necesarias para generar electricidad, debiéndose a que el combustible usado (biogás) en la cámara de combustión, presentó composiciones de metano con 57.7 %, dióxido de carbono con 33 % y otros gases con 9.3 %, los cuales influenciaron en el encendido del motor, alcanzando en la investigación una energía útil de 0.230 KW-h.

2. Se determinó que el rendimiento de la energía eléctrica generada por medio de lodos de aguas residuales, obtuvo un 2.42 %, siendo producto de una biomasa inicial de 540.54 kg con alimentación semi continua (lodos + agua) de 22.8 L para obtener 2 m³ de biogás, utilizando 0.720 m³ para obtener una energía útil de 0.100 KW-h y una energía total de 4.13.

3. Mediante la realización de dos ensayos se determinó que la potencia de la energía eléctrica con focos LED de 110 W registro una potencia de 100.28 W, mientras tanto al trabajar con focos incandescentes de 100 W se obtuvo una potencia de 56.42 W concluyendo que en los focos LED presentan menor pérdida de la potencia energética, siendo aprovechable para diversos usos energéticos.

VI. RECOMENDACIONES

Acondicionar el biodigestor según los factores climáticos del lugar, garantizando así una temperatura homogénea, considerándolo un factor importante en el proceso anaeróbico para la producción de biogás y sus respectivas aplicaciones.

Realizar investigaciones que conlleven a la eficiencia en la mezcla de lodos de aguas residuales con otro tipo de residuos e incrementar el tiempo de estudio para realizar el seguimiento de la producción de biogás y su eficiencia en otro tipo de aplicaciones del sector energético.

Dado los resultados, las conversiones a biogás en generadores eléctricos para producir electricidad, se debería trabajar en el mejoramiento del diseño y un prototipo para su fácil disposición de aplicación.

En lo que se realizó la investigación, se deberá contar con todos los equipos necesarios, así como el flujometro de gases durante todo el periodo, ya que permitirá llevar un registro de datos más detallados para su eficiencia en posteriores estudios.

VII. REFERENCIAS

- ABDEL, M., SAID, N. y NEGM, A. Potential energy from residual biomass of rice straw and sewage sludge in Egypt. vol. 22 pp 818-825. 2018.[Fecha de consulta: 30 de abril del 2019].
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304128?via%3Dihub>
- ALVES, A., MAMBELI, R., TIAGO, G., SILVA, I. y MARTUSCELLI, E. Analysis of biogas produced by the anaerobic digestion of sludge generated at wastewater treatment plants in the South of Minas Gerais, Brazil as a potential energy source. Revista Ciudades y Sociedad Sostenible.Vol.41, pp.139-153 (2018).
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221067071830221X>
- ROJAS, R y MENDOZA, L. Utilización de biosólidos para la recuperación energética en México. Vol.7, pp.74•94. 2012.[Fecha de consulta: 30 de abril del 2019].
Disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a06.pdf>
- ANGAMARCA, E., AREQUIPA, D. Análisis del rendimiento de un motor de combustión interna con biogás y aplicación para la generación de energía eléctrica. (Tesis de ingeniero automotriz). Ecuador: Universidad de las fuerzas armadas.2014.
Disponible en:
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/8764>
- BARRENA, M., MAICELO, J., GAMARRA, O., OLIVA, M., LEIVA, S., TARAMONA L., HUANES, M. Y ORDINOLA, C. Biogás: Producción y Aplicaciones. Chachapoyas, Perú: UNTRM, 2019. 107PP.
ISBN: 978-612-47087-9-4
- BUCURA, F., MARIN, F., MIRICIOIU, M., SAROS, G., ZAHARIOIU, A. y CONSTANTINESCU, M. Energy Potential of Geothermal Gas and Sewage Sludge Biogas. A Laboratory Stage Investigation. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2019].

Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=132936686&lang=es&site=ehost-live>

- CACERES, F. Generación de energía eléctrica con un motor de combustión interna usando biodiesel de aceite de piñón. Tesis (Magister en Ingeniería agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2015. 67pp
- DOS SANTOS, S., MORAIS, S. y VAN HAANDEL, A. Influence of temperature on the performance of anaerobic treatment systems of municipal wastewater. Water SA. [en línea] abril 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019].

