



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN

Tema:

**“SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS BIODEGRADABLES
PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA FINCA ‘SAN JOSÉ’ DEL
CANTÓN SHUSHUFINDI”**

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

AUTOR: Víctor Hugo Vásquez Cepeda

TUTOR: Ing. Luis Morales

Ambato – Ecuador

Mayo 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación o titulación sobre el tema: “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS BIODEGRADABLES PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA FINCA ‘SAN JOSÉ’ DEL CANTÓN SHUSHUFINDI”, del señor Víctor Hugo Vásquez Cepeda estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ambato mayo 18, 2011

EL TUTOR

Ing. Luis Morales.
CC: 180348569-5

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS BIODEGRADABLES PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA FINCA ‘SAN JOSÉ’ DEL CANTÓN SHUSHUFINDI”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato mayo18, 2011

Víctor Hugo Vásquez Cepeda
CC: 210030609-7

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes, Ing. Fernando Urrutia, Ing. Cesar Rosero, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS BIODEGRADABLES PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA FINCA ‘SAN JOSÉ’ DEL CANTÓN SHUSHUFINDI”, presentado por el señor Víctor Hugo Vásquez Cepeda de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.Sc. Fernando Urrutia
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. M.Sc. Cesar Rosero
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

Éste logro profesional en primera instancia lo dedico a mi madre por haberme dado la oportunidad de vida, a mi hermano Francisco que ha sido un puntal esencial en el trayecto de mi preparación por sus consejos y constancia ya cada una de las personas que ha compartido parte de su vida conmigo.

Víctor Hugo Vásquez Cepeda

AGRADECIMIENTO:

A Dios por darme la fuerza y sabiduría necesaria para ser constante en el propósito, a mi familia por el apoyo absoluto, a mi Facultad que me brindó la oportunidad de formar parte de ella, a mis profesores guías de mis conocimientos adquiridos, a mis tías Lourdes y Anita que fueron testigos de los momentos difíciles de mi carrera, a la empresa y mi tutor que me permitieron desarrollar mi proyecto y a mis amigos por su afecto y cariño brindado.

Víctor Hugo Vásquez Cepeda

ÍNDICE GENERAL

PRELIMINARES	PÁGINAS
Portada.....	i
Aprobación del Tutor.....	ii
Autoría.....	iii
Aprobación de la Comisión Calificadora.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Cuadros.....	xvi
Índice de Anexos.....	xviii
Glosario.....	xix
Resumen Ejecutivo.....	xx
TEXTO:	
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
Tema.....	3
Planteamiento del Problema.....	
Contextualización.....	
Árbol de Problemas.....	5
Análisis Crítico.....	6
Prognosis.....	
Formulación del Problema.....	7
Preguntas Directrices.....	
Delimitación del Problema.....	
Delimitación Espacial.....	
Delimitación Temporal.....	
Unidades de Observación.....	8
Justificación.....	
Objetivos.....	9
Objetivo General.....	

Objetivos Específicos.....	
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
Antecedentes Investigativos.....	10
Fundamentación.....	
Fundamentación Filosófica.....	
Fundamentación Tecnológica.....	11
Fundamentación Legal.....	
Fundamentación Teórica.....	12
Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	13
Constelación de Ideas de la Variable Dependiente.....	14
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	15
Tipos de Contaminación Ambiental.....	
Formas de Contaminación.....	18
DESECHOS SÓLIDOS.....	21
Clasificación de la Basura.....	23
Efectos de la Basura.....	
RESIDUOS BIODEGRADABLES.....	28
Biodigestión.....	
Biomasa.....	
Desechos Sólidos Biodegradables.....	30
ENERGÍAS ALTERNATIVAS.....	31
Energía Renovable.....	34
Energía no Renovable.....	
Clasificación Energía Alternativa.....	35
Formas de Valoración Energética.....	39
BIOCOMBUSTIBLE.....	39
Combustible fósil.....	41
Combustibles Alternos.....	42
BIOABONO.....	45
Abono Orgánico.....	47
GENERACIÓN DE BIOGÁS.....	47
Composición y Características.....	48

El Biogás por descomposición Anaeróbica.....	49
Ventajas de la Fermentación Anaeróbica del Estiércol.....	62
Desventajas de la Biodigestión.....	
Diferentes aplicaciones del Biogás.....	64
Modelos de Biodigestores.....	65
Hipótesis.....	70
Variables.....	
Variable Independiente.....	
Variable Dependiente.....	
CAPÍTULO III:METODOLOGÍA	
Enfoque.....	71
Modalidad Básica de la Investigación.....	
Investigación de Campo.....	
Investigación Documental o Bibliográfica.....	72
Investigación Experimental.....	
Proyecto Factible.....	
Nivel o tipo de Investigación.....	73
Exploratorio.....	
Descriptivo.....	
Experimental.....	
Población y Muestra.....	
Población.....	
Muestra.....	74
Operacionalización de Variables.....	75
Variable Independiente.....	
Variable Dependiente.....	76
Plan de Recolección de Información.....	77
Plan de Procesamiento de la Información.....	78
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	79
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones.....	86
Recomendaciones.....	87

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Datos Informativos.....	88
Antecedentes de la Propuesta.....	
Justificación.....	89
Objetivos.....	90
Objetivo General.....	
Objetivos Específicos.....	
Análisis de Factibilidad.....	91
Factibilidad Política.....	
Factibilidad Operativa.....	
Factibilidad Ecológica.....	
Factibilidad Económica.....	92
Factibilidad Técnica o Tecnológica.....	
Factibilidad Legal.....	93
Fundamentación.....	93
Proceso del Biogás.....	
Etapas.....	94
Factores.....	100
BIODIGESTOR.....	116
Definición.....	
Biodigestor de Balón.....	117
Polietileno Laminar.....	119
Accesorios.....	120
Válvula de Bola	
Brida.....	123
Manómetros.....	123
Tuberías.....	125
Válvula de Seguridad.....	126
Trampa de Agua.....	127
Trampa para eliminar el H ₂ S	
BIOL.....	129
PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO.....	130

NORMAS Y ESTÁNDARES.....	132
ASPECTOS ECOLÓGICOS.....	134
MODELO OPERATIVO.....	134
DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA.....	135
RELACIÓN C/N.....	140
RELACIÓN DE MATERIA PRIMA Y CARGA.....	141
CÁLCULOS DE BIOGÁS GENERADO.....	142
DISEÑO DEL BIODIGESTOR.....	143
Metodología.....	
Selección del Modelo de Biodigestor.....	
Cálculos de la Capacidad.....	145
Dimensiones del Biodigestor.....	147
DUCTOS DE ENTRADA Y SALIDA.....	149
Ducto de Entrada.....	
Reservorio de Entrada.....	
Ducto de Salida.....	151
GASODUCTO.....	153
ALMACENAMIENTO.....	154
DIAGRAMA DEL SISTEMA.....	155
DIAGRAMA MECÁNICO.....	156
MATERIALES DEL FLUJO.....	157
CONTROL DE VARIABLES DE PRODUCCIÓN.....	158
Temperatura.....	
pH.....	
MANTENIMIENTO.....	159
SEGURIDAD.....	161
ANÁLISIS DE PROPUESTA.....	162
ANÁLISIS ECONÓMICO Y PRODUCTIVO.....	163
TENDENCIA DE PROYECCIÓN.....	166
CONCLUSIONES.....	174
RECOMENDACIONES.....	176
Administración de la Propuesta.....	178

Plan de Monitoreo y Ejecución de la Propuesta.....	179
MATERIALES DE REFERENCIA	
Bibliografía.....	179
Anexos.....	180

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINAS
Fig. 1.1. Relación Causa Efecto.	5
Fig. 2.1. Categorías Fundamentales.	12
Fig. 2.2. Subcategorías de la Variable Independiente.	13
Fig. 2.3. Subcategorías de la Variable Dependiente.	14
Fig. 2.4. Contaminación Ambiental.	15
Fig. 2.5. Contaminación Sólidos.	16
Fig. 2.6. Contaminación.	17
Fig. 2.7. Contaminación Gaseosos.	17
Fig. 2.8. Basura Espacial.	22
Fig. 2.9. Efectos de Basura en el Agua.	24
Fig. 2.10. Efectos de Basura en el Suelo.	25
Fig. 2.11. La Basura en la Ciudad.	26
Fig. 2.12. Generación de Biomasa.	29
Fig. 2.13. Desechos Sólidos Biodegradables.	30
Fig. 2.14. Energía Azul.	35
Fig. 2.15. Energía Eólica.	36
Fig. 2.16. Energía Geotérmica.	37
Fig. 2.17. Energía Hidráulica.	37
Fig. 2.18. Energía Mareomotriz.	38
Fig. 2.19. Energía Solar.	38
Fig. 2.20. Energía Undimotriz.	39
Fig. 2.21. Combustible Fósil (carbón).	41
Fig. 2.22. Fertilizantes Orgánicos (Estiércol).	45
Fig. 2.23. Bacteria productora de metano.	48
Fig. 2.24. Generación Biogás.	48
Fig. 2.25. Sistema típico de biogás.	50
Fig. 2.26. Diagrama molecular de metano.	51
Fig. 2.27. Origen del Metano.	53
Fig. 2.28. Partículas de Anhídrido Carbónico.	54

Fig. 2.29. Partículas de Nitrógeno.	55
Fig. 2.30. Partículas de sulfuro de hidrógeno.	56
Fig. 2.31. Partículas de Hidrógeno.	58
Fig. 2.32. Partículas de Oxígeno.	60
Fig. 2.33. Utilización del Biogás.	64
Fig. 2.34. Biodigestor de Flujo Continuo.	65
Fig. 2.35. Biodigestor de Cúpula Fija.	67
Fig. 2.36. Biodigestor de Cúpula Flotante.	68
Fig. 2.37. Biodigestor de Lote (BATCH).	69
Fig. 4.1. Contaminación del suelo por agua de lavado.	83
Fig. 4.2. Contaminación del suelo por excretas.	84
Fig. 4.3. Alimentación de los terneros.	84
Fig. 4.4. Porcentajes de producción de excretas.	85
Fig. 6.1. Proceso de Digestión Anaerobia.	95
Fig. 6.2. Hidrólisis.	95
Fig. 6.3. Acidificación.	96
Fig. 6.4. Metanización.	97
Fig. 6.5. Etapas de la Digestión Anaeróbica.	98
Fig. 6.6. Dependencia de la constante de crecimiento de la temperatura.	101
Fig. 6.7. Termómetro Industrial (utilizado en el proceso).	102
Fig. 6.8. Thermowells.	104
Fig. 6.9. Equivalencias de Temperaturas.	104
Fig. 6.10. Influencia de Temperaturas para una buena digestión anaerobia.	106
Fig. 6.11. Comportamiento del pH.	112
Fig. 6.12. Medidor Portátil de pH.	113
Fig. 6.13. Conectores del Electrodo.	114
Fig. 6.14. Electrodo.	114
Fig. 6.15. Composición del Biodigestor.	116
Fig. 6.16. Biodigestor de Balón.	117
Fig. 6.17. Componentes del Biodigestor.	118
Fig. 6.18. Válvula de Bola Compacta PVC QIC2 series.	121
Fig. 6.19. Esquema de la Válvula de Bola PVC.	122

Fig. 6.20. Partes de la Brida.	123
Fig. 6.21. Manómetro de tubo de Bourdon y sus partes.	124
Fig. 6.22. Manómetro usado en el Sistema.	125
Fig. 6.23. Válvula de Seguridad.	126
Fig. 6.24. Trampa de Agua.	127
Fig. 6.25. Detalle de la trampa para eliminar el Ácido Sulhídrico (H ₂ S).	127
Fig. 6.26. Funcionamiento de un Biodigestor.	129
Fig. 6.27. Biol.	131
Fig. 6.28. Diagrama del Proceso Biogás.	135
Fig. 6.29. Almacenamiento de lavado de corral.	138
Fig. 6.30. Cascarilla de arroz.	139
Fig. 6.31. Metodología del Diseño Biodigestor.	143
Fig. 6.32. Modelo del dique para un Biodigestor.	146
Fig. 6.33. Plástico Laminar Flexible de Polietileno.	148
Fig. 6.34. Vista Frontal Biodigestor.	148
Fig. 6.35. Ángulo de inclinación del ducto de entrada.	149
Fig. 6.36. Reservorio de entrada.	150
Fig. 6.37. Reservorio de entrada con carga.	150
Fig. 6.38. Ángulo de inclinación del ducto de salida.	151
Fig. 6.39. Reservorio de salida.	152
Fig. 6.40. Dimensiones de rosca del ducto prefabricado.	153
Fig. 6.41. Volumen del Neumatico de Almacenamiento.	154
Fig. 6.42. Diagrama del Sistema Biogás.	155
Fig. 6.43. Diagrama Mecánico del Sistema.	157
Fig. 6.44. Variable de control pH de entrada.	169
Fig. 6.45. Variable de control pH de salida.	170
Fig. 6.46. Variable de control de pH Entrada/Salida.	170
Fig. 6.47. Variable de control Temperatura Ambiente.	171
Fig. 6.48. Variable de control Temperatura recipiente de entrada.	172
Fig. 6.49. Variable de control Temperaturas.	173

ÍNDICE DE CUADROS

PÁGINAS

Cuadro N°. 2.1. Las 9.855 toneladas de basura doméstica anuales en Ecuador.	21
Cuadro N°. 2.2. Plazos de tiempo para la pudrición de varias materias comunes:	27
Cuadro N°. 2.3. Valores de Generación de Biogás según diferentes Sustratos.	28
Cuadro N°. 2.4. Potencial energético de biomasa en la Amazonía.	32
Cuadro N°. 2.5. Capacidad calorífica de combustibles respecto del GLP.	33
Cuadro N°. 2.6. Valor energético del Biogás vs. Otras fuentes.	33
Cuadro N°. 2.7. Características de los Combustibles.	40
Cuadro N°. 2.8. Composición del Biogás.	49
Cuadro N°. 2.9. Composición del Biogas derivado de diversas fuentes.	49
Cuadro N°. 2.10. Balance energético de los procesos Aerobios y Anaerobios.	50
Cuadro N°. 2.11. Propiedades del Metano.	52
Cuadro N°. 2.12. Propiedades del Anhídrido Carbónico.	54
Cuadro N°. 2.13. Propiedades del Nitrógeno.	55
Cuadro N°. 2.14. Propiedades Sulfuro de Hidrógeno.	57
Cuadro N°. 2.15. Propiedades del Hidrógeno.	59
Cuadro N°. 2.16. Propiedades del Oxígeno.	61
Cuadro N°. 2.17. Diferentes aplicaciones del biogás.	64
Cuadro N°. 2.18. Ventajas y desventajas de un Biodigestor de Campana Fija.	66
Cuadro N°. 2.19. Ventajas y desventajas de un Biodigestor de Campana Flotante.	68
Cuadro N°. 3.1. Población a Investigar.	73
Cuadro N°. 3.2. Desechos Biodegradables.	75
Cuadro N°. 3.3. Generación Biogás.	76
Cuadro N°. 3.4. Recolección de la Información.	77
Cuadro N°. 4.1. Relación de excretas de animales.	77
Cuadro N°. 6.1. Factor Temperatura.	100
Cuadro N°. 6.2. Temperaturas para una buena digestión anaerobia.	102
Cuadro N°. 6.3. Valores indicativos de tiempos de retención usualmente más utilizados en la digestión de estiércoles a temperatura Mesofílica.	106
Cuadro N°. 6.4. Relación de C / N de las materias primas (aproximación).	107
Cuadro N°. 6.5. Contenido calorífico de diferentes excretas.	108
Cuadro N°. 6.6. Contenido de sólidos totales (en seco) en materiales de fermentación comúnmente utilizados en las zonas rurales.	109

Cuadro N°. 6.7. Características de los estiércoles de vacunos y porcinos.	110
Cuadro N°. 6.8. Cantidad promedio de excretas de cerdos en peso vivo.	110
Cuadro N°. 6.9. Efectos del pH en la producción de Biogás.	113
Cuadro N°. 6.10. Características Técnicas del Polietileno.	120
Cuadro N°. 6.11. Especificaciones Técnicas Válvula de Bola Plastigama.	122
Cuadro N°. 6.12. Contenido promedio de elementos nutritivos de las materias primas.	131
Cuadro N°. 6.13. Normas y Estándares.	133
Cuadro N°. 6.14. Especificaciones de hilos de tuberías NPT.	133
Cuadro N°. 6.15. Cantidades de materia prima (excretas) disponible.	137
Cuadro N°. 6.16. Cantidad disponible de materia prima (cascarilla de arroz).	139
Cuadro N°. 6.17. Relación materia prima y carga.	142
Cuadro N°. 6.18. Biogás generado.	142
Cuadro N°. 6.19. Valores de evaluación.	143
Cuadro N°. 6.20. Matriz de selección del biodigestor "DE CÚPULA FIJA O MODELO CHINO".	144
Cuadro N°. 6.21. Matriz de selección del biodigestor "DE CÚPULA FLOTANTE O MODELO HINDÚ".	144
Cuadro N°. 6.22. Matriz de selección del biodigestor "DE BALÓN O DE BOLSA".	145
Cuadro N°. 6.23. Matriz de volumen de un Biodigestor.	146
Cuadro N°. 6.24. Dimensiones de Ductos.	153
Cuadro N°. 6.25. Simbología – Nomenclatura del diagrama Mecánico.	156
Cuadro N°. 6.26. Lista de materiales usados en el Sistema Biodigestor.	163
Cuadro N°. 6.27. Lista de materiales usados en la cubierta y el tendido.	164
Cuadro N°. 6.28. Materiales y herramientas usados en el Sistema.	165
Cuadro N°. 6.29. Costo de Producción.	165
Cuadro N°. 6.30. Datos de control de variables de Producción del Biodigestor.	166
Cuadro N°. 6.31. Producción de Biogás por día Método 1.	168
Cuadro N°. 6.32. Producción de Biogás por día Método 2.	168
Cuadro N°. 6.33. Monitoreo y evaluación.	179

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINAS
Anexo 1: Preparación del Plástico.	181
Anexo 2: Prueba de Soplado del PTD.	182
Anexo 3: Colocación de Brida.	183
Anexo 4: Tendido del PTD.	184
Anexo 5: Conducto de entrada.	185
Anexo 6: Conducto de Salida.	186
Anexo 7: Línea de Flujo (Puente).	187
Anexo 8: Línea de Flujo (Manómetro).	188
Anexo 9: Línea de Flujo (Válvulas).	189
Anexo 10: Línea de Flujo (Válvula de seguridad).	190
Anexo 11: Línea de Flujo (Trampa de Agua).	191
Anexo 12: Línea de Flujo (Trampa de Ácido Sulfhídrico).	192
Anexo 13: Carga de Materia Prima al Biodigestor.	193
Anexo 14: Sistema Biodigestor.	194
Anexo 15: Almacenamiento del Biogás.	195
Anexo 16: Prueba de quemado en probeta de muestra	196
Anexo 17: Uso del Biol.	197
Anexo 18: Control de Temperatura.	198
Anexo 19: Control del pH en Laboratorio.	199
Anexo 20: Ubicación del Proyecto.	200
Anexo 21: Disponibilidad de Animales.	201
Anexo 22: Accesorios PVC.	202
Anexo 23: Materiales utilizados.	203
Anexo 24: Formato de Control de Plantas de Biogás.	204
Anexo 25: Sistema Biodigestor.	
205Anexo 26: Sistema BiodigestorVistas.	
206	

GLOSARIO

Anaeróbica: Es la descomposición incompleta de la materia orgánica por las bacterias, en ausencia de oxígeno.

Biol: Materia enriquecida de vitaminas que se produce por la descomposición de la materia orgánica.

Biodegradación: Descomposición de la materia orgánica.

Biogás: Gas que se produce mediante un proceso metabólico de descomposición anaerobia de la materia orgánica.

FEDETA: Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropriada.

Fertilizante: Sustancia que se utiliza para enriquecer el suelo y hacerlo más productivo.

Hidrólisis: Es una reacción química entre agua y otra sustancia.

KVIC: Tecnología que combina el uso de materiales como: ferrocemento, fibra de vidrio y polietileno.

LDPE: Polietileno de baja intensidad.

Metano: Es un hidrocarburo.

NPT: Estándar Americano para roscas cónica en tuberías.

Orgánico: Es un derivado de organismos vivos.

PRFV: Polietileno Reforzado con Fibra de Vidrio.

PTD: Digestor tubular plástico.

PVC: Policloruro de Vinilo o PVC (del inglés PolyvinylChloride) es un polímero termoplástico.

RMP: Red-Mud-Plástico.

TRH: Tiempo de retención hidráulica.

UOPGES: Unidades de Operación y Gestión Energética Sostenible.

A_l: Almacenamiento del líquido.

Cap_R: Capacidad del reservorio.

Cap_{re}: Capacidad del recipiente.

V_b: Volumen del biodigestor.

RESUMEN EJECUTIVO

La problemática surge de la necesidad de reducir el nivel de contaminación ocasionados por los animales de granja que existen en la finca “San José”, para ello se plantea una evaluación, diseño y construcción de un biodigestor, para que a través del proceso de biodegradación reducir la contaminación y aprovechar los recursos que salen del proceso, en beneficios propios de la finca.

A través del proceso de biodegradación se obtiene biogás y bioabono, lo cual se debe controlar variables de temperatura, pH y tiempo de retención. Su principal elemento químico es el metano, que a través de bacterias metanogénicas localizadas en los desechos biodegradables producen este tipo de energía.

El biodigestor tiene una vida útil de cinco años, con un mantenimiento y control del mismo que se debe efectuar cada trimestre. El gasoducto contiene sello en las uniones de accesorios para evitar fugas y desperdicios del fluido, además una válvula de seguridad, una trampa de agua y una trampa de ácido sulfhídrico, que complementan el proceso para obtener un biogás de buena calidad a costos relativamente bajos.

La aplicación de sistemas biodegradables y usos de energías alternativas renovables, contribuyen con la conservación del medio ambiente, así; la perspectiva que presenta la investigación del sistema biodigestor es contribuir con un desarrollo técnico en beneficio de la sociedad e impulsar al sector industrial.

Los beneficios que se obtienen con el sistema biogás se presentan en las mismas condiciones que el GLP, pudiendo a futuro reemplazarlo con esta tecnología más limpia y económica.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Con el transcurso del tiempo se ha tornado necesaria la aplicación de tecnologías de bajo costo y fácil aplicación, para la generación de energías alternativas que contribuyan al mejoramiento ambiental. Es así como mediante la biodegradación del estiércol animal, y demás desechos orgánicos se ha venido produciendo el biogás.

El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás. Los principales componentes del biogás son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂).

En la finca “SAN JOSÉ”, se dedican a la crianza de ganado vacuno y porcino, por ende a la producción y comercio de la leche abasteciendo a sectores aledaños y a parte del cantón, desde el año 2008 los dueños oriundos de Riobamba vieron la necesidad de invertir parte de su capital en esta hermosa tierra amazónica, generando fuentes de empleo y aplicando una ganadería tecnificada.

Los cerdos están dentro de un establo cerrado con cerca electrificada, en la cual los jornaleros se encargan de proveerles de alimentación, agua y realizar la limpieza de los desechos generados por los mismos, pero se radican problemas de salubridad dando un aspecto hostil y de desagradable olores que pueden afectar a la salud de los animales y personas que habitan en la finca.

Como la finca recién está empezando, de a poco se ha ido incrementando maquinaria y equipos muy necesarios para suplir la mano del hombre y tecnificando de mejor forma las actividades realizadas en la ganadería, obteniendo así un incremento en la reproducción de las reses y cerdos.

Una medida efectiva a realizar es utilizar los desechos orgánicos generados por las reses y cerdos, y aprovecharlos para convertirlas como materia prima en la elaboración y obtención del biogás, que se puede utilizar principalmente para la cocción de alimentos en la vivienda y los residuos salientes de la producción del biogás utilizarlos como abono para incrementar la calidad del pasto que consumen las reses, realizando así un proceso cíclico donde todos los recursos son aprovechados, generando un ahorro económico considerable y mejorando la insalubridad en el establo.

La necesidad parte como un proyecto piloto a prueba para generar nuevas fuentes de energías alternativas respetando y cuidando el medio ambiente, y establecer incentivos en los estudiantes para la investigación, así como a los criadores de ganado vacuno y porcino para tecnificar las fincas y beneficiarse del producto que sale de las excretas animales sin realizar una inversión fuerte e incierta.

Crear cultura en la sociedad y brindar el conocimiento adecuado sobre otros tipos de energías que pueden ser aprovechables y que podemos producir sin necesidad de contratar mano de obra calificada, con bajo presupuesto y con materia prima propia de los desechos que se originan en las fincas.

Establecer un sistema técnico, adecuado y bien sólido controlando los procesos y brindando seguridad en el diseño y construcción del biodigestor, para evitar incidentes y accidentes futuros, además de poner en práctica un plan ambiental responsable.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema:

“SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS BIODEGRADABLES PARA GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA FINCA “SAN JOSÉ” DEL CANTÓN SHUSHUFINDI”.

Planteamiento del Problema

Contextualización

Los pueblos asiáticos como la China y la India usaron en primera instancia los sistemas biodigestores por la necesidad de tratar sus desechos humanos. En el continente americano los países como Perú, Bolivia, Colombia, han desarrollado en gran magnitud este tipo de técnica por la necesidad de suplantar el glp por motivo de su costo, obteniendo beneficios sustentables que mejoran la calidad de vida de las personas que viven en el campo.

En el país la generación de energías alternativas es un propósito que se está empezando a practicar, debido a que no ha existido el interés ni la necesidad por explotar este tipo de energías, porque se posee fuentes productivas del petróleo que es una energía no renovable y rentable, por ello el poco impulso del gobierno hacia éste tipo de investigación y poder contar con reservas de energías que son producibles o renovables y mantener el ritmo habitual de vida.

