



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO
DE RIESGOS NATURALES**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR EN EL
CAMAL DE PACTO, PROVINCIA DE PICHINCHA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

RICHARD FABRICIO SALAZAR COYAGO

DIRECTOR: ING. GLORIA ROLDÁN R. MSc.

Quito, NOVIEMBRE 2018

© Universidad UTE. 2018

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172186966-5
APELLIDO Y NOMBRES:	Salazar Richard Fabricio
DIRECCIÓN:	Machachi, Barrio la Primavera, calle Barriga y Zunfo
EMAIL:	richar14_1993@hotmail.com ; scrf91990@ute.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	(02) 2314-237
TELÉFONO MOVIL:	0996466788
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño e implementación de un Biodigestor en el camal de Pacto, Provincia de Pichincha
AUTOR O AUTORES:	Richard Fabricio Salazar C.
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Noviembre, 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Msc. Ing. Gloria Eloísa Roldan R.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	En el presente trabajo se realizó el diseño e Implementación de un Biodigestor aprovechando la materia orgánica que esta conformada por residuos sólidos y líquidos que se produce el camal de Pacto, que se encuentra ubicado en Provincia de Pichincha al noroccidente. Para conocer el punto de vista de la población acerca del uso de biogás generado por un biodigestor de flujo semicontinuo "Tipo Salchicha", se realizó encuestas en 24 fincas alrededor del camal de Pacto, los resultados de las encuestas reflejan el interés de la población de que se instale en el camal, ya que el beneficio debe ser para toda la parroquia de Pacto y no solo para unas cuantas fincas que producen una cantidad considerable de materia orgánica idónea para el funcionamiento. Se instaló un

	<p>Biodigestor de flujo semicontinuo en forma de "Salchicha", para su óptimo funcionamiento es necesario $3,30m^3$ /semana de carga mezcla (equivalencia 1:3; con uno de agua y 3 de sólido), la producción de gas metano al cabo de 16 semanas es de $5,81m^3$, se tendrá 4,2 veces más volumen del gas disponible para sus labores propias del camal, lo que nos indica que el cambio de combustible va a ser eficiente debido que es una tecnología alternativa limpia, reemplazando así los combustibles fósiles. Las ventajas que ofrece son su facilidad de instalación, es un modelo de biodigestor económico y su funcionamiento permite una mejor disposición final de los residuos generados por el faenamiento de reses, produce biol que es un excelente exfoliante para los cultivos y disminuye el impacto al medio ambiente de manera considerable otorgando una mejor calidad de vida para los trabajadores, cuidadores y población en general.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Biodigestor, biogás, carga orgánica, tecnología limpia.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>In the present work, the design and implementation of a biodigestor was made using the organic material produced by the Pacto camal, which is located in the northwestern province of Pichincha. In order to know the point of view of the population about the use of biogas generated by a biodigestor, surveys were carried out in 24 farms around the Pacto highway, the results of the surveys reflect the interest of the population to settle in the camal, since the benefit must be for the entire Covenant parish. A semi-continuous flow biodigestor was installed in the form of "Sausage", for its optimal operation it is necessary $3,30m^3$ / week of loading, the production of methane gas after 16 weeks is $5,81m^3$, there will be 4.2 times more volume of gas available for its own work of the camal, which tells us that the change of fuel will be efficient because it is a clean alternative technology. The advantages offered are ease of installation, it is economical and its operation allows a better final disposal of the waste generated</p>

	by the slaughter, and decreases the impact on the environment.
KEYWORDS	Biodigester, biogas, organic load, clean technology

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.




F: _____
SALAZAR COYAGO RICHARD FABRICIO
172186966-5

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **SALAZAR COYAGO RICHARD FABRICIO**, CI 172186966-5 autor del proyecto titulado: **Diseño e Implementación de un Biodigestor en el camal de Pacto, Provincia de Pichincha** previo a la obtención del título de **Ingeniero Ambiental y Manejo de riesgos naturales** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, Noviembre, 2018

f: 
SALAZAR COYAGO RICHARD FABRICIO
172186966-5

Quito, Noviembre 2018

CONVENIO



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL RURAL PACTO

CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL (UTE) Y EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL DE PACTO

Comparecen a la celebración del presente convenio marco, por una parte, la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), debidamente representada por el Doctor Ricardo Hidalgo Ottolenghi, en su calidad de Rector, a quien y para efectos de este convenio se denominará simplemente "La Universidad"; y por otra parte, el gobierno autónomo Descentralizado de Pacto (GADRP), representado legalmente por el Señor Jaime Villarreal Higuera, en su calidad de Presidente, a quien en adelante y para efectos de este convenio se le denominará simplemente "El GADRP". - Las partes, por los derechos que representan, libre y voluntariamente, acuerdan celebrar el presente convenio marco de colaboración interinstitucional, de acuerdo con las siguientes cláusulas:

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES

- La Universidad Tecnológica Equinoccial es una Institución de Educación Superior de derecho privado, sin fines de lucro creada mediante Ley N° 19 publicada en el Registro Oficial 377 del 18 de febrero de 1986, dedicada a la formación de recursos humanos que el país requiere a nivel profesional así como también desarrollar actividades de investigación científica y tecnológica en diferentes especializaciones. Se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley de Educación Superior, su Ley de creación y sus propios Estatutos y Reglamentos expedidos por los organismos internos de gobierno. Con fecha 04 de enero del 2016, se posesiona al Dr. Ricardo Hidalgo Ottolenghi, como Rector, de la Universidad Tecnológica Equinoccial, electo por la comunidad universitaria, en elecciones universales, directas, secretas y obligatorias llevadas a cabo el jueves 17 de diciembre del 2015.
- El Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Pacto (GADRP), es una institución de derecho público con personalidad jurídica, autonomía administrativa, técnica, económica, financiera y patrimonio propio. Se rige por la Constitución de la República, el Código orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Con fecha 12 de mayo del 2014 se posesiona como Presidente del GAD Parroquial de Pacto el Sr. Jaime Villarreal, quien fue electo por la población de la parroquia el 23 de febrero del 2014, en el proceso electoral convocado por el Consejo Nacional Electoral.

XN



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL RURAL PACTO

CLÁUSULA SEGUNDA: OBJETO GENERAL DEL CONVENIO

El presente convenio tiene por objeto la cooperación interinstitucional, con la finalidad de establecer las acciones de coordinación y apoyo de actividades mutuas relacionadas con los ámbitos de la investigación, capacitación, transferencia de tecnología, transferencia de metodología, acceso a información prácticas y pasantías, vinculación y asistencia técnica para mejorar capacidades y habilidades, que potencialicen el impacto en el desarrollo del país.

CLÁUSULA TERCERA: COMPROMISOS CONJUNTOS

Ambas partes, en coordinación, colaboración y consenso, se comprometen a:

3.1 Definir un Plan de Trabajo integral, interdisciplinario, en el que se describan las actividades que realizarán los estudiantes de la UTE, en coordinación con las distintas Facultades o Carreras de la Universidad, con el fin de colaborar con la Parroquia de Pacto.

3.2 Colaborar de manera recíproca y brindar información y el apoyo logístico necesario para el desarrollo de las actividades propuestas.

3.3 Desarrollar un programa de Prácticas Pre profesionales y pasantías en la que participen estudiantes de las distintas Facultades o Carreras de la Universidad.

3.4 Desarrollar cursos, seminarios y foros en forma conjunta de manera que se generen impactos tecnológicos y políticas públicas que fomenten el desarrollo de la comunidad.

3.5 Realizar procesos de investigación conjuntas, en donde se optimice la utilización de instalaciones y el involucramiento del talento humano que las dos instituciones poseen.

3.6 Potencializar los procesos de transferencia de tecnología en las diferentes zonas del GADRP, mediante la ejecución de proyectos de vinculación con la sociedad en los que participen activamente, estudiantes y docentes de la Universidad.

CLÁUSULA CUARTA.- obligaciones de EL GADRP

4.1 Socializar con el cuerpo docente y estudiantes de la UTE, las políticas, proyectos y propuestas de desarrollo que el GADRP está implementando para el desarrollo de la sociedad.

4.2 Facilitar el espacio físico, equipo tecnológico y el apoyo logístico (conforme a la disponibilidad del presupuesto) para que los estudiantes de la UTE puedan cumplir con



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL RURAL PACTO

lo estipulado en el presente convenio, propiciando el intercambio positivo de experiencias.

4.3 Organizar y facilitar los procesos de participación ciudadana con la comunidad, a fin de que los estudiantes de la UTE, puedan realizar de manera adecuada las actividades definidas en el Plan de Trabajo Anual.

4.4 Reconocer, mediante una certificación, el trabajo desarrollado por los estudiantes de la UTE, para que sea considerado como las horas de pasantías, prácticas o vinculación que éstos deben cumplir.

4.5 Asesorar a los estudiantes que se encuentran realizando trabajos de titulación previos a la obtención del título de tercer nivel, y apoyar el desarrollo de proyectos, técnicas, procedimientos dentro del ámbito de competencia de la institución.

CLÁUSULA QUINTA.- OBLIGACIONES DE LA UTE

5.1 Facilitar el espacio físico de la UTE y el apoyo logístico (conforme a la disponibilidad del presupuesto) para el desarrollo de investigaciones, capacitación, transferencia de tecnología, transferencia de metodología, acceso a información, pasantías, vinculación y asistencia técnica.

5.2 Realizar un seguimiento de los docentes y estudiantes que hayan sido seleccionados para participar en los proyectos a desarrollarse.

5.3 El estudiante está obligado a presentar a la Universidad, un informe final individual que recoja las investigaciones y actividades de trabajo realizadas en el GADRP.

5.4 Promover una participación activa y responsable tanto del personal docente como de los estudiantes, en el desarrollo de los proyectos, actividades y demás propuestas de El GADRP.

CLÁUSULA SEXTA.- COORDINACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

La coordinación y administración del presente convenio estará a cargo, por parte de la Universidad Tecnológica Equinoccial de la MSc. María Belén Jácome Directora de Vinculación; y por, parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Pacto a cargo del Presidente del GADRP Sr. Jaime Villarreal Higuera, quienes velarán por el cabal cumplimiento de este convenio.

[Handwritten signature]



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL RURAL PACTO

CLÁUSULA SÉPTIMA.- MODIFICACIONES

Las partes pueden suscribir modificaciones al presente Convenio, si de común acuerdo consideren conveniente ampliar y/o modificar el mismo en procura de una mejor aplicación. Asimismo, las partes podrán firmar otros documentos específicos a fin de detallar o individualizar los acuerdos vertidos en el presente documento.

CLÁUSULA OCTAVA.- DIVULGACIÓN DE RESULTADOS

La GADP y la UTE, acuerdan que los resultados científicos y técnicos obtenidos en la ejecución de acciones conjuntas, podrán ser publicados independientemente por cualquiera de las partes o en forma conjunta, a través de los órganos de difusión de cada institución o por otros, dejando constancia de la contribución de las dos instituciones.

CLÁUSULA NOVENA.- PROPIEDAD INTELECTUAL

Las dos instituciones se acogerán a lo dispuesto en el numeral 3 del Art.387 de la Constitución de la República del Ecuador, que señala: "Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley".

CLÁUSULA DÉCIMA.- PLAZO O VIGENCIA

El plazo de duración del presente convenio es de 2 años, contados a partir de su suscripción, el mismo que podrá ser renovado de mutuo acuerdo entre las partes, con treinta días de anticipación, y sentado por escrito.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA: TERMINACIÓN

Serán causales de terminación de éste convenio:

- a) La expiración del plazo pactado, salvo las previsiones de la cláusula anterior;
- b) El mutuo acuerdo entre las partes, expresado en documento firmado por los representantes legales de las instituciones, sin estar obligados a mantener las relaciones de cooperación en el marco de este Convenio, notificándose con treinta días de anticipación y con los fundamentos necesarios;
- c) El acercamiento de circunstancias de caso fortuito o fuerza mayor que impidan la continuidad del convenio; y,



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL RURAL PACTO

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA.- SUSPENSIÓN

Se podrá suspender temporalmente la ejecución del presente convenio por mutuo acuerdo entre las partes, en los eventos de caso fortuito o fuerza mayor, mediante la suscripción de un acta, en la cual se señalarán los motivos que dieron lugar a la suspensión y la fecha en que se reiniciarán las actividades.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA.- SOLIDARIDAD

No existirá un Régimen de Solidaridad entre las partes, por lo que cada una de ellas responderá frente a terceros, por las obligaciones que asume en razón del convenio.

CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA.- SOLUCION DE CONTROVERSIAS

El presente convenio es producto de la buena fe, en razón de lo cual las controversias que se llegasen a presentar en cuanto a su interpretación, formalización y cumplimiento, serán resueltas de común acuerdo entre las partes de manera directa.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA.- DOCUMENTOS HABILITANTES

Se adjunta como documentos habilitantes:

- Copia simple del nombramiento del señor Jaime Villarreal Higuera, en su calidad de Presidente del GADRP; y,
- Copia simple del nombramiento del señor Dr. Ricardo Hidalgo Ottolenghi, en su calidad de Rector de la UTE.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA.- DOMICILIO

Para efectos de comunicaciones o notificaciones, las partes señalan como direcciones, las siguientes:

➤ **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL:**

Dirección: Rumipamba s/n entre Av. Atahualpa y Burgeois
Teléfono: 593 (02) 2990-800 - ext. Dirección: 2545
e-mail: mariab.jacome@ute.edu.ec

➤ **GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL PACTO:**

Dirección: San Rafael Pacto San Lorenzo España
Teléfono: 02176125
e-mail: gobiernoparroquialpacto@hotmail.com



GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL RURAL PACTO

CLÁUSULA DÉCIMA SÉPTIMA: PERFECCIONAMIENTO Y EJECUCIÓN

El presente Convenio se entiende perfeccionado a partir de su suscripción, en señal de conformidad los representantes de las partes lo suscriben en cuatro ejemplares de un solo tenor e igualmente válidos, en la ciudad de Quito D.M, a los 13 días del mes de diciembre del año dos mil dieciséis

Dr. Ricardo Hidalgo Ottolenghi
RECTOR
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sr. Jaime Villarreal Higuera
PRESIDENTE DEL GAD
PARROQUIAL RURAL DE PACTO

DECLARACIÓN

Yo **Richard Fabricio Salazar Coyago**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Richard Salazar Coyago', is positioned above a horizontal line. The signature is written in a cursive style.