Disponible en:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=f4e50950-9c74-4ad4-902d-09caf0d6c550%40sessionmgr4008>

ISSN: 0378-4738

ISSN: 15352757

- EWING, T. Detroit Zoo Coverts Waste into Energy. Planning. [en línea]. Julio 2017. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2019].

Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=123925093&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 0001-2610

ISSN: 1582-2575

- Energía limpia del agua sucia: aprovechamiento de los lodos residuales [et.al]. instituto mexicano de tecnología del agua [en línea]. 2017. [fecha de consulta:26 noviembre de 2019].

Disponible en:
https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/energia-limpia/files/assets/common/downloads/publication.pdf

- FRYDENDAL, S., JØRGENSEN, U., HJORTH, M., FELBY, C., y GISLUM, R. Comparing methods for measuring the digestibility of miscanthus in bioethanol or biogas processing. NewsRx. [en línea] enero 2017. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible en:
<https://search.proquest.com/docview/1857944658/citation/8B2A805F033B4C15PQ/1?accountid=37408>

- GUIMARAES, C., MAIA, D. y SERRA, E. Construction of Biodigesters to Optimize The Production Of Biogas From Anaerobic Co-Digestion Of Food Waste and Sewage. Vol. 1, p870. 1p. (2018). [fecha de consulta: 8 de mayo del 2019].

Disponible en:
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=d23de570-d335-4c98-a965-1e5a24eecdda%40sessionmgr103>

ISSN: 1996-1073

- GHASIMI, D., YU, T., DE KREUK, M., ZANDVOORT, M. y VAN LIER, J. Microbial population dynamics during long-term sludge adaptation of thermophilic and mesophilic sequencing batch digesters treating sewage fine sieved fraction at varying organic loading rates. Biotechnology for Biofuels. [en línea]. 2015 [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019].

Disponible en:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=17&sid=acc77cbb-c91e-4c39-8a8a-1b8f25cc96f9%40sdc-v-sessmgr02>

ISSN: 1754-6834

- GUVEN, H., EVREN, M., KAAAN, R., OZGUN, H., ISIK, I. y OZTRUK, I. Potential for energy recovery from the anaerobic digestion of excess sludge from high-speed activated sludge systems that jointly treat municipal wastewater and food waste. Revista Energia. Vol.172, pp.1027-1036 (2019). [Fecha de consulta: 15 de Mayo del 2019].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544219301665>

- GUEVARA, A. Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente. Lima, 1996. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019].

Disponible en:

<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=51547&indexSearch=ID>

- GOVE, B., WILLIAMS, L., BERESFORD, A., RODDIS, P., CAMPBELL, C., TEUTEN, E., LAGSTON, R. y BRADBURY, R. Reconciling Biodiversity Conservation and Widespread Deployment of Renewable Energy Technologies in the UK. PLOS ONE, [en línea]. Mayo 2016. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible en:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=f4e50950-9c74-4ad4-902d-09caf0d6c550%40sessionmgr4008>

ISSN: 1932-6203

- KEMASUOR, F., ADDO, A. y DARKWAH, L. Technical and Socioeconomic Potential of Biogas from Cassava Waste in Ghana. Biotechnology Research International [en línea]. 2015 [Fecha de consulta: 7 de mayo].

Disponible en:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=acc77cbb-c91e-4c39-8a8a-1b8f25cc96f9%40sdc-v-sessmgr02>

- LLANOS, M., QUIPUZCO, L. y GARCIA, J. Evaluación del desempeño de un motor de combustión interna a gasolina convertido a biogás. [en línea]. RedBioLAC. 2019. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2019].