Laprovincia genera un porcentaje considerable económico al país debido a las empresas petroleras asentadas en el lugar, pero las autoridades del sector no han considerado el impulso a nuevas fuentes de energía permitiendo ser cómplices de la destrucción y contaminación en gran escala diaria del planeta generadas por las empresas petroleras.

El cantón Shushufindi es una zona privilegiada por sus fuentes petroleras, agrícolas, ganaderas y de turismo, pero un alto porcentaje de habitantes apunta sus ingresos financieros al trabajo que genera las empresas petroleras, pocos son los programas de apoyo e incentivo por medio del gobierno para fomentar la agricultura, piscicultura, ganadería, industria responsable y hacer de este espacio muy productivo para obtener otras fuentes de ingresos económicos.

La finca “San José” una idea inspirada por el señor Luis Larrea dedicada a la crianza de animales vacunos y porcinos, para comercializar sus derivados y con una técnica agropecuaria muy buena, pero con un control ineficiente en el tratado de las excretas de los animales granja generando un nivel de contaminación que puede afectar a las personas y animales.

Árbol de Problemas

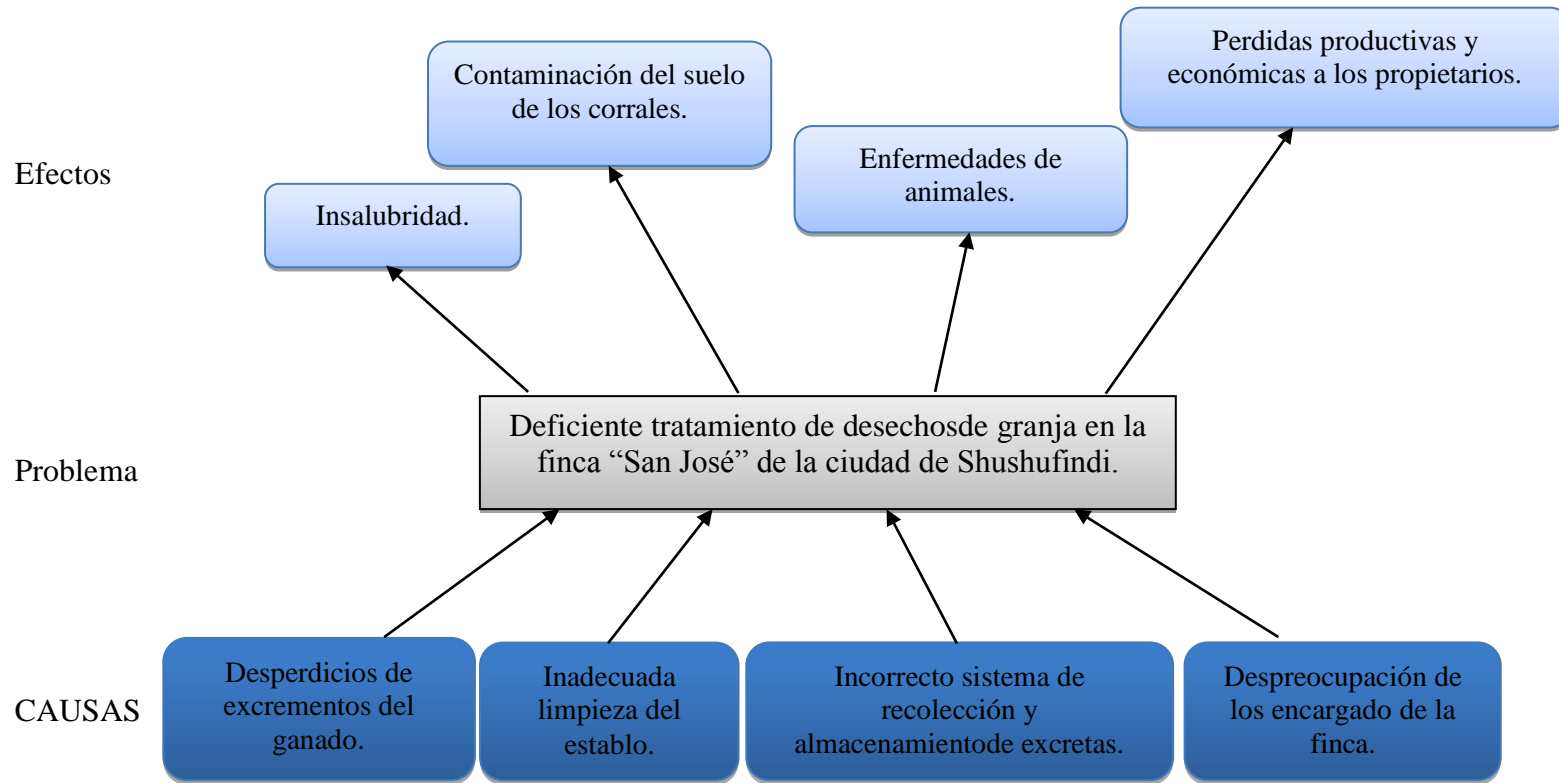


Fig. 1.1. Relación Causa Efecto.
Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Análisis Crítico

El problema de los desperdicios del ganado vacuno y porcino de la finca “San José” ocasiona insalubridad, mal aspecto y por ende la disipación de malos olores. En cuanto al método utilizado no garantiza un adecuado control de higiene pudiéndose aprovechar esos recursos para elaborar energías alternativas en beneficio del consumo humano como es el biogás.

La limpieza que se realiza en el establo no se ejecuta en su totalidad, porque al lavar los corrales quedan sobrantes de residuos, debido a que la presión del agua es baja y que solo se lo realiza dos veces por semana, tal resultado genera una contaminación del suelo de los corrales donde habitan los animales.

No se cuenta con un contenedor para almacenar los residuos sólidos y el existente de los residuos líquidos genera problemas en los ductos, por acumulación de lodos al no tener un tamiz que retenga el paso de basuras, esto genera biodegradación de la materia en forma aerobia, lo que produce que bacterias atraigan las plagas causando enfermedades en los animales.

La desinformación técnica sobre sistemas de tratamiento de desechos biodegradables que tienen los encargados de la finca y al no contemplar interés en el tema, de forma gradual de ha establecido perdidas productivas y económicas a los propietarios.

Prognosis

Si no se implementa el sistema de tratamiento de desechos biodegradables, el propietario de la finca seguirá perdiendo recursos económicos, se incrementarán las enfermedades en su ganado y por ende bajar la calidad de producción láctea para el consumo local.

Formulación del Problema

¿Qué beneficios obtendrá la finca “SAN JOSÉ” al desarrollar el sistema de tratamiento de desechos biodegradables a través de un biodigestor para generar biogás?

Preguntas Directrices

- ¿Por qué realizar un estudio sobre los desechos biodegradables generados en la finca “San José”?
- ¿Qué tan favorable es la generación de Biogás con desechos biodegradables en la finca “San José”?
- ¿Cuáles son los beneficios al implantar un Biodigestor para la generación de Biogás en la finca “San José”?

Delimitación del Problema

Campo: Ingeniería Industrial.

Área: Mecánica.

Aspecto: Diseño y montaje.

Delimitación Espacial

La investigación se desarrollará en los espacios físicos de la finca “San José” junto al establo, ubicada en el Km. 7 vía al UB15 Petroamazonas.

Delimitación Temporal

El tiempo provisto para ejecutar la labor es aproximadamente 4 meses, iniciándose en Octubre y culminando en Enero del 2011.

Unidades de Observación

- Propietario.
- Capataz.
- Técnico Agrónomo.
- Trabajadores.

Justificación

Considerar los desperdicios biodegradables generados por los animales en el establo y darle un tratamiento tecnificado para producir biogás y aprovechar estos recursos que puede ser utilizado en la finca de una u otra manera, obteniendo su propia fuente de distribución y almacenamiento de forma continua para ser usado según sea la necesidad y la demanda.

La construcción de un prototipo biodigestor da una perspectiva favorable para almacenar los desechos biodegradables y darle una transformación anaeróbica y como resultado de esto, reducir el nivel de contaminación que se genera en la finca.

El prototipo del proyecto a más de cuidar la naturaleza y mejorar el aspecto de la finca es dar aportación teórica e incentivo a investigaciones futuras de este tipo de energías renovables en cuanto a cálculos de diseño, fórmulas y tendencias de producción que se pueden efectuar sin capital económicos fuertes, concientizando a la sociedad y mejorar la calidad de vida al respetar el planeta que vivimos.

La experiencia a obtener en la aplicación del prototipo, permite una pauta para evaluar criterios de producción, análisis de resultados, y control de variables del proceso. El sistema se entorna práctico porque ayuda a reducir un aspecto ecológico que está afectando a los animales de la granja.

Aplicar conocimientos técnicos diversos y enfatizar criterios profesionales en áreas referentes e inmersas a la profesión, mejorando la calidad personal e impulsando la ciencia basada en la práctica y la experiencia. El propietario de la finca obtiene beneficios de producción al evaluar las condiciones ambientales de los desechos.

Objetivos

Objetivo General

IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS BIODEGRADABLES PARA GENERACION DE BIOGÁS EN LA FINCA “SAN JOSÉ” DEL CANTÓN SHUSHUFINDI.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio sobre los desechos biodegradables generados en la finca “San José”.
- Efectuar unainvestigación sobre la generación de Biogás con desechos biodegradables de la finca “San José”.
- Plantear una propuesta de solución que permita tratar los desechos biodegradables utilizando un Biodigestor para la generación de Biogás en la finca “San José”.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigativos

Revisado los archivos existentes en la facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, se pudo constatar que no existe algún proyecto de investigación enfocado al área de la investigación.

En cuanto a bibliografía especializada investigada en universidades con carreras afines, se encontró en la ESPE-QUITO Facultad de Ingeniería Mecánica, la tesis cuyo nombre es; “Diseño y Construcción de un Biodigestor Prototipo para un Destacamento Militar de Oriente”, elaborado por; Christian Toaza Mora y Miguel Salazar Vallejo y su conclusión principal es: El empleo de la biodigestión anaeróbica, bajo las condiciones actuales de disponibilidad de materia prima, permite cubrir la demanda energética presente en un destacamento militar de oriente. De manera que se satisfarán las necesidades de cocción para un grupo de 12 a 15 personas, en tres comidas diarias.

Fundamentación

Fundamentación Filosófica

El tratamiento de desechos biodegradables es una técnica sencilla y de aprovechamiento en beneficios para el ser humano y la sociedad, en un entorno

donde se desarrolla. El respeto de la naturaleza y cuidado de la salud de animales y personas en las fincas se establece en la razón primordial de la investigación al implementar esta técnica de energías renovables.

Con una ganadería responsable y tecnificada comprometida hacia el beneficio de la sociedad en la venta de los productos provenientes de las reses.

Fundamentación Tecnológica

La explotación de campos referentes a energías alternativas ha permitido implementar mejoras técnicas y tecnológicas, para optimizar mano de obra, procesos y mejorar la calidad de los productos obtenidos de los procesos. El uso de tecnología facilita la obtención de energía biogás con un control más adecuado de variables de producción.

Fundamentación Legal

Inscrito y controlado por el organismo nacional **CONEFA** (Comisión Nacional de Erradicación de Fiebre Aftosa), para vigilar que el ganado este libre de enfermedades como la fiebre aftosa, y llevar un control de censo sobre la producción en el cantón. Con un asesoramiento técnico del MAGAP.

Fundamentación Teórica

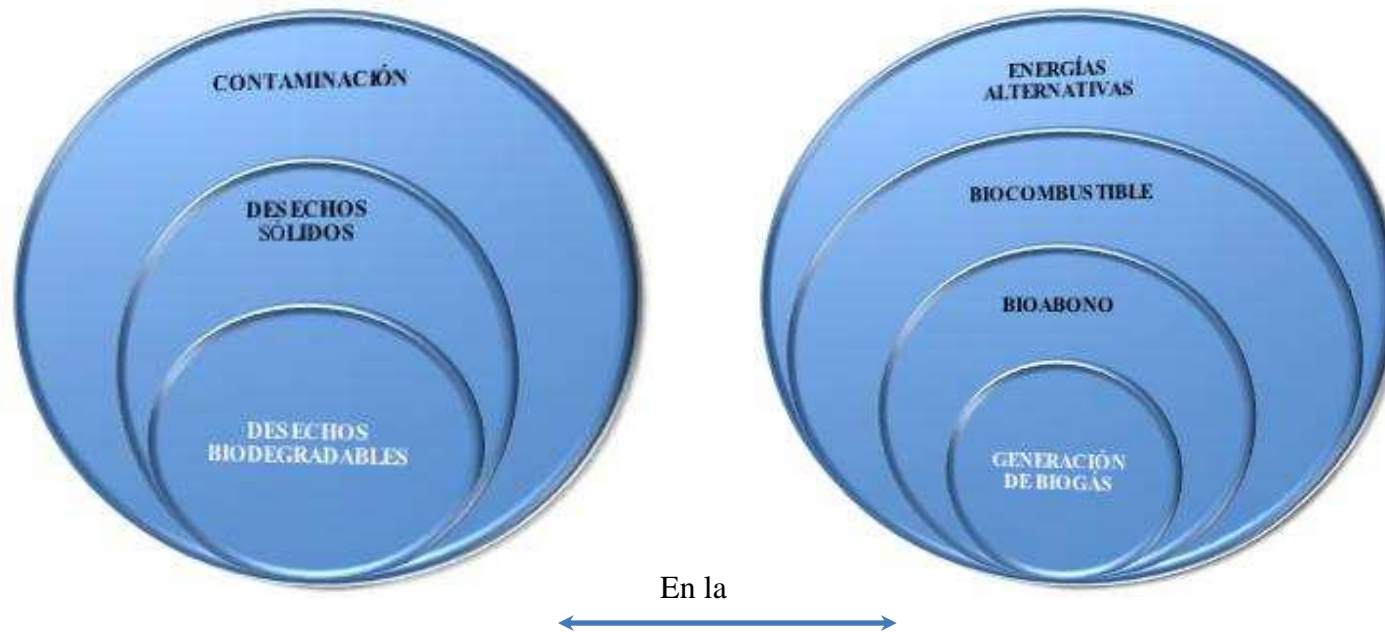


Fig. 2.1. Categorías Fundamentales.
Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Constelación de Ideas de la Variable Independiente

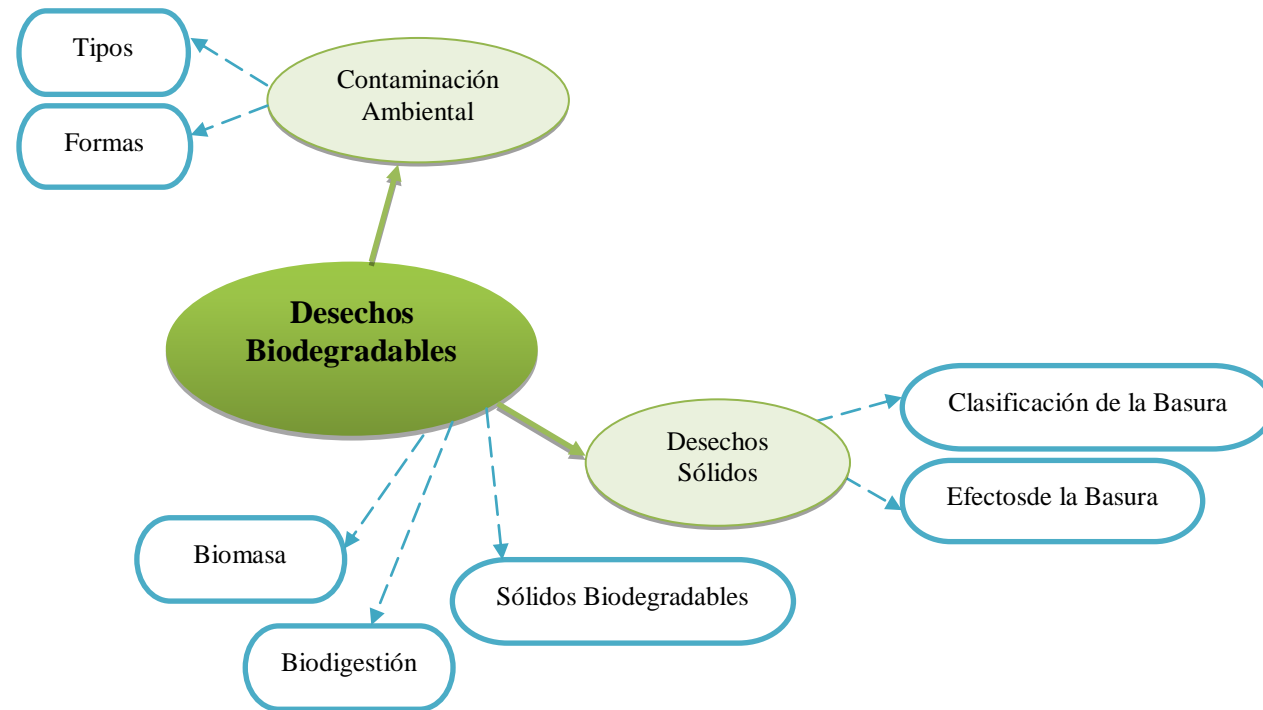


Fig. 2.2.Subcategorías de la Variable Independiente.
Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

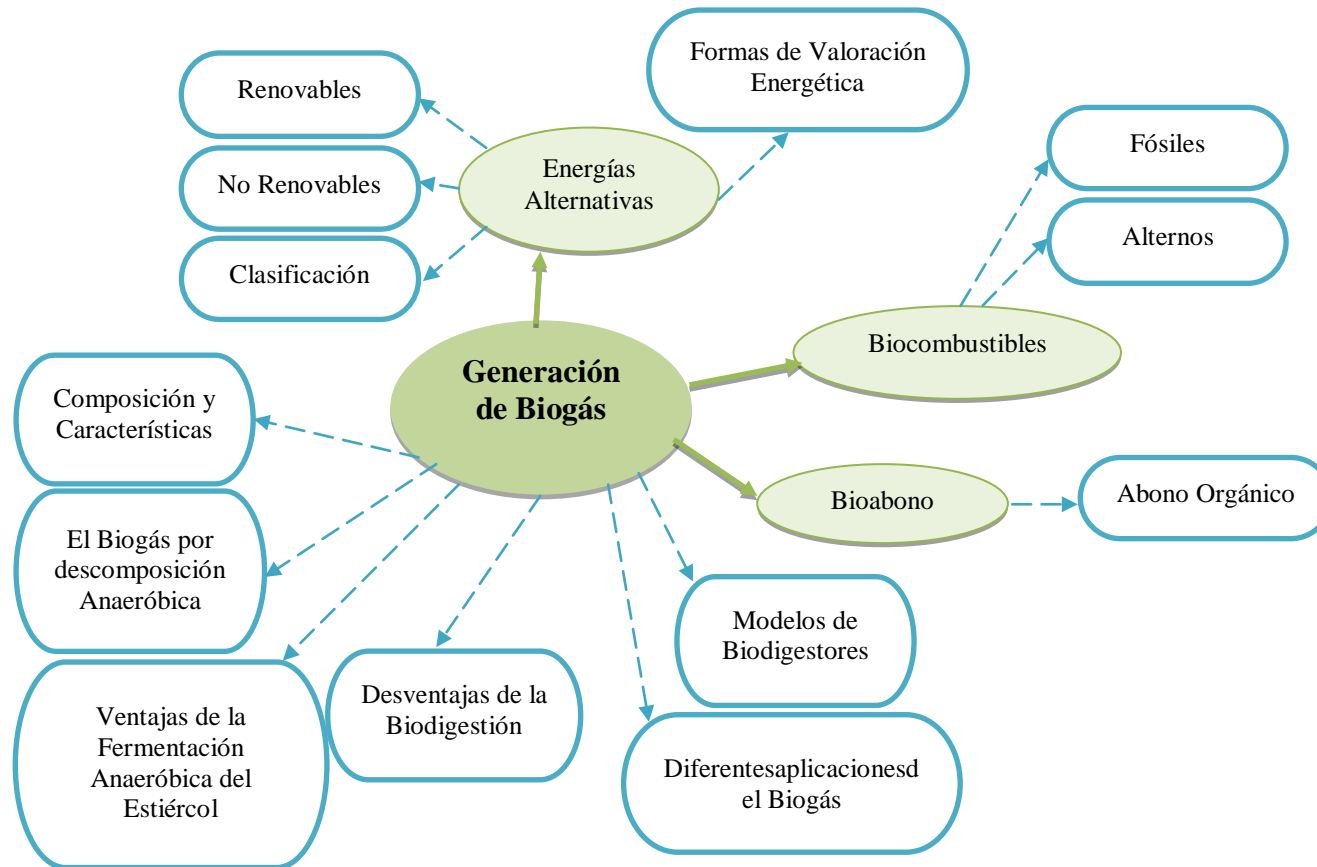


Fig. 2.3. Subcategorías de la Variable Dependiente.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de la propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.



Fig. 2.4.Contaminación Ambiental.

Fuente: <http://cologia2009.files.wordpress.com/2009/06/cont...>

Las fuentes que generan contaminación de origen antropogénico más importantes son: industriales (frigoríficos, mataderos y curtiembres, actividad minera y petrolera), comerciales (envolturas y empaques), agrícolas (agroquímicos), domiciliarias (envases, pañales, restos de jardinería) y fuentes móviles (gases de combustión de vehículos).

Tipos de Contaminación Ambiental

Contaminación del Agua: es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, y de otros tipos o aguas residuales. Éstas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Contaminación del Suelo: es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La

contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

Contaminación del Aire: es la adición dañina a la atmósfera de gases tóxicos, CO, u otros que afectan el normal desarrollo de plantas, animales y que afectan negativamente la salud de los humanos.

Causa de la Contaminación Ambiental

- Desechos sólidos domésticos.
- Desechos sólidos industriales.
- Exceso de fertilizante y productos químicos.
- Tala.
- Quema.
- Basura.
- El monóxido de carbono de los vehículos.
- Desagües de aguas negras o contaminadas al mar o ríos.

Los agentes **sólidos** están constituidos por la basura en sus diversas presentaciones. Provocan contaminación del suelo, del aire y del agua. Del suelo porque produce microorganismos y animales dañinos; del aire porque produce mal olor y gases tóxicos, y del agua porque la ensucia y no puede utilizarse.



Fig. 2.5. Contaminación Sólidos.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ambiental

Los agentes **líquidos** incluyen las aguas negras, los desechos industriales, los derrames de combustibles derivados del petróleo, los cuales dañan básicamente el agua de ríos, lagos, mares y océanos, y con ello provocan la muerte de diversas especies.



Fig. 2.6. Contaminación.

Fuente: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>

Los agentes **gaseosos** incluyen la combustión del petróleo (óxido de nitrógeno y azufre) y la quema de combustibles como la gasolina (que libera monóxido de carbono), la basura y los desechos de plantas y animales.



Fig. 2.7. Contaminación Gaseosos.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ambiental

a. Contaminantes Químicos

Se refieren a compuestos provenientes de la industria química. Pueden ser de efectos perjudiciales muy marcados, como los productos tóxicos minerales (compuestos de fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, cadmio), ácidos (sulfúrico,

nítrico, clorhídrico), los álcalis (potasa, soda cáustica), disolventes orgánicos (acetona), detergentes, plásticos, los derivados del petróleo (gasolina, aceites, colorantes, diesel), pesticidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas), detergentes y abonos sintéticos (nitratos, fosfatos), entre otros.

b. Contaminantes Físicos

Se refieren a perturbaciones originadas por radioactividad, calor, ruido, efectos mecánicos, etc.

c. Contaminantes Biológicos

Son los desechos orgánicos, que al descomponerse fermentan y causan contaminación. A este grupo pertenecen los excrementos, la sangre, desechos de fábricas de cerveza, de papel, aserrín de la industria forestal, desagües, etc.

Formas de Contaminación

En la era moderna y con el violento desarrollo de nuevas tecnologías y productos surgen nuevas fuentes contaminantes, que al inicio parecen inofensivos, y luego se demuestra que ocasionan daños a la salud física o mental de las personas o al ambiente (extinción de especies y degradación de recursos básicos como agua, suelo, bosques, etc.)

a. Contaminación Atmosférica

Se produce por los humos (vehículos e industrias), aerosoles, polvo, ruidos, malos olores, radiación atómica, etc. Es la perturbación de la calidad y composición de la atmósfera por sustancias extrañas a su constitución normal.

b. Contaminación Hídrica

Es causada por el vertimiento de aguas servidas o negras (urbanos e industriales), de relaves mineros, de petróleo, de abonos, de pesticidas (insecticidas, herbicidas y similares), de detergentes y otros productos.

c. Contaminación del Suelo

Es causada por los pesticidas, los abonos sintéticos, el petróleo y sus derivados, las basuras, etc.

d. Contaminación de los Alimentos

Afecta a los alimentos y es originada por productos químicos (pesticidas y otros) o biológicos (agentes patógenos). Consiste en la presencia en los alimentos de sustancias riesgosas o tóxicas para la salud de los consumidores y es ocasionada durante la producción, el manipuleo, el transporte, la industrialización y el consumo.

e. Contaminación Agrícola

Es originada por desechos sólidos, líquidos o gaseosos de las actividades agropecuarias. Pertenecen a este grupo los plaguicidas, los fertilizantes, los desechos de establos, la erosión, el polvo del arado, el estiércol, los cadáveres y otros.

f. Contaminación Electromagnética

Es originada por la emisión de ondas de radiofrecuencia y de microondas por la tecnología moderna, como radares, televisión, radioemisoras, redes eléctricas

de alta tensión y las telecomunicaciones. Se conoce también como contaminación ergomagnética.

g. Contaminación Visual

Se refiere a todos los aspectos visuales que afectan la complacencia de la mirada. Se produce por la minería abierta, la deforestación incontrolado, la basura, los anuncios, el tendido eléctrico enmarañado, el mal aspecto de edificios, los estilos y los colores chocantes, la proliferación de ambulantes, etc.

h. Contaminación Publicitaria

Es originada por la publicidad, que ejerce presiones exteriores y distorsiona la conciencia y el comportamiento del ser humano para que adquiera determinados productos o servicios, propiciando ideologías, variaciones en la estructura socioeconómica, cambios en la cultura, la educación, las costumbres e, incluso, en los sentimientos religiosos.

i. Contaminación Radiactiva

Es la resultante de la operación de plantas de energía nuclear, accidentes nucleares y el uso de armas de este tipo. También se la conoce como contaminación neutrónica, por ser originada por los neutrones, y es muy peligrosa por los daños que produce en los tejidos de los seres vivos.

j. Contaminación Acústica

Es la agresión a los sentidos por los ruidos, las vibraciones, los malos olores, la alteración del paisaje y el deslumbramiento por luces intensas. La contaminación sónica se refiere a la producción intensiva de sonidos en

determinada zona habitada y que es causa de una serie de molestias (falta de concentración, perturbaciones del trabajo, del descanso, del sueño).

k. Contaminación Térmica

La contaminación térmica se produce cuando un proceso altera la temperatura del medio de forma indeseada o perjudicial.