Richard Fabricio Salazar Coyago

C.I. 172186966-5

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “Diseño e Implementación de un Biodigestor en el camal de Pacto, Provincia de Pichincha”, que, para aspirar al título de Ingeniero Ambiental y Manejo de riesgos naturales fue desarrollado por Richard Fabricio Salazar Coyago, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Gloria Roldan R. Msc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1705862371

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Ramiro y Magdalena a quienes doy las gracias por apoyarme siempre en cada acierto y error de mi vida.

A mi abuelito Neptalí Salazar, que en paz descanse, sé que dónde este me envía su bendición, estará orgulloso y feliz de ver que su nieto logro convertirse en un profesional.

A mi abuelita Targelia Villegas, quien es una inspiración para mí, uno de los motivos para salir adelante y estar aquí. Fue su sueño y hoy lo cumplí, siempre me dio su bendición y sus consejos para triunfar en la vida.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de vida, llenarme de bendiciones en cada éxito y tropiezo que se me ha presentado.

A mi padre, Ramiro Salazar por brindarme su apoyo económico y moral, permitiéndome que goce de salud, educación, entretenimiento y en ocasiones afecto emocional.

A mi madre, Magdalena Coyago quien ha sido una compañera y amiga incondicional en toda mi vida como estudiante, llevándome siempre de la mano con un código de humildad y sencillez, otorgándome apoyo cuando lo necesitaba.

A mi tía, Mercedes Coyago quien ha sido mi segunda madre, la voz de la razón y aliento en momentos malos, entregándome confianza y ánimos para lograr este objetivo.

A la Ingeniera Gloria Roldan e Ingeniero Edgar Casanova, quienes han sido un ejemplo de profesionales para mí, impartiendo su conocimiento, paciencia, tiempo y dedicación para lograr culminar con este proyecto y obtener mi título como profesional.

A mis amigos, compañeros, familiares y demás personas, que con una palabra de aliento, apoyo moral y alegría, me motivaron a salir adelante y lograr este objetivo tan anhelado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Página

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	5
2.1 DIAGNÓSTICO DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS QUE SE PRODUCEN EN EL CAMAL DE PACTO	5
2.1.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DE FUENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS.....	5
2.1.2 APLICACIÓN DE ENCUESTAS CON PREGUNTAS CERRADAS	5
2.1.3 PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR EN EL CAMAL DE PACTO	5
2.2 DISEÑO DEL BIODIGESTOR	5
2.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS	5
2.2.2 ACTIVIDADES Y ELEMENTOS DE UN BIODIGESTOR	6
2.2.3 CUANTIFICACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS.....	6
2.2.4 MUESTREO DEL GAS Y LIXIVIADOS PRODUCIDOS EN LA CAJA DE ACUMULACIÓN	6
2.2.5 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL BIODIGESTOR	6
2.2.6 TEMPERATURA.....	7
2.2.7 CÁLCULOS	7
2.2.7.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CAJA DE ACUMULACIÓN.....	7
2.2.7.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL BIODIGESTOR “TIPO SALCHICHA”.....	7
2.2.7.3 CÁLCULO DE MEZCLA DE CARGA SEMANAL	8
2.2.7.4 CÁLCULO DEL CAUDAL	8
2.2.7.5 CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA EL ESPACIO SÓLIDO LÍQUIDO.....	9
2.2.7.6 CÁLCULO DEL VOLUMEN REAL DEL BIOGÁS	9
2.3 IMPLEMENTACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR	9
2.3.1 DETERMINACIÓN DEL LUGAR.....	10
2.3.2 PREPARACIÓN DEL LUGAR	10

2.3.3 ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA CAJA DE ACUMULACIÓN	10
2.3.4 ACONDICIONAMIENTO DE LUGAR.....	10
2.3.5 ELEVACIÓN DEL PISO DEL LUGAR DE FAENAMIENTO	10
2.3.6 ADAPTACIÓN DE LA CAJA DE REVISIÓN	10
2.3.7 ACONDICIONAMIENTO DE LA ENTRADA Y SALIDA	10
2.3.8 MATERIALES.....	11
2.3.9 PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN	11
2.3.9.1 PREPARACIÓN DEL PLÁSTICO.....	11
2.3.9.2 INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA DE SALIDA DE BIOGÁS	11
2.3.9.3 INSTALACIÓN DE LA MANGUERA Y VÁLVULA DE BOLA.....	11
2.3.9.4 INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA	12
2.3.9.5 TRASLADO DEL BIODIGESTOR A LA CAJA DE ACUMULACIÓN	12
2.3.9.6 INFLADO DE LA BOLSA.....	12
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
3.1 UBICACIÓN DE CAMAL Y SUS COORDENADAS GEOGRÁFICAS	13
3.2 APLICACIÓN DE ENCUESTAS PARA LEVANTAR INFORMACIÓN	13
3.3 ANÁLISIS DE LAS PREGUNTAS DE LAS ENCUESTAS.....	14
3.3.1 TIPOS DE RESIDUOS	14
3.3.2. CANTIDAD DE DESECHOS	15
3.3.3. DISPONIBILIDAD DE ESPACIO PARA INSTALACIÓN.....	16
3.3.4. INSTALACIONES REEMPLAZADAS	16
3.3.5. FACILIDAD PARA ADQUIRIR GAS.....	17
3.3.6. LUGAR DE DEPÓSITO DE LOS DESECHOS	17
3.3.7. DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	18
3.4. CUANTIFICACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS A TRAVÉS DE PESAJE.	18
3.5 ANÁLISIS DE LIXIVIADOS QUE PRODUCE LA CAJA DE REVISIÓN.....	19
3.6 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LA MUESTRA DE GAS....	24
3.7 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL BIODIGESTOR.....	24
3.7.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CAJA DE ACUMULACIÓN	24

3.7.2. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA.....	25
3.7.3 CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA.....	26
3.7.3.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL CILINDRO.....	26
3.7.3.2. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LAS SEMIESFERAS.....	26
3.7.4. CÁLCULO DE MEZCLA DE CARGA SEMANAL.....	26
3.7.5. CALCULO DEL CAUDAL.....	27
3.7.6. CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA EL ESPACIO SÓLIDO Y LÍQUIDO..	27
3.7.7. CÁLCULO DEL VOLUMEN REAL DEL BIOGÁS	27
3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO	28
3.9. IMPLEMENTACIÓN DEL BIODIGESTOR.....	29
3.9.1 PREPARACIÓN DEL PLÁSTICO	29
3.9.2. INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA DE SALIDA DE BIOGÁS	29
3.9.3. INSTALACIÓN DE LA MANGUERA Y VÁLVULA DE SALIDA.....	30
3.9.4. INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA.....	30
3.9.5. TRASLADO DEL BIODIGESTOR A LA CAJA DE ACUMULACIÓN	31
3.9.6.INFLADO DEL BIODIGESTOR.....	32
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
4.1. CONCLUSIONES	33
4.2. RECOMENDACIONES.....	34
5. BIBLIOGRAFÍA	35
6. ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1. Coordenadas geográficas del camal	13
Tabla 2. Coordenadas geográficas de los lugares visitados	14
Tabla 3. Cuantificación de los desechos orgánicos del camal	18
Tabla 4. Resultados de ph de las muestras (250 ml)	19
Tabla 5. Resultados de conductividad de las muestras (250 ml).....	19
Tabla 6. Resultados de turbidez de las muestras (250 ml).....	20
Tabla 7. Resultados de temperatura de las muestras (250 ml)	21
Tabla 8. Resultados demanda química de oxígeno del lixiviado, muestra 1, 2 y 3 (cada muestra 250 ml).....	21
Tabla 9. Resultados demanda biológica de oxígeno del lixiviado, muestra 1, 2 y 3 (cada muestra 250 ml).....	22
Tabla 10. Resultados coliformes totales del lixiviado, muestra 1(250 ml) ...	23
Tabla 11. Resultados coliformes fecales del lixiviado, muestra 1(250 ml)...	23
Tabla 12 resultados cromatografía del gas producido en la caja de acumulación	24
Tabla 13. Medidas de la caja de acumulación.....	25
Tabla 14. Datos obtenidos en campo	25
Tabla 15. Dimensiones del biodigestor.....	25
Tabla 16. Resumen de cálculos	28
Tabla 17. Costos de implementación del biodigestor	28
Tabla 18. Materiales de las conexiones de entra y salida	44
Tabla 19. Materiales de la salida del gas	44
Tabla 20. Materiales del almacenamiento de biol.....	45
Tabla 21. Materiales para el filtro de H ₂ S	45
Tabla 22. Materiales para la instalación del compresor.....	45
Tabla 23. Materiales para la caseta del compresor y extensión de la tubería hasta la cocina	46
Tabla 24. Materiales para la caseta del compresor y extensión de la tubería hasta la cocina	46
Tabla 25. Materiales para los soportes de las conexiones	47
Tabla 26. Materiales para la construcción del biodigestor	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Porcentaje de residuos de tipo animal y vegetal	14
Figura 2. Porcentaje de materia orgánica en las finca	15
Figura 3. Espacio de instalación	16
Figura 4. Instalaciones reemplazadas	16
Figura 5. Facilidad para adquirir gas	17
Figura 6. Depósito de desechos	17
Figura 7. Disponibilidad de energía eléctrica	18
Figura 8. Nivel de ph	19
Figura 9. Nivel de conductividad.	20
Figura 10. Nivel de turbidez.	20
Figura 11. Nivel de temperatura	21
Figura 12. Demanda química de oxígeno	22
Figura 13. Demanda biológica de oxígeno	22
Figura 17. Preparación del plástico	29
Figura 18. Instalación de la válvula de gas	30
Figura 19. Instalación de la válvula salida	30

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTAS	37
ANEXO 2. TOMA DE MUESTRA DEL GAS CON EL CANISTER	39
ANEXO 3. RESULTADOS CROMATOGRAFÍA DE GASES	40
ANEXO 4. TOMA DE MUESTRAS DEL LIXIVIADO	41
ANEXO 5. RESULTADOS ANÁLISIS DEL LIXIVIADO	42
ANEXO 6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	43
ANEXO 7. TABLAS DE MATERIALES	44
ANEXO 8. MODELO DEL BIODIGESTOR SEMICONTINUO	48
ANEXO 9. FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR DE FLUJO SEMICONTINUO TIPO SALCHICHA.	49
ANEXO 10. PLANO DEL CAMAL DE PACTO	50

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el diseño e Implementación de un Biodigestor aprovechando la materia orgánica que produce el camal de Pacto, que se encuentra ubicado en Provincia de Pichincha al noroccidente. Para conocer el punto de vista de la población acerca del uso de biogás generado por un biodigestor, se realizó encuestas en 24 fincas alrededor del camal de Pacto, los resultados de las encuestas reflejan el interés de la población de que se instale en el camal, ya que el beneficio debe ser para toda la parroquia de Pacto. Se instaló un Biodigestor de flujo semicontinuo en forma de "Salchicha", para su óptimo funcionamiento es necesario $3,30 m^3$ /semana de carga, la producción de gas metano al cabo de 16 semanas es de $5,81 m^3$, se tendrá 4,2 veces más volumen del gas disponible para sus labores propias del camal, lo que nos indica que el cambio de combustible va a ser eficiente debido que es una tecnología alternativa limpia. Las ventajas que ofrece son facilidad de instalación, es económico y su funcionamiento permite una mejor disposición final de los residuos generados por el faenamiento, y disminuye el impacto al medio ambiente.

Palabras clave: Biodigestor, biogás, carga orgánica, tecnología limpia

ABSTRACT

In the present work, the design and implementation of a biodigester was made using the organic material produced by the Pacto camal, which is located in the northwestern province of Pichincha. In order to know the point of view of the population about the use of biogas generated by a biodigester, surveys were carried out in 24 farms around the Pacto highway, the results of the surveys reflect the interest of the population to settle in the camal, since the benefit must be for the entire Covenant parish. A semi-continuous flow biodigester was installed in the form of "Sausage", for its optimal operation it is necessary $3,30 m^3$ / week of loading, the production of methane gas after 16 weeks is $5,81 m^3$, there will be 4.2 times more volume of gas available for its own work of the camal, which tells us that the change of fuel will be efficient because it is a clean alternative technology. The advantages offered are ease of installation, it is economical and its operation allows a better final disposal of the waste generated by the slaughter, and decreases the impact on the environment.

Keywords: Biodigester, biogas, organic load, clean technology

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En la parroquia de Pacto, se realiza el faenamiento de ganado vacuno el día viernes de cada semana con un rango de 4 a 6 reses, la disposición final de residuos es inadecuada ya que la mayoría de sólidos es recogida por los mismos trabajadores en recipientes de yute, para ser utilizados como abono en los cultivos sin ser previamente tratados.