Disponible en:
<http://redbiolac.org/wp-content/uploads/Revista-RedBioLAC-2019.pdf>

- LINDKVIST, E., JOHANSSON, M. y ROSENQVIST, J. Methodology for Analysing Energy Demand in Biogas Production Plants-A Comparative Study of Two Biogas Plants. [en línea]Nov 2017. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible en:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=16&sid=f4e50950-9c74-4ad4-902d-09caf0d6c550%40sessionmgr4008>

ISSN: 1996-1073

- MOREIRA, W., GOTTARDO, M., PAVAN, P., BELLI, P. y BOLZONELLA, D. Energetic and performance aspects of the thermophilic mono-phase and biphasic anaerobic digestion of activated sludge residues. Revista Energía Renovable. Vol.86, pp.1324-1331 (2016). [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115303487>

- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). Manual del biogás. Chile (2011). ISBN 978-95-306892-0. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible en:

<http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>

- OROZCO, J., CARMONA, F., BOTERO, R. y HERNANDEZ, C. Utilización de biogás para uso en motores de cuatro tiempos. Costa Rica: Universidad Earth. 2004. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2019].

Disponible en:

<http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000091.pdf>

- PARRA, D., BOTERO, M. y BOTERO, J. Biomasa residual pecuaria: revisión sobre la digestión anaerobia como método de producción de energía y otros subproductos. [en línea] marzo 2019. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2019].

Disponible

en:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=cbf1b66f-e9e2-4de0-a211-1e35152cf0fe%40sessionmgr4006>

ISSN: 1657-4583

- PELKMANS, L. IEA Bioenergy Countries Report - Update 2018, Bioenergy policies and status of implementation. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 25 de abril del 2019]. Disponible en:

<https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/10/IEA-Bioenergy-Countries-Report-Update-2018-Bioenergy-policies-and-status-of-implementation.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. [Fecha de consulta: 8 de junio del 2019].

Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2153>

- RUIZ, D., SAN MIGUEL, G., CORONA, B., GAITERO, A., Y DOMÍNGUEZ, A. (2018). Análisis ambiental y económico de la generación eléctrica en una planta de biogás termofílico. *La ciencia del medio ambiente total*, 633, 1418-1428.

DOI: 10.1016 / j.scitotenv.2018.03.169

- RATHAUR, R., DHAWANE, S., GANGULY, A., MANDAL, M., HAIDER, G. Methanogenesis of organic wastes and their blend in batch anaerobic digester: Experimental and kinetic study. [en línea] January 2018. [Fecha de consulta: 8 de junio del 2018].

Disponible

en:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=cdabe2ba-1d51-48d4-b53c-80a07e7b5352%40sessionmgr4006>

ISSN: 0957-5820

- RUFFINO, B., CERUTTI, A., CAMPO, G., SCIBILIA, G., LORENZI, E. y ZANETTI, M. Improvement of energy recovery from the digestion of activated sludge residues through intermediate treatments: the effect of hydraulic retention time of digestion in the first stage. *Revista Energía Aplicada*. Vol.240, pp.191-204 (2019). [Fecha de consulta: 15 de junio del 2019].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261919303587>

- SANDOVAL, L., MANTILLA, G., RAMIREZ, E. GASCA, S., NAVARRO, J., HERNANDEZ, N. GARCIA, J. ESQUIVEL, A. y CALDERON, C. Potencial de generación de energía eléctrica a partir de plantas de tratamiento de lodos activados. Mexico.2017. [Fecha de consulta: 20 de junio del 2019].

Disponible en:

<http://www.amica.com.mx/issn/Tabasco/AMI-129.pdf>

- Solar cities 3 ibc biogás system: simple and effective solution for organic waste [en línea]. Solar cities Inc. 13 de marzo del 2015. [Fecha de consulta: 01 de diciembre de 2019].

Disponible en:

<http://www.solarcities.eu/education/388>

ISBN: 978-607-9368-86-9

- SINOPOLI, C., MANSILLA, F., ONFRIUK, C. y DELL, J. Uso de biogás en motores. Argentina: Universidad Nacional de Lujan. 2015. [Fecha de consulta: 5 de julio del 2019].

Disponible en:

<https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/1999/1999-t006-a003.pdf>

- SUNHEE, K., TAEHONG, S. y KYUM, C. Thermodynamic Performance Analysis of a biogas-Fuelled Micro Gas-Turbine with a Bottoming Organic Rankine Cycle for Sewage Sludge and Food Waste Treatment Plants. [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 8 de mayo del 2019].