El medio más habitual donde se produce es en el agua, ya que el aire se disipa más fácilmente. Pero también es posible, por ejemplo, cuando se concentra una gran cantidad de aparatos de aire acondicionado y estos expulsan el calor hacia la calle.

l. Contaminación Cultural

Es la introducción indeseable de costumbres y manifestaciones ajenas a una cultura por parte de personas y medios de comunicación, y que son origen de pérdida de valores culturales. Esta conduce a la pérdida de tradiciones y a serios problemas en los valores de los grupos étnicos, que pueden entrar en crisis de identidad.

DESECHOS SÓLIDOS

Cuadro N°. 2.1. Las 9.855 toneladas de basura doméstica anuales en Ecuador.

Elemento	Porcentaje (%)	Cantidad en Toneladas
Materia orgánica	71,4	7.036,47
Papel y cartón	10,5	1.034,78
Otros	9,7	955,94
Plástico	4,5	443,48
Vidrio	2,2	216,81
Metales	1,6	157,68

Fuente: Campaña de Corporación para la defensa del lago San Pablo.

La **basura** es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar como producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado.

- **Basura Espacial**

La basura espacial son todos aquellos objetos y fragmentos de origen humano que se encuentran en órbita terrestre. La mayoría de la basura espacial es el resultado de la destrucción en órbita de satélites y cohetes, estas destrucciones en algunos casos son intencionales. Se estima que existen al menos 40.000 objetos de un centímetro y muchos miles de menores dimensiones. La basura espacial de un mismo origen pasa de ocupar una órbita definida (la órbita del objeto que le dio origen) a diseminarse por toda órbita terrestre en unos 4 años.

Los objetos masivos son atraídos por la Tierra y se desintegran sin dejar rastro alguno, sin embargo los objetos y fragmentos menores no logran salir de órbita (caer hacia la Tierra) por lo que contribuyen a la basura espacial.



Fig. 2.8. Basura Espacial.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Basura>

- **Basura Tecnológica**

La basura tecnológica o chatarra electrónica, cada vez más abundante, es la que se produce al final de la vida útil de todo tipo de aparatos electrodomésticos, pero especialmente de la electrónica de consumo (televisores, ordenadores,

teléfonos móviles), que son potencialmente muy peligrosos para el medio ambiente y para sus manipuladores si no se reciclan apropiadamente.

Clasificación de la Basura

1. Basura Orgánica. Se genera de los restos de seres vivos como plantas y animales, ejemplos: cáscaras de frutas y verduras, cascarones, restos de alimentos, huesos, papel y telas naturales como la seda, el lino y el algodón. Este tipo de basura es biodegradable.

2. Basura Inorgánica. Proviene de minerales y productos sintéticos, como los siguientes: metales, plástico, vidrio, cartón plastificado y telas sintéticas. Dichos materiales no son degradables.

3. Basura Sanitaria. Son los materiales utilizados para realizar curaciones médicas, como gasas, vendas o algodón, papel higiénico, toallas sanitarias, pañuelos y pañales desechables, etcétera.

Al tirarse todo de manera desordenada, mezclándolo además con desperdicios orgánicos, la basura se vuelve sucia, mal oliente y peligrosa para la salud. Su destino son los tiraderos, en donde los desechos inorgánicos pueden quedar enterrados sin descomponerse durante cientos de años. En algunos tiraderos, los productos inorgánicos son separados y clasificados para llevarse a las recicladoras industriales.

Efectos de la Basura

- **Efectos de la Basura en el Aire**

Cuando se pudren o se descomponen los residuos orgánicos de la basura se llegan a desprender gases tipo invernadero, entre ellos están:

Metano (CH₄). Proviene de la descomposición de la materia orgánica por acción de bacterias; se genera en los rellenos sanitarios; es producto de la quema de basura, de la excreción de animales y también proviene del uso de estufas y calentadores.

Óxido Nitroso (N₂O). Se libera por el excesivo uso de fertilizantes; está presente en desechos orgánicos de animales; su evaporación proviene de aguas contaminadas con nitratos y también llega al aire por la putrefacción y la quema de basura orgánica.

Dióxido de Carbono (CO₂). Es el gas más abundante y el que más daños ocasiona, pues además de su toxicidad, permanece en la atmósfera cerca de quinientos años. Las principales fuentes de generación son: la combustión de petróleo y sus derivados, quema de basura, tala inmoderada, falta de cubierta forestal y la descomposición de materia orgánica.

- **Efecto de la Basura en el Agua**

La contaminación del agua se debe en gran medida a las diversas actividades industriales, las prácticas agrícolas y ganaderas, así como a los residuos domésticos o escolares en general y que al verterse en ella modifican su composición química haciéndola inadecuada para el consumo, riego o para la vida de muchos organismos.



Fig. 2.9. Efectos de Basura en el Agua.

Fuente: <http://www.salonhogar.com/ciencias/contaminacion/basura.htm>

- **Efectos de la Basura en el Suelo**

Los desechos y residuos materiales que van depositándose en la tierra, se descomponen y la dañan, con lo cual ocasionan severos problemas ambientales ya que en ella viven la mayoría de los organismos, incluyendo al ser humano. La basura y los desechos materiales orgánicos e inorgánicos que se arrojan en la naturaleza, modifican sus condiciones y provocan cambios que pueden ir desde la erosión hasta la extinción de las especies.



Fig. 2.10. Efectos de Basura en el Suelo.

Fuente: <http://www.salonhogar.com/ciencias/contaminacion/basura.htm>

- **La Basura en la Ciudad**

El manejo de la basura se resume a un ciclo que comienza con su generación y acumulación temporal, continuando con su recolección, transporte y transferencia y termina con la acumulación final de la misma.

Con el tiempo, alguna parte de ellos se irá descomponiendo y darán lugar a nuevos componentes químicos principalmente el biogás y los lixiviados. En la elaboración de biogás intervienen hongos y bacterias aeróbicas cuyos subproductos finales son el bióxido de carbono, el amoníaco y el agua.

También puede ocurrir un movimiento vertical, que penetre el subsuelo y en muchas ocasiones alcance los mantos freáticos y acuíferos, lo que causa

gigantescos problemas de contaminación del agua subterránea, principal fuente de abastecimiento de agua potable en muchas ciudades.

Los lixiviados arrojan como resultado un pH de 9 y la presencia de una gran cantidad de sales, lo que se refleja en una alta conductividad, en ausencia de oxígeno y en alto contenido de metales pesados, como el cadmio, cromo, cobre, fierro, plomo y zinc cuyas concentraciones rebasan los límites de toxicidad.



Fig. 2.11. La Basura en la Ciudad.

Fuente: <http://www.salohogar.com/ciencias/contaminacion/basura.htm>

DESECHOS

Los desechos **orgánicos** formados por desechos materiales (restos de comida, cáscaras, etc.) generados por seres vivos. Asimismo, se consideran contaminantes orgánicos los cadáveres y el excremento. Los segundos son los contaminantes procedentes de aguas negras arrojadas por las casas habitación, industrias o los agricultores.

Explicación de desecho Orgánico

El término generalmente no incluye el plástico o el caucho, aunque pertenezcan al mundo de los químicos orgánicos, nos referimos a los polímeros orgánicos, que en el caso de los alimentos no existe ninguna duda, tienden a

degradarse muy rápidamente mientras que algunos otros desechos orgánicos, como por ejemplo el papel, tienden a requerir largos tiempos o condiciones especiales a la biodegradación.

El volumen de residuos y desechos de origen vegetal suponen el 25% de estos residuos, como por ejemplo los desechos verdes (o de jardín). Lodos (20%), residuos de alimentos (18%) y papel y cartón (15%), la transformación de la madera forma otro 18% de los residuos orgánicos. Algunas formas de desechos orgánicos pueden causar problemas de salud pública, tales como enfermedades, malos olores y las plagas.

Los desechos **inorgánicos** incluyen sustancias químicas peligrosas como el plomo, arsénico, mercurio; además de los detergentes, insecticidas, fertilizantes y hasta petróleo.

Cuadro N°. 2.2. Plazos de tiempo para la pudrición de varias materias comunes:

Materia	Periodo
Canillas de plástico (de paquetes de latas de aluminio):	450 años
Bolsas de plástico:	12 a 20 años.
Botella de vidrio:	Cerca de 4000 años.
Calcetines hechos de lana:	1 a 5 años.
Cáscara de naranja:	6 meses.
Cáscara de plátano o de banana:	2 a 10 días.
Cuerda:	3 a 14 meses.
Envases de leche (Tetra PACK):	5 años.
Estaca de madera:	2 a 3 años.
Estaca de madera pintada:	12 a 15 años.
Filtros de cigarrillos:	1 a 2 años.
Hierro:	10000 años.
Papel:	2 a 5 meses.
Pañuelos hechos de algodón:	1 a 5 meses.
Telas de nailon:	30 a 40 años.
Vasos de aislante térmico de poliestireno "Styrofoam":	1 a 100 años.
Zapatos de cuero:	25 a 40 años.

Fuente: <http://elblogverde.com/%C2%BFque-es-biodegradable/>

RESIDUOS BIODEGRADABLES

Se consideran biodegradables a aquellos residuos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos, como lombrices, hongos y bacterias, principalmente.

La **biodegradabilidad** es la característica de algunas sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que las emplean para producir energía (por respiración celular) y crear otras sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos.

Biodigestión

La biodigestión es una metodología de tratamiento de cualquier producto de base orgánica (es decir que tiene como componentes al C, H y O). El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica (en este caso el estiércol de las explotaciones pecuarias), la cual se convierte en biogás (gas metano).

Cuadro N°. 2.3. Valores de Generación de Biogás según diferentes Sustratos.

SUSTRATO	GENERACION DE GAS (L/Kg. Biomasa seca)	PROMEDIO (L/Kg. Biomasa seca)
Excreta de Porcino	340 – 550	450
Excreta de vacuno	150 – 350	250
Excreta de Aves	310 – 620	460

Fuente: <http://mdpalm2.brinkster.net/cr/biogas.html>

Biomasa

Se considera que la biomasa es una fuente renovable de energía porque su valor proviene del Sol. A través del proceso de fotosíntesis, la clorofila de las plantas captura su energía, y convierte el dióxido de carbono (CO₂) del aire y el

agua del suelo en carbohidratos, para formar la materia orgánica. Cuando estos carbohidratos se queman, regresan a su forma de dióxido de carbono y agua, liberando la energía que contienen.

Los recursos biomásicos incluyen cualquier fuente de materia orgánica, como desechos agrícolas y forestales, plantas acuáticas, desechos animales y basura urbana. Su disponibilidad varía de región a región, de acuerdo con el clima, el tipo de suelo, la geografía, la densidad de la población, las actividades productivas, etc.

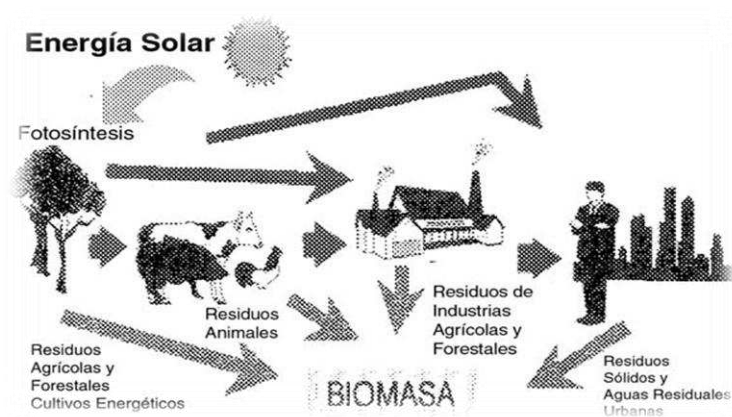


Fig. 2.12. Generación de Biomasa.

Fuente:<http://www.bun-ca.org/publicaciones/BIOMASA.pdf>

Existe una forma de utilización de la biomasa como fuente de energía limpia mucho más reciente y más eficiente. Los excrementos de los animales y los restos orgánicos de origen vegetal pueden ser procesados de forma tal que produzcan un gas combustible llamado **biogás** y que además dejan como subproducto un fertilizante de mejor calidad que el abono natural.

Potencial Biomasa en Ecuador

Bosques naturales: 11,5 millones de hectáreas.

Plantaciones forestales: 78.000 Ha.

Energía estimada 820 TWh=35 años de consumo eléctrico.

Residuos vegetales: combustión directa (bagazo, plátano, hojas de maíz, cascarilla de arroz, fruto de palma, cáscara de frutas).

Desechos municipales: 1,7 millones toneladas /año

Combustión directa → 3966 GWh=1/2 año consumo eléctrico.

Biogás = 1249GWh =16% consumo eléctrico/año.

Residuos Animales: (estiércol, camales) 40,3 millones ton/año = 3300MWh = 42% consumo eléctrico anual (55% vacuno, 20% porcino, 10% bovino).

Desechos Sólidos Biodegradables

Son aquellos desechos que se pueden descomponer por medio de la acción de microorganismos, a través de un sistema natural aeróbico. Por ejemplo las lombrices, los hongos y las bacterias.

Los residuos biodegradables se pueden encontrar comúnmente en los residuos sólidos, como los residuos verdes, residuos de alimentos, residuos de papel y plásticos biodegradables. Otros residuos biodegradables son los desechos humanos, el estiércol, aguas residuales, y desechos de matadero.



Fig. 2.13. Desechos Sólidos Biodegradables.

Fuente: www.cdrtcampos.es/lanatural/images/compos4.jpg

Tratamiento

A través de una adecuada gestión de residuos, pueden ser convertidos en productos valiosos para el compostaje, o para la generación de energía, tales como los procesos de digestión anaerobia y la incineración. La digestión anaerobia es el proceso en el cual los microorganismos descomponen el material biodegradable en la ausencia de oxígeno.

ENERGÍAS ALTERNATIVAS

El término **energía** (del griego ἔνέργεια/energeia, actividad, operación; ἔνεργός/energós=fuerza de acción o fuerza trabajando) tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento.

- **Biomasa en Ecuador**

En el país, la biomasa de residuos agrícolas más abundantes son el banano, café, cacao, flores, palmito, maíz duro, maíz blando, cascarilla de arroz, papas y otros. A pesar de que son numerosas, el país no las ha explotado.

El propósito es explotar estos recursos para una futura biorrefinería. “A través del estudio, concluimos que si todo el desecho de banano, café, cacao y palmito se utilizaran solo para la producción de etanol, el 15,8% de la gasolina que usamos podríamos sustituirlo por etanol”.

Cuando el etanol se utiliza en una biorrefinería, todos los desechos que se producen en su elaboración, entre ellos la linaza que es el producto de la destilación del etanol, puede ir a una planta de biogás que debe estar acoplada a la biorrefinería.

- **Biomasa en la Amazonía**

En el país existen 11.473.000 Ha de bosque natural, de los cuales el 80% corresponde al tipo Tropical Húmedo, que se ubica en la Amazonía, el 13% en la costa y el 7% en la sierra; del total de bosque natural el 70,3% se considera como bosque productor factible de explotar que alcanza 8,07 millones de hectáreas.

Potencial Energético de Biomasa en la Amazonía

Cuadro N°. 2.4. Potencial energético de biomasa en la Amazonía.

Bosque natural que dispone el Ecuador	11´473.000 [ha]
Bosque tropical húmedo presente en la Amazonía	9´178.400 [ha]
Densidad promedio de vegetación en la Amazonía	80 [m ³ /ha]
Bosque natural explotable	6´452.415 [ha]
• Cantidad de bosque explotado utilizable	2´580.966 [ha]
• Cantidad equivalente de desechos	3´871.449 [ha]
Volumen de desechos generado	309´715.920 [m ³]
Equivalente energético de desperdicios	66´715.920 [TEP]*

Fuente: Estudio “ENERGY PRICING, POVERTY AND SOCIAL MIGRATION” (1999), ESMAP, Banco Mundial Report No. 12.831-EC.

*Con el volumen obtenido de desechos, el equivalente energético, se calcula a razón de 0,215 TEP/m³ de madera o leña.

Con el objetivo de solucionar de manera sostenible las necesidades de energía en poblaciones rurales, FEDETA desarrolló su propio modelo entre los años 2001 y 2005.

Desde entonces este se ha puesto a prueba en 673 instalaciones de energía solarfotovoltaica atendiendo a viviendas, puestos de salud, escuelas, casas comunales, y cabañas turísticas, además de 2 instalaciones pico-hidroeléctricas que prestan el mismo servicio y crean un espacio de trabajo para su población en un aserradero y en una oficina de cómputo comunal; beneficiando de esta manera a 23

comunidades-indígenas en sumayoría ubicadas en la región de Amazonía y costa ecuatoriana.

Los proyectos implementados han sido realizados en regiones que presentan bajos y en algunos casos nulos coeficientes de electrificación, altos índices de necesidades básicas insatisfechas, un aislamiento marcado con respecto a los centros poblados y una alta dispersión geográfica de sus familias.

Cuadro N°. 2.5. Capacidad calorífica de combustibles respecto del GLP.

Gas (GLP)	Bagazo	Estiércol de vaca	Etanol	Hidrogeno
1 = 50 MJ/Kg	0,24 – 0,30	0,24 – 0,30	0,6	2,4
Biogás	Metano	Gasolina	Carbón	Madera
0,56	1,3	0,94	0,54	0,16 – 0,32

Fuente: Las Energías renovables en el Ecuador Ing. Santiago Sánchez M. ENERPRO CIA. LTDA.

Cuadro N°. 2.6. Valor energético del Biogás vs. Otras fuentes.

Valores	Biogás	Gas natural	Gas propano	Gas metano	Hidrog.
Valor Calorífico (Kwh/ m3)	7.0	10	26	10	3
Densidad (Kq/m3)	1.08	0.7	2.01	0.72	0.09
Densidad con respecto al aire	0.81	0.54	1.51	0.55	0.07
Límite de explosión (% de gas en el aire)	6-12	5-15	2-10	5-15	4-80
Temperatura de encendido	687	650	470	650	585
Máxima velocidad de encendido en el aire (m/s)	0.31	0.39	0.42	0.47	0.43
Requerimiento teórico de aire (m ³ /m ³)	6.6	9.5	23.9	9.5	2.4

Fuente: <http://mdpalm2.brinkster.net/cr/biogas.html>

Energía equivalente Biogás vs. Otras fuentes

1m³ Biogás

Corresponde a 6.5 kW/h de energía. Si lo convertimos en corriente eléctrica obtenemos entre 1.8 y 2.5 kW/h de energía eléctrica, y el resto se traduce en calor.

0.45 Kg GLP
0.66 l diesel
0.25 m³ gas propano
0.2 m³ gas butano
0.85 kg de carbón

5m³ de biogás = 1 galón de gas propano.

Energía Renovable

Se denomina **energía renovable** a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Energía no Renovable

Son aquellas cuyas reservas son limitadas y se agotan con el uso. Las principales son la energía nuclear y los combustibles fósiles (el petróleo, el gas natural y el carbón).

Energía Alternativa

Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

Clasificación de Energía Alternativas

- La llegada de masas de agua dulce a masas de agua salada: **energía azul**.
- El viento: **energía eólica**.
- El calor de la Tierra: **energía geotérmica**.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: **energía hidráulica**.
- Los mares y océanos: **energía mareomotriz**.
- El Sol: **energía solar**.
- Las olas: **energía undimotriz**.

1. Energía Azul.

La energía liberada al mezclar aguas con diferente salinidad no es fácilmente visible como un torrente violento de agua o un géiser de vapor caliente. Sin embargo, la energía está ahí y cualquiera que haya intentado separar la sal del agua del mar sabrá que se necesita gran cantidad de energía.

Cuando se pone una membrana semi-permeable (es decir, una membrana que retiene los iones de sal pero permite el paso del agua) entre dos tanques que contienen agua dulce y agua salada respectivamente, se observará un flujo neto de agua hacia el lado del agua salada. Si el tanque de agua salada tiene un volumen fijo la presión se incrementaría hasta un máximo teórico de 26 bares. Esta presión es equivalente a una columna de agua de unos 270 metros de altura.

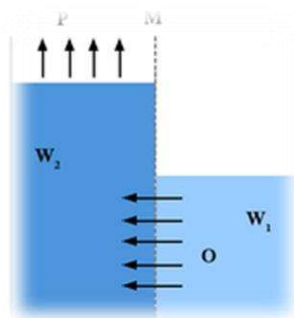


Fig. 2.14. Energía Azul.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

2. Energía Eólica.

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, es decir, mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire.

Se obtiene a través de una turbinas eólicas son las que convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado, a través de una serie engranajes (la transmisión) a un generador eléctrico.

La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.



Fig. 2.15. Energía Eólica.

Fuente:http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

3. Energía Geotérmica.

La energía geotérmica es aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra.

Parte del calor interno de la Tierra (5.000 °C) llega a la corteza terrestre. En algunas zonas del planeta, cerca de la superficie, las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición, y, por tanto, servir para accionar turbinas eléctricas o para calentar.



Fig. 2.16. Energía Geotérmica.

Fuente:La Energía en el mundo - Monografias_com.htm

4. Energía Hidráulica.

La energía potencial acumulada en los saltos de agua puede ser transformada en energía eléctrica. Las centrales hidroeléctricas aprovechan la energía de los ríos para poner en funcionamiento unas turbinas que mueven un generador eléctrico.

Uno de los recursos más importantes cuantitativamente en la estructura de las energías renovables es la procedente de las instalaciones hidroeléctricas; una fuente energética limpia y autóctona pero para la que se necesita construir infraestructuras necesarias que permitan aprovechar el potencial disponible con un coste nulo de combustible. El problema de este tipo de energía es que depende de las condiciones climatológicas.



Fig. 2.17. Energía Hidráulica.

Fuente:<http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa>

5. Energía Mareomotriz.

La **energía mareomotriz** se debe a las fuerzas gravitatorias entre la Luna, la Tierra y el Sol, que originan las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa entre estos tres astros. Esta diferencia de alturas puede aprovecharse en lugares estratégicos como golfos, bahías o estuarios utilizando turbinas hidráulicas que se interponen en el movimiento natural de las aguas, junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje. Mediante su acoplamiento a un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía eléctrica, una forma energética más útil y aprovechable.



Fig. 2.18. Energía Mareomotriz.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa>

6. Energía Solar.

Es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares. Llega a la Tierra en forma de radiación a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres.



Fig. 2.19. Energía Solar.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos29/energia/energia.shtml>

7. Energía Undimotriz.

Otras formas de extraer energía del mar son la energía undimotriz, que es la energía producida por el movimiento de las olas; y la energía debida al gradiente térmico oceánico, que marca una diferencia de temperaturas entre la superficie y las aguas profundas del océano.

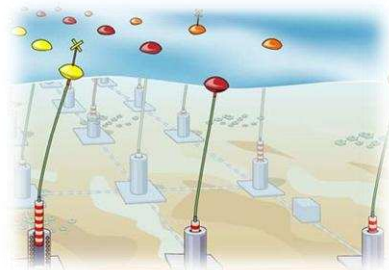
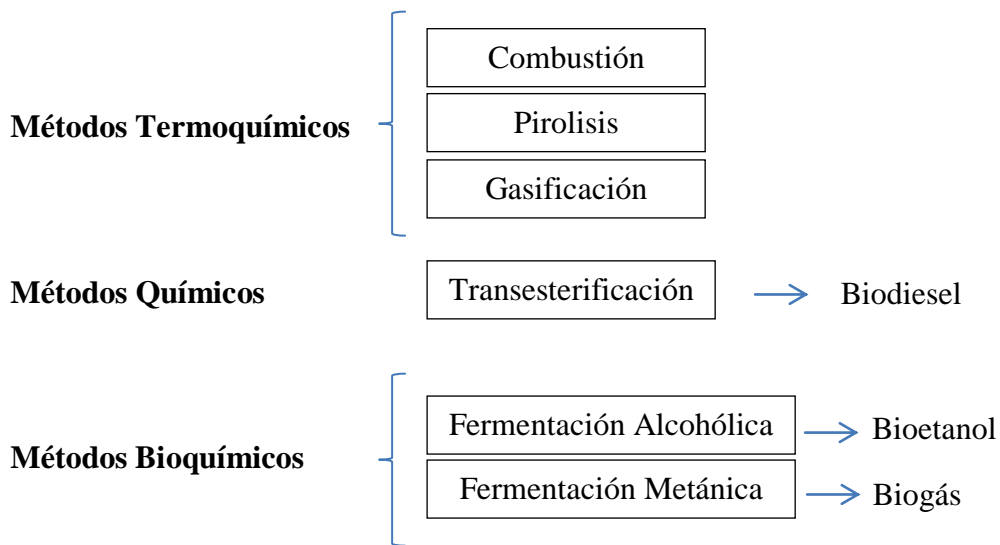


Fig. 2.20. Energía Undimotriz.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos29/energia/energia.shtml>

Formas de Valoración Energética



BIOCOMBUSTIBLE

Es cualquier material capaz de liberar energía cuando se quema, y luego cambiar o transformar su estructura química. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una energía química).