Los residuos de un camal son un riesgo para los ecosistemas (agua, suelo, seres vivos, etc.) pues degradan fuentes de agua incluyendo el agua potable y los suelos donde se vierten directamente (Chávez, 2012), por otro lado, estos residuos con su carga orgánica pueden ser usados para producir biogás mediante un proceso anaerobio, de esta manera podemos aprovechar este tipo de energía que reemplazará a combustibles fósiles.

El biogás es el resultado de un proceso anaerobio donde los microorganismos se degradan de la materia orgánica generando sustratos en forma de aminoácidos, alcoholes, azúcares y ácidos grasos que producen gas metano (FAO; 2011, p.14). La relación de C/N que se da en el proceso de fermentación es óptimo cuando los microorganismos se dan en un desarrollo de 30 días. El gas que se produce es una mezcla de metano y dióxido de carbono que varía de acuerdo al tipo de sustrato, los microorganismos que son empleados tienen condiciones de temperatura, tiempo de retención, pH, y humedad.

Esta combustión es muy limpia debido a que el producto final es biol cuya composición es nitrógeno y en menor cantidad fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Este líquido que se descarga de un biodigestor ya no tiene olor y no atrae insectos, además, es un abono orgánico natural, un excelente estimulador foliar para plantas y completo potenciador para suelos.

La tecnología de fermentación anaerobia por medio de un biodigestor, permite generar energías térmicas o eléctricas que pueden ser aprovechadas por hogares, empresas, fincas o comunidad. Los elementos que se consideran para el diseño de un biodigestor son la cantidad de residuos generados, la característica de sustratos y la ubicación. Existe una variedad de biodigestores, de los cuales, los de tipo tubular y flujo semicontinuo son los mayormente empleados por su fácil instalación, con un tiempo de vida útil que varía entre los 10 a 15 años y los costos de operación y mantenimiento son bajos (Samayoa, Bueso y Víquez. 2012, p. 18).

El Biodigestor de flujo semicontinuo en forma de “Salchicha” se caracteriza porque la fermentación y descarga debe ser de manera continua o con pequeños porcentajes, durante el proceso no requiere de una mano de obra compleja, pero la mezcla debe ser fluida o movilizada y sus costos de implementación son bajos. (Chávez, 2012)

Objetivo general

- Diseñar e implementar un biodigestor en el camal de Pacto, Provincia de Pichincha.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la disposición final de residuos que se producen en el camal de Pacto
- Diseñar un biodigestor que cumpla con el requerimiento necesario para el camal de Pacto.
- Implementar el biodigestor y verificar su funcionamiento.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 DIAGNÓSTICO DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS QUE SE PRODUCEN EN EL CAMAL DE PACTO

2.1.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DE FUENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS

Fuentes primarias: se obtuvo información nueva y original del camal de Pacto.

Fuentes secundarias: nos sirvió para un análisis de la viabilidad para implementar el biodigestor con datos reales.

2.1.2 APLICACIÓN DE ENCUESTAS CON PREGUNTAS CERRADAS

Las encuestas estuvieron dirigidas a los pobladores de 24 fincas del sector ganadero, quienes respondieron a preguntas cerradas con dos, tres y cuatro opciones de respuestas.

2.1.3 PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR EN EL CAMAL DE PACTO

Se realizó un diálogo con representantes, trabajadores y población, otorgando información del biodigestor y sus elementos para la producción de biogás.

2.2 DISEÑO DEL BIODIGESTOR

Se aplica el modelo de flujo semicontinuo tipo salchicha como modelo biodigestor para los parámetros y requerimientos de este tipo de biodigestor (ver anexo 8)

Se realiza trabajo de campo

2.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se observó los residuos generados en el proceso de faenamiento de ganado vacuno.

Trabajo de campo

2.2.2 ACTIVIDADES Y ELEMENTOS DE UN BIODIGESTOR

Las actividades y elementos necesarios para la implementación de un biodigestor son los siguientes:

- Cuantificación de desechos
- Caja de acumulación construida
- Muestreo de lixiviados
- Análisis de lixiviados
- Concentración de gas.
- Cálculo de temperatura, volúmenes, producción de gas, mezcla de carga y caudal.
- Diseño del biodigestor
- Materiales
- Análisis económico

2.2.3 CUANTIFICACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS

Se contabilizó la cantidad de residuos que produce el Camal semanalmente, tomando en cuenta que se faena de 4 a 6 cabezas de ganado vacuno, los datos obtenidos fueron generados por una balanza analógica.

2.2.4 MUESTREO DEL GAS Y LIXIVIADOS PRODUCIDOS EN LA CAJA DE ACUMULACIÓN

Toma de muestras de gas y del biol donde se realizó una caracterización de ambos elementos que actualmente son vertidos al medio ambiente que fueron analizados en los laboratorios de las Universidades UTE y Escuela Politécnica Nacional.

La muestra de lixiviados fue recogida de la caja de acumulación en recipientes previamente esterilizados para ser enviados a los laboratorios de Universidad UTE, para análisis.

La muestra de gas fue sellada herméticamente de los tres respiraderos que se encontraban en la caja de acumulación. (Ver anexo 2) donde se succionó el gas con el canister a través de un orificio en uno de los respiraderos. Los resultados de la cromatografía se pueden visualizar en el anexo 3.

2.2.5 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL BIODIGESTOR

Uso de la infraestructura actual del camal de Pacto, se escogió el modelo de biodigestor de flujo semicontinuo (tipo salchicha) debido a las ventajas que ofrece en el ámbito social, económico y tecnológico.

2.2.6 TEMPERATURA

Toma de datos de temperatura en el interior de la caja de acumulación

2.2.7 CÁLCULOS

2.2.7.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CAJA DE ACUMULACIÓN

En el camal existe una caja de acumulación fundida y con paredes de ladrillo que fue utilizada, y para estimar su volumen se utilizó la siguiente fórmula:

$$Volumen = A \times L \times P \quad [1]$$

Dónde:

Volumen: volumen de la caja de acumulación

A: Alto de la caja de acumulación

L: Largo de la caja de acumulación

P: Profundidad de la caja de acumulación

2.2.7.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL BIODIGESTOR “TIPO SALCHICHA”

Para el cálculo del volumen de biodigestor tipo salchicha se requiere conocer el cálculo del cilindro y las 2 semiesferas que se forman a los lados.

$$V_B = V_c + 2 \times (V_s) \quad [2]$$

Dónde:

V_B : Volumen total del biodigestor

V_c : Volumen del cilindro

V_s : Volumen de las semiesferas.

2.2.7.2.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL CILINDRO

[3]

$$V_C = \pi r^2 l$$

Dónde

V_C : Volumen del cilindro

r : Radio del cilindro

l : Largo del cilindro

2.2.7.2.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LAS SEMIESFERAS

$$V_s = \frac{2\pi \cdot r^3}{3} \quad [4]$$

Dónde

V_s : Volumen de la semiesfera

r : Radio de la semiesfera

2.2.7.3 CÁLCULO DE MEZCLA DE CARGA SEMANAL

Tomando referencia la equivalencia 1:3, donde 1 corresponde a residuos sólidos y 3 al agua utilizada en la mezcla. Para ello fue valorado de acuerdo a la siguiente formula. (Vega 2015, pg. 85)

$$V_{CS} = CE + (3 H_2O \text{ litros} \times CE) \quad [5]$$

Dónde:

V_{CS} : Volumen de carga semanal

CE : Desechos orgánicos semanales

$3 H_2O$: Litros de agua

2.2.7.4 CÁLCULO DEL CAUDAL

Para estimar el caudal se empleó la siguiente formula

$$Q = \frac{V}{\Delta t} \quad [6]$$

Dónde:

Q : Caudal

V : Volumen

Δt : Tiempo

2.2.7.5 CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA EL ESPACIO SÓLIDO Y LÍQUIDO

Para calcular el volumen líquido aplicamos la siguiente fórmula.

$$V_{sl} = V_B * 75\% \quad [7]$$

Dónde:

V_{sl} : Volumen líquido

V_B : Volumen del biodigestor

2.2.7.6 CÁLCULO DEL VOLUMEN REAL DEL BIOGÁS

Para calcular el volumen gaseoso se aplicó la siguiente fórmula.

$$V_g = V_B * 25\% \quad [8]$$

Dónde:

V_g : Volumen gaseoso

V_B : Volumen del biodigestor

2.3 IMPLEMENTACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR

Con los datos obtenidos se procederá a instalar el biodigestor en la caja de acumulación de manera técnica para que pueda producir biogás.

2.3.1 DETERMINACIÓN DEL LUGAR

Se determinó que el biodigestor funcione usando la infraestructura actual del camal, tomando en cuenta el amplio espacio, para que el sitio mantenga una temperatura adecuada para el funcionamiento, la accesibilidad y está a una distancia pertinente del camal como medidas de seguridad ante comburentes.

2.3.2 PREPARACIÓN DEL LUGAR

Se realizó una limpieza de la caja de acumulación y sus alrededores ya que existían residuos sin ser tratados que provocaban mal olor y contaminación al ecosistema de la zona. Para ello se solicitó a las autoridades la maquinaria necesaria que realice la extracción de estos residuos para que la caja este libre y albergue al biodigestor.

2.3.3 ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRURA FÍSICA DE LA CAJA DE ACUMULACIÓN

Se adaptó unas rampas en la entrada y salida de caja de acumulación, estas serán construidas a nivel para que tenga un equilibrio evitando que la carga ingresada ejerza una fuerte presión en la salida y el biodigestor sufra rupturas o fugas, de tal manera su funcionamiento será óptimo.

2.3.4 ACONDICIONAMIENTO DE LUGAR

Se verificó que no existan puntas y escombros en el interior de la caja de acumulación que puedan generar roturas al plástico. Además, se instaló un desfogue para el agua lluvia de la caja y se colocó una base plástica para mantener la temperatura.

2.3.5 ELEVACIÓN DEL PISO DEL LUGAR DE FAENAMIENTO

Se tomó el nivel de la caja de acumulación y se proporcionó una medida pertinente para la de caída, de esta manera el biodigestor contará con un cierre automático en el momento que se haya llenado el espacio de mezcla.

2.3.6 ADAPTACIÓN DE LA CAJA DE REVISIÓN

Esta se encuentra al inicio, conectada con la caja de acumulación; se adaptó un desfogue para el agua de limpieza y otra específicamente para el ingreso de mezcla de residuos sólidos-líquidos que llenará el biodigestor.

2.3.7 ACONDICIONAMIENTO DE LA ENTRADA Y SALIDA

Es una medida de seguridad con adaptación de válvulas de cierre manual que permitieron controlar el ingreso y salida total de la mezcla o carga, evitando fugas de biogás y biol.

2.3.8 MATERIALES

El listado de los materiales que fueron adquiridos por la Universidad son:

- Plástico negro
- Plástico translucido
- Tubería PEAD
- Codos
- Copla
- Pegamento
- Mangueras
- Válvula check
- Compresor
- Flexómetro
- Tiras de caucho
- Alambre
- Alicates
- Selladora manual
- Estilete
- Tijeras
- Teflón
- Clavos
- Pasa muros

2.3.9 PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

El procedimiento es el siguiente:

2.3.9.1 PREPARACIÓN DEL PLÁSTICO

Se acomodó los plásticos que previamente fueron adquiridos.

2.3.9.2 INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA DE SALIDA DE BIOGÁS

Se colocó en la estructura plástica una válvula que conectó al biodigestor con la manguera de salida.

2.3.9.3 INSTALACIÓN DE LA MANGUERA Y VÁLVULA DE BOLA

Fue ubicada para controlar la extracción del biogás.

2.3.9.4 INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA

Permitieron el ingreso de residuos sólidos y líquidos para realizar el proceso anaerobio en el biodigestor y terminar con la salida de biol.

2.3.9.5 TRASLADO DEL BIODIGESTOR A LA CAJA DE ACUMULACIÓN

Se lo asentó en el sitio previamente designado y adaptado.

2.3.9.6 INFLADO DE LA BOLSA

Nos permitió tener el cuerpo del biodigestor y poder ingresar las primeras cargas de residuos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 UBICACIÓN DE CAMAL Y SUS COORDENADAS GEOGRÁFICAS

La instalación del biodigestor se realizó en el Camal de la parroquia, la ubicación adecuada del biodigestor está en las siguientes coordenadas según la siguiente (tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas del Camal

Coordenadas en el Camal de Pacto		Latitud	Longitud
Vivienda junto a la lavandería	293° O	00°08.471'N	-78° 45.748'O
Lavandería del ganado	70° E	00°08.460'N	-78° 45.755'O
Caja de Revisión del almacenamiento de desechos	313° NO	00°08.458'N	-78° 45.740'O
Corral cerca de la lavandería	110° E	00°08.456'N	-78° 45.751'O
Entrada al almacenamiento de desechos donde se tomó el PH	271° O	00°08.457'N	-78° 45.740'O
Parte final del almacenador de desechos	145° SE	00°08.454'N	-78° 45.737'O

3.2 APLICACIÓN DE ENCUESTAS PARA LEVANTAR INFORMACIÓN

Se realizó un recorrido en la parroquia de Pacto, específicamente con la participación de estudiantes de la Universidad UTE, carreras de Ciencias de la Ingeniería. Se realizó las encuestas en 24 fincas, en la tabla 2 se detalla los lugares con sus respectivas coordenadas

Tabla 2. Coordenadas geográficas de los lugares visitados

LUGAR	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
Santa Teresita	0.1388424, -78.7612468
Nuevo Pacto	0.1412825, -78.7622533
La Delicia	0.1444740, -78.8023735
Pacto	0.1612, -78.7838
Vía Pacto	0.1621, -78,7779
Florida Blanca	0.1766, -78,7824

3.3 ANÁLISIS DE LAS PREGUNTAS DE LAS ENCUESTAS

Los datos de las encuestas realizadas a las 24 fincas fueron analizadas pregunta a pregunta para obtener los siguientes resultados: (ver formato de encuesta en anexo 1),

3.3.1 TIPOS DE RESIDUOS

La pregunta 1 fue, ¿Qué tipo residuo genera la finca? Y tuvo dos opciones de respuesta que fueron de tipo animal o vegetal.