Disponible en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=298645a3-b671-4b74-b54c-9e7ace04dae3%40pdc-v-sessmgr02>

- SANTOS, I., BARROS, R. y TIAGO, G. (2016). Electricity generation from biogas of anaerobic wastewater treatment Plants in Brazil: An assessment of feasibility and potential. [En línea] 2016. [Fecha de consulta: 7 de mayo].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616301408>

ISSN: 0959-6526.

- SABORIO, C. Thecnology transfers for developmet and operation of mesophilic biodigesters with manual agitation. University of Costa Rica. [en línea], 2016. [Fecha de consulta: 7 de mayo].

Disponible en:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=acc77cbb-c91e-4c39-8a8a-1b8f25cc96f9%40sdc-v-sessmgr02>

ISSN 2284-7995

ISSN: 2090-3138

- TUN, M., JUCHELKOVÁ, D., RACLAVSKÁ, H. y SASSMANOVÁ, V. Utilization of Biodegradable Wastes as a Clean Energy Source in the Developing Countries: A Case Study in Myanmar. [en línea] Nov 2018. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible

en:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=13&sid=f4e50950-9c74-4ad4-902d-09caf0d6c550%40sessionmgr4008>

ISSN: 1996-1073

- TAPPEN, S. J., ASCHMANN, V., & EFFENBERGER, M. (2017). Lifetime development and load response of the electrical efficiency of biogas-driven cogeneration units. *Renewable Energy*, 114, 857–865.

DOI: 10.1016/j.renene.2017.07.043

- VINNERAS B. Y SCHONNING C. Microbial Risks Associated with Biogas and Biodigestor Sludge. [En línea]. 2011. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444522726005444?via%3Dihub>

- VELASQUEZ, J., VENTURINI, O., SILVA, E. y CALLE, Technical evaluation of mono-digestion and co-digestion systems for the production of biogas from anaerobic digestion in Brazil. *Revista Energía Renovable*. Vol.117, pp.447-458 (2018). [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148117310467>

- WICKHAM, R., XIE, S., GALWAY, B., BUSTAMANTE, H. y NGHIEM, L. Anaerobic digestion of soft drink beverage waste and sewage sludge. [en línea] agosto 2018. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2019].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852418305595?via%3Dihub>

ISSN: 0960-8524

ISSN: 1996-1073

- WANG, X., REN, Q., LI, L., LI, S. y LU, Q. TG-MS analysis of nitrogen transformation during combustion of biomass with municipal sewage sludge. China 2016. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019].

Disponible

en:

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=d100d586-f62d-4946-8cf1-0788980c3456%40pdc-v-sessmgr03>

ISSN: 1388-6150

- MELEGARI, S., CAMARGO, C. Y FERREIRA, R. Fontes renováveis: agroenergia. Editora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. pp.49. 2012. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019]

ISBN: 978-85-7644-276-9

- Estadísticas Eléctricas Mensuales: Cifras Preliminares al Mes de noviembre 2019 [et. al] Ministerio de Energía y Minas [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 07 de diciembre del 2019].

Disponible

en:

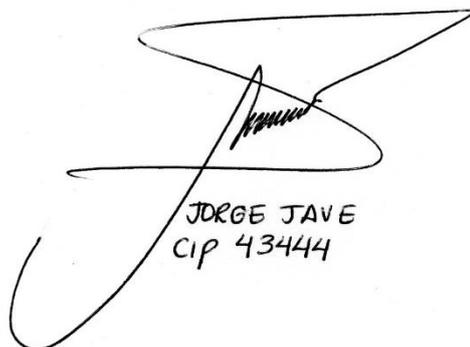
<http://www.minem.gob.pe/detalle.php?idSector=6&idTitular=644&idMenu=sub115&idCateg=355>

ANEXOS

Anexos 1. Instrumentos de observación

Formato 1: Ficha de análisis físico, químico y microbiológico de los lodos de aguas residuales