Entre los combustibles sólidos se incluyen el carbón, la madera y la turba. El carbón se quema en calderas para calentar agua que puede vaporizarse para mover máquinas a vapor o directamente para producir calor utilizable en usos térmicos (calefacción). La turba y la madera se utilizan principalmente para la calefacción doméstica e industrial.

Entre los combustibles fluidos, se encuentran los líquidos como el gasóleo, el queroseno o la gasolina (o nafta) y los gaseosos, como el gas natural o los gases licuados de petróleo (GLP), representados por el propano y el butano.

Características

La principal característica es su poder calorífico, que es el calor desprendido por la combustión completa de una unidad de masa (kilogramo) de combustible. Este calor o poder calorífico, se mide en julio (joule en inglés), caloría o BTU.

Cuadro N°. 2.7. Características de los Combustibles.

Combustible	MJ/kg	kcal/kg
Gas natural	53,6	12 800
Acetileno	48,55	11 600
Propano/Gasolina/Butano	46,0	11 000
Gasoil	42,7	10 200
Fueloil	40,2	9 600
Antracita	34,7	8 300
Coque	32,6	7 800
Gas de alumbrado	29,3	7 000
Alcohol de 95°	28,2	6 740
Lignito	20,0	4 800
Turba	19,7	4 700
Hulla	16,7	4 000
Hulla	17,7	4 000

Fuente: www.monografias.com/trabajos31/combustibles-alternos/combustibles-alternos.shtml

Tipos

1. Combustible fósil

La mayor parte de la energía empleada actualmente en el mundo proviene de los **combustibles fósiles**. Se los utiliza en transporte, para generar electricidad, para calentar ambientes, para cocinar, etc.

Los combustibles fósiles son tres: petróleo, carbón y gas natural, y se formaron hace millones de años, a partir de restos orgánicos de plantas y animales muertos.



Fig. 2.21. Combustible Fósil (carbón).

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible_f%C3%B3sil

- **Petróleo**

El petróleo es un líquido oleoso compuesto de carbono e hidrógeno en distintas proporciones. Se encuentra en profundidades que varían entre los 500 y los 4.000 metros. Los egipcios usaban petróleo en la conservación de las momias, y los romanos, de combustible para el alumbrado.

Actualmente, las refinerías y las industrias petroquímicas extraen del petróleo diferentes productos para distintas aplicaciones: gas licuado, gasolina, diesel, aceites lubricantes, además de numerosos subproductos que sirven para fabricar pinturas, detergentes, plásticos, cosméticos, fertilizantes y otros muchísimos artículos.

- **Carbón**

El carbón es un combustible fósil que se origina por la descomposición de materia vegetal acumulada y cubierta por agua en el fondo de pantanos, lagos o mares poco profundos.

El proceso ocurre en ausencia de oxígeno y por la acción de bacterias anaerobias, que además de descomponer la materia vegetal propician que esta vaya aumentando su contenido de carbono (carbonificación).

- **Gas natural**

El gas natural está compuesto principalmente por metano, un compuesto químico hecho de átomos de carbono e hidrógeno. Se extrae mediante tuberías, y se almacena directamente en grandes tanques. Luego se distribuye a los usuarios a través de gasoductos.

Como es inodoro e incoloro, al extraerlo se mezcla con una sustancia que le da un fuerte y desagradable olor. De este modo, las personas pueden darse cuenta de que existe una filtración o escape de gas.

2. Combustibles Alternos

- **¿Qué es el Biodiesel?**

Es un combustible limpio parecido al diesel, elaborado de fuentes renovables tales como los aceites vegetales. Simplemente como el diesel convencional, biodiesel puede ser utilizado en motores de combustión-ignición.

El uso de biodiesel en un motor de diesel convencional proporciona una reducción sustancial de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, y

materiales de la combustión. Se reducen también las emisiones de óxidos de nitrógeno. El uso de biodiesel disminuye las emisiones de carbón sólido ya que permite una combustión más completa del CO₂.

- **¿Qué es el Combustible Eléctrico?**

Electricidad es el único entre los combustibles alternativos en que su poder mecánico es derivado directamente de él, al considerar que los otros combustibles alternos guardan energía química y que al producirse la combustión proporcionan su poder mecánico.

- **¿Qué es el Etanol?**

Etanol (alcohol del etilo, alcohol de grano, ETOH) es un líquido claro, incoloro con un olor característico agradable. En solución con agua, tiene un sabor dulce, pero en soluciones más concentradas tiene un sabor ardiente. Etanol, CH₃CH₂OH, es un alcohol, perteneciente al grupo de compuestos químicos cuyas moléculas contenga un grupo del hydroxyl, -OH, unido a un átomo de carbono.

- **¿Qué es el Hidrógeno?**

Gas de hidrógeno (H₂) está explorándose para el uso en motores de combustión interna y en las celdas de combustibles para vehículos eléctricos. El hidrogeno esta en forma gaseosa a temperaturas y presiones estándares, lo cual obvia los obstáculos que presentan los combustibles líquidos.

Sistemas del almacenamiento que se desarrollan incluyen hidrógeno comprimido, hidrógeno líquido, y químicos con compatibilidad entre el hidrogeno y los materiales de los recipientes de almacenamiento.

- **¿Qué es el Metanol?**

Metanol (CH_3OH) es un combustible del alcohol. Hoy la mayoría de la producción de metanol a nivel mundial se realiza a través de un proceso que usa gas natural como insumo. Sin embargo, la razón para que se produzca metanol teniendo como insumo diferente al petróleo como el carbón o la biomasa es por reducir las importaciones de petróleo.

- **¿Qué es el Propano?**

Gas de petróleo licuado (GLP) consiste principalmente en propano, propylene, butano, y butylene en varias mezclas. Sin embargo, para uso doméstico, comercial y vehicular, la mezcla es principalmente propano.

- **¿Qué es el P-serie?**

Los combustibles de la P-serie de la CEP son mezclas de etanol, methyltetrahydrofuran (MTHF), y pentanos, mezclados con butano, que soportan severas condiciones de bajas temperaturas.

Se anticipa que el etanol y el MTHF serán derivados de los recursos renovables, como biomasa de la celulosa, que puede obtenerse de desechos de papel, desperdicios agrícolas y de la madera desechada en los centros urbanos e industriales.

- **¿Qué es el Combustible Solar?**

La tecnología de Energía Solar, utiliza la luz del sol para calentar casas y proporcionar luz, calentamiento de agua y generación de electricidad. Investigaciones se han realizado para evaluar como la energía solar puede ser utilizada como fuente para mover vehículos.

BIOABONO

a. Fertilizantes Orgánicos.

Se trata de los estiércoles, compost, basuras fermentadas, turba, guano, humus de lombriz, etc. Su acción es lenta, pues proporcionan Nitrógeno a medida que las bacterias los descomponen.

Los fertilizantes o abonos de origen orgánico (estiércol, turba, compost, etc.) son lentos porque antes los nutrientes, por ejemplo, Nitrógeno, se tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces. Como mejor actúan los microorganismos es en suelos calientes, pH neutro o alcalino, con humedad y muy aireado.



Fig. 2.22.Fertilizantes Orgánicos (Estiércol).

Fuente: articulos.infojardin.com/jardin/abonos-organicos-minerales-liquididos.htm

b. Ácidos Húmicos.

Hay un tipo de abono un tanto desconocido para el aficionado, los llamados ácidos húmicos. Son muy buenos. Su presentación es líquida o sólida.

c. Fertilizantes Minerales.

Los fertilizantes químicos generalmente son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas cuando se aplican.

Estos fertilizantes se agrupan en diversos tipos según las sustancias que proporcionan:

- Nitrogenados
- Fosfóricos
- Potásicos
- Complejos
- Binarios, etc.

d. Fertilizantes de Lenta Liberación.

Están diseñados para que el Nitrógeno se vaya liberando poco a poco, de forma continuada. Suelen comercializarse como abonos granulados, barritas o pastillas.

Se trata de abonos que, como su nombre indica, sueltan los elementos fertilizantes que contienen (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio...) poco a poco, a lo largo de al menos 3 meses.

e. Fertilizantes Líquidos.

Se mezclan con el agua de riego. Para macetas son muy apropiados los fertilizantes líquidos. Un poco cada 15 días durante los meses de mayor actividad de las plantas (primavera y verano). Cuando quieras efectos rápidos utiliza fertilizantes químicos disueltos en el agua de riego.

f. Aminoácidos y Extractos de Algas.

Se usa cuando una planta ha sufrido por sequía, por plagas, por un trasplante, por un tratamiento con pesticidas mal realizado, por ejemplo, herbicida, o por

cualquier otro trastorno, puedes aplicar unos productos llamados **aminoácidos**; También los **extractos de algas** sirven como "recuperadores".

Abono Orgánico

Un **Abono orgánico** es un fertilizante que no está fabricado por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio. En cambio los abonos orgánicos provienen de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural.

Tipos de Abonos Orgánicos

- Estiércol.
- Guano Estiércol de aves y murciélagos.
- Gallinaza Estiércol y cama de gallinas.
- Biol El líquido que se obtiene al producir biogás.
- Dolomita Mineral natural, se encuentra en minas.
- Compost.
- Humus.

GENERACIÓN DE BIOGÁS

Definición

El **biogás** es un gas que se genera en medios naturales metabólicos o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica (desperdicios de granja u otros tipos de biomasa, tales como; estiércol, abono humano, residuos de cosechas, etc.), mediante la acción de microorganismos (bacteriasmetanogénicas, etc.), y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico)

Éste biogás es un combustible y tiene un alto valor calórico de 4700 a 5500 kcal/m³ y puede ser utilizado en; la cocción de alimentos, para la iluminación de naves y viviendas, así como para la alimentación de motores de combustión interna que accionan, máquinasherramientas, molinos de granos, generadores eléctricos, bombas de agua y vehículos agrícolas o de cualquier otro tipo.

La generación natural de biogás es una parte importante del ciclo biogeoquímico del carbono. El metano producido por bacterias es el último eslabón en una cadena de microorganismos que degradan material orgánico y devuelven los productos de la descomposición al medio ambiente.

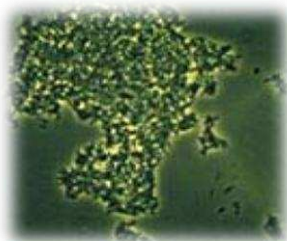


Fig. 2.23. Bacteria productora de metano.

Fuente: <http://www.ainia.es/pdf/asistencia/obtencionbiogas.pdf>

Composición y Características

El proceso por el cual se obtiene el biogás es una fuente de energía renovable, que se obtiene a partir de sustratos de escaso valor económico y que, además, son una fuente de contaminación y enfermedades.

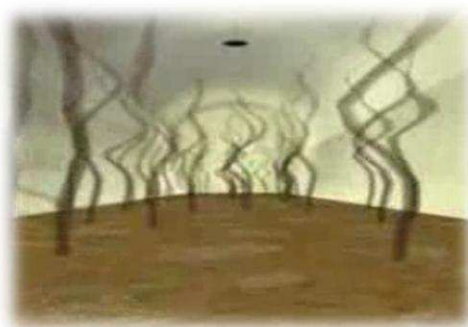


Fig. 2.24. Generación Biogás.

Fuente: <http://www.YouTube- Construya un Biodigestor Sencillo II.com>

El biogás está compuesto principalmente por CH₄, CO₂ y, en menores proporciones, SH₂, H₂ y otros gases (CO, O₂, etc).

Cuadro N°. 2.8. Composición del Biogás.

COMPONENTE	SIMBOLOGIA	% POR VOLUMEN TOTAL
Metano	CH ₄	55 a 70 %
Anhídrido Carbónico	CO ₂	35 a 40 %
Nitrógeno	N ₂	0.5 a 5 %
Sulfuro de Hidrógeno	H ₂ S	0.1 %
Hidrógeno	H ₂	1 a 3 %
Oxígeno	O ₂	1 a 2 %
Vapor de agua Trazas	-	-

Fuente: www.monografias.com/trabajos15/utilizacion-biogas/utilizacion-biogas.shtml

Cuadro N°. 2.9. Composición del Biogas derivado de diversas fuentes.

Gases	Desechos Agrícolas	Lodos Cloacales	Desechos Industriales	Rellenos Sanitarios	Propiedades
Metano	50 - 80%	50 - 80%	50 - 70%	45 - 65%	combustible
CO ₂	30 - 50%	20 - 50%	30 - 50%	34 - 55%	ácido, asfixiante
Vapor Agua	saturación	saturación	saturación	saturación	corrosivo
Hidrogeno	0 - 2%	0 - 5%	0 - 2%	0 - 1%	combustible
H ₂ S	100 – 7000 ppm	0 - 1%	0 - 8%	0,5 - 100ppm	corrosivo, olor, tóxico
Amoniaco	trazas	trazas	Trazas	trazas	corrosivo
CO	0 - 1%	0 - 1%	0 - 1%	trazas	tóxico
Nitrógeno	0 - 1%	0 - 3%	0 - 1%	0 - 20%	inerte
Oxigeno	0 - 1%	0 - 1%	0 - 1%	0 - 5%	corrosivo
Orgánicos	trazas	trazas	Trazas	5ppm	corrosivos, olores

Fuente: www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap5.pdf

El Biogás por descomposición Anaeróbica

La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables ya que produce un

combustible de valor además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico. El biogás tiene como promedio un poder calorífico entre 4.500 a 5.600 kilocalorías por m³.

Cuadro N°. 2.10. Balance energético de los procesos Aerobios y Anaerobios.

Proceso aerobios	Proceso anaerobios
Durante los procesos aerobios cerca del 60% de la energía se consume durante la síntesis de nueva biomasa (células de microorganismos) y el 40% de la energía se pierde en la forma de calor de reacción.	Durante los procesos anaerobios casi 90% de la energía que existe originalmente en el sustrato (residual) se retiene en el biogás que se produce durante estos procesos perdiendo solamente en 7% de la energía inicial como calor de reacción.
Durante los procesos aerobios cerca del 50% del carbono contenido en el sustrato se convierten biomasa y otros 50% pasa a bióxido de carbono.	Durante los procesos anaerobios cerca del 95% pasa a biogás (metano (CH ₄ , C ₀ 2) y sólo el 5% es convertido biomasa.

Fuente: www.ainia.es/pdf/asistencia/obtencionbiogas.pdf

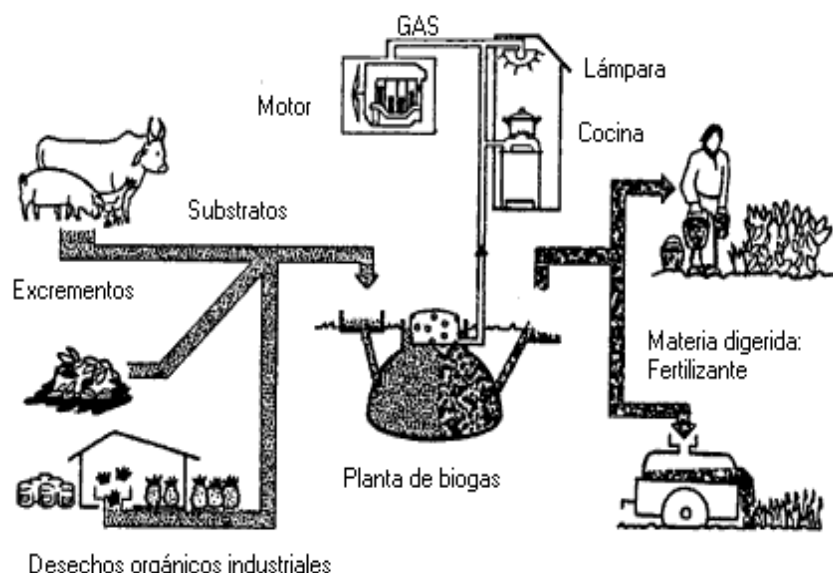


Fig. 2.25. Sistema típico de biogás.
Fuente: <http://www.OEKOTOP.com>

1. Metano

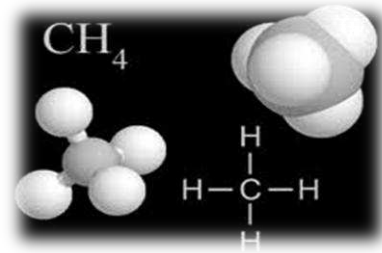


Fig. 2.26. Diagrama molecular de metano.

Fuente: Enciclopedia Audiovisual Educativa - Física y Química, páginas 251-265.

El **metano** (del griego methy vino, y el sufijo -ano) es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH₄.

Cada uno de los átomos de hidrógeno está unido al carbono por medio de un enlace covalente. Es una sustancia no polar que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias. Es incoloro e inodoro y apenas soluble en agua en su fase líquida.

Constituye hasta el 97% del gas natural. En las minas de carbón se le llama grisú y es muy peligroso ya que es fácilmente inflamable y explosivo.

El metano es el hidrocarburo más simple, su molécula está formada por un átomo de carbono (C), al que se encuentran unidos cuatro átomos de hidrógeno (H).

El metano se produce de forma natural por la descomposición de sustancias orgánicas en ambientes pobres en oxígeno. También se produce en el sistema digestivo de rumiantes y otros animales, en la explotación de combustibles fósiles, y en la quema de biomasa.

Cuadro N°. 2.11. Propiedades del Metano.

Generales	
Nombre	Metano
Fórmula química	CH ₄
Peso atómico	16,043 uma
Densidad	0.717 kg/m ³ (gas)
Otras denominaciones	Gas del pantano; hidruro de metilo
Número CAS	74-82-8
Cambios de fase	
Punto de fusión	90,6 K (-182,5 °C)
Punto de ebullición	111,55 K (-161,6 °C)
Punto triple	90,67 K (-182,48 °C) 0,117 bar
Punto crítico	190,6 K (-82,6 °C) 46 bar
$\Delta_{\text{fus}}H$	1,1 kJ/mol
$\Delta_{\text{vap}}H$	8,17 kJ/mol
Propiedades del gas	
$\Delta_f H^0_{\text{gas}}$	-74,87 kJ/mol
$\Delta_f G^0_{\text{gas}}$	-50,828 kJ/mol
S^0_{gas}	188 J/(mol·K)
C_m	35,69 J/(mol·K)
Seguridad	
Efectos agudos	Asfixia; en algunos casos inconsciencia, ataque cardíaco o lesiones cerebrales. El compuesto se transporta como líquido criogénico. Su exposición causará obviamente la congelación.
Punto de inflamación	-188 °C
Temperatura de autoignición	537 °C
Límite explosivos	5-15%

Fuente:http://es.wikipedia.org/wiki/Metano#cite_note-0

Las principales fuentes productoras de metano son:

- Los procesos de descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), se lo conoce como “gas de los pantanos”; en este aspecto, las grandes extensiones de cultivos de arroz (145 millones de

hectáreas en todo el mundo) y las zonas pantanosas, emiten importantes cantidades de metano.

- El proceso digestivo de los rumiantes (bovinos).
- La combustión (incendios) de biomasa en bosques tropicales y sabanas.
- La actividad microbiana en aguas servidas (cloacas).
- Determinadas acumulaciones de hidrocarburos tales como campos de petróleo, gas y carbón lo emiten espontáneamente (fugas).

Aproximadamente la mitad de la producción de metano proviene de los sembradíos de arroz, de la actividad animal, y de la acción de los termitas. Una cuarta parte proviene de tierras pantanosas y húmedas. Un 15% de la producción industrial de gas natural y carbón mineral. Los rellenos de basura y otras sustancias orgánicas en descomposición contribuyen con un 5% de las emisiones de metano.

Fuentes de metano

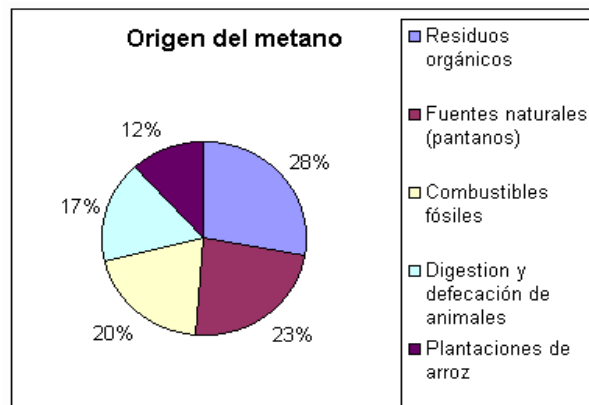


Fig. 2.27. Origen del Metano.

Fuente: Enciclopedia Audiovisual Educativa - Física y Química, páginas 251-265.

La industria agrícola-ganadera, con su necesaria expansión, genera y libera este gas originado en la descomposición de la biomasa remanente y en el aumento de las poblaciones de ganado (rumiantes). Las industrias extractivas de carbón, petróleo y gas actúan como fuentes de liberación de metano a la atmósfera.

2. Anhídrido Carbónico

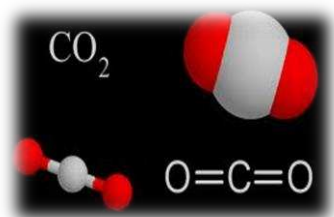


Fig. 2.28. Partículas de Anhídrido Carbónico.

Fuente: Enciclopedia Audiovisual Educativa - Física y Química, páginas 251-265.

El óxido de carbono (IV), también denominado dióxido de carbono, gas carbónico y anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su representación por estructura de Lewis es: $O=C=O$.

Cuadro N° 2.12. Propiedades del Anhídrido Carbónico.

Propiedades físicas	
Estado de agregación	Gas
Apariencia	Gas incoloro
Densidad	1.6 kg/m ³ ; 0,0016 g/cm ³
Masa molar	44,0 g/mol
Punto de fusión	195 K (-78 °C)
Punto de ebullición	216 K (-57 °C)
Estructura cristalina	Parecida al cuarzo
Viscosidad	0,07 cP a -78 °C
Propiedades químicas	
Acidez (pK _a)	6,35 y 10,33
Solubilidad en agua	1,45 kg/m ³
Momento dipolar	0 D
Riesgos	
Ingestión	Puede causar irritación, náuseas, vómitos y hemorragias en el tracto digestivo.
Inhalación	Produce asfixia, causa hiperventilación. La exposición a largo plazo es peligrosa.
Piel	En estado líquido puede producir congelación.
Ojos	En estado líquido puede producir congelación.

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_carbono_\(IV\)](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_carbono_(IV))

Usos

Se utiliza como gas en los refrescos, les da el sabor ácido y la estimulante sensación de burbujeo tan característica en esa clase de bebidas, también es útil en vinos y otras bebidas. Debido a su característica de gas inerte, es utilizado también para inertización de reactores, tanques o equipos de transferencia. También es utilizado en procesos de soldadura por arco, en la industria de fundición, del plástico y en la industria química entre otras.

3. Nitrógeno

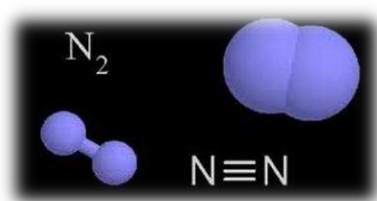
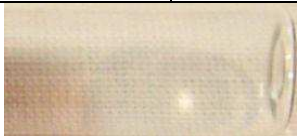


Fig. 2.29. Partículas de Nitrógeno.

Fuente: Enciclopedia Audiovisual Educativa - Física y Química, páginas 251-265.

Cuadro N°. 2.13. Propiedades del Nitrógeno.

Información general	
Nombre, símbolo, número	Nitrógeno, N, 7
Serie química	No metales
Grupo, período, bloque	15, 2, p
Densidad	1,2506 kg/m ³
Apariencia	Incoloro
	
Propiedades físicas	
Estado ordinario	Gas
Punto de fusión	63,14 K
Punto de ebullición	77,35 K
Entalpía de vaporización	5,57 kJ/mol
Entalpía de fusión	0,3604 kJ/mol
Temperatura crítica	126,19 K
Presión crítica	3.39 MPa Pa
Velocidad del sonido	334 m/s a 293.15 K(20 °C)

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/243775/Nitrogeno>

Características

Es un gas inerte, no metal, incoloro, inodoro e insípido que constituye aproximadamente las cuatro quintas partes del aire atmosférico, si bien no interviene en la combustión ni en la respiración.

Usos

La más importante aplicación comercial del nitrógeno es la obtención de amoníaco por el proceso de Haber.

También se usa, por su baja reactividad, como atmósfera inerte en tanques de almacenamiento de líquidos explosivos, durante la fabricación de componentes electrónicos (transistores, diodos, circuitos integrados, etc.) y en la fabricación del acero inoxidable. El nitrógeno líquido, producido por destilación del aire líquido, se usa en criogenia, ya que a presión atmosférica condensa a $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; aplicación importante es también la de refrigerante, para la congelación y el transporte de comida y la conservación de cuerpos y células reproductivas (semen y óvulos) o cualesquiera otras muestras biológicas.

4. Sulfuro de Hidrógeno



Fig. 2.30. Partículas de sulfuro de hidrógeno.

Fuente: Enciclopedia Audiovisual Educativa - Física y Química, páginas 251-265.

Composición

Resulta a menudo de materia orgánica en ausencia de oxígeno, por ejemplo adentro de pantanos y alcantarillas (digestión anaerobia). También ocurre

adentro volcánico gases, gas natural y algunas aguas de pozo. El olor de H₂S es comúnmente a sulfuroelemental, que es de hecho inodoro.