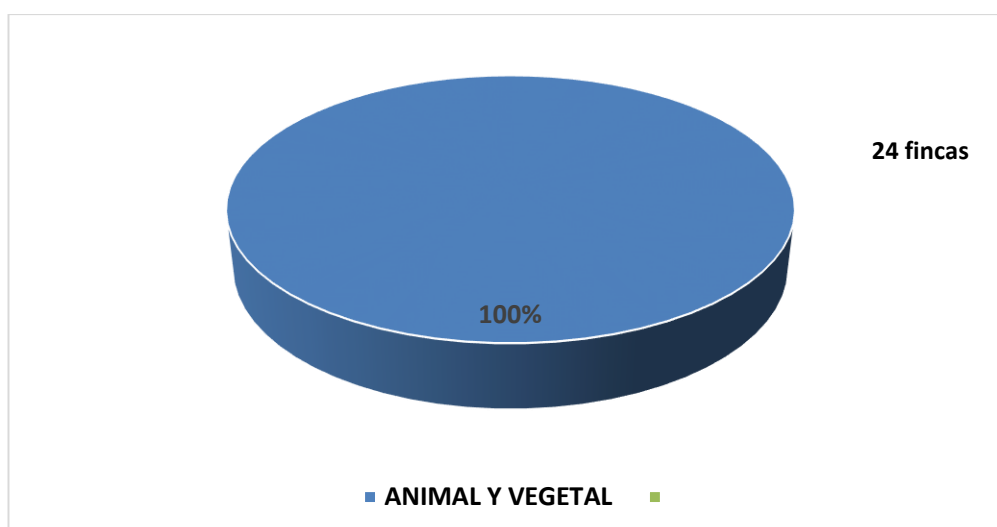


Figura 1. Porcentaje de residuos de tipo animal y vegetal

El resultado de la pregunta 1 refleja que las 24 fincas tienen residuos de tipo “ANIMAL Y VEGETAL” que son útiles para la producción de biogás.

3.3.2. CANTIDAD DE DESECHOS

La pregunta 2 fue, ¿Qué cantidad de desechos se produce? Estuvo dirigida a las 24 fincas de los sectores encuestados obteniendo los siguientes datos:

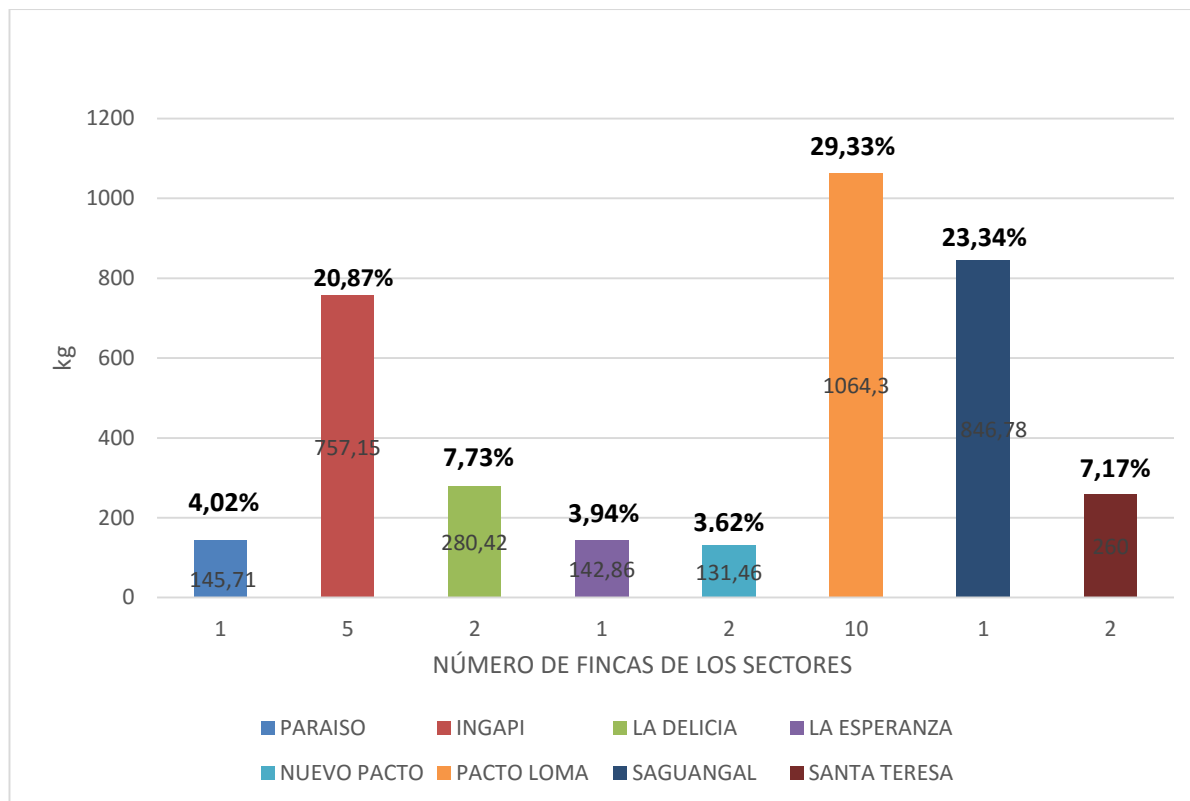


Figura 2. Porcentaje de materia orgánica en las fincas

En el gráfico de la pregunta 2, nos demuestra que los sectores de Pacto Loma e Ingapi que tienen la mayor cantidad de fincas pueden abastecer la cantidad de materia orgánica para que el biodigestor funcione, en tanto los demás sectores y fincas cuentan con una menor cantidad que no abastecería en el funcionamiento del biodigestor.

3.3.3. DISPONIBILIDAD DE ESPACIO PARA INSTALACIÓN

La pregunta 3 fue, ¿Existe espacio para la instalación de un biodigestor? y tuvo dos opciones de respuesta que fueron sí y no.

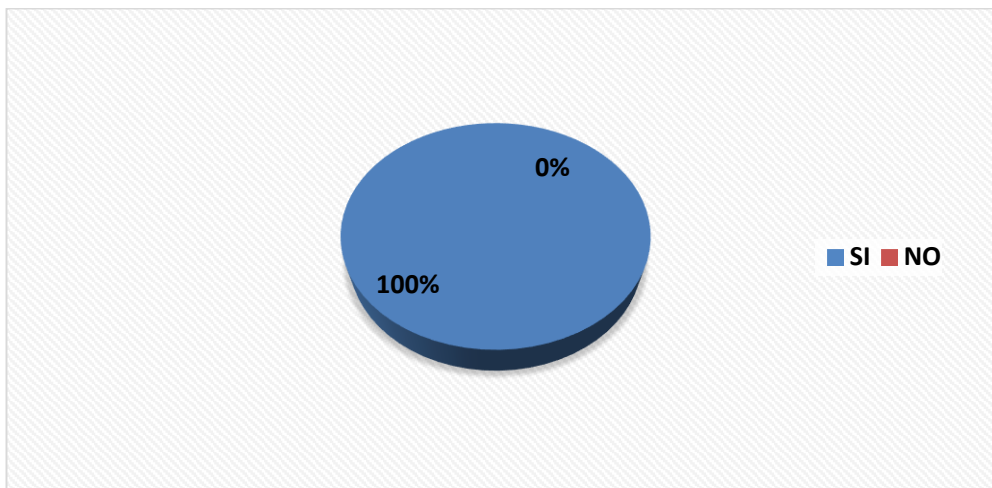


Figura 3. Espacio de instalación

El resultado de la pregunta 3 reflejó que el 100% de las 24 fincas encuestadas “SI” tiene espacio para la instalación de un biodigestor.

3.3.4. INSTALACIONES REEMPLAZADAS

La pregunta 4 fue ¿Qué instalaciones serán reemplazadas por la implementación de un biodigestor? Y tuvo tres opciones de respuesta: cocina, calefón u otro.

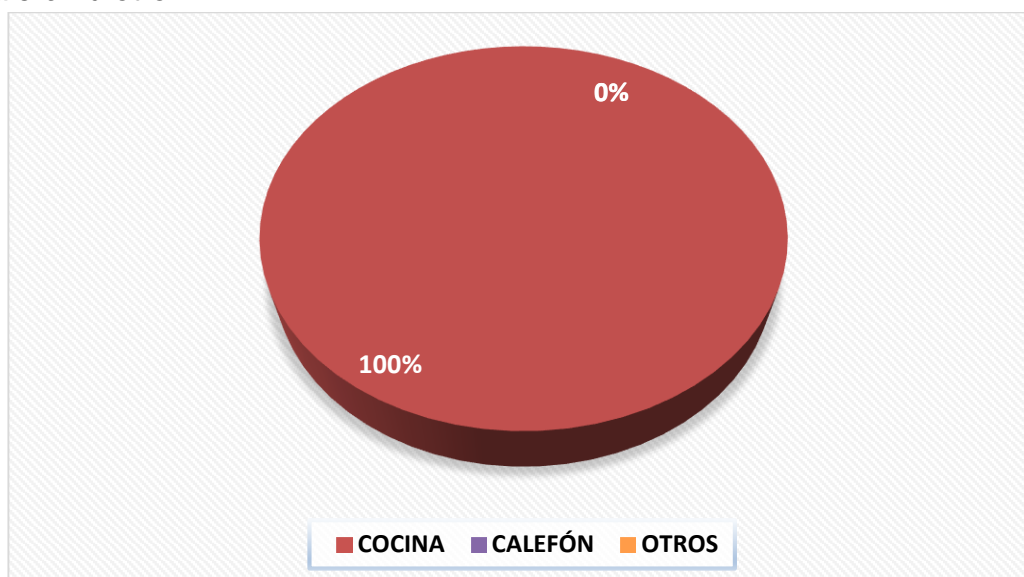


Figura 4. Instalaciones reemplazadas

El resultado de la pregunta 4 fue que la “COCINA” con el 100% es el principal afectado con la instalación de un biodigestor en las 24 fincas encuestadas.

3.3.5. FACILIDAD PARA ADQUIRIR GAS

La pregunta 5 fue, ¿Tiene facilidad para adquirir gas? Y las opciones de respuesta fueron sí y no.

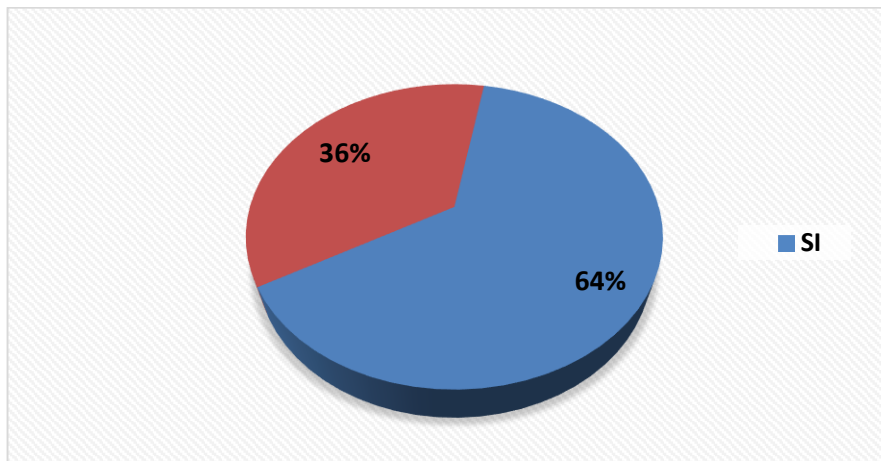


Figura 5. Facilidad para adquirir gas

El resultado de la pregunta 5 fue que el 64% de las 24 fincas encuestadas “SÍ” tiene facilidad para adquirir gas, y el 36% de las 24 fincas encuestadas “NO” tiene facilidad para adquirir gas.

3.3.6. LUGAR DE DEPÓSITO DE LOS DESECHOS

La pregunta 6 fue ¿indique en qué lugares usted realiza el depósito de desechos? Y tuvo 4 opciones de respuesta que fueron: sembrío, letrina, pozo ciego y otro

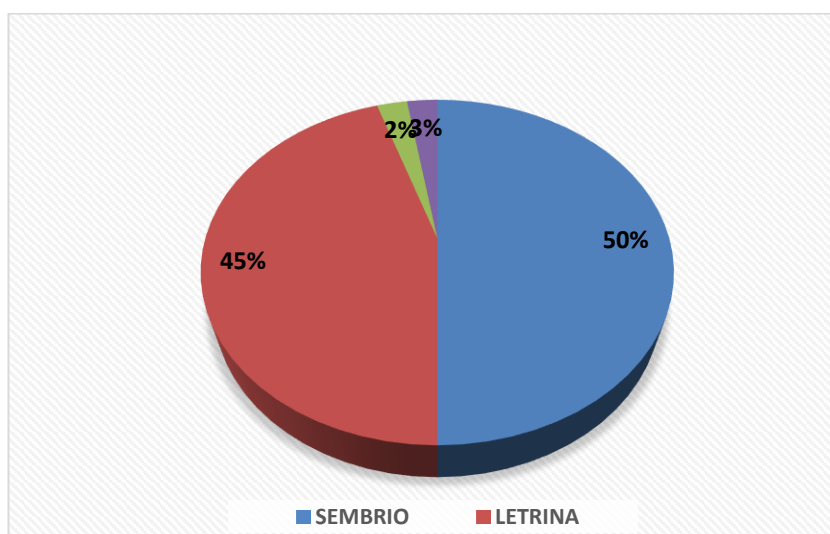


Figura 6. Depósito de desechos

El resultado de la pregunta 6, manifiesta que en un 50% los desechos son depositados en los sembríos, un 45% son depositados en letrinas, un 3% otros y el 2% son depositados en pozos ciegos.