ANEXO 01	FICHA DE ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA INICIAL			
DATOS GENERALES	PROCEDENCIA:			
	MUESTRA:			
	FECHA:		HORA:	
	NOMBRE Y APELLIDO DE LOS INVESTIGADORES:			
PARÁMETROS	INDICADORES	CONCENTRACIÓN	OBSERVACIONES	
FÍSICO	Conductividad (S/cm)			
	Temperatura (°C)			
QUÍMICO	pH			
	Humedad (%)			
	Relación C/N			
	Fosfatos (%)			
RESPONSABLE DEL REGISTRO				
NOMBRE Y APELLIDO:				
FIRMA:				

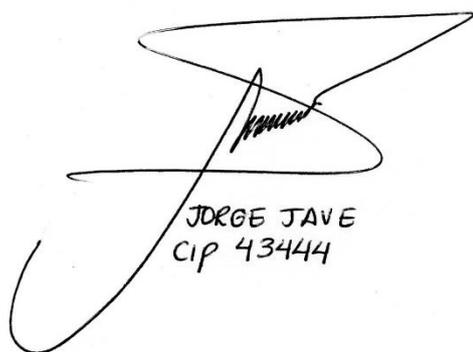

 JORGE JAVE
 CIP 43444


 H. ALOSA S.
 CIP 25450

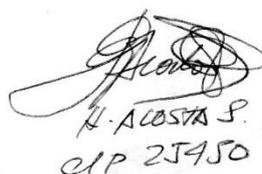

 D. G. 22

Formato 2: Ficha de análisis del biogás

ANEXO 02	FICHA DE ANÁLISIS DEL BIOGAS			
DATOS GENERALES	PROCEDENCIA:			
	MUESTRA:			
	FECHA:		HORA:	
	NOMBRE Y APELLIDO DE LOS INVESTIGADORES:			
PARAMETROS	INDICADORES	CONCENTRACION	OBSERVACIONES	
QUIMICO	CH ₄			
	CO ₂			
	H ₂ S			
	O ₂			
RESPONSABLE DEL REGISTRO				
NOMBRE Y APELLIDO:				
FIRMA:				



JORGE JAVE
CIP 43444



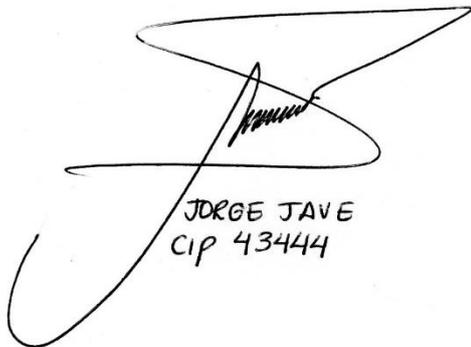
H. ACOSTA S.
CIP 25450



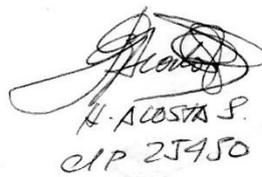
D. GALARZA

Formato 3: Ficha de monitoreo del biodigestor

ANEXO 03		FICHA DE MONITOREO DEL BIODIGESTOR				
DATOS GENERALES		PROCEDENCIA:				
		MUESTRA:				
		NOMBRE Y APELLIDO DE LOS				
		INVESTIGADORES:				
HORA	FECHA	TEMPERATURA (°C)	PRESION (mbar)	VOLUMEN DE BIOGAS (L)	pH	OBSERVACIONES
RESPONSABLE DEL REGISTRO						
NOMBRE Y APELLIDO:						
FIRMA:						