Características

El sulfuro de hidrógeno es corrosivo y rinde alguno aceros frágil, conduciendo a el agrietarse de la tensión del sulfuro - una preocupación especialmente por dirigir “gas amargo” y petróleo crudo amargo en industria de petróleo. El sulfuro de hidrógeno se quema para dar el gas dióxido de sulfuro, que es más familiar pues el olor de un fósforo quemado.

Cuadro N°. 2.14. Propiedades Sulfuro de Hidrógeno.

Características	
Fórmula molecular	H ₂ S
Masa molar	34.082 g/mol
Aspecto	Gas descolorido.
Densidad	1.363 g/l, gas.
Punto de fusión	°C -82.30 (190.85 K)
Punto que hierve	°C -60.28 (212.87 K)
Solubilidad en agua	0.25 g/100 ml (°C 40)
Acidez (pK _a)	6.89 19±2 (Vea el texto)
Peligros	
Clasificación del EU	Corrosivo (C) Muy tóxico (T+) Altamente inflamable (F+)
R-frases	R12, R26, R50
S-frases	(S1/2), S9, S16 S36, S38, S45, S61
Punto de destello	°C -82.4

Fuente: http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Hydrogen_sulfide

Usos

El sulfuro de hidrógeno es usado o se encuentra en granjas (generalmente comodesinfectante agrícola), en la elaboración de la cerveza, en curtidos,

fabricación de pegamentos, vulcanizado de goma, procesos de recuperación de metales, exploración y procesamiento del petróleo y gas, en la fabricación de rayón o seda artificial, en litografía y fotograbado, en las plantas de preparación de las pieles y fabricación de fieltro, en hornos de fertilizantes, factorías de azúcar de remolacha, química analítica y producción de tintes.

5. Hidrógeno

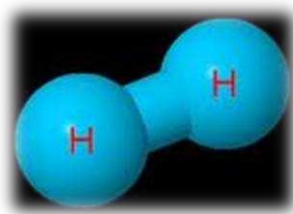


Fig. 2.31. Partículas de Hidrógeno.

Fuente: Enciclopedia Audiovisual Educativa - Física y Química, páginas 251-265.

Historia

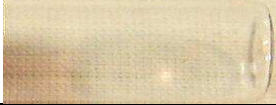
Fue **Lavoisier** quien, finalmente, bautizó a este elemento con el nombre hidro-geno, debido a una de sus reacciones más características: **arde en presencia de oxígeno para formar agua.**

Características

El hidrógeno es el elemento químico más ligero, estando su isótopo más abundante constituido por un único protón-electrón. En condiciones normales de presión y temperatura forma un gas diatómico, H_2 con un punto de ebullición de tan sólo 20,27 K (-252,88 °C) y un punto de fusión de 14,02 K (-259,13 °C). A muy alta presión, tal como la que se produce en el núcleo de las estrellas gigante de gas, las moléculas mudan su naturaleza y el hidrógeno se convierte en un líquido metálico (ver hidrógeno metálico). A muy baja presión, como la del espacio, el hidrógeno tiende a existir en átomos individuales, simplemente porque es muy baja la probabilidad de que se combinen, sin

embargo, cuando esto sucede pueden llegar a formarse nubes de H₂ que se asocian a la génesis de las estrellas.

Cuadro N°. 2.15. Propiedades del Hidrógeno.

Información general	
Nombre, símbolo, número	Hidrógeno, H, 1
Serie química	No metales
Grupo, período, bloque	1, 1, s
Densidad	0,089 9 kg/m ³
Apariencia	Incoloro
	
Propiedades físicas	
Estado ordinario	Gas
Punto de fusión	14,025 K
Punto de ebullición	20,268 K
Punto de inflamabilidad	255 K
Entalpía de vaporización	0,44936 kJ/mol
Entalpía de fusión	0,05868 kJ/mol
Presión de vapor	209 Pa a 23 K
Temperatura crítica	23,97 K
Presión crítica	1,293·10 ⁶ Pa
Volumen molar	22,42×10 ⁻³ m ³ /mol
Velocidad del sonido	1270 m/s a 293.15 K(20 °C)

Fuente: <http://enciclopedia.us.es/index.php/Hidr%C3%B3geno>

Usos

- Producción de ácido clorhídrico, combustible para cohetes, y reducción de minerales metálicos.
- El hidrógeno líquido se emplea en aplicaciones criogénicas, incluyendo la investigación de la superconductividad.
- Empleado antaño por su ligereza como gas de relleno en globos y zepelines, tras el desastre del dirigible Hindenburg se abandonó su uso por su gran inflamabilidad.

- El hidrógeno puede emplearse en motores de combustión interna alternativos. Una flota de automóviles con motores de este tipo es mantenida en la actualidad por Chrysler-BMW. Además, las células de combustible en desarrollo parece que serán capaces de ofrecer una alternativa limpia y económica a los motores de combustión interna.

6. Oxígeno

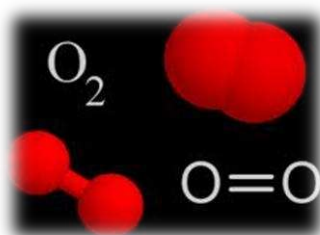


Fig. 2.32. Partículas de Oxígeno.

Fuente: <http://enciclopedia.us.es/index.php/Hidr%C3%B3geno>

Historia



Al calentar monóxido de mercurio, Priestley obtuvo dos vapores: uno se condensó en gotas, el mercurio, pero ¿qué era el otro? Priestley juntó ese gas en un recipiente e hizo algunos ensayos: si introducía una brasa de madera, ardía; si acercaba ratones vivos, éstos se volvían muy activos. En vista de lo cual, Priestley inhaló un poco de ese gas y notó que se sentía muy "ligero y cómodo". A este gas lo llamó aire desflogistizado, hoy sabemos que era oxígeno. Sin saberlo, Priestley fue la primera persona que usó la mascarilla de oxígeno.

Características

En condiciones normales de presión y temperatura, el oxígeno se encuentra en estado gaseoso formando moléculas diatómicas (O_2) que a pesar de ser inestables se generan durante la fotosíntesis de las plantas y son posteriormente utilizadas por los animales, en la respiración. También se puede encontrar de forma líquida

en laboratorios. Si llega a una temperatura menor que $-219\text{ }^{\circ}\text{C}$, se convierte en un sólido cristalino azul. Su valencia es 2.

Cuadro N°. 2.16. Propiedades del Oxígeno.

Información general	
Nombre, símbolo, número	Oxígeno, O, 8
Serie química	No metales
Grupo, período, bloque	16, 2, p
Densidad	$1,429\text{ kg/m}^3$
Apariencia	Incoloro 
	
Propiedades físicas	
Estado ordinario	Gas (paramagnético)
Punto de fusión	50,35 K
Punto de ebullición	90,18 K
Entalpía de vaporización	3,4099 kJ/mol
Entalpía de fusión	0,22259 kJ/mol
Volumen molar	$17,36 \times 10^{-3}\text{ m}^3/\text{mol}$
Velocidad del sonido	317,5 m/s a 293.15 K (20°C)

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ox%C3%ADgeno>

Usos

Se usan grandes cantidades de oxígeno en los sopletes para soldar a altas temperaturas, en los cuales, la mezcla de oxígeno y otro gas produce una llama con una temperatura muy superior a la que se obtiene quemando gases en aire. Él oxígeno se le administra a pacientes con problemas respiratorios y también a las personas que vuelan a altitudes elevadas, donde la baja concentración de oxígeno no permite la respiración normal. El aire enriquecido con oxígeno se usa para fabricar acero en los hornos de hogar abierto.

El oxígeno de gran pureza se utiliza en la industria de fabricación de metal. Es muy importante como líquido propulsor en los misiles teledirigidos y en los cohetes.

Ventajas de la Fermentación Anaeróbica del Estiércol

- ◆ Producción de energía (calor, luz, electricidad).
- ◆ Transformación de desechos orgánicos en fertilizantes de calidad al aumentar la calidad de Nitrógeno, Fosforo y Potasio y se producen micronutrientes para el suelo.
- ◆ Mejoramiento de las condiciones higiénicas a través de la reducción de patógenos, huevos de gusanos, moscas y parásitos, eliminación de los malos olores y disminuye las malezas en los cultivos.
- ◆ Se homogeniza el biofertilizante facilitando la mezcla, pulverización y distribución en cultivos y pasturas.
- ◆ Disminuye la repulsibilidad de los excrementos frescos debido a la estabilización de la materia orgánica biodegradable, lo que reduce el potencial contaminante.
- ◆ Ventajas ambientales a través de la protección del suelo, del agua, del aire y la vegetación leñosa, reducción de la deforestación.
- ◆ Beneficios micro-económicos a través de la sustitución de energía y fertilizantes, del aumento en los ingresos y del aumento en la producción agrícola-ganadera.
- ◆ Beneficios macro-económicos a través de la generación descentralizada de energía, reducción en los costos de importación y protección ambiental.

Desventajas de la Biodigestión

- ◆ El material orgánico obtenido en este tipo de biodegradación es líquido.
- ◆ La aplicación de este efluente de Biodigestor (fertilizante) en forma líquida en suelos permeables produce mucha pérdida de lixiviación de algunos de sus componentes causando problemas de contaminación.

- ◆ Es necesario tener un suelo Húmedo para hacer la aplicación del efluente, porque si el suelo está seco existe gran pérdida de nitrógeno del efluente por volatilización.
- ◆ El proceso es sensible a la temperatura, Ph, velocidad de carga y cambios de tipo de carga.
- ◆ Problemas de fluidez a bajas temperaturas (menores a 0°C).
- ◆ Riesgo de explosión, en caso de no cumplirse las normas de seguridad para gases combustibles.
- ◆ Produce menos energía por unidad de volumen y plantea dificultades de almacenamiento y distribución.

Utilización

A pequeña y mediana escala, el biogás ha sido utilizado en la mayor parte de los casos para cocinar en combustión directa en estufas simples. Sin embargo, también puede ser utilizado para iluminación, para calefacción y como reemplazo de la gasolina o el combustible diesel en motores de combustión interna.

La utilización de los biodigestores además de permitir la producción de biogás ofrece enormes ventajas para la transformación de desechos:

Mejora la capacidad fertilizante del estiércol. Todos los nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio así como los elementos menores son conservados en el efluente. En el caso del nitrógeno, buena parte del mismo, presente en el estiércol en forma de macromoléculas es convertido a formas más simples como amonio (NH_4^+), las cuales pueden ser aprovechadas directamente por la planta. Debe notarse que en los casos en que el estiércol es secado al medio ambiente, se pierde alrededor de un 50% del nitrógeno (Hohlfeld y Sasse 1986).

- El efluente es mucho menos oloroso que el afluente.
- Control de patógenos.

- Control de malos olores.
- El efluente puede ser utilizado como alimento para peces, en lagos o estanques artificiales, además de la lombricultura.

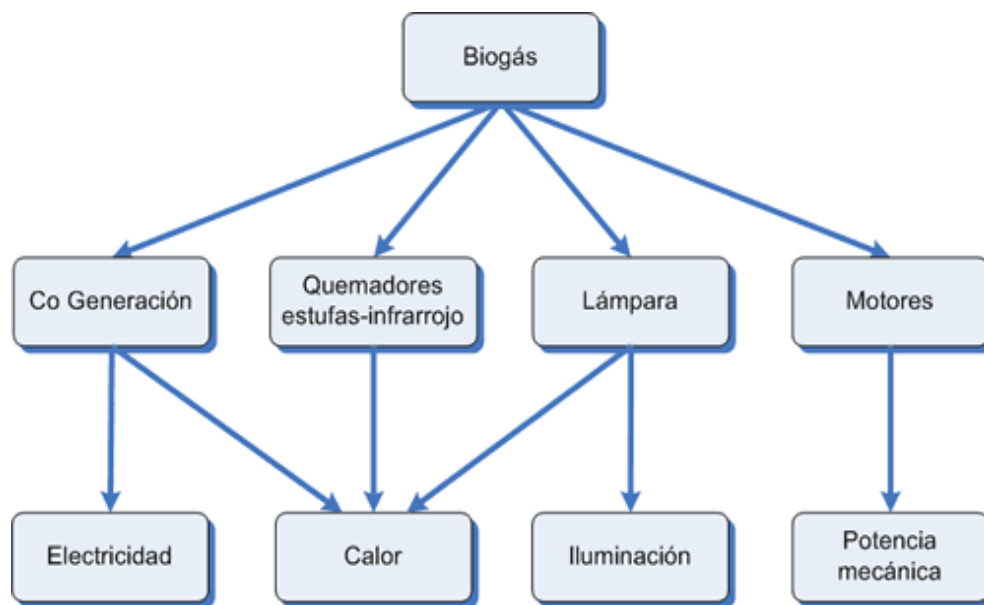


Fig. 2.33. Utilización del Biogás.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/energia/biogas>

Diferentes aplicaciones del Biogás

En el cuadro se han listado los principales artefactos que utilizan biogás juntamente a su consumo medio y su eficiencia.

Cuadro N°. 2.17. Diferentes aplicaciones del biogás.

ARTEFACTO	CONSUMO	RENDIMIENTO (%)
Quemador de cocina	300 - 600 l/h	50 - 60
Lámpara a mantilla (60W)	120 - 170 l/h	30 - 50
Heladera de 100 L	-30 - 75 l/h	20 - 30
Motor a gas	0,5 m ³ /kWh o Hph	25 - 30
Quemador de 10 Kw	2 m ³ /h	80 - 90
Infrarrojo de 200 W	30 l/h	95 - 99
Co generador	1 kW elect. 0,5 m ³ /kwh 2kW térmica	hasta 90

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/energia/biogas/usos>.
Un metro cúbico de biogás totalmente combustionado es suficiente para:

- Generar 1.25 kw/h de electricidad.
- Generar 6 horas de luz equivalente a un bombillo de 60 watt.
- Poner a funcionar un refrigerador de 1 m³ de capacidad durante 1 hora.
- Hacer funcionar una incubadora de 1 m³ de capacidad durante 30 minutos.
- Hacer funcionar un motor de 1 HP durante 2 horas.
- La cocción de alimentos de tres comidas para cuatro personas.

Modelos de Biodigestores

a. De flujo continuo

Este tipo de digestor se desarrolló principalmente para el tratamiento de aguas negras y en la actualidad su uso se ha extendido al manejo de otros sustratos. Son plantas de gran tamaño en las que se emplean equipos comerciales para alimentarlos, proporcionarles agitación y control.

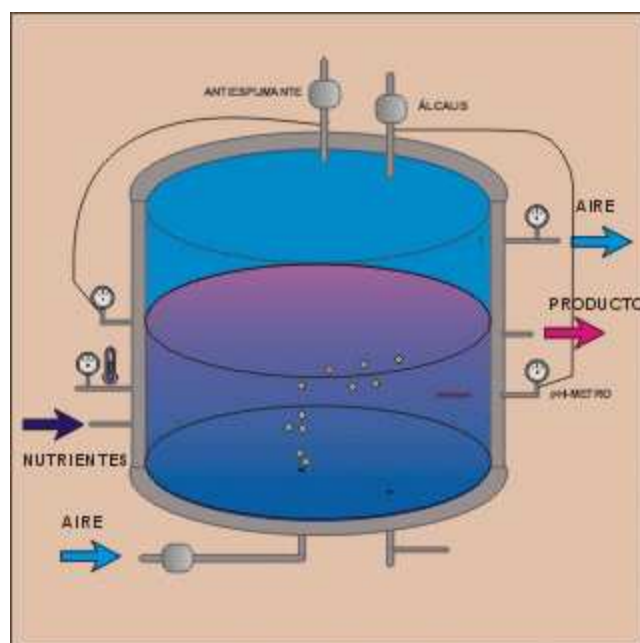


Fig. 2.34. Biodigestor de Flujo Continuo.

Fuente: [http://www.imagenes_google/biodigestor de flujo continuo.com.ec](http://www.imagenes_google/biodigestor%20de%20flujo%20continuo.com.ec)
b. De Flujo Semicontinuo

▪ **Biodigestor de Cúpula Fija**

De tipo chino o de cúpula fija. Alrededor de 7 millones de plantas han sido construidas en China, las cuales son fabricadas de distintas formas y capacidades, con diferentes materiales pero tienen un diseño básico en el que el biogás es colectado en una cúpula fija.

Su principal característica es que trabaja con presión variable. Y consiste en un digestor cerrado en forma de bóveda esférica, con el gasómetro fijo e inmóvil. El gas se almacena en un volumen libre de la parte superior del digestor; cuando éste se llena, la presión desplaza el material de fermentación hacia el tanque de compensación. Si el consumo excede a la producción, el volumen ocupado por el biogás disminuye, y por lo tanto, el sustrato desplazado regresa al digestor. En consecuencia, la presión oscila dependiendo de la cantidad de gas almacenado en la parte superior del digestor.

Cuadro N°. 2.18. Ventajas y desventajas de un Biodigestor de Campana Fija.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Se emplean materiales convencionales como ladrillo, bloque, cemento, etc. • No hay partes metálicas sujetas a corrosión • Con un buen mantenimiento puede tener una vida útil de hasta 20 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • La presión de gas no es constante, esto afecta a la eficiencia de los equipos y en ciertas ocasiones puede ser la causa de fugas en el biodigestor debido a los esfuerzos cíclicos que se presentan en las paredes del biodigestor • Debido a su principio de funcionamiento, la cúpula debe ser hermética, lo que requiere una construcción compleja • Los costos de impermeabilización son altos

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

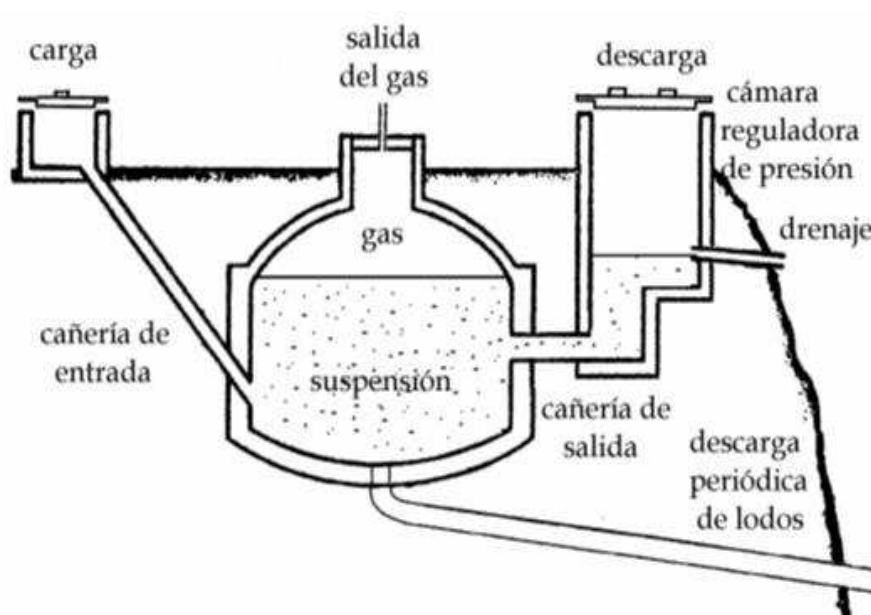


Fig. 2.35. Biodigestor de Cúpula Fija.

Fuente: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap5.pdf>

- **Biodigestor de Cúpula Flotante**

De campana flotante o tipo hindú. Es el más popular en la India, país en el que varias instituciones hasta 1985 han construido diferentes tipos de estas plantas, resultando en la instalación de más de 460.000 unidades. Estos Biodigestores poseen una campana donde se almacena el biogás y que a su vez flota sobre el residual. La campana sube a medida que se produce gas y baja a medida que es consumido, lo que produce que la presión dentro del reactor sea baja y constante.

La experiencia demuestra que la presión dentro del reactor puede estar entre 0.015 y 0.017 atm. En el caso de que se desee una mayor presión se puede colocar peso sobre la campana.

La campana se desliza sobre una guía lo que proporciona cierta facilidad de movimiento. Esto produce el rompimiento de la nata que se suele formar en la superficie de la mezcla y que puede llegar a impedir que el gas escape.

Aunque una cantidad de estas plantas fueron construidas con ladrillos, cemento y acero, más tarde se desarrolló la tecnología KVIC con campana de diversos materiales como: ferrocemento, fibra de vidrio, de polietileno de alta densidad, de PVC, de láminas rígidas de PVC y hasta de cemento y bambú. Esta variante se construye de forma vertical u horizontal y en cuanto a su uso social y volumen pueden ser individuales o comunales.

Cuadro N°.2.19. Ventajas y desventajas de un Biodigestor de Campana Flotante.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Trabaja a una presión constante • Se puede determinar con facilidad la cantidad de gas observando el nivel de la campana 	<ul style="list-style-type: none"> • La campana si es de acero, está expuesta a corrosión. • Los costos de construcción y mantenimiento de la campana son altos, si ésta es metálica.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

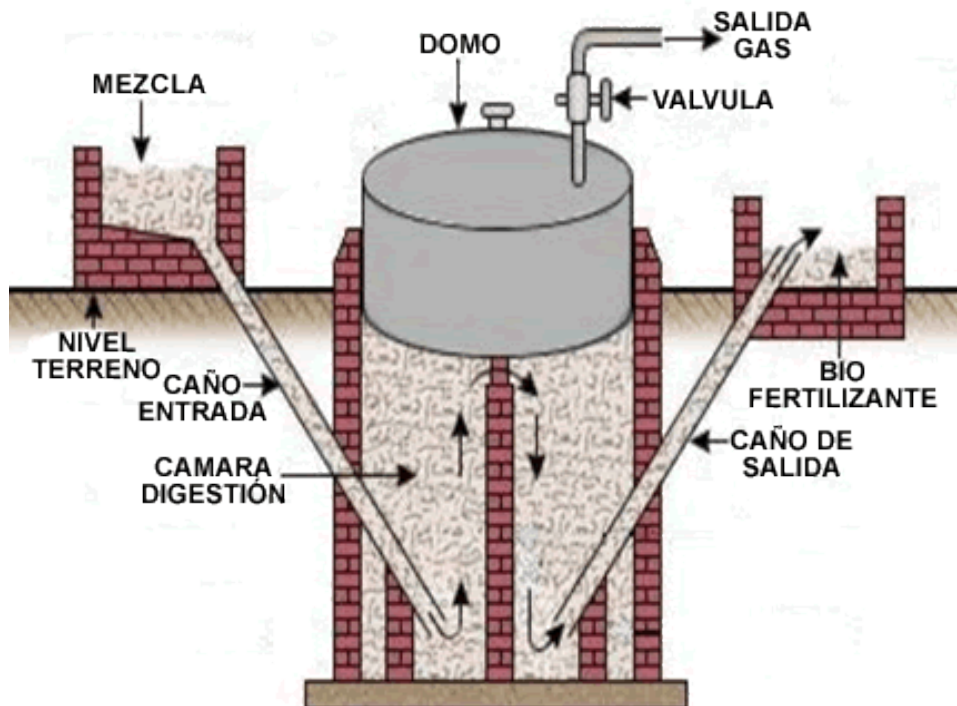


Fig. 2.36. Biodigestor de Cúpula Flotante.

Fuente: http://www.google_imagenes-Biodigestor//cúpula-flotate.com.ec

c. De flujo Intermitente

Se cargan de una vez en forma total o por intervalos durante varios días, y la descarga se efectúa cuando han dejado de producir gas combustible. Es aplicable cuando se presenten problemas de manejo o cuando la materia orgánica está disponible de forma intermitente.

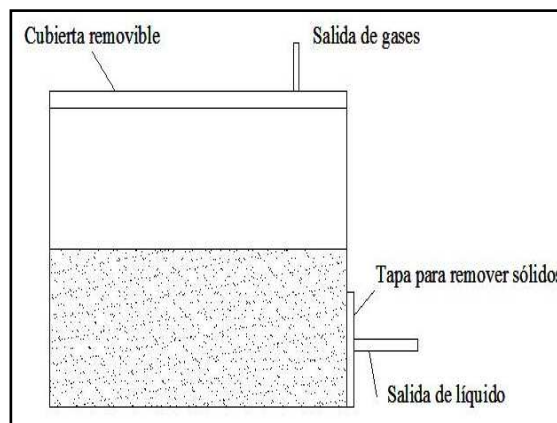


Fig. 2.37. Biodigestor de Lote (BATCH).

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Este tipo de digestores, se caracterizan por ser una estructura hermética bastante simple, de forma cúbica o cilíndrica, que puede ser construida sobre o dentro de la tierra. En éste último caso la tierra actúa en dos formas sobre el reactor: por un lado, gracias a su alta conductancia se convierte en un aislante económico y por otro lado, si no es arenosa, se puede convertir en un excelente soporte estructural.

Una vez que se ha construido el reactor, se carga con la materia prima más sustrato con células que permitan el inicio de la fermentación. Algunas veces es necesario colocar algún químico para mantener un pH satisfactorio.

Usos más comunes:

- Cuando se dispone de materia orgánica en forma intermitente.

- Cuando el interés principal es el de obtener bioabono, en una época específica del año.
- En una investigación de laboratorio con el objeto de medir parámetros de interés.

Hipótesis

La implementación de un sistema de tratamiento de desechos Biodegradables, permitirá la generación del Biogás a partir del uso de los desechos producidos en la finca “San José”.

Variables

Variable Independiente

Sistema de Tratamiento de Desechos Biodegradables

Variable Dependiente

Generación de Biogás en la finca “San José” del Cantón Shushufindi.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque

El presente proyecto de investigación se caracteriza porque está ajustada a los paradigmas cualitativos y cuantitativos. El estudio permitirá conocer el entorno y actividades en que se desarrolla la empresa, los testimonios de los dueños facilitan el estudio crítico de las muestras en donde se ocasionan los problemas.