3.3.7. DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La pregunta 7 fue, ¿Dispone usted de energía eléctrica? Y tuvo 2 opciones de respuesta: sí y no.

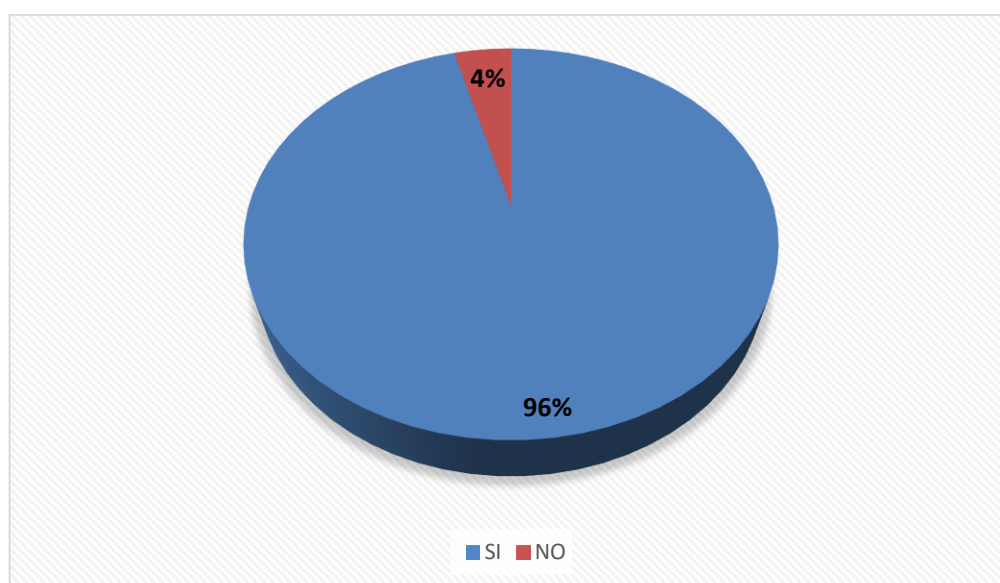


Figura 7. Disponibilidad de energía eléctrica

El resultado de la pregunta 7 fue que el 96% de las 24 fincas encuestadas “SÍ” tiene energía eléctrica, mientras que el 4% de las 24 fincas encuestadas “NO” tiene disponibilidad de energía eléctrica.

3.4. CUANTIFICACIÓN DE LOS DESECHOS PRODUCIDOS A TRAVÉS DE PESAJE.

Se cuantificó la cantidad de residuos sólidos que produce el Camal semanalmente, tomando en cuenta el faenamiento de 4 a 6 cabezas de ganado vacuno, a través del pesaje, utilizando una balanza analógica, obteniendo los siguientes resultados (ver tabla 3):

Tabla 3. Cuantificación de los desechos orgánicos del Camal

Peso de los desechos (kg) por semana	Peso en 4 meses (kg)
826,03	3304,12

3.5 ANÁLISIS DE LIXIVIADOS QUE PRODUCE LA CAJA DE REVISIÓN

Para la caracterización del lixiviado se tomaron tres muestras en envases de vidrio previamente esterilizados (ver anexo 4), el análisis se realizó en los laboratorios de la Universidad UTE, con el objetivo de obtener los siguientes parámetros:

Tabla 4. Resultados de pH de las muestras (250 ml)

Muestra	pH
1	7,9
2	7,9
3	7,9

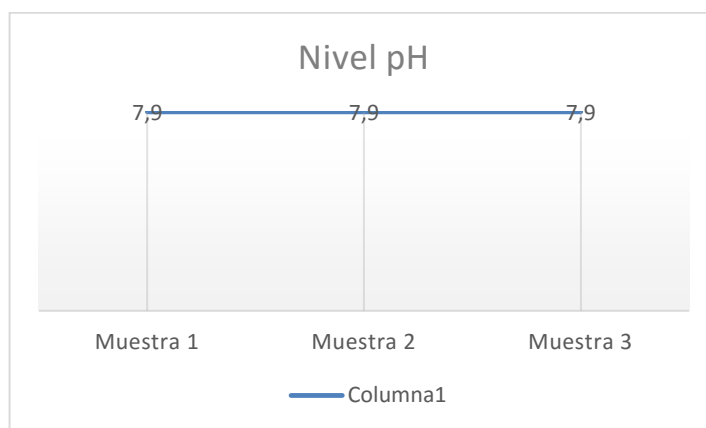


Figura 8. Nivel de pH

La figura 8 demuestra que los niveles de pH se mantienen en las 3 muestras de lixiviados analizados.

El pH 7,9 es óptimo para el proceso anaeróbico ya que permite la degradación de materia orgánica que alimentara al biodigestor. Si el pH es menor a 6 este no se degrada y si es mayor a 8 presenta dificultad para degradarse tornándose ácido.

Tabla 5. Resultados de conductividad de las muestras (250 ml)

Muestra	Conductividad mS/cm (milisimens por centímetro)
1	2.76 mS/cm
2	3.15 mS/cm
3	3.21 mS/cm

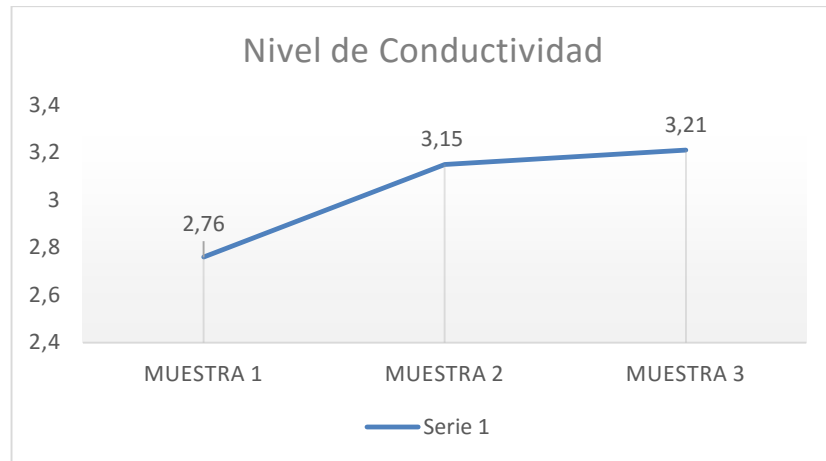


Figura 9. Nivel de conductividad.

La figura 9 expresa que las muestras analizadas tenían un rango de 2.76 a 3.21 mS/cm (milisiemens por centímetro) demostrando que el nivel de conductividad es pequeño, esto se debe a que los residuos productos del faenamiento son viseras, sangre, heces fecales y contenido gastrointestinal que no cuentan con la presencia de metales o iones, por lo que la conductividad no interviene en el proceso anaerobio.

Tabla 6. Resultados de turbidez de las muestras (250 ml)

Muestra	Turbidez ntu
1	50.6 ntu
2	59.1 ntu
3	63.2 ntu

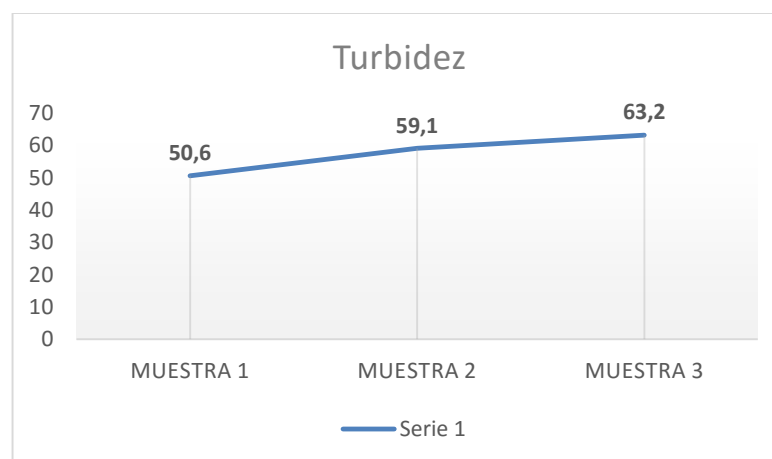


Figura 10. Nivel de turbidez.

En la figura 10 tenemos que la turbidez de las muestras tiene un rango de 50.6 a 63.2 ntu (unidad de medición de turbidez), indica la presencia de residuos sólidos en la mezcla, que son importantes para el proceso anaerobio y al descomponerse en interior del biodigestor generan biogás.

Tabla 7. Resultados de temperatura de las muestras (250 ml)

Muestra	Turbidez °C
1	12.15 °C
2	12.62 °C
3	13.1 °C

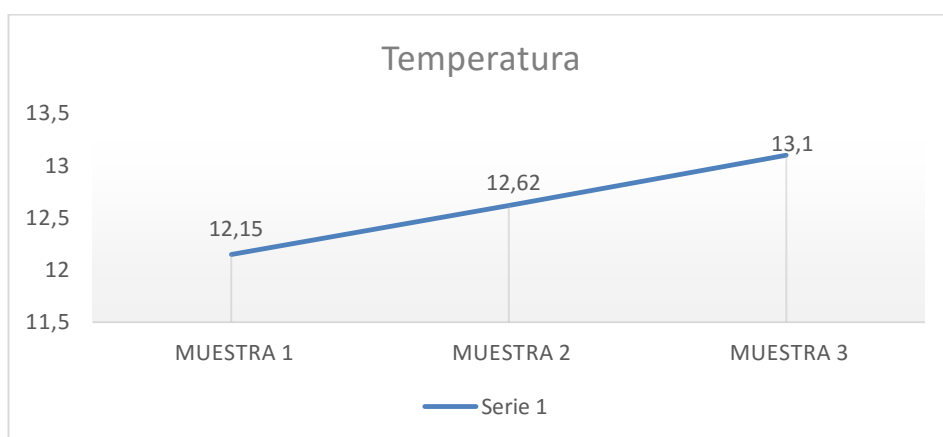


Figura 11. Nivel de temperatura

En la figura 11 la temperatura de las muestras tiene un rango 12.15 °C a 13.1 °C. El resultado demuestra una óptima temperatura para el proceso anaerobio del biodigestor.

Tabla 8. Resultados Demanda Química de Oxígeno del lixiviado, muestra 1, 2 y 3 (cada muestra 250 ml)

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	
Sector Camal de la parroquia de Pacto. DQO	
1	582 mg/l
2	596 mg/l
3	601 mg/l

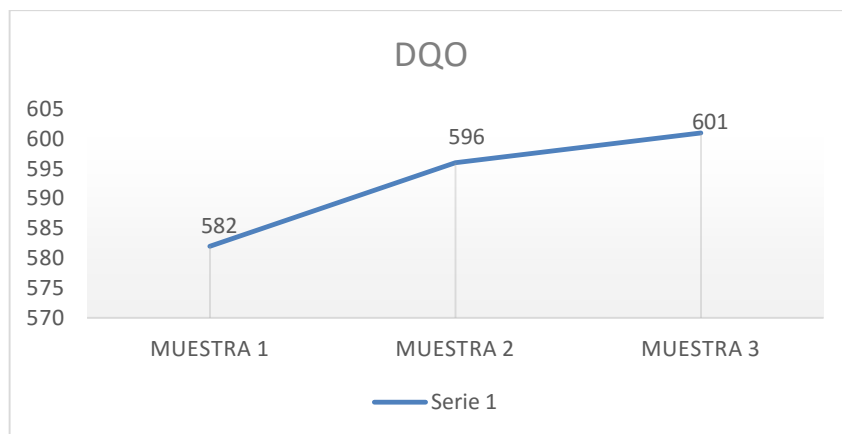


Figura 12. Demanda química de oxígeno

En la figura 12 la demanda química de oxígeno de las muestras va en ascenso desde el 582 mg/l hasta 601 mg/l, generando un incumplimiento con el TULAS

Tabla 9. Resultados Demanda Biológica de Oxígeno del lixiviado, muestra 1, 2 y 3 (cada muestra 250 ml)

DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	
Sector Camal de la parroquia de Pacto	
DBO 1	20 mg/l
DBO 2	3.9 mg/l
DBO 3	307 mg/l

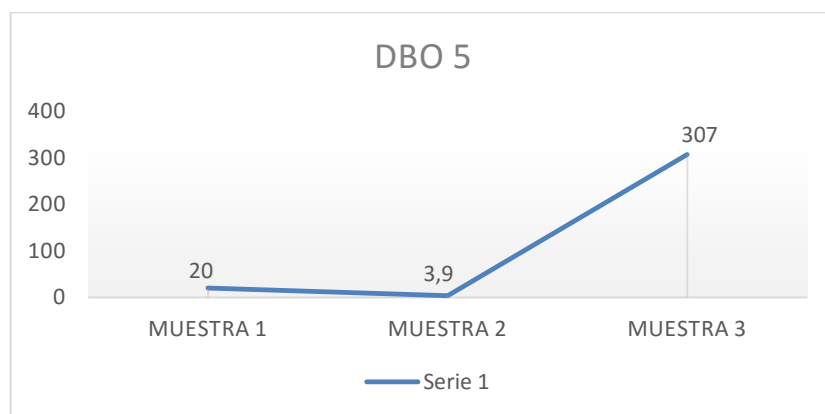


Figura 13. Demanda biológica de oxígeno

En la figura 13 tenemos que en la muestra 1 el DBO5 es de 20 mg/l, mientras que en la muestra 2 tiene un descendimiento considerable a 3.9 mg/l y para finalizar en la muestra 3 asciende a 307 mg/l, con ello podemos concluir que la contaminación al entorno del camal es alta incumpliendo con el TULAS.