JORGE JAVE
CIP 43444



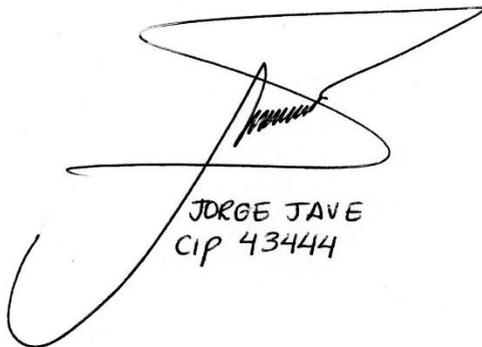
H. ACOSTA S.
CIP 25450



R. S. A. R.

Formato 4: Ficha del rendimiento

ANEXO 04	FICHA DEL RENDIMIENTO		
DATOS GENERALES	PROCEDENCIA:		
	MUESTRA:		
	FECHA:	HORA:	
	NOMBRE Y APELLIDO DE LOS INVESTIGADORES:		
	BIOMASA	VOLUMEN DE BIOGAS (L)	HORA (h)
	LADOS DE AGUAS RESIDUALES		
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL REGISTRO			
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			



JORGE JAVE
CIP 43444



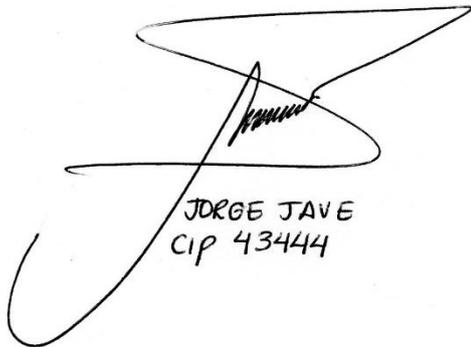
H. ACOSTA S.
CIP 25450



J. G. ACOSTA

Formato 5: Ficha para el potencial de la energía eléctrica

ANEXO 05	FICHA PARA EL POTENCIAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA		
DATOS GENERALES	PROCEDENCIA:		
	MUESTRA:		
	FECHA:		HORA:
	NOMBRE Y APELLIDO DE LOS INVESTIGADORES:		
RECURSO RENOVABLE	Foco (W)	Voltaje (V)	Corriente eléctrica (A)
BIOGAS			
OBSERVACION:			
RESPONSABLE DEL REGISTRO			
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			



JORGE JAVE
CIP 43444



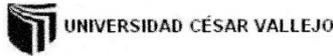
H. ALOSA S.
CIP 25450



D. G. G. G.

Anexos 2. Ficha de validación instrumentos

Ficha de validación del formato 1



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO TORRE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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.											/		

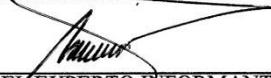
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 43444
 DNI No. 0106663 Telf. 994.552085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASUVABAR EUSTERIO HOZADO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación:

- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:

- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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 :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25950
 DNI No. 08306577 Telf. 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

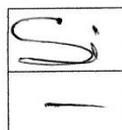
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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, 29 Noviembre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP

DNI No. Telf.

Ficha de validación del formato 2



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASUVABAR EUSTERIO HOZADO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación:

- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:

- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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 :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25950
 DNI No. 08306577 Telf. 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:.....
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
 1.5. Autor(A) de Instrumento:.....

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

S
I

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 29 Noviembre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP
 DNI No Tel.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO TORRE LEONARDO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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

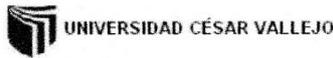
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

 Lima, 29 de noviembre del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 43444
 DNI No. 01066653 Telf. 994.552085

Ficha de validación del formato 3



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAISAYO TORRE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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.											/		

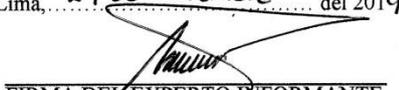
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 43944
 DNI No 01066653 Telf: 994.552.085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASUVABAR EUSTERIO HODAZO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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 :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25950
 DNI No. 08306571 Telf. 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
- 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:.....
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:.....

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

S
I

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 29 Noviembre del 2019

~~FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE~~

~~CIP~~

~~DNI No~~ ~~Tel~~

Ficha de validación del formato 4



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAISAYO TORRE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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 :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 43944
 DNI No: 01066653 Telf: 994.552.085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASUVABAR EUSTERIO HODAZO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Especialidad o línea de investigación:

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:

1.5. Autor(A) de Instrumento:

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 :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25950
 DNI No. 08306571 Telf. 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
- 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:.....
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:.....