Cabe destacar que se realizará un estudio netamente técnico sin fines personales de lucro, aportando conocimiento adquirido y experimentado orientándose a la solución del problema encaminado a la mejora notable de la finca “SAN JOSÉ”.

Las técnicas a aplicar ayudarán valiosamente a la finca obteniéndose como resultado el desarrollo sustentable de la misma, que además se solucionan los problemas permiten hacer investigación y obtener beneficios productivos.

Modalidad Básica de la Investigación

Investigación de Campo

Se utilizará esta investigación para realizar un estudio sistemático en la finca “SAN JOSÉ”, las visitas de observación técnica permiten estar en contacto

directo con la realidad existente en el área de ocurrencia y obtener la información necesaria para proponer un proyecto de solución y mejora, y elaborar un sistema del biodigestor para eliminar el problema de tratamiento de desechos excrementicios del ganado vacuno y porcino.

Investigación Documental o Bibliográfica

Un buen complemento al implantar el proyecto es basarse en conocimientos desarrollados por otras personas involucradas en el tema a elaborar.

Éste tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y críticas de diversos autores, basándose en revistas, periódicos, libros, videos, tesis de grado e internet; Los diferentes criterios permitirán relacionar una combinación entre lo teórico-práctico.

Investigación Experimental

Para establecer los objetivos planteados, se diseñará y construirá un prototipo para conocer la factibilidad que proporciona el sistema del biodigestor generador de biogás y abonos fertilizantes, así como su producción y calidad aplicándolo en las necesidades propias de la finca.

Proyecto Factible

El proyecto de investigación fue ubicable dentro de un proyecto factible porque el planteamiento del problema, la fundamentación teórica, el procedimiento metodológico permite dar una solución práctica y experimental viable en plazos fijos al mejoramiento del problema.

Nivel o Tipo de Investigación

Exploratorio

La investigación tiene un nivel exploratorio que permite elaborar el sistema en un contexto especial analizado y conocer sus características.

Descriptivo

Un nivel descriptivo con que se determina las variables de estudio, profundizar el conocimiento sobre las causas que provocan el fenómeno, a quienes afecta y como.

Experimental

En un nivel explicativo experimentable el cual se prioriza para aprovechar los recursos que se desperdician y convertirlos en forma de energía biogás.

Población y Muestra

Población

La población motivo de la investigación en la finca “SAN JOSÉ” la conforman siete personas que son el personal que habita en la propiedad.

Cuadro N°. 3.1. Población a Investigar.

POBLACION	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Propietario	1	14,286
Capataz	1	14,286
Técnico Agrónomo	1	14,286
Trabajadores	4	57,143
Total:	7	100

Fuente:Elaborador pored Investigador.

Muestra

Debido al hecho de que para poder obtener un resultado eficiente, toda la población pasa a constituir la muestra de estudio.

Operacionalización de Variables

Variable Independiente

Cuadro N°. 3.2.Desechos Biodegradables.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BASICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Aquellos que se descomponen en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos y de microorganismos que los utilizan para producir energía y elementos químicos que pueden ser reabsorbidos de nuevo por la naturaleza.</p>	Agentes Biológicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Sol - Agua - Plantas - Animales 	¿Qué agentes biológicos inciden con mayor frecuencia en la biodegradabilidad dentro del estable?	Entrevista Guía de la entrevista
	Elementos Químicos naturales.	<ul style="list-style-type: none"> - Excretas animales. - Cascarilla de arroz. - Orinas de animales. 	¿Cuántos animales por tipo posee en la finca?	Entrevista Guía de la entrevista
	Producir energía.	Contaminación del estable.	¿Qué problemas ocasiona la descomposición aerobia de las excretas?	Entrevista Guía de la entrevista

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Variable Dependiente

Cuadro N°. 3.3.Generación Biogás.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BASICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El biogás es el producto gaseoso metano de la digestión anaerobia de compuestos orgánicos.	Gas Metano.	Olores nauseabundos.	¿Qué acciones se han implementado para reducir el nivel de los malos olores?	Entrevista Guía de la entrevista
	Digestión Anaerobia.	Tratamiento de los desechos.	¿Existe un tratamiento correcto de los desechos generados en el establo?	Visita técnica Inspección.
	Sustancias Orgánicas.	Excrementos de reses y cerdos.	¿La recolección de los elementos excrementicios solidos es?	Visita técnica Inspección.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Plan de Recolección de Información

Para la recolección necesaria de la información en la investigación se realizará una visita de campo y se averiguará a los propietarios de la finca, para que describan con más detalles sobre los factores que inciden al problema y elaborar la propuesta para mitigar los inconvenientes. A continuación se detalla las técnicas e instrumentos científicos utilizados para evaluar los inconvenientes.

Cuadro N°. 3.4.Recolección de la Información.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación.
2. ¿De qué personas u objetos?	Capataz, establo.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Indicadores (matriz de operacionalización de variables)
4. ¿Quién, quiénes?	Investigador
5. ¿Cuándo?	2010
6. ¿Dónde?	Finca “San José”
7. ¿Cuántas veces?	1
8.¿Qué técnicas de recolección?	Entrevista. Observación.
9. ¿Con qué?	Inspección. Guía de la Entrevista.
10. ¿En qué situación?	Previa cita, visita de campo.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Plan de Procesamiento de la Información

Los datos recogidos se transforman siguiendo ciertos procedimientos.

- Revisión crítica de la información recogida; es decir, limpieza de la información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Tabulación o cuadros según variables de cada hipótesis: cuadros de una sola variable, cuadro con cruce de variables, etc.
- Manejo de información (reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos tan reducidos cuantitativamente, que no influyen significativamente en los análisis).
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Técnica utilizada: ENTREVISTA

Entrevistado: Sr. Iván Larrea

Objetivo: Establecer criterios para obtener las raíces del problema.

Fecha: 17 septiembre 2010

1. Establezca una definición sobre desechos biodegradables.

Es toda materia que se encuentra en la corteza terrestre y por medio de acciones biológica o químicas tiende a degradarse o descomponerse en el ambiente después de un periodo de tiempo.

2. Describa los agentes biológicos que influyen en la degradación.

Los principales agentes biológicos que ayudan en la degradación de los desechos ya sean industriales u orgánicos son; agua, sol, animales y plantas.

3. ¿Qué cantidad y tipos de animales se encuentran en el establo?

Terneros	5
Cerdos	20
Aves de corral	50
Otros	-

4. Condiciones en el cuidado de los animales.

Los corrales se encuentran seccionados de acuerdo al tipo de animal y tamaños, así en el caso de los cerdos se los ubica de acuerdo al tiempo de crecimiento que tienen y la madre gestante por separado.

Se tiene un control en la alimentación de los animales para lo cual se establecen dosis diarias de comida conformado por; arrocillo, harina de pescado, morocho, aceites saturado, maíz, etc. Para los terneros se les prepara una porción de leche (agilac plus + agua).

Para conseguir que los animales se alimenten de hierbas se les permite salir del corral, que exterior a ellos se encuentran protecciones de alambres electrificados para evitar que escapen.

5. Tratamiento de las excretas y orinas de los animales de granja.

Los desechos excrementicios y las orinas que se producen en los corrales de los cerdos son llevados por un canal hacia un reservorio de aproximadamente 1m^3 de capacidad al momento de realizar la limpieza. Para los terneros se utiliza una capa delgada de aproximadamente 1cm de cascarilla de arroz para que absorba los residuos.

6. Conoce sobre la generación de gas metano o biogás.

Es el gas que desprenden las excretas animales.

Hace un año atrás el Sr. Eduardo Larrea realizó una prueba utilizando estiércol de ganado vacuno para generar ésta energía, pero como no se tecnicó correctamente, el resultado que se generó fue una cantidad muy baja de biogás.

7. ¿Qué sabe acerca de los Biodigestores?

Un biodigestor es un estanque donde se depositan materias excrementicias y almacenar los gases provenientes de las mismas.

8. Utilización delabombona de gas o glp.

El glp se lo utiliza para la cocción de alimentos. Aproximadamente se lo usa para cocinar las tres comidas de cuatro personas por día, lo que nos da una razón de consumo promedio de quince días.

9. Otros tipos de actividades en la finca.

Cosecha del cacao y la crianza de pollos de forma artificial, es decir con el calor generado por la energía eléctrica.

10. Considera que el método para tratar desechos biodegradables es confiable.

No se ha establecido otro método, pero a criterio considero que no es confiable porque se ha estado incrementando olores nauseabundos y proliferación de insectos sobre las excretas en el suelo.

Análisis

- Los agentes biológicos que ayudan a la biodegradación, es un indicador fundamental para establecer la velocidad y el tiempo en que se degrada una materia.
- Se puede establecer la cantidad diaria de excretas del conjunto de animales observados en el establo debido a su dosis controlada en la alimentación.

- Es fundamental aprovechar los recursos generados en la limpieza y almacenamiento del lavado de los corrales y utilizarlos en la producción de un biogás limpio para poder aprovecharlo en actividades propias de la finca.
- Se puede obtener como referencia, la experiencia de elaboración de biogás realizada por el Sr. Eduardo Larrea y mejorar la producción con una técnica controlada en base a cálculos y diseño de un buen biodigestor.
- Utilizar energías alternativas puede mejorar las condiciones ecológicas en un establo y aportar en necesidades propias de las fincas, pudiendo utilizar el biogás en la cocción de alimentos, la calefacción de los pollos o cerdos, generar energía eléctrica, entre otros.

Interpretación

- La investigación sobre tratamiento de desechos biodegradables, me permite establecer con criterio acertado que el agua en combinación con la energía solar sobre materia excrementicia aumenta la velocidad de degradación bacteriana, produciéndose de forma aerobia una mezcla de gases que en forma directa afectan al medio ambiente.
- Como la materia prima principal para generar biogás de forma anaerobia son las excretas animales, la producción diaria de los animales de la finca permite establecer un cálculo para producir biogás.
- Se necesita reducir el nivel de contaminación sobre el establo ocasionado por las excretas que producen los animales, y una manera adecuada sería tratar de mejor forma las excretas. Reduciendo en forma porcentual los

olores nauseabundos que se presentan junto con la eliminación de los mosquitos presentes por la acumulación de excretas.

Técnica utilizada: Observación

Responsable: Sr. Víctor Vásquez

Objetivo: Entrar en contacto con la definición del problema y establecer una propuesta

Fecha: 18,19 septiembre 2010

1. Seccionamiento de los animales.

Se establece la siguiente relación;

- 1 galpón para terneros.
- 1 galpón para cerdos adultos.
- 1 galpón para cerdos jóvenes.
- 1 galpón para cerdas madres gestantes.

Están bien contemplados de acuerdo al tipo de animales y estado.

2. Canal de evacuación del lavado (orinas y agua).

Deficiente porque permite que se rebose y se mojen parte del piso del área de galpones de los cerdos de crianza.



Fig. 4.1.Contaminación del suelo por agua de lavado.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Los líquidos del lavado se almacena en un estanque, el cual se utiliza para el riego de los pastos.

3. Recolección de los excrementos.

La contaminación por desperdicios sólidos no tienen tratamiento de ningún tipo cuando están fuera del corral, dando formación de gases que se desprende de forma aeróbica en el ambiente.



Fig. 4.2.Contaminación del suelo por excretas.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

4. Control de la alimentación.

Se controla la dosis de acuerdo a criterios del técnico.



Fig. 4.3.Alimentación de los terneros.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Análisis

El sistema para tratar las excretas no existe, se debe elaborar un método que reduzca el nivel de contaminación al ambiente por la acción de gas metano que se desprenden de las excretas.

Interpretación

Mediante la observación se pudo establecer que, un ternero por su contextura genera mayor porcentaje de desperdicios, por su lado un cerdo genera aproximadamente 50% menos que un ternero, y a su vez el total 50 gallinas genera lo que produce un ternero al día, así se establece la relación para el número total de animales en el establo.

Cuadro N°. 4.1.Relación de excretas de animales.

Tipo de Animal	# Animales	Excretas [Kg]	%
Terberos	5	20	30.769
Cerdos	20	40	61.538
Aves de corral	50	5	7.692
TOTALES	75	65	100

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

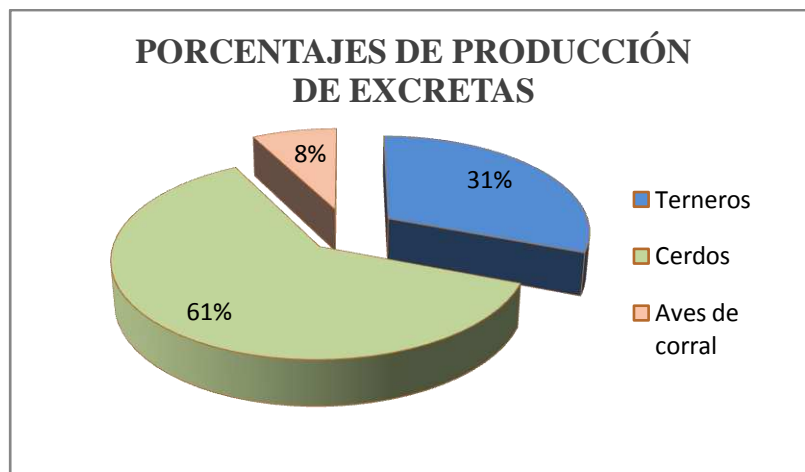


Fig. 4.4.Porcentajes de producción de excretas.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El tratamiento de los desechos excrementicios es deficiente y afecta a los animales que se encuentran en el establo, por la descomposición de las excretas en el ambiente que generan gases de olores malolientes.

- Se debe considerar un sistema que mejore las condiciones ambientales del establo y aprovechar la energía que se está desperdiciando para convertirla en útil en beneficios propios de la finca.

- La alimentación de los animales es bien controlada, lo cual permite llevar un control de las excretas generadas diariamente y establecer un promedio de los desperdicios generados.

- Utilizar el almacenamiento de las orinas y agua para regar el sembrío, incrementa la producción agrícola debido a las propiedades químicas que estas poseen.

Recomendaciones

- Se debe realizar una capacitación sobre el tratamiento de desechos biodegradables y los beneficios que se puede obtener con el uso de energías alternativas.
- Establecer un sistema Biodigestor para dar el tratamiento adecuado a los residuos generados en la finca “San José”, y reducir el nivel de contaminación.
- Establecer cálculos de relación de los tipos de excretas para generar una dosis de aplicación productible necesaria y alimentar al digestor diariamente.
- Mejorar la calidad del abono líquido e incrementar sus nutrientes, se puede establecer una mezcla con el bioabono que sale del biodigestor y así enriquecerlo con nitrógeno, fosforo y potasio.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: “Sistema de tratamiento de desechos biodegradables para generación de biogás en la finca ‘San José’ del cantón Shushufindi”.

Datos Informativos

- **Institución ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato – FISEI.
- **Beneficiarios:** Sr. Luis Larrea.
- **Ubicación:** Finca “SAN JOSÉ” – Cantón Shushufindi – Provincia Sucumbíos – Km 7 vía a UB15 Petroamazonas.
- **Tiempo estimado para la ejecución:** Inicio 01 Noviembre 2010 Fin 01 de Enero del 2011.
- **Equipo técnico responsable:** Víctor Hugo Vásquez Cepeda

Ing. Luis Morales

Antecedentes de la Propuesta

Como la finca “San José” posee un criadero de cerdos de granja, se procederá a realizar un sistema que mejore las condiciones ambientales que afectan tanto a los animales como a las personas que habitan en el entorno, para ello de aprovechará los desperdicios excrementicios de los cerdos, para convertirlos en energía útil en procesos necesarios de la finca, con la fermentación de éstos a través de un proceso generado en un biodigestor.

Con sustento en el estudio sistemático sobre energías alternativas y tratamiento de desechos biodegradables realizado en la provincia de Bolívar por la Corporación para la Investigación Energética (CIE) en mayo del 2006, y considerando el problema de insalubridad que causan los desechos en la finca “San José”, se establece que el sistema biodigestor es una de las mejores maneras de transformar los desechos excrementicios, además sabiendo que las condiciones ambientales presentes en la amazonia es un factor favorable sustancial para la producción de biogás en el tiempo de producción.

Además, existen ya proyectos ejecutados en la Amazonía, en el sector de Cuyabeno, que utilizan este sistema para la cocción de sus alimentos, y una tesis desarrollada por alumnos de la ESPE en un destacamento militar de Pastaza, para suplantar el glp, debido al costo y transporte al sitio.

Justificación

Desarrollar proyectos de investigación enfocados en la industria, el medio ambiente y beneficio de la sociedad, permite un avance progresista al país mejorando la calidad académica e impulsando la investigación en los estudiantes, haciéndoles profesionales más competitivos y de criterio acertado.

Explotar, conocer y difundir las fuentes de energías alternativas que pueden ser útiles para la industria en su proceso de producción y reducción de costos respetando el ecosistema y aprovechar los recursos, haciendo que estas fuentes de energía tenga más influencia e interés para producirlas en el país y buscar algún beneficio con propósito económico a través de ésta.

Dejar una base investigativa técnica con el propósito de mejorar el sistema, elaborar otras fuentes de energía y obtener otras alternativas que beneficien en la busca productiva del país y aportar soluciones útiles a las necesidades del pueblo ecuatoriano y de la región Amazónica.

El desarrollo de este proyecto, planteará solución a los problemas ocasionados en la finca “San José”; reduciendo la contaminación a la naturaleza, disminuir olores desagradables, evitar enfermedades, tecnificar la finca beneficiándose tanto del biogás (que se puede utilizar en la cocción de alimentos), como el Biol (fertilizante) utilizado en los cultivos para provechar su alto contenido vitamínico y obtener productos de mejor calidad.

Implementar el sistema en sectores rurales para la cocción de alimentos con un gas limpio y propio, el beneficio ecológico será de gran magnitud, ya que la sustitución de leña por el biogás, previene en gran medida la destrucción de los bosques.

Finalmente, a pesar que el fundamento teórico sobre biodigestor existe y ha sido aplicado, este estudio pretende de la mejor manera, aprovechar los recursos que se desechan en el lugar específico donde se instalará el biodigestor, y el desarrollo de la técnica más adecuada adaptada a la necesidad.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y Construir un Biodigestor para procesar los desechos biodegradables producidos en la finca “San José”.

Objetivos Específicos

- Elaborar el montaje del Biodigestor tipo Balón.
- Reducir el nivel de contaminación y olores nauseabundos producidos por los desechos de animales de granja a través de la descomposición anaerobia de los desechos.

- Producir biogás y plantear propuestas de utilización en beneficio de la finca.
- Elaborar una tendencia de producción del modelo aplicado, con bases para futuros diseños del sistema.

Análisis de Factibilidad

Factibilidad Política

Los procesos a elaborar se realizan previos a un cronograma establecido, respetando las condiciones empresariales durante el tiempo estimado del proyecto.

Factibilidad Operativa

La presente investigación pretende demostrar un análisis sistemático sobre las energías alternativas que pueden ser aplicables en el país, implementando un prototipo de un biodigestor para tener una tendencia de factibilidad adecuada y mejorar las condiciones ambientales de la finca, reduciendo así el problema que se ocasiona en la misma.

Utilizando métodos apropiados, técnicos y de costos de producción relativamente bajos, sin perder la calidad y manteniendo la seguridad del manejo de gases, se realizará una investigación científica técnica que aporta al desarrollo industrial al país.

Factibilidad Ecológica

Respetando a los seres vivos y conservando el estado de los cultivos y plantaciones existentes en la finca, a fin de contribuir a la no destrucción ambiental, se elaborará el proyecto con la contribución de los animales existentes ya que aportan principalmente con la materia prima que es parte fundamental para la

generación del biogás. Al usar este tipo de energías, permite reducir de forma porcentual la no contaminación del ecosistema.

Factibilidad Económica

Al realizar una propuesta con bases investigativas hacia nuevas fuentes de energías alternativas renovables que no afectan al medio ambiente. En la elaboración de un sistema de generación de biogás, se realizará una evaluación económica para la construcción e implementación del biodigestor que generará biogás sin perder la calidad del producto a producir y que son aprovechables en los distintos procesos que se realizan en la finca con el mejoramiento de la productividad y por ende reduciendo costos de producción.

El costo económico se considera que será relativamente bajo y está comprendido de acuerdo al salario básico vital establecido por el estado ecuatoriano en la actualidad (aproximadamente 240 dólares americanos), porque se desea evaluar la producción para tener una tendencia aprovechando de mejor manera los recursos (materia prima), renovarel sistema e implementar nuevas técnicas, métodos y tendencias para mejorar la producción del biogás.

Factibilidad Técnica o Tecnológica

Con bases experimentales de otros países que han venido desarrollando éste tipo de sistema, se tomará como referencia para la generación del proyecto y aportando con criterio propio de ingeniera, se sustentará de una forma técnica, de calidad y acorde con las necesidades establecidas, para garantizar la funcionabilidad, flexibilidad y fiabilidad operacional del sistema a implementar.

Factibilidad Legal

La apertura de los propietarios de la finca permite implementar el proyecto de forma legal, que parte de un problema existente en la finca, a fin de darle solución con beneficio mutuo para ambas partes.

El soporte de los estándares de normas técnicas nacionales e internacionales a utilizar permitirá garantizar; el montaje del biodigestor y el manejo de gases. En la construcción y monitoreo; controlando y mejorando el sistema a través de las normas tales como; ASME, INEN, OSHA, hojas de evaluación y control de riesgos MSDS.

Fundamentación

Proceso del Biogás

El proceso es una suma de reacciones bioquímicas provocadas por el cultivo de una mezcla de bacterias.

Este proceso de biodegradación de materia orgánica se da por dos vías:

- a. Descomposición Aeróbica.** El oxígeno es el receptor de los electrones desprendidos en la descomposición biológica o degradación. Los organismos aerobios emplean la energía desprendida en el fenómeno de la descomposición para sus procesos de crecimiento y reproducción, y al mismo tiempo liberan una cantidad de calor.

$$\text{Energía} = \text{Biomasa} + \text{Calor} \qquad \text{Ec. (6.1)}$$

- b. Descomposición Anaeróbica.** En la que el agente receptor de los electrones desprendidos de la degradación es otro compuesto distinto al

oxígeno. Para el caso de la digestión anaeróbica la energía desprendida del proceso de descomposición es receptada por los enlaces de metano. La energía restante se emplea, al igual que en la descomposición aerobia, en los procesos metabólicos y en liberación de calor.

$$\text{Energía} = \text{Biomasa} + \text{Calor} + \text{CH}_4 \quad \text{Ec. (6.2)}$$

La descomposición se produce en dos fases:

1. Fase de licuación.

La producen principalmente saprófitos, la mayoría de los cuales son bacterias que se producen rápidamente y no son tan sensibles a los cambios de temperatura.

2. Fase de gasificación.

Las bacterias transforman casi toda la materia carbonacea en ácidos volátiles y agua. Las bacterias que forman metano con la ayuda de enzimas intracelulares transforman casi todos estos ácidos en metano y en dióxido de carbono.

Las bacterias que forman metano son estrictamente anaerobias, tienen un bajo porcentaje de reproducción, y son sumamente sensibles a los cambios de temperatura y de ph.

Etapas

La fermentación bacteriana intervienen poblaciones microbianas diversas, en la que se distinguen tres etapas: hidrólisis, acidogénesis, y metanogénesis.

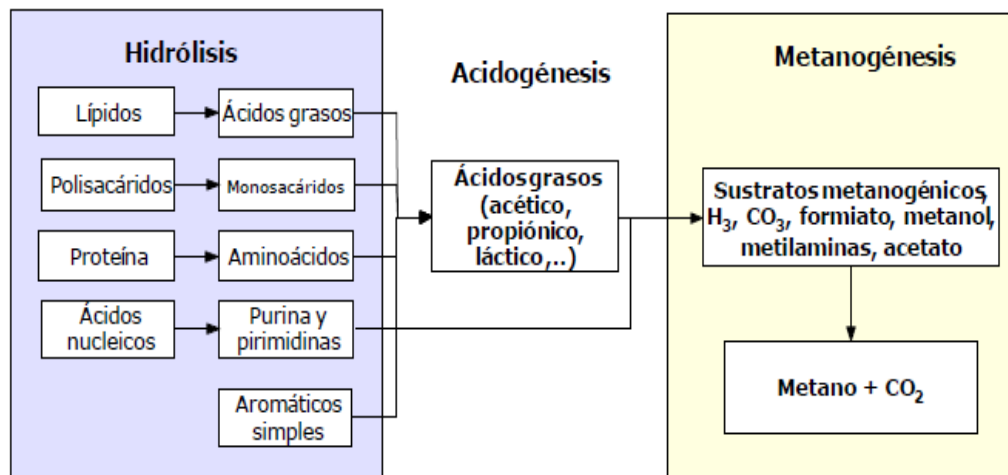


Fig. 6.1. Proceso de Digestión Anaerobia.

Fuente: <http://www.ainia.es/pdf/asistencia/obtencionbiogas.pdf>

1. Primera etapa: SOLUBILIZACIÓN O HIDRÓLISIS

Las bacterias fermentativas o acidogénicas transforman o parten los polímeros (compuestos de alto peso molecular) en compuestos de menor peso molecular: monómeros o ácidos orgánicos solubles, liberando CO_2 y H_2 . El material orgánico soluble resultante puede ser asimilado por la célula y por lo tanto sirve como sustrato para las bacterias de la segunda etapa.

La **hidrólisis** (del griego: ὕδωρ (hudōr), agua; y λύσις (lisis), pérdida o disociación) es una reacción química entre agua y otra sustancia, como sales.