Pero con la implementación de un biodigestor el DBO es óptimo para producir biogás.

Tabla 10. Resultados Coliformes totales del lixiviado, muestra 1(250 ml)

Coliformes Totales				
Diluciones	Placa 1	Placa 2	Promedio	UFC/ml
10 ⁻¹	>300	>300	-	-
10 ⁻²	197	206	202	202 x 10 ²
10 ⁻³	76	251	164	164 x 10 ³
10 ⁻⁴	11	33	22	22 x 10 ⁴
10 ⁻⁵	46	226	136	136 x 10 ⁵
10 ⁻⁶	11	31	21	21 x 10 ⁶
10 ⁻⁷	26	86	56	56 x 10 ⁷
10 ⁻⁸	292	95	194	194 x 10 ⁸
10 ⁻⁹	84	115	100	100 x 10 ⁹

El resultado demuestra que la dilución 10⁻⁶ (tabla 10) tiene 21 colonias promedio, siendo la Unidad Formadora de Colonia (UFC) por mililitro de 21 x 10⁶, este dato refleja que existe una buena cantidad de colonias de Coliformes Totales para el proceso anaerobio y la generación de biogás. Se toma el valor pequeño para identificar las colonias reales de Coliformes Totales; tomando el promedio alto de colonias existe una dificultad en la identificación de Coliformes Totales que sean reales.

Tabla 11. Resultados Coliformes fecales del lixiviado, muestra 1(250 ml)

Coliformes Fecales		
Diluciones	Placa 1	UFC/ml
10 ⁻¹	71	71 x 10 ¹
10 ⁻²	6	-
10 ⁻³	2	-
10 ⁻⁴	0	-
10 ⁻⁵	0	-

El resultado de Coliformes Fecales demuestra que en la dilución 10⁻¹(tabla11) existe un total de 71 colonias, siendo la Unidad Formadora de Colonia (UFC) por mililitro de 71x10¹, este dato refleja una buena presencia de colonias de Coliformes Fecales para el proceso anaerobio y la generación de biogás. La presencia mínima o máxima de Coliformes fecales ya aportan en el proceso anaerobio.

Se realizó el análisis de los Coliformes totales y fecales debido a que la descarga de la vivienda donde se encuentra la familia que cuida las instalaciones del camal, descargaba sus aguas residuales grises y negras en forma conjunta con las del camal.

Los resultados de los análisis realizados al lixiviado que era vertido a la quebrada del Camal de Pacto, estableció que no cumple con la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluente: recurso agua, del TULAS, Libro VI, Anexo 1, por lo cual no debería ser descargado el lixiviado a la quebrada, se pueden observar en el anexo 6.

3.6 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LA MUESTRA DE GAS

Para la muestra de gas se realizó una cromatografía de gases en la Escuela Politécnica Nacional, para la determinación de los siguientes parámetros (ver tabla 12):

Tabla 12. Resultados cromatografía del gas producido en la caja de acumulación

Nombre	Componente	% Peso	%Moles
Nitrógeno	N ₂	88.29	89.29
Oxígeno	O ₂	10.38	9.19
Metano	CH ₄	0.02	0.04
Dióxido de Carbono	CO ₂	0.34	0.22
Agua	H ₂ O	0.53	0.83
Ácido sulfúrico	H ₂ S	<0.001	<0.001
Monóxido de Carbono	CO	0.43	0.44
	TOTAL	100	100

Los resultados obtenidos de la cromatografía del biogás realizado en la Escuela Politécnica Nacional, se establece que existe 88.29% en peso de nitrógeno, 10.38% en peso de oxígeno, y 0.02% en peso de metano, esto debido que la caja de acumulación donde se tomó la muestra no era hermética.

3.7 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL BIODIGESTOR

Para el diseño de biodigestor es necesario realizar los siguientes cálculos:

3.7.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA CAJA DE ACUMULACIÓN

Tabla 13. Medidas de la caja de acumulación

Áreas de Almacenamiento de Desechos	
Ancho	1.74 m
Largo	12.08 m
Profundidad	1.82 m

$$Volumen = A \times L \times P$$

[1]

$$Volumen = 1.74 \times 12.08 \times 1.82$$

$$Volumen = 38.25 \text{ m}^3$$

El volumen corresponde a la caja de acumulación existente para instalar el biodigestor su infraestructura mantiene la temperatura y otorga protección a la salchicha.

3.7.2. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

Tabla 14. Datos obtenidos en campo

Desechos orgánicos por semanal (kg)	826,03
Temperatura	24 °C
Tiempo de retención	30 días

Tabla 15. Dimensiones del biodigestor.

Dimensiones del biodigestor	m
Alto	1.50
Ancho	1.60
Largo del cilindro	10.50
Radio de la semiesfera	0,80
Total largo del modelo salchicha	11.50

3.7.3 CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL DEL BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA

$$V_B = V_c + 2 \cdot V_s \quad [2]$$

$$V_B = 21.11 + 2 \cdot (1,07)$$

$$V_B = 23,25 \text{ m}^3$$

3.7.3.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL CILINDRO

[3]

$$V_c = \pi r^2 l$$

$$V_c = \pi(0.8)^2 \cdot 10,50$$

$$V_c = 21.11 \text{ m}^3$$

3.7.3.2. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LAS SEMIESFERAS

$$V_s = \frac{2\pi \cdot r^3}{3} \quad [4]$$

$$V_s = \frac{2\pi \cdot (0.8)^3}{3}$$

$$V_s = 1,07 \text{ m}^3$$

3.7.4. CÁLCULO DE MEZCLA DE CARGA SEMANAL

La relación estiércol agua es 1:3 de acuerdo al tipo de desechos, en este caso en particular ganado.

$$V_{CS} = CE + (3 \text{ H}_2\text{O litros} \times CE) \quad [5]$$

$$V_{CS} = 826,03 \text{ Kg} + 3 \times (826,03) \frac{l}{\text{Kg}}$$

$$V_{CS} = 3304,12 \text{ l}$$

$$V_{CS} = 3,30 \text{ m}^3$$

3.7.5. CALCULO DEL CAUDAL

El promedio del tiempo fue de 23,89 s

El volumen es 20 litros ($0,02\text{m}^3$)

$$Q = \frac{V}{\Delta t} \quad [6]$$

$$Q = \frac{0,02\text{m}^3}{23,89\text{s}}$$

$$Q = 8,3 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

3.7.6. CÁLCULO DEL VOLUMEN PARA EL ESPACIO SÓLIDO Y LÍQUIDO

$$V_{sl} = V_B * 75\% \quad [7]$$

$$V_{sl} = 23,25 \text{ m}^3 * 0.75$$

$$V_{sl} = 17,43 \text{ m}^3$$

3.7.7. CÁLCULO DEL VOLUMEN REAL DEL BIOGÁS

$$V_g = V_B * 25\% \quad [8]$$

$$V_g = 23,25 \text{ m}^3 * 0.25$$

$$V_g = 5,81 \text{ m}^3$$

Tabla 16. Resumen de Cálculos

Volumen de la caja	$38,25 m^3$
Volumen del biodigestor	$23,25 m^3$
Volumen de la carga semanal	$3,30 m^3$
Caudal	$8,3 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$
Volumen que ocupa la carga (sólido y líquido)	$17,43 m^3$
Volumen real del gas	$5,81 m^3$

El volumen de la caja de acumulación es de $38,25m^3$, que va alojar un biodigestor de $23,25m^3$, para que este funcione semanalmente ingresa una carga 1:3 de sólidos y líquidos de $3,30 m^3$, con un caudal de $8,3 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$, que cubre el 75% de espacio de mezcla solido-liquido cuyo volumen es $17,43m^3$, mientras que el 25% restante será el espacio para el biogás con $5,81m^3$.

3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la implementación del biodigestor tuvo dos fuentes de financiamiento, una el proyecto de Vinculación “INTERVENCIÓN INTEGRAL EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DE RIESGOS NATURALES EN LA PARROQUIA DE PACTO CÓDIGO Q-UACII-SP-2016-1” de la FCII UTE, con un presupuesto de 2.000 dólares americanos, para compra de materiales, la segunda recursos propios para la adecuación de la caja de acumulación de 1000\$ que comprende materiales y mano de obra.

Además, participaron estudiantes de las carreras de Ingeniería en Petróleos y Ambiental; el gasto realizado en la implementación fue cubierto por la UTE valorado aproximadamente en 700\$ americanos, por la jornada de trabajo cumplida.

Tabla 17. Costos de implementación del biodigestor

COSTOS UTE	2000\$
APORTACIÓN PERSONAL	1000\$
GASTOS DE INSTALACIÓN /DÍA	700\$
TOTAL	3700\$

3.9. IMPLEMENTACIÓN DEL BIODIGESTOR

3.9.1 PREPARACIÓN DEL PLÁSTICO

Se extendió el plástico de polietileno para ser recortado de acuerdo a las dimensiones requeridas, una vez que el plástico transparente y negro estén listos con las dimensiones necesarias, se introdujo la bolsa transparente dentro de la otra, para el efecto dos personas sostuvieron los extremos de la bolsa mientras que otra se introdujo con la segunda bolsa hasta salir por el otro extremo. Es recomendable que las dos bolsas se encuentren empataadas longitudinalmente. (Ver figura 14)



Figura 14. Preparación del plástico

3.9.2. INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA DE SALIDA DE BIOGÁS

Se usó un “pasamuros” $\frac{1}{2}$ pulgada y se necesitó una hendidura de 1 cm de diámetro, se encontraba a 40 cm de la tubería de entrada. La brida se instaló por capas, se introdujo el dispositivo desde el interior acompañado de una goma de sujeción y un pedazo de caucho tanto por dentro y fuera para poder ajustar el plástico. (Ver figura 15)



Figura 15. Instalación de la válvula de gas

3.9.3. INSTALACIÓN DE LA MANGUERA Y VÁLVULA DE SALIDA

La válvula de bola permitió controlar la salida del biogás hacia una válvula de seguridad, que fue construida con una botella de plástico reciclada, llena de agua, con una abertura lateral de 5 cm, y colocando un tubo adicional para el paso de gas hacia un contacto con el agua. (Ver figura 16)



Figura 16. Instalación de la válvula salida

3.9.4. INSTALACIÓN DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA

La longitud de tubos oscila entre 1 y 1.20 m de largo y un diámetro de 6 pulgadas, fue necesario lijar para eliminar los filamentos del corte, en cada uno de los extremos se colocará los tubos, estos debían ir 65 cm dentro de la

bolsa, se los sujetó con cintas de caucho (sacadas de llantas viejas de un auto), sin dejar hendiduras con el fin de evitar el ingreso de oxígeno. (Ver figura 17)



Figura 17. Entrada y salida de materia orgánica

3.9.5. TRASLADO DEL BIODIGESTOR A LA CAJA DE ACUMULACIÓN

En la caja de acumulación fue colocada una base de plástico para proteger al biodigestor. El biodigestor fue colocado con cuidado procurando que la inclinación de la entrada y salida tenga una caída de 20 cm para que, al llenar el biodigestor con la mezcla, buena parte de ambos tubos queden cubierto obteniendo un sello que no permita el paso de oxígeno. (Ver figura 18)



Figura 18. Traslado del biodigestor a la caja de acumulación

3.9.6.INFLADO DEL BIODIGESTOR

El inflado se hizo con un compresor, posteriormente se introdujo la carga de estiércol correspondiente. La segunda carga respetando una equivalencia de 1:3 primera carga; uno de agua por 3 de estiércol. A los 15 días de su instalación se procedió a verificar que no existan fugas y se solucionó cualquier tipo de inconvenientes presentes. (Ver figura 19)



Figura 19. Inflado del biodigestor

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

El diseño del biodigestor de flujo semicontinuo “Tipo Salchicha” tendrá un 75% de capacidad para albergar los residuos sólidos-líquidos con una relación 1:3 que realizaron el proceso anaerobio, lo cual producirá biogás que será almacenado en el 25% del espacio del biodigestor.

Se diagnosticó mediante visitas de campo y encuestas que la disposición final de residuos en el camal antes de la instalación del biodigestor era incorrecta generando una contaminación al ecosistema; con la implementación del biodigestor de Flujo semicontinuo tipo salchicha, se mejoró la disposición final de estos residuos generando biogás y biol que son energías alternativas limpias que no contaminan al ambiente.

El biodigestor diseñado genera energía limpia que reemplaza el uso de combustibles fósiles que son fuentes principales de contaminación, el volumen de biogás generado por el biodigestor de flujo semicontinuo en forma de salchicha es $5,81 m^3$, un tanque de gas doméstico tiene un volumen de $0,53 m^3$, el camal empleaba 3 cilindros domésticos en cada faenamiento con el biodigestor el beneficio 4,2 veces aproximadamente usando este mecanismo de tecnología alternativa limpia.