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

S
I

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 29 Noviembre del 2019

~~FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE~~

~~CIP~~

~~DNI No~~ ~~Tele~~

Ficha de validación del formato 5



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAISAYO TORRE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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 :

90 %

Lima, 29 de noviembre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 43944
 DNI No 01066653 Telf: 994.552.085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASUVABAR EUSTERIO HODAZO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

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 :

90 %

 Lima, 29 de noviembre del 2019


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 25950
 DNI No. 08306571 Telf. 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

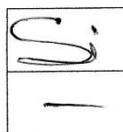
- 1.1. Apellidos y Nombres:..... JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
- 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:.....
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:.....

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, 29 Noviembre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. Tel.

Anexo 3. Reportes de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KATHERIN DELGADO PANTOJA/ MELISSA CORSINO CORTEZ
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ ANCÓN/ PARQUE DEL RECUERDO
MUESTRA DE : LODOS RESIDUOS DE PTAR
REFERENCIA : H.R. 70279
BOLETA : 3600
FECHA : 21/10/19

Nº LAB	CLAVES	Relación C/N	P ₂ O ₅ %	Humedad %
1037		6.72	0.34	91.35

Metodologías empleadas:

- Nitrógeno: Método de Kjeldahl.
- Carbono orgánico: Método de Walkley y Black o del Dicromato de Potasio, oxidación del carbono orgánico con Dicromato de Potasio.
- Fósforo: Método del azul de molibdeno. Método alternativo: Amarillo del Vanadato Molibdato.
- Humedad: Diferencia de peso, gravimetría.



Ing. Bratlio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946 - 505 - 254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



ANÁLISIS DE MUESTRA

SOLICITANTE: Katherin Delgado Pantoja

PROCEDENCIA DE MUESTRA:

Dist.: Puente Piedra **Prov.:** Lima **Región:** Lima.

MUESTRA DECLARADA: Muestra de biogás.

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de Noviembre de 2019.

MÉTODO DE ANÁLISIS: Directo

Equipo: Multitec® 545

Parámetros	Unidad	Fechas			
		05/11	12/11	14/11	19/11
Metano (CH ₄)	%	12.4	42.5	43.9	57.7
Dióxido de carbono (CO ₂)	%	4	12	21	33
Oxígeno (O ₂)	%	15.3	11.4	8.6	1.7
Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	ppm	1	1	2	10
Monóxido de carbono (CO)	ppm	8	20	12	26

La Molina, 22 de Noviembre de 2019.



Mg. Sc. Víctor MIYASHIRO KIYAN
JEFE DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dirección: Av. la Molina s/n - La Molina
Telf. 614-7800 anexo 394



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



ANÁLISIS DE MUESTRA

SOLICITANTE: Katherin Delgado Pantoja

PROCEDENCIA DE MUESTRA:

Dist.: Puente Piedra **Prov.:** Lima **Región:** Lima.

MUESTRA DECLARADA: Muestra de biogás.

FECHA DE COLECCIÓN DE MUESTRA: 29/11/19

FECHA DE RECEPCIÓN: 05/12/19

MÉTODO DE ANÁLISIS: Directo

Equipo: Multitec® 545

ITEM	PARÁMETROS	Valor	Unidad
1	Metano (CH ₄)	59,0	%
	Dióxido de carbono (CO ₂)	23,0	%
	Oxígeno (O ₂)	5,0	%
	Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	2	ppm
	Monóxido de carbono (CO)	20	ppm

La Molina, 10 de diciembre de 2019.