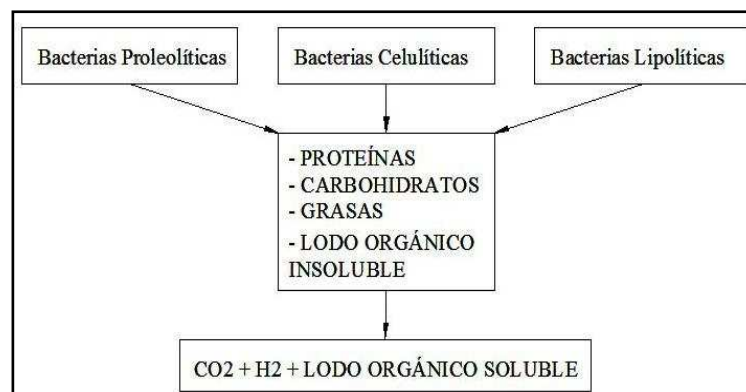


Fig. 6.2. Hidrólisis.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

2. Segunda etapa: ACIDIFICACIÓN O ACIDOGÉNESIS

Acidogénesis: En esta etapa los compuestos orgánicos solubles que comprenden los productos de la hidrólisis son convertidos en ácidos orgánicos tales como acético, propiónico y butírico, y otros compuestos hidrogenados (H_2) y carbodióxidos (CO_2). El ácido acético es el principal producto y puede llegar a representar el 70%.

En esta etapa se da un descenso en el pH que tiende a subir a medida que las bacterias metanogénicas, de la tercera etapa, consumen los ácidos.

El oxígeno del medio es eliminado, proceso que es indispensable para la tercera fase.

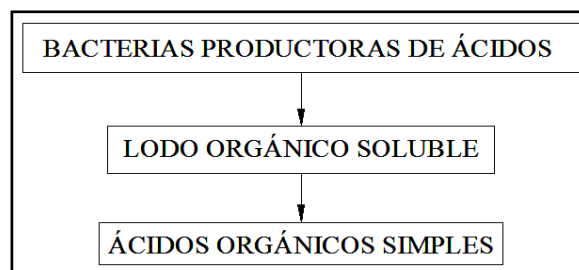


Fig.6.3. Acidificación.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Acetogénesis: Se le conoce también como acidogénesis intermediaria en la cual los productos correspondientes son convertidos en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono.

3. Tercera etapa: METANIZACIÓN O METANOGENÉNESIS

Metanogénesis: En esta etapa metabólica el CH_4 es producido a partir del ácido acético o de mezclas de H_2 y CO_2 , pudiendo formarse también a partir de otros sustratos tales como ácido fórmico y metanol.

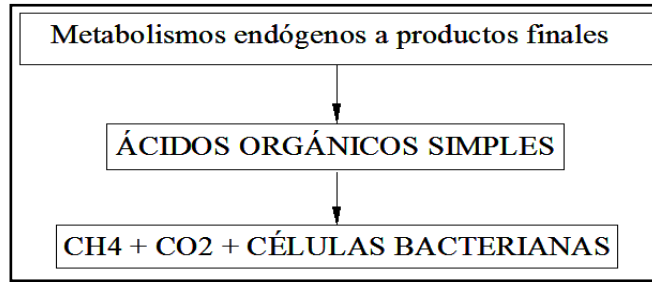
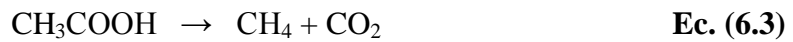


Fig.6.4.Metanización.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

En esta etapa las bacterias metanogénicas transforman los ácidos orgánicos en metano.

La producción de metano se puede dar por las siguientes vías:

- Fermentación del ácido acético:



- Fermentación del ácido propiónico:

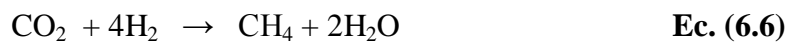
1era. Etapa



2da. Etapa



- Reducción de CO metanol y ácido fórmico:



El producto final puede llegar a tener un 60% de metano y un 40% de CO₂ dependiendo estos valores de la calidad de la materia prima.

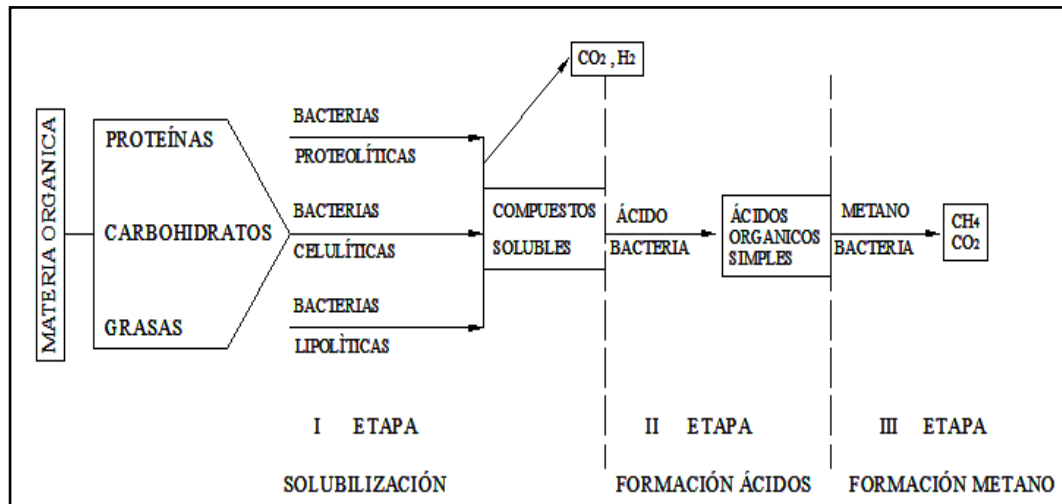


Fig. 6.5. Etapas de la Digestión Anaeróbica.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Un proceso de degradación consiste en la alteración de la estructura molecular de un compuesto orgánico. El grado de degradación determina si ocurre una biotransformación o una mineralización.

Por medio de la biotransformación un compuesto orgánico se transforma en un compuesto menos complejo, mientras que por medio de la mineralización las células orgánicas se degeneran por completo hasta convertirse en: una masa celular, dióxido de carbono, agua y residuos inertes inorgánicos.

La degradación del sustrato o desecho orgánico se lleva a cabo una vez que entra en contacto con la población bacteriana apropiada.

El transporte del sustrato orgánico hacia la célula bacteriana se da por tres vías:

- Complejación de enzimas extracelulares,
- Licuefacción, o

- Transporte directo

En el primer caso, las enzimas extracelulares y las moléculas del sustrato forman compuestos que permiten que el sustrato atraviese la pared bacteriana. Una vez dentro, reaccionan con las enzimas intracelulares para formar compuestos que sirven para catalizar o acelerar otras reacciones necesarias para construir un nuevo material celular.

La licuefacción se realiza en la superficie de la célula bacteriana. Los químicos orgánicos que son demasiado largos para ser transportados directamente son fragmentados.

Por último, existen químicos orgánicos que pasan directamente a la célula sin necesidad de formar compuestos con las enzimas.

A los procesos metabólicos mediados por bacterias se los divide en dos:

- Proceso anabólico (construcción de la célula)
- Proceso catabólico (liberación de energía)

El primer proceso produce protoplasma compuesto por: proteínas, carbohidratos, DNA y otros compuestos celulares. Este está formado aproximadamente de un 75% a 80% de agua y de un 20% a 25% de material sólido, y éste último, a su vez, está compuesto en un 90% de material orgánico y en un 10% de material inorgánico.

Los microorganismos liberan energía de los desechos orgánicos y emplean el carbono para crear un nuevo material celular y como un resultado los desechos orgánicos son degradados. La degradación puede únicamente producir

compuestos orgánicos más simples y de ser completa mineraliza el sustrato a dióxido de carbono, agua y masa celular.

Factores

El proceso de producción de biogás depende de varios parámetros que afectan la actividad bacteriana como;

- Temperatura.
- Tiempo de retención.
- Relación Carbono / Nitrógeno.
- Porcentaje de sólidos.
- Humedad
- Factor PH.

- **Temperatura**

En general, la velocidad de las reacciones químicas aumenta con la temperatura, tal relación es válida por la descomposición y transformación de la sustancia orgánica aunque tales procesos conjugan la máxima velocidad en relación de un cierto valor y su rápida disminución posterior. Algunos grupos de bacterias ya vienen dañados a temperaturas de 40 – 45°C, otros a 55°C; pocos resisten a temperaturas hasta 80°C. En base a la resistencia al calor que tienen las bacterias, las mismas vienen clasificadas como:

Cuadro N°. 6.1. Factor Temperatura.

Bacterias	Temperatura Óptima	Tiempo de Permanencia en el Digestor	Sensibilidad
Psicrofilas:	15-25 °C	entre 30 y 40 días	± 2°C/hora
Mesofilas:	32-40 °C	entre 10 y 15 días	± 1°C/hora
Thermófilas:	50-55 °C	< a 10 días	± 0,5°C/hora

Fuente: Phosphorus Precipitation in Anaerobic Digestion Process

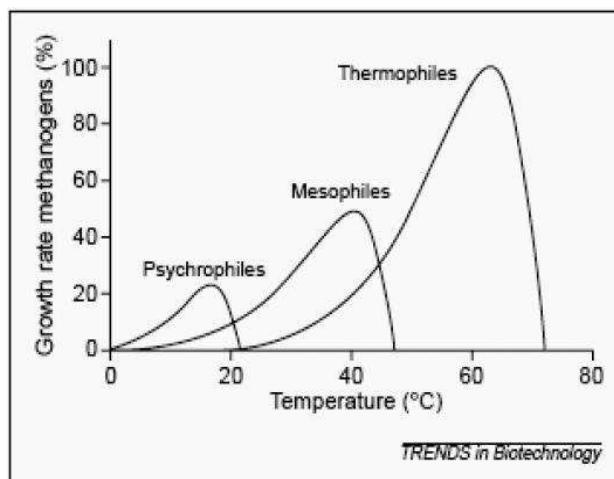


Fig. 6.6. Dependencia de la constante de crecimiento de la temperatura.

Fuente: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4109/1/Memoria%20PFC.pdf>

Las bacterias **psicrófilas** producen metano ya a temperaturas de 4°C en los sedimentos de las aguas pero prefieren todavía temperaturas entre 14 y 20 °C; las bacterias **mesófilas** trabajan a temperaturas comprendidas entre 20 y 45 °C. Para una buena estabilidad del proceso, la mayoría de las instalaciones en agricultura funciona en estos intervalos de valores. Las bacterias **termófilas** viven a temperaturas superiores a 45°C, su actividad es óptima entre los 55 y 65 °C. Los grupos termófilas disponen de un poder de descomposición más eficaz y veloz pero necesitan de una mayor cantidad de energía para el calentamiento del substrato y para la compensación de la pérdida de transmisión de la instalación.

Aumentos de temperatura hasta 50 °C pueden causar un daño irremediable de las bacterias, es decir, si sucede, pueden pasar varias semanas sin que la producción de gas original venga reiniciada. Variaciones de la temperatura de la fermentación aunque limitadas pueden reducir en modo notable la producción de gas; unido a este proceso, el tiempo de permanencia es otra condición importante del proceso de descomposición y depende del material elaborado en la instalación.

Para que se inicie el proceso se necesita una temperatura mínima de 4° a 5° C y no se debe sobrepasar una máxima de alrededor de 70°C. Se realiza

generalmente una diferenciación en tres rangos de temperatura de acuerdo al tipo de bacterias que predominan en cada una de ellas.

Cuadro N°. 6.2. Temperaturas para una buena digestión anaerobia.

Temperatura	Tiempo de Duración
18°	20 - 30 días
18° - 24°	15 - 20 días
> 24°	10 -15 días

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=8J3IoLLGmW4>

Instrumento de medición



Fig. 6.7. Termómetro Industrial (utilizado en el proceso).

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Características Técnicas

- **Marca:** Ashcroft®
- **Dial:** Maxivision®, números negros sobre fondo blanco.
- **Series:** EI.
- **Visor:** Vidrio de alta resistencia, plástico o irrompibleo vidrio inastillable opcional.
- **Aguja:** Negra.
- **Precisión:** $\pm 1\%$ rango de graduación.
- **Tamaños de Dial:** 2", 3", 5".
- **Longitud del vástago:** 2 1/2" - 24" por 3/8" O.D bulbo.
- **Error Ambiente:** Error ambiente es una función de longitud de la línea, la temperatura ambiente y otros parámetros del sistema. El error en la escala

media será $\pm 1/2\%$ de rango de graduación para $\pm 25^{\circ}\text{F}$ cambia en temperatura ambiente, para un termómetro típico.

- **Vibración y resistencia de impacto:** Resistencia extrema similar al requerido por MIL-T-19646.
- **Actuación:** Activado por Gas/carbón. La aguja es conducida directamente por un liviano tubo de Bourdon helicoidal con amortiguamiento de silicona.
- **Campo de ajuste zero:** Aguja ajustable.
- **Error de cabeza:** Ninguno. No requiere corrección por cualquier configuración de montaje.
- **Rangos:** Rangos standares en Fahrenheit disponibles desde -320°F a 1200°F . En Celcios y doble escala tambien disponibles
- **Casos:** Cinco casos básicos con conexión lower o back, superficie o plano en acero inoxidable, fenólicos o de aluminio. Todos los casos de montaje remoto son intercambiables, dentro del mismo rango. Unidades de montaje directo disponible en 4 1/2" solo de caja de acero inoxidable herméticamente selladas.
- **Longitud del vástago en Montaje directo:** Cuatro estándares de incremento de acero inoxidable semirrígida de 6 pulgadas a 15 pulgadas.
- **Unión de montaje directo:** Conexión en la unión fija de 1/2 NPT en la parte superior del vástago.
- **Conexión:** Normal, puntiagudo, 1/4 NPT, 1/2NPT, 1/2 unión TNP.
- **Lugar de conexión:** Everyangle, Lower, Rear.
- **Thermowells.** Las Thermowells se deben utilizar siempre con un termómetro bimetálico Ashcroft instalado en una aplicación presurizada, velocidad alta o medios corrosivos presentes.

Tipo: Mango uniforme (vástago), roscado

Tamaño de calibre: 0.385

Proceso de conexión: 1/2", 3/4", 1" NPT

Materiales: Latón, acero al carbón, 204 acero inoxidable, 316 acero inoxidable.

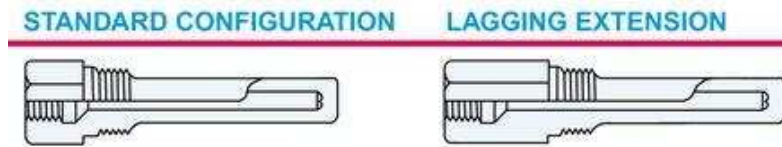


Fig. 6.8. Thermowells.

Fuente: www.Ashcroft_Thermowells.com

Las Thermowells más utilizadas en todas las aplicaciones de presión o velocidad, para proteger el vástago del termómetro de corrosión y daños físicos, y para facilitar el retiro del termómetro sin perturbar el proceso.

Temperatura ambiente máxima 200 ° F (95 ° C).

Equivalencias de Temperatura

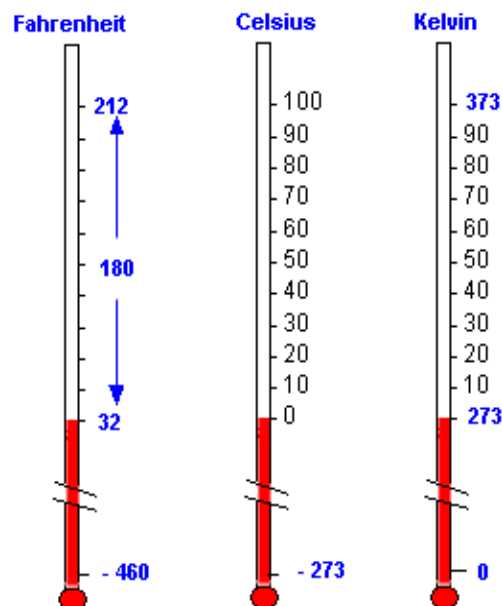


Fig. 6.9. Equivalencias de Temperaturas.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1.8} \quad \text{Ec. (6.7)}$$

$$^{\circ}\text{F} = (1.8 \cdot ^{\circ}\text{C}) + 32 \quad \text{Ec. (6.8)}$$

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273 \quad \text{Ec. (6.9)}$$

- **Tiempo de Retención**

Este parámetro sólo puede ser claramente definido en los “sistemas discontinuos o batch” donde el T.R. coincide con el tiempo de permanencia del sustrato dentro del digestor.

En los digestores continuos y semicontinuos el tiempo de retención se define como el valor en días del cociente entre el volumen del digestor y el volumen de carga diaria. El T.R. está íntimamente ligado con dos factores: el tipo de sustrato y la temperatura del mismo.

La selección de una mayor temperatura implicará una disminución en los tiempos de retención requeridos y consecuentemente serán menores los volúmenes de reactor necesarios para digerir un determinado volumen de material.

La relación costo beneficio es el factor que finalmente determinará la optimización entre la temperatura y el T.R., ya varían los volúmenes, los sistemas paralelos de control, la calefacción y la eficiencia.

Con relación al tipo de sustrato, generalmente los materiales con mayor proporción de carbono retenido en moléculas resistentes como la celulosa demandarán mayores tiempos de retención para ser totalmente digeridos.

El límite mínimo de los T.R. está dado por la tasa de reproducción de las bacterias metanogénicas debido a que la continua salida de efluente del digestor extrae una determinada cantidad de bacterias que se encuentran en el líquido. Esta extracción debe ser compensada por la multiplicación de las bacterias que pertenecen dentro del reactor.

Cuadro N°. 6.3. Valores indicativos de tiempos de retención usualmente más utilizados en la digestión de estiércoles a temperatura Mesofílica.

MATERIA PRIMA	T.R.H.
Estiércol vacuno líquido	20 - 30 días
Estiércol porcino líquido	15 - 25 días
Estiércol aviar líquido	20 - 40 días

Fuente: www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap5.pdf

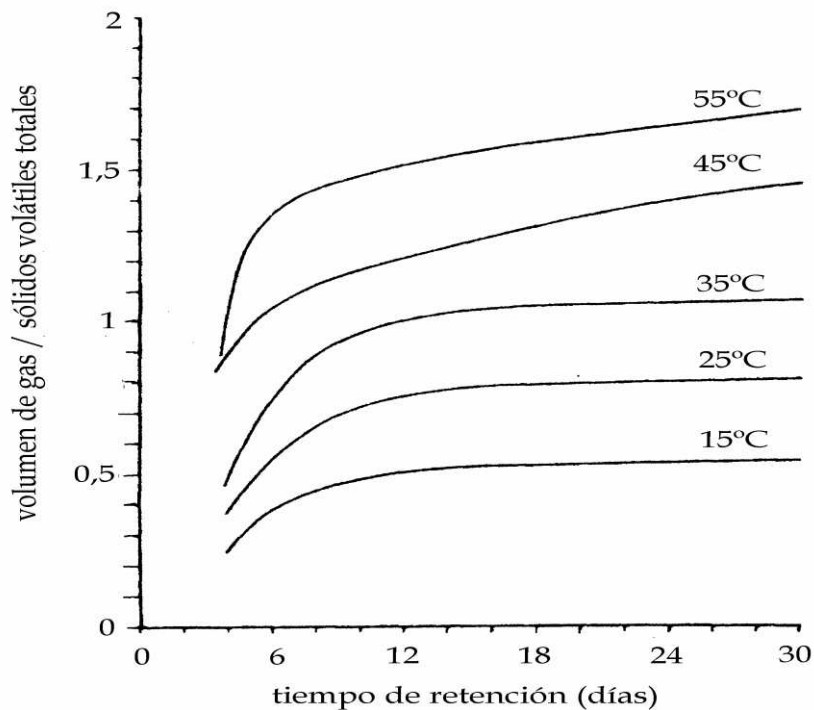


Fig. 6.10. Influencia de Temperaturas para una buena digestión anaerobia.

Fuente: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap5.pdf>

- **Relación Carbono / Nitrógeno.**

Los carbohidratos y la proteína son los nutrientes indispensables para el crecimiento, desarrollo y actividad de las bacterias anaeróbicas. El carbono contenido en el estiércol, es el elemento que las bacterias convierten en metano (CH₄). El nitrógeno es utilizado para la multiplicación de bacteriana y como catalizador en el proceso de producción de biogás. Si su nivel es alto, el proceso se retarda por el exceso de amoníaco y la alcalinización de la fase líquida, y puede llegar a detenerse.

El contenido de carbono en el estiércol de bobino es excesivo, como lo es también el contenido de nitrógeno en el estiércol de cerdo. De allí, la posibilidad y ventaja de alimentar al biodigestor con las excretas mezcladas de varias especies de animales, lo que permite balancear su contenido de nutrientes e incrementar así, la eficiencia del proceso de producción de biogás. (PERSSON et. al., 1979)

Las excretas humanas y animales son ricos en nitrógeno, con una relación C/N inferior a 25:1, durante la fermentación tienen una mejor velocidad de biodegradación y de generación de gas; en cambio los residuos agrícolas son ricos en carbono, con una relación C/N superior a 30:1, pero con una generación más lenta de gas en el proceso de digestión.

Cuadro N°. 6.4. Relación de C / N de las materias primas (aproximación).

Materias Primas	Contenido de Carbono de las materias primas por peso (%)	Contenido de Nitrógeno de las materias primas por peso (%)	Relación C/N
Cacahuets tallos y hojas	11	0.59	19 : 1
Estiércol de aves	41	1.30	32 : 1
Estiércol fresco de caballo	10	0.42	24 : 1
Estiércol fresco de cerdo	7.8	0.60	13 : 1
Estiércol fresco de oveja	16	0.55	29 : 1
Estiércol fresco de vaca	7.3	0.29	25 : 1
Excretas frescas humanas	2.5	0.85	2.9 : 1
Hojas secas	41	1.00	41 : 1
Paja seca de arroz	42	0.64	67 : 1
Paja seca de trigo	46	0.53	87 : 1
Pasto	14	0.54	27 : 1
Tallo de maíz	40	0.75	53 : 1

Fuente: <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/scan2/031042/031042.pdf>

Contenido calorífico de las excretas

Excrementos, heces o materia fecal son el conjunto de los desperdicios generalmente sólidos o líquidos producto final del proceso de la digestión. Las heces son los restos de los alimentos no absorbidos por el aparato digestivo (como fibras y otros componentes que no son útiles para el ser en cuestión), y también células del epitelio intestinal que se descaman en el proceso de absorción de nutrientes, microorganismos, y otras sustancias que no logran atravesar el epitelio intestinal.

Cuadro N°. 6.5. Contenido calorífico de diferentes excretas.

Especie Animal	Tamaño	Cantidad de excreta por día [kg]	Rendimiento de Biogás [m3/Kg excreta]	Producción de Biogás [m3/animal día]	Relación Excreta:Agua
Vacuno	Grande	15	0.04	0.600	1:1
	Mediano	10	0.04	0.400	
	Pequeño	8	0.04	0.320	
	Ternero	4	0.04	0.160	
Cerdo	Grande	2	0.07	0.140	1:1 - 1:3
	Mediano	1.5	0.07	0.105	
	Pequeño	1	0.07	0.070	
Avícola	Grande	0.15	0.06	0.009	1:3
	Mediano	0.10	0.06	0.006	
	Pequeño	0.05	0.06	0.003	
Ovino	Grande	5	0.05	0.250	1:2 - 2:3
	Mediano	2	0.05	0.100	
	Pequeño	1	0.05	0.050	
Pato		0.15	0.05	0.008	1:2 - 2:3
Paloma		0.05	0.05	0.003	1:3 - 2:3
Caballo		15	0.04	0.600	1:2 - 2:3
Humanos	Adulto	0.40	0.07	0.028	1:2 - 2:3
	Niño	0.20	0.07	0.014	

Fuente: www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia39/HTML/articulo04.htm

- **Porcentajes de Sólidos**

La movilidad de las bacterias metanogénicas dentro del sustrato se ve crecientemente limitada a medida que se aumenta el contenido de sólidos y por lo tanto puede verse afectada la eficiencia y producción de gas. Por otro lado podemos encontrar en la literatura datos de producciones de gas importantes logradas en rellenos sanitarios con un alto contenido de sólidos.

En este punto tampoco existen reglas fijas; mediciones realizadas utilizando mezclas de estiércoles animales en agua han determinado que para digestores continuos el porcentaje de sólidos óptimo oscila entre el 8% y el 12%.

El porcentaje de metano depende del material de fermentación, alcanzando los siguientes valores aproximadamente:

Cuadro N°. 6.6.Contenido de sólidos totales (en seco) en materiales de fermentación comúnmente utilizados en las zonas rurales.

Materiales	Contenido seco (%)	Contenido hídrico (%)
Paja de arroz	83	17
Paja de trigo seca	82	18
Tallo de maíz	80	20
Pasto verde	24	76
Excreta humanas	20	80
Estiércol de cerdo	18	82
Estiércol de vaca	17	83
Orina humana	0.4	99.6
Orina de cerdo	0.4	99.6
Orina de vaca	0.6	99.4

Fuente: El biogás 1986 (<http://www.cepis.org.pe/bvsacd/scan2/031042/031042.pdf>)

Las excretas solidas (estiércol) contienen, en promedio, 15% de materia seca y éstas deben ingresar al biodigestor como una suspensión en agua con aproximadamente 3% de materia seca, esto implica una mezcla de cuatro partes del agua de lavado por una parte de estiércol fresco.

Cuadro N°. 6.7. Características de los estiércoles de vacunos y porcinos.

Datos Básicos	Tipo de Animal	
	Cerdo	Vaca
Cantidad de estiércol fresco/24 horas en porcentaje de peso vivo (MSO)	3%	6%
Porcentaje de sólidos volátiles (MSO) en estiércol fresco	20%	16%
Cantidad de estiércol por 500 kg de peso vivo (MSO)	15 kg	30 kg
Cantidad de sólidos volátiles por 500 kg de peso vivo (MSO)	3 kg	4,8 kg
Cantidad de sólidos volátiles por 1kg de peso vivo (MSO)	6 g	7,6 g
Producción de biogás por 100 kg de piso vivo (MSO)	0,25 m3	0,21 m3
Producción de biogás por kg de sólidos volátiles (MSO)	0,42 m3	0,22 m3

Fuente: Calvo Gutiérrez, Jorge. Propuesta para el tratamiento y utilización de las aguas residuales, provenientes del rastro de porcinos del Municipio Santa Catarina Pinula de Guatemala. 1997.

Cuadro N°. 6.8. Cantidad promedio de excretas de cerdos en peso vivo.

Etapas de crecimiento (Kg)	Promedio (Kg)	Rango (Kg)
Hembra vacía	4.61	3.3 – 6.4
Hembra gestante	3.00	2.7 – 3.2
Hembra lactante	7.72	6.0 – 8.9
Macho reproductor	2.81	2.0 – 3.3
Lechón Lactante	8.02	6.8 – 10.9
Precebos	7.64	6.6 – 10.6
Engorde	6.26	5.9 – 6.6
Finalización	6.26	5.7 – 6.5

Fuente: www.utafoundation.org/publications/botero&preston.pdf

- **Humedad**

La humedad es necesaria para el crecimiento celular (el tejido celular está compuesto en un 80% de agua) y como medio para el movimiento de los microorganismos al sustrato o viceversa. Singleton y Sainsbury afirman que si el contenido de agua del medio es inferior al 92% de humedad relativa la mayor parte de las bacterias no crecen.

- **Ph del Medio**

El **pH** es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más protones en la disolución), y alcalinas las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (donde el disolvente es agua).

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno.

Aunque el rango de pH óptimo, para alcanzar la mayor eficiencia en la fermentación anaeróbica de la materia orgánica, puede variar, el proceso de digestión bacteriana produce biogás a valores de pH entre 6.7 y 7.5, un medio prácticamente neutro (GRIFFIS, MOTE y Kienholz, 1980).

Los diferentes grupos bacterianos presentes en el proceso de digestión anaerobia presentan unos niveles de actividad óptimos en torno a la neutralidad entre los siguientes valores.

- Fermentativos : entre 7.2 – 7.4
- Acetogénicos : entre 7.0 – 7.2
- Metanogénicos: entre 6.5 – 7.5

El pH es una de las variables utilizadas en el diagnóstico de los sistemas anaeróbicos (aunque no se considera una buena variable de control por ser demasiado lenta) ya que muchos fenómenos tienen influencia sobre el mismo.

Hay dos modos operacionales principales para corregir una condición desbalanceada de bajos pH en el biodigestor.

La primera forma es detener la carga del biodigestor y permitir durante cierto tiempo que se reduzca la concentración acídica y que entonces el pH se eleve a un valor razonable. Detener la carga del digestor también hace más lenta la actividad bacteriana y por lo tanto, también se reduce la formación de AGCC. Una vez que el pH retorna a valores normales, la carga o alimentación del digestor puede continuarse a niveles bajos e ir incrementándose lentamente para evitar más caídas abruptas de pH.

Un segundo método involucra la adición de sustancias tampones o buffer para elevar el pH sin cambiar el ritmo de carga del digestor. Una ventaja de la adición de tampones es que el pH puede rectificarse más rápidamente. Se suele usar para ello el lactato. El carbonato de sodio, aunque es más caro, puede prevenir la precipitación de carbonato de calcio. Debido a que los requerimientos de sustancias tamponadoras varían con la naturaleza de los desperdicios a procesar, el sistema de operaciones y el tipo de proceso, se han desarrollado guías para calcular los requerimientos de sustancias buffer.

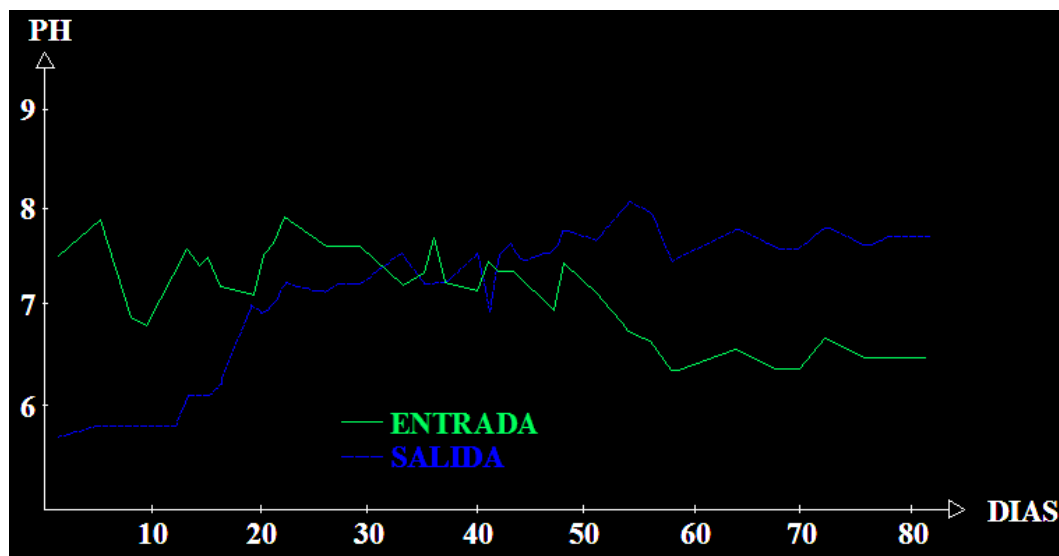


Fig. 6.11. Comportamiento del pH.
Fuente: <http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia.pdf>

Un **tampón**, buffer o solución amortiguadora es la mezcla de un ácido débil y su base conjugada. Su función es la de mantener estable el pH de una disolución.

De esta manera, ácidos o bases (álcalis = bases) adicionados posteriormente no podrán tener efecto alguno sobre el sistema, ya que ésta siempre se estabilizará de inmediato.

Cuadro N°.6.9.Efectos del pH en la producción de Biogás.

VALOR pH	EFEECTO
7 – 7.2	Óptimo
≤ 6.2	Retarda la acidificación
≥ 7.6	Retarda la amonización

Fuente:Cfr FUNDACIÓN PESENA. (1992) El Biogás y sus Aplicaciones. Colombia pp.3

Instrumento de Medición

Características Técnicas



Fig. 6.12. Medidor Portátil de pH.

Fuente:<http://www.hach.com/fmmimghach?/CODE:5170093512|1>

- **Marca:** HACH
- **Serie:** Medidor portátil de pH *sension™ 1*
- **Modalidad pH**
Escala: -2,00 a 19,99
Resolución: (seleccionable) 0,001/0,01/0,1

Escala de la pendiente: 58 ± 3 mV/década

- **Modalidad milivoltio**

Escala: -2000 a 2000 mV

Resolución: 0,1 mV

Precisión: 0,2 mV ó $\pm 0,01\%$ de la lectura, el que sea mayor

- **Modalidad temperatura**

Escala: -10,0 a 110°C (también puede aparecer en °F)

Resolución: 0,1°C

Precisión: $\pm 0,3$ desde 0 a 70°C; $\pm 1,0$ desde >70 a 110°C

- **Pantalla:** LCD con diseño personalizado

- **Entradas:** 1 BNC; sonda de temperatura de Hach o pH/temperatura de 5 pines de Hach; 1 puntiforme

- **Requerimientos de energía:** 4 baterías alcalinas AA

- **Impedancia de entrada:** >1012 ohmios

- **Deriva del instrumento:** <40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

- **Corriente de polarización de entrada:** < ± 1 picoamperios a 25°C; < ± 4 picoamperios en escala completa

- **Requisitos ambientales:** 0 a 50°C con un 85% de humedad relativa sin condensación.

- **Dimensiones:** 21,2 x 8,7 x 4,2 cm (8,35 x 3,43 x 1,65 pulgadas)

- **Caja:** A prueba de agua y polvo (cumple con IP67), resistente a químicos; el medidor flotará.

Características Técnicas deelectrodo

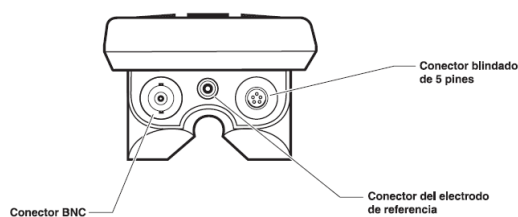


Fig. 6.13. Conectores del Electrodo.



Fig. 6.14. Electrodo.

Fuente: <http://www.hach.com/fmmimghach?/CODE:5170093512|1>

- **Tipo de electrodo**
pH con combinación de sonda de temperatura.
- **Rango**
Unidades 0-14 pH
- **Punto isopotencial**
7.00 ±0.5 pH unidades (0 ±29 mV)
- **Resistencia del electrodo**
250 Mohmsen 25 °C (nuevo)
- **Almacenamiento**
-58 ±3 mVen 25 °C
- **Rango de temperatura**
Uso frecuente - 0 a 45 °C (32 a 113 °F)
Uso ocasional - 0 a 100 °C (32 a 212 °F)
- **Almacenamiento**
-40 a 50 °C (-40 a 122 °F)
- **Célula media de referencia**
Ag/AgCl
- **Dimensiones**
Diámetro de la punta - 12 mm (0.472 pulg.)
Longitud total - 152.4 mm (6 pulg.)
Longitud del cable - 0.91 m (36 pulg.)
- **Cable conector**
 - sension5-pin Connector (Cat. No. 51935-00)
 - Hach One® Meter Series BNC & 3.5 mm Phone Connector (Cat. No. 51935-11)
 - EC Series BNC & DIN Connector (Cat. No. 51935-22)

BIODIGESTOR

Definición

Un biodigestor es un sistema natural y ecológico que aprovecha la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere energía eléctrica. El fertilizante, llamado biol, inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está considerando de la misma importancia, o mayor, que el biogás ya que provee a las familias campesinas de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas.

Un biodigestor está formado por un tanque hermético donde ocurre la fermentación y un depósito que sirve para el almacenaje de gas. Las dos partes pueden estar juntas o separadas y el tanque de gas puede ser de campana fija o flotante. En el caso del biodigestor de polietileno, el tanque de digestión y de recolección de gas, conforman uno sólo. El proceso de digestión ocurre en la parte inferior del recipiente, y en la parte superior se colecta el gas.



Fig. 6.15. Composición del Biodigestor.

Fuente: YouTube- Construya un Biodigestor Sencillo II

Biodigestor de Balón

Del tipo tubular o de "plugflow" hechos de goma, polietileno o Red-Mud-Plástico(RMP). Este último material fue desarrollado por primera vez en Taiwán y después en China donde ha demostrado sus excelentes cualidades para ser usado en biodigestores.

Este material, producido en forma laminar, es una mezcla de lodos rojos residuales de la extracción de la bauxita y contiene PVC, plastificador, estabilizador y otros ingredientes.

El biodigestor está compuesto de una bolsa plástica de polietileno o de PVC completamente sellada. Es un material de bajo costo en su construcción y de fácil transporte e instalación, puede construirse en forma horizontal y por ello es favorable para zonas donde el nivel freático es alto. Tiene la desventaja de que su vida útil es corta (3-8 años) dependiendo de la clase de material que se escoja y las presiones son bajas. El material debe protegerse de los rayos solares para evitar su rápido deterioro.

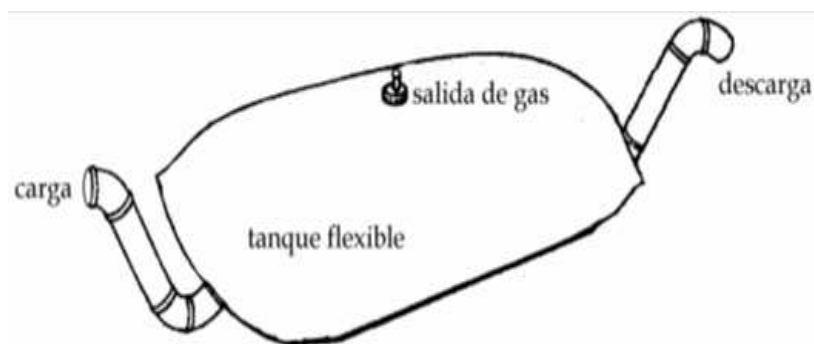


Fig.6.16. Biodigestor de Balón.

Fuente: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap5.pdf>

Características

Para una buena operación, es necesario que el digestor reúna las siguientes características:

- Hermético, para evitar fugas del biogás o entradas de aire.
- Térmicamente aislado, para evitar cambios bruscos de temperatura.
- El contenedor primario de gas deberá contar con una válvula de seguridad.
- Deberán tener acceso para mantenimiento.
- Deberá contar con un medio para romper las natas que se forman.

Componentes

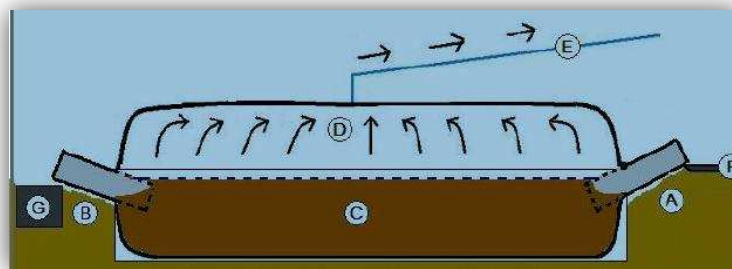


Fig. 6.17. Componentes del Biodigestor.

Fuente: http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/8bib_arch.pdf

- A: Tubería de entrada del biodigestor.
- B: Tubería de salida del biodigestor.
- C: Tanque donde se va a digerir la mezcla de agua y estiércol (75% del vol. total).
- D: Cámara de colección de gas. (25% del vol. total).
- E: Tubería de salida del gas.
- F: Recipiente de entrada para la carga
- G: Recipiente de recolección de Biol.

Este biodigestor, posee una tubería de entrada a través del cual se suministra lamateria orgánica (por ejemplo, estiércol animal o humano, las aguas sucias delas ciudades, residuos de matadero) en forma conjunta con agua, y una tuberíade salida en el cual el material ya digerido por acción bacteriana abandona elbiodigestor.

El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás.

Polietileno Laminar

Esta lámina ha sido desarrollada para cubiertas de invernaderos, la naturaleza especial de los inhibidores UV que contiene le confiere alta resistencia a degradación solar al ser estabilizada con níquel, presenta una alta resistencia a los diferentes tratamientos químicos en especial al azufre utilizados dentro del invernadero, material tensoactivo que reduce el goteo.

Sus excelentes propiedades mecánicas hacen que esta lamina presente un óptimo comportamiento en la instalación y ante otros agentes externos como la lluvia, etc.

Generalidades:

- **Composición:** polietileno de baja densidad
- **Espesores:** 4 a 20 milésimas de pulgadas
- **Estabilizador:** Níquel
- **Inhibidor:** Benzofenona 2.500 horas luz $\pm 5\%$
- **Tonalidad:** Amarilloso - verdoso
- **Ancho:** Desde 60 centímetros hasta 12 metros

Cuadro N°. 6.10. Características Técnicas del Polietileno.

Propiedades ópticas y térmicas		
	Especificaciones	Norma
Termicidad	50%± 10%	CPT-1-3
Transmisión de luz total	84% ± 5%	ASTM D 1003
Transmisión de luz difusa	16% ± 5%	ASTM D 1003
Bloqueo UV	340nm	CPT-2-6
Transmisión de luz UV a 340nm	1.7 ± 10%	CPT-2-6
Propiedades mecánicas		
	Especificaciones	Norma
Resistencia al impacto	300g mínimo	ASTM D 1709
Resistencia al rasgado		ASTM D 1922-949
Dirección máquina	5000g mínimo	
Dirección transversal	5200g mínimo	
Porcentaje de elongación en el punto de rotura		
Dirección máquina	450% mínimo	ASTM D 882
Dirección transversal	590% mínimo	
Tensión en el punto de rotura		
Dirección máquina	16-3 Mpa. mínimo	ASTM D 882
Dirección transversal	16.3 Mpa mínimo	

Fuente: El huerto.

Accesorios

1. Válvula de Bola

Una **válvula** es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria.

Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una

fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

Recomendada para:

- Para servicio de conducción y corte, sin estrangulación.
- Cuando se requiere apertura rápida.
- Para temperaturas moderadas.
- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.

Aplicaciones. Servicio general, altas temperaturas, pastas semilíquidas.

Las válvulas de bola son de ¼ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto.

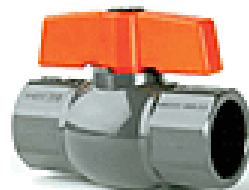


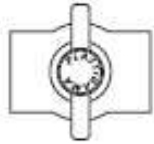
Fig. 6.18. Válvula de Bola Compacta PVC QIC2 series.

Fuente: válvula de bola_plastigama.pdf

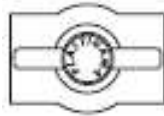
Características

- **Eficiencia.** Permite paso completo del caudal reduciendo la pérdida de carga hidráulica, mejor acople con el tubo de PVC y permite identificar rápidamente si el flujo está circulando, por la posición de su barra de maniobra.

en cruz: cerrado



en perfil: abierto



- **Aplicación.** Ideal para aplicaciones en viviendas económicas donde se requiere rapidez en la instalación.
- **Presión de trabajo.** 1MPa = 145 Psi
- **Materia Prima.** 100% PVC virgen con sellos de teflón permitiendo un sello hermético y seguro.
- **Económica.** Menor costo que las válvulas metálicas y con mayor vida útil.

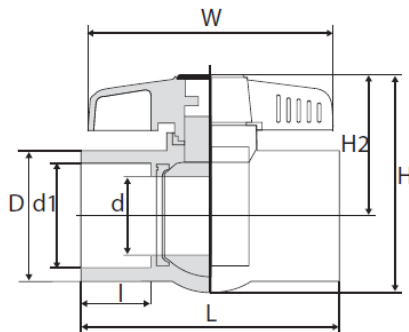


Fig. 6.19. Esquema de la Válvula de Bola PVC.

Fuente: válvula de bola_plastigama.pdf

Cuadro N°. 6.11. Especificaciones Técnicas Válvula de Bola Plastigama.

Tamaño nominal	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Dimensiones						
d (mm)	15,00	20,00	24,00	30,00	34,00	45,00
D (mm)	30,00	38,00	45,00	53,50	62,00	75,00
L (mm)	77,40	90,60	106,00	110,00	127,00	150,00
l (mm)	22,00	25,00	28,50	29,00	33,50	40,00
W (mm)	70,00	81,00	100,00	104,00	108,00	140,00
H (mm)	64,30	77,40	93,30	95,00	112,00	128,00
H2(mm)	44,90	53,10	64,00	70,00	73,00	81,00
d1 (mm)	21,34	26,67	33,40	42,16	48,26	60,40
Hilos/Pulgada (Hilos/ 25.4mm)	14,00	14,00	11,50	11,50	11,50	11,50

Fuente: válvula de bola_plastigama.pdf

2. Brida

Se usa como el ducto principal que sale del biodigestor, está sujeto al plástico flexible, el diámetro de la rosca del tubo es de 1”.

Para evitar fugas, se coloca un sello por el interior de las dos paredes del plástico flexible, y el otro sello por la parte superior, quedando así hermético al darle un torque de forma manual.

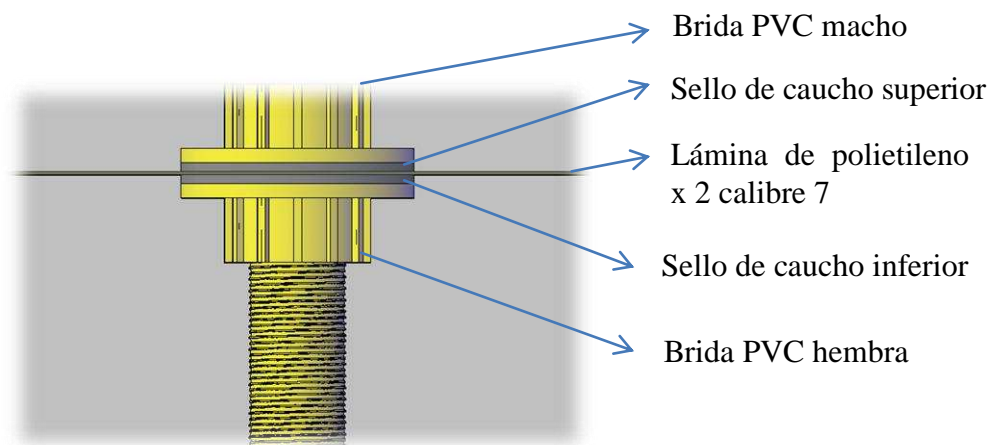


Fig. 6.20. Partes de la Brida.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

3. Manómetros

Un **manómetro** (del gr. $\mu\alpha\nu\acute{o}\varsigma$, ligero, poco denso, y $\acute{\alpha}\mu\epsilon\tau\rho$) es un aparato que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Existen, básicamente, dos tipos: los de líquidos y los de gases.

Características

Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor presión

manométrica; dichos aparatos reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides. La presión manométrica se expresa ya sea por encima, o bien por debajo de la presión atmosférica. Los manómetros que sirven para medir presiones inferiores a la atmosférica se llaman manómetros de vacío o vacuómetros.

La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newton por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.

Manómetros de tubo de Bourdon

Estos manómetros tienen un tubo metálico elástico, aplanado y curvado de forma especial conocido como tubo de Bourdon. Este tubo tiende a enderezarse cuando en su interior actúa una presión, por lo que el extremo libre del tubo de Bourdon se desplaza y este desplazamiento mueve un juego de palancas y engranajes que lo transforman en el movimiento amplificado de una aguja que indica directamente la presión en la escala.

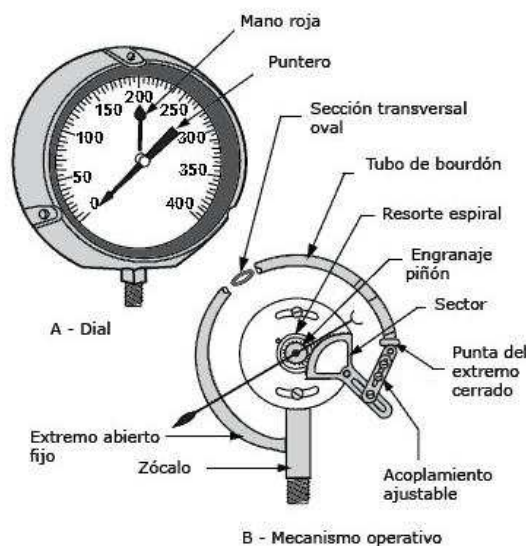


Fig. 6.21. Manómetro de tubo de Bourdon y sus partes.

Fuente: Robert I. Mott, Prentice Hall, **Mecánica de fluidos**, Sexta Edición



Fig. 6.22. Manómetro usado en el Sistema.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

4. Tuberías

La tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. Cuando el líquido transportado es petróleo, se utiliza la denominación específica de oleoducto. Cuando el fluido transportado es gas, se utiliza la denominación específica de gasoducto. También es posible transportar mediante tubería materiales que, si bien no son un fluido, se adecúan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera.

Materiales

Las tuberías se construyen en diversos materiales en función de consideraciones técnicas y económicas. Suele usarse el hierro fundido, acero, latón, cobre, plomo, hormigón, polipropileno, PVC, polietileno de alta densidad (PEAD). etc.

Línea Roscable PP para agua caliente y fría

El primer sistema 100% polipropileno monocapa. Alta resistencia a la presión y a temperaturas extremas. Máxima flexibilidad.

Disponibile en 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2" y 2".

- Máxima seguridad en la unión
- Sistema liviano y flexible
- Fácil y rápida instalación
- Gama completa de accesorios

5. Válvula de Seguridad

Ante un llenado excesivo de la bolsa con biogás, éste ingresa a través de la tee, vence la tensión de la delgada lámina de agua y se expulsa a manera de burbujas, y posteriormente sale como gas por una ventana previamente abierta o por la boca, en la parte alta del frasco. Esta ventana es utilizada para el llenado de la válvula con agua, cuando baja su nivel. Se impide así el rompimiento de la bolsa por el biogás producido en exceso o por un bajo consumo ocasional y se permite el almacenamiento permanente de todo el biogás producido, hasta alcanzar la capacidad del depósito (25% de volumen total del biodigestor). Los extremos superiores de la tee son los de entrada y salida respectivamente del biogás proveniente del biodigestor hacia la válvula de seguridad y de éste hacia el depósito de almacenamiento.

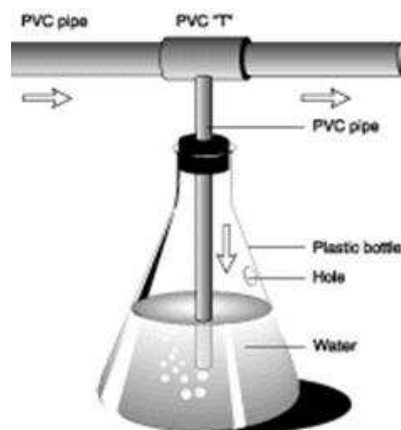


Fig. 6.23. Válvula de Seguridad.

Fuente: http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/8bib_arch.pdf

6. Trampa de Agua

Un dispositivo colocado donde la línea de conducción de gas tiende a ser flexible para limpiar el gas y hacerlo más puro, proceso que se lo realiza por la acción de la gravedad, disipando así el contenido de agua.



Fig. 6.24. Trampa de Agua.

Fuente: YouTube- Construya un Biodigestor Sencillo III

7. Trampa para eliminar el H₂S

La presencia de ácido sulfhídrico (H₂S) en el biogás, aun cuando puede ser inferior a 1 %, resulta una dificultad cuando se