El biodigestor implementado tiene un tiempo de vida útil de 15 a 20 años para la generación de biogás, cuenta con su propia fuente de alimentación, es una energía alternativa de bajo costo y de mantenimiento fácil y tiene alta eficiencia en el funcionamiento.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las autoridades del GAD parroquial de Pacto adecuen la tubería de recolección de materia con una inclinación de 45 grados, para que el biodigestor pueda ser abastecido de mejor forma, evitando así el ingreso excesivo de líquidos que impedirán el correcto funcionamiento del biodigestor.

Es indispensable elaborar un manual de buen uso y funcionamiento del biodigestor para darle mantenimiento y evitar que este llegue a tener falencias en su funcionamiento.

Evaluar la calidad de biol y materia orgánica tratados en el proceso anaerobio para utilizarlo como abono en los cultivos.

Se recomienda que dos personas se hagan cargo del mantenimiento y seguimiento del biodigestor, para evitar una mala manipulación de externos que provoquen falencias en el funcionamiento a futuro.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- Besel, S., (2007), *Biomasa Digestores anaerobios.*, Madrid-España., Idea Editorial. Pp. 7-10. E Book
http://www.idae.es/index_Biomasa_digestores.pdf.
- Campos, B. (2011). *Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino.* *Revista ciencias técnicas agropecuarias.* 20 (2), pg. 37-40
- Chávez, L.M. (2012). *Uso de los desechos de camal (Contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de Compost con la utilización de diferentes sustratos.* Escuela politécnica del ejército departamental de ciencias de la vida. Ecuador.
- Chungandro Nacaza, Klever y Manitio Cahuatijo, (2010) Guido. *Diseño y construcción de un Biodigestor para pequeñas y medianas granjas.* Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Mecánica. 149 p
- Diana, G., Y OTROS. (2010), *Experiencia Biodigestores, tecnología limpia para mitigar el cambio climático.*, Colombia. Pp. 35-37. E Book
<http://www.hidrotanques.com>
- Díaz Piñón, M. 2010. *Como Evaluar los Digestores de Biogás.* Energía y Tú, pág. 29.
- Food Administration Organization (FAO). (2011). *Manual de biogás.* Recuperado de [http:// www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf](http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf) (Octubre, 2018).
- Herrero, M., *Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares.*, La Paz- Bolivia., 2008., Pp. 3-26. E Book
<http://grecdh.upc.edu/publicacions/documents.pdf>.
- Mantilla, J., Duque, C. y Galeano, C. (2007). *Diseño y estudio económico preliminar de una planta productora de biogás utilizando residuos orgánicos de ganado vacuno.* *Revista ingeniería e investigación,* 27 (3), 133-141.

- Marti, J. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y Manual de instalación*. Recuperado de www.bivica.org/upload/biodigestores-familiares.pdf (Septiembre, 2018)
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE. (TULSMA)*. Recuperado de: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA++R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9ec-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>(Agosto,2018)
- Mora, G. (s.f.). *Parroquias del Noroccidente*. Obtenido de <http://gvillacism.blogspot.com/>
- Nombres Geográficos. (s.f.). *Obtenido de Pacto: Ecuador:* https://geografiainfo.es/nombres_geograficos/name.php?uni=-1377730&fid=1579&c=ecuador
- Ocaña, J. (2011). *Biodigestor de laboratorio (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico no publicado)*. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España.
- Pacto, G. P. (s.f.). GAD. *Parroquial Pacto*. Obtenido de <http://www.pacto.gob.ec/>
- Rogueiro, L., Carballa, M., Alvarez, J, y Lema, J. (2012). Enhanced methane production from pig manure anaerobic digestion using fish and biodiesel wastes as co-substrates. *Bioresource technology*, 123, 507-513.
- Rolando C., ELBA V., *Identificación Y Clasificación De Los Distintos Tipos De Biomasa Disponibles En Chile Para La Generación De Biogás., Escuela de Ingeniería Bioquímica. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso., Santiago de Chile., 2009., Pp. 16-18. E Book* <http://www2.gtz.de/dokumente/gut/gtz2008-es-tipos-biomasa-disponible.pdf>
- Servergrove. (s.f.). *Coordenadas geográficas en Google Maps*. Obtenido de <http://www.coordenadas-gps.com/>
- Sinmiedosec. (s.f.). *Parroquia de Pacto*, Obtenido de <http://sinmiedosec.com/parroquias-urbanas-y-rurales-de-quito/>
- Toscano, T. (s.f.). *Diseño de un biodigestor anaeróbico para la obtención de biogás a partir de la excretas de ganado vacuno en el rancho Guadalupe*, en el cantón Mocha, provincia de Tungurahua en el año 2015. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.


Universidad UTE (2017). Proyecto de Vinculación Intervención Integral en Gestión Ambiental y de Riesgos Naturales en la Parroquia de Pacto. Quito. UTE

Vega Arquino, Jhon, (2015). *Diseño, construcción y evaluación de un biodigestor semicontinuo para la generación de biogás con la fermentación anaeróbica del estiércol de cuy y de conejo para la institución educativa privada cristiana Bereshi*. Trabajo de grado Ingeniero en Energía. Chimbote. Perú: Universidad Nacional del Santa. Facultad de Ingeniería.

6. ANEXOS

6. ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTAS

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS		
DATOS GENERALES			
NOMBRE DE LA PROPIEDAD			
Ubicación de la Propiedad			
Nombre Del Propietario			
Número Telefónico			
Correo Electrónico			
Dirección Domiciliaria			
Coordenadas			
DATOS DE LA PROPIEDAD			
TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS			
ANIMALES		VEGETALES	
SELECCIONE EL TIPO DE GANADO			
Vacuno		Caprino	
Ovino		Equino	
Porcino		Avicultura	
* (Marque con una X el tipo de ganado, y especifique la cantidad de ganado que posea en su propiedad)			
SEMBRÍOS			
* (Indique y especifique la cantidad en hectáreas de los sembríos que posea en su propiedad)			
CANTIDAD DE DESECHOS (Kg)/día			
DESECHOS DE GANADO			
DESECHOS DE SEMBRÍOS			



- ¿Disponen de 200 m² mínimos de área para la instalación del BIODIGESTOR?

SI___ NO___

- ¿Estarían dispuestos a invertir \$150 (dólares) para la instalación del BIODIGESTOR?

SI___ NO___

- ¿Está dispuesto a aportar con la mano de obra para la instalación del BIODIGESTOR?

SI___ NO___

- ¿Qué artefactos dispone usted que trabajen con gas?

Cocina___

Calefón___

Otros (Especifique) _____

- ¿Con qué frecuencia compra usted el gas?

15___ 30___ 45___ 60___ días.

- ¿Tiene usted facilidad para la adquisición del gas?

SI___ NO___

- Indique en qué lugares usted realiza el depósito de desechos.

Letrina___

Río___

Pozo ciego___

Sembríos___

Otros (Especifique) _____


- ¿Dispone usted de energía eléctrica?

SI___ NO___

ANEXO 2. TOMA DE MUESTRA DEL GAS CON EL CANISTER



ANEXO 3. RESULTADOS CROMATOGRAFÍA DE GASES



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL

REPORTE DE ANÁLISIS LAI-017-044
 OT. 5428

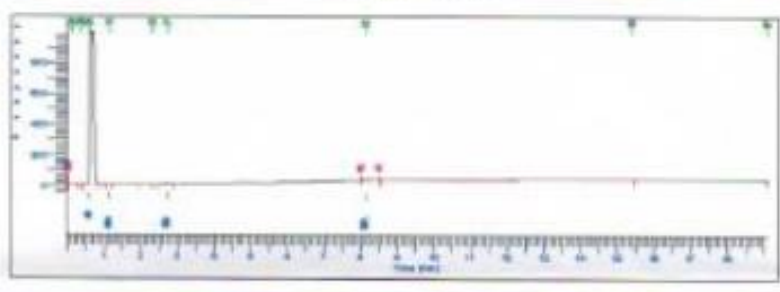
PARÁMETROS DE LA MUESTRA			
Cliente	UTE		
Muestra	Muestra de biogas		
Fecha de recepción de la muestra	10/10/2017	Fecha de entrega del informe	12/10/2017
Observaciones	El laboratorio no se responsabiliza por la toma ni almacenamiento de la muestra antes de llegar a las instalaciones de la Institución		


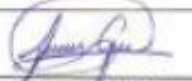
CONDICIONES DE TRABAJO			
Temperatura (°C)	50	Norma de referencia	ASTM D 1945-03 (2010)

RESULTADOS			
COMPOSICIÓN		% Peso	% Moles
COMPOSICIÓN	Nitrogeno	88.29	89.29
	Oxigeno	10.38	9.19
	Metano	0.02	0.04
	CO2	0.34	0.22
	Agua	0.53	0.83
	H2S	<0.001	<0.001
	CO	0.43	0.44
	Total	100.00	100.00

PROPIEDADES		% Peso	% Moles
PROPIEDADES	Densidad relativa		0.98
	Peso molecular promedio [g/mol]		28.19
	Poder calorífico superior [Btu/pie ³] _{25°C}		0.42
	Poder calorífico inferior [Btu/pie ³] _{25°C}		0.38

CROMATOGRAMA



 Ing. Lucia Montenegro Jefe de Laboratorio de Análisis Instrumental	 Ing. Gabriela Pérez Especialista en técnicas de Análisis Químico
---	--

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
 QUITO - Ecuador

ANEXO 4. TOMA DE MUESTRAS DEL LIXIVIADO



ANEXO 5. RESULTADOS ANÁLISIS DEL LIXIVIADO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS



Muestra 1	
Sector Camal de la parroquia de Pacto	
DBO	20 (mg/l)
DBO	3.9 (mg/l)
DBO	307 (mg/l)
DBO	-43.0 (mg/l)

**LABORATORIO
AGUA Y SUELOS
REVISADO**

Matriz: Ambiente s/s y Buzón
Teléfono: (593) 2 299-0800
Correo: info@ute.edu.ec
Campus: Occidental Av. Antonio Soto y Marín de Jesús
Universidad Tecnológica Equinoccial

ANEXO 6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS



1. RESULTADOS OBTENIDOS

Análisis microbiológicos

Muestra 1				
Coliformes totales				
Diluciones	Placa 1	Placa 2	Promedio	UFC/ml
10^{-1}	>300	>300	-	-
10^{-2}	197	206	202	202×10^2
10^{-3}	76	251	164	164×10^3
10^{-4}	11	33	22	22×10^4
10^{-5}	46	226	136	136×10^5
10^{-6}	11	31	21	21×10^6
10^{-7}	26	85	56	56×10^7
10^{-8}	292	95	194	194×10^8
10^{-9}	84	115	100	100×10^9

Muestra 1		
Coliformes fecales		
Diluciones	Placa 1	UFC/ml
10^{-1}	71	71×10^1
10^{-2}	6	-
10^{-3}	2	-
10^{-4}	0	-
10^{-5}	0	-

LABORATORIO DE
MICROBIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS

Medio: Selenio Fenantol 200g/l
Teléfono: (051) 2 208 0202
Correo: info@ute.edu.ec
Calle 6 de Agosto s/n, Yumburaquí, Pichincha, Ecuador
f Universidad Tecnológica Equinoccial t @ute.edu.ec



ANEXO 7. TABLAS DE MATERIALES

A continuación se enumera los materiales necesarios para la construcción e instalación del biodigestor, la proforma se encuentra adjunta en el anexo 9, algunos de los materiales no se puede adquirir en Kywi.

Tabla 18. Materiales de las conexiones de entra y salida

Cantidad	Materiales	Tamaño
2	Codos de 45	6 pulg
4	Uniones	6 pulg
1	Codo 90	6 pulg
6	tubos de 3 m	6 pulg
2	Válvulas check	6 pulg
1	Válvula de bola	6 pulg

Tabla 19. Materiales de la salida del gas

Cantidad	Materiales	Tamaño
1	Pasamuros	1 pulg
1	Tee	1 pulg
1	Codo de 90°	1 pulg
1	Válvula de bola	1 pulg
4	Uniones	1 pulg
2	Tubos de 6 m	1 pulg

Tabla 20. Materiales del almacenamiento de biol

Cantidad	Materiales	Tamaño
1	Tanque de boca ancha con tapa	2500 l
1	Pasamuros	2 pulg
1	Válvula de compuerta	2 pulg
1	Neplo corrido	2 pulg

Tabla 21. Materiales para el filtro de H₂S

Cantidad	Materiales	Tamaño
3	Uniones	2 pulg
1	Bushin o brida	2 pulg a 1 pulg
1	Bushin o brida	2 pulg a ½ pulg
1	Neplo corrido	1 pulg
10 m	Manguera	¾ pulg
6	Abrazaderas	¾ pulg
1	Tubo de 6 m ros cable	2 pulg

Tabla 22. Materiales para la instalación del compresor

Cantidad	Materiales	Tamaño
1	Conector rápido tipo F	¾ pulg
2	Conectores rápidos tipo M	¾ pulg
1	Compresor 1 HP	1

Tabla 23. Materiales para la caseta del compresor y extensión de la tubería hasta la cocina

Cantidad	Materiales	Tamaño
8	Abrazaderas de manguera de gas	5/16 pulg
1	Válvula de bola	¼ pulg
60 m	Manguera gas reforzada	5/16 pulg
60 m	Tubo PVC	2 pulg
6	Codos de 90°	2 pulg
24	Uniones	2 pulg
60 m	Cable eléctrico protegido numero10	1
100	Bloques	100
1	Quintal cemento	1
4	Carretillas de arena	4
1	Arresta llamas	1
1	Plancha de zinc	4x4
1	Puerta metálica	1 m x 1m
2	Carretillas de ripio	2
2	Libras de clavos	3 pulg

Tabla 24. Materiales para la caseta del compresor y extensión de la tubería hasta la cocina

20	Clavos para Zinc	20
1	Candado	1
1	Enchufe	1
1	Cajetilla y tapa de cajetilla	1
1	Larguero de 4 cm x 2 de largo	1

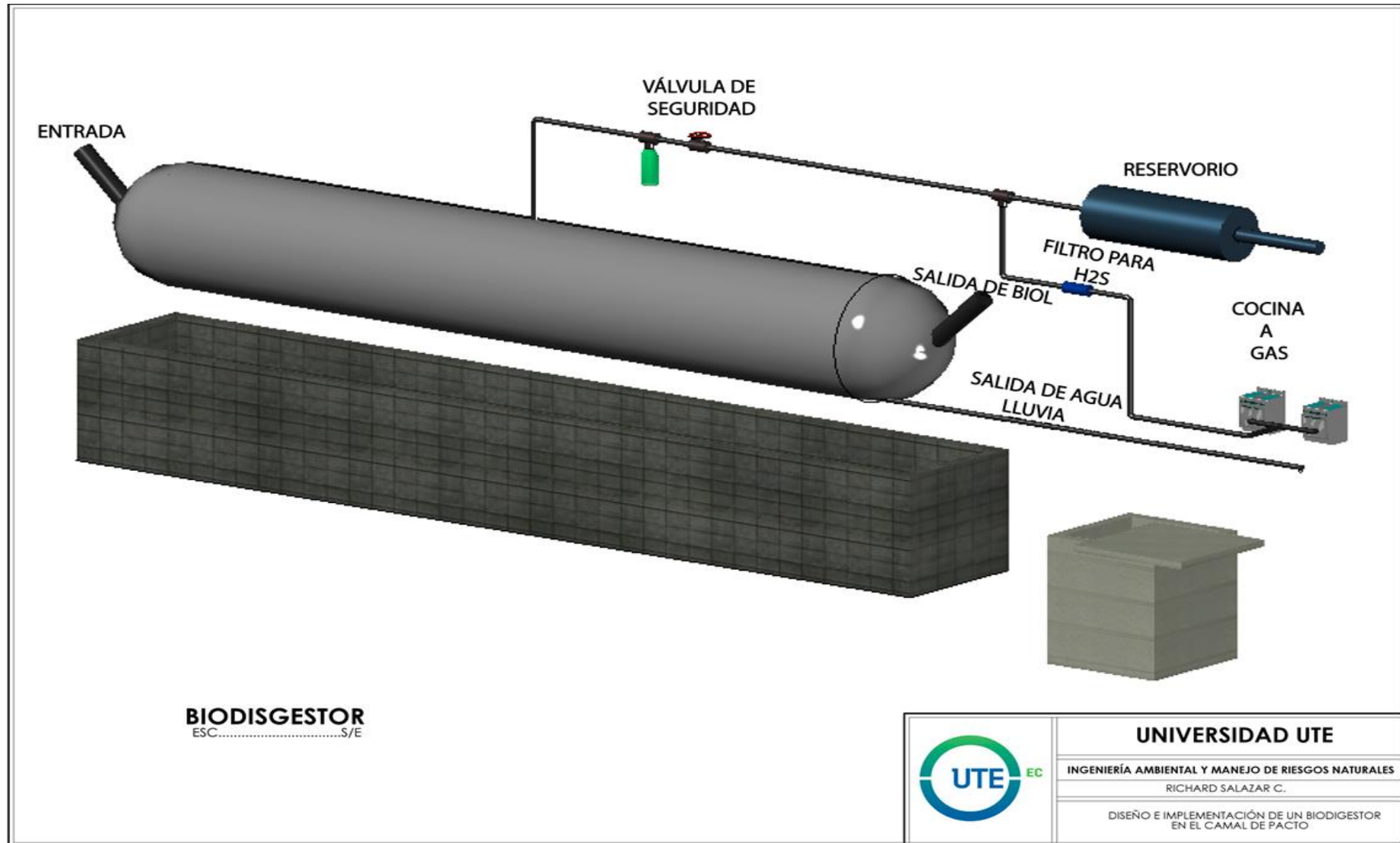
Tabla 25. Materiales para los soportes de las conexiones

Cantidad	Materiales	Tamaño
1 kg	Alambre galvanizado	1
5	Ángulos perforados 2 m (riel angular)	5
10	Tacos N10 con tornillos	10
20	Pernos	de ¼ por 1 con tuercas
40	Rodelas planas	¼
20	20 rodelas de presión	¼

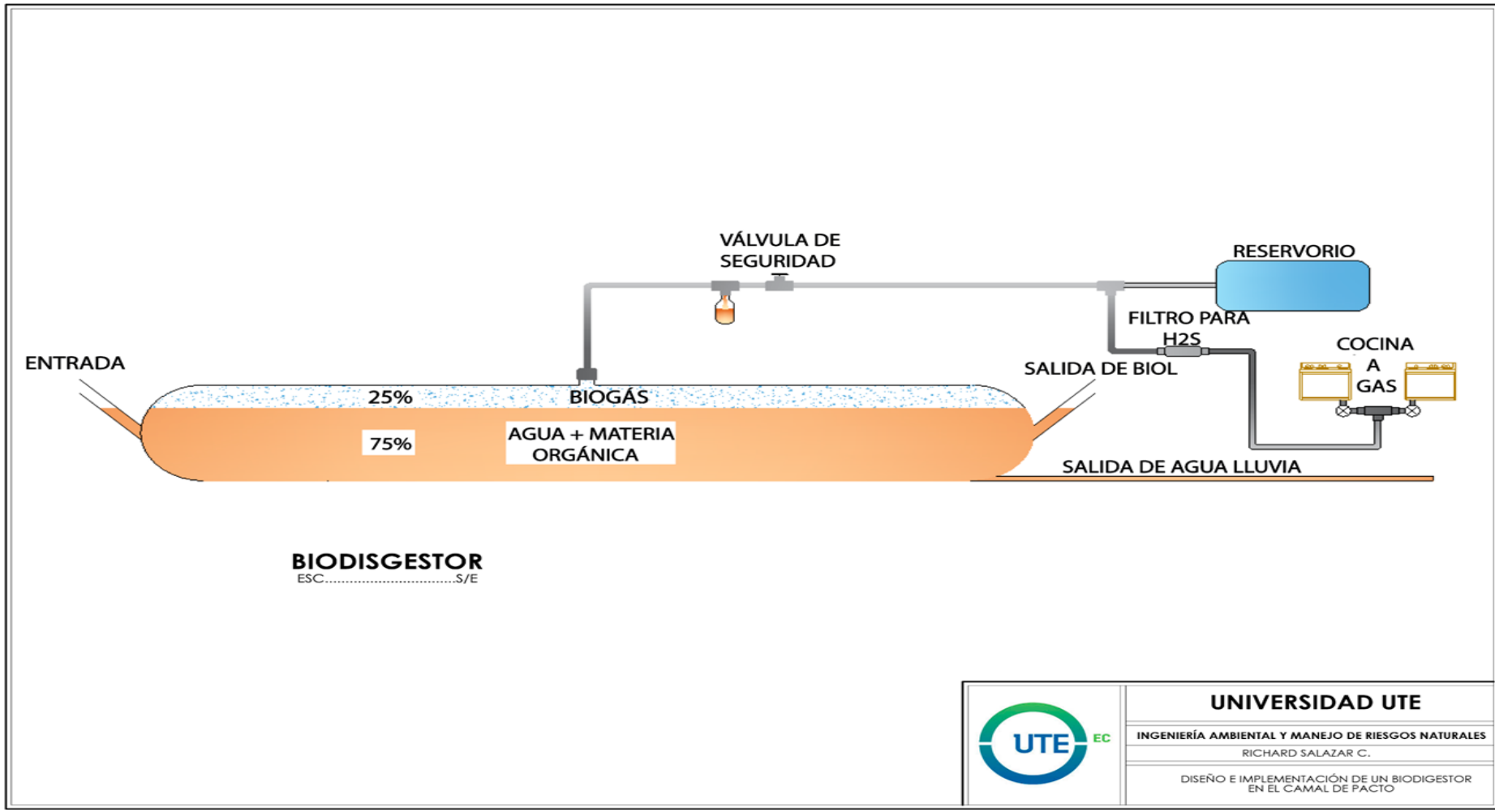
Tabla 26. Materiales para la construcción del biodigestor

Cantidad	Materiales	Tamaño
1	Tubo de silicona transparente	1
30 m	Plástico transparente	2 m de ancho
50 m	Plástico negro	2 m de ancho
2	Pega tubos PVC 946 CC	2
2	Limpiadores PVC 125 CC	2
3	Rollos teflón	3
1	Permatex pequeño	1
5	Señalética de seguridad	5

ANEXO 8. MODELO DEL BIODIGESTOR SEMICONTINUO

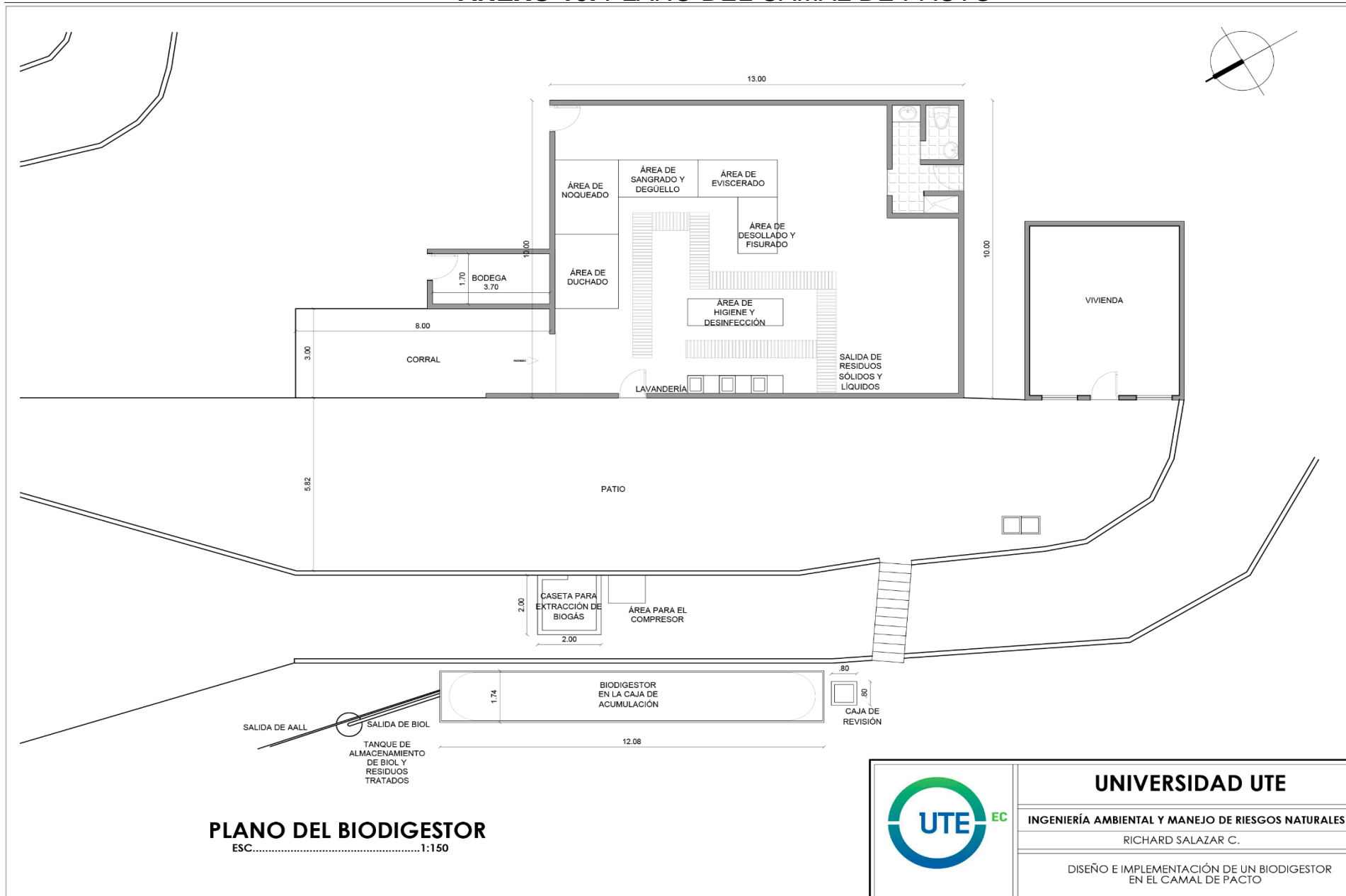


ANEXO 9. FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR DE FLUJO SEMICONTINUO TIPO SALCHICHA.



	UNIVERSIDAD UTE
	INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES
	RICHARD SALAZAR C.
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR EN EL CAMAL DE PACTO	

ANEXO 10. PLANO DEL CAMAL DE PACTO



PLANO DEL BIODIGESTOR
 ESC.....1:150



UNIVERSIDAD UTE

INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES

RICHARD SALAZAR C.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR
 EN EL CAMAL DE PACTO