Mg. Sc. Víctor MIYASHIRO KIYAN
JEFE DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dirección: Av. la Molina s/n - La Molina
Telf. 614-7800 anexo 394

Anexo 4. Matriz de consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuánto de energía eléctrica se genera a partir de los lodos de agua residual?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar la energía eléctrica producida por los lodos de agua residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón, 2019.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL Se generará energía eléctrica a partir de los lodos de aguas residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón ubicado en el distrito de Ancón.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Lodos residuales</p> <p>DIMENSIONES -Parámetros físicos -Parámetros químicos -Parámetros biológicos</p>	<p>Tipo de investigación: APLICATIVO</p> <p>Enfoque: CUANTITATIVO</p> <p>Nivel: EXPLICATIVO</p> <p>Diseño: EXPERIMENTAL</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es el rendimiento de la energía eléctrica producida por los lodos de agua residuales? ¿Cuánto es el potencial de energía eléctrica producida por los lodos de agua residuales?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar el rendimiento de la energía eléctrica de los lodos de agua residuales. Determinar el potencial de la energía eléctrica producida por los lodos de agua residuales.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS La energía eléctrica generará por los lodos de agua residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón tendrá un rendimiento de un 90%. El potencial de energía eléctrica generará por los lodos de agua residuales de la PTAR de San Pedro de Ancón será de 0.1watt.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE Energía eléctrica</p> <p>DIMENSIONES -Rendimiento -Potencial de electricidad</p>	<p>Población: EL VOLUMEN TOTAL DE LODOS DE LA PTAR DE LIMA.</p> <p>Muestra: 500KG DE LODOS RESIDUALES</p> <p>Instrumento: OBSERVACIÓN</p>

Fuente: Elaboración propia; 2019

Anexo 5. Panel fotográfico

1. ADQUISICIÓN DE LOS LODOS DE AGUAS RESIDUALES



Fotografía 1: Extracción de lodos de aguas residuales de la PTAR San Pedro de Ancón

2. CARGADO DEL BIODIGESTOR



Fotografía 2: Adquisición de lodos de aguas residuales e inoculo (excremento de vaca)



Fotografía 3: Disolución de lodos de agua residuales e inculo (excremento de vaca)



Fotografía 4: Mezcla de los lodos de aguas residuales e inculo (excremento de vaca)



Fotografía 5: Cargado inicial del biodigestor

3. ACONDICIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR



Fotografía 6: Acondicionamiento tipo invernadero

4. MONITOREO DE LA TEMPERATURA



Fotografía 7: Monitoreo constante de la temperatura

5. CARGADO DIARIO DEL BIODIGESTOR



Fotografía 8: Cargado interdiario del biodigestor

6. PRODUCCIÓN DE BIOGÁS



Fotografía 9: Válvula de alivio casero y el burbugeo indicando presencia de gases



Fotografía 10: Muestra de biogás



Fotografía 11: Biogás obtenido en condiciones anaeróbicas con lodos

7. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD



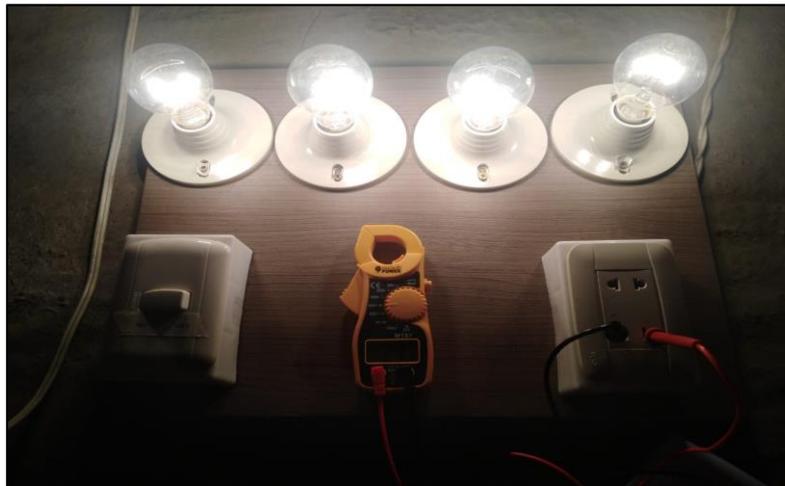
Fotografía 12: Mezclador (conversión a biogás del grupo electrógeno) en la entrada del carburador



Fotografía 13: Equipos utilizados para la generación de energía eléctrica



Fotografía 14: Generación de energía eléctrica con focos LED



Fotografía 15: Ensayo con focos incandescentes de 100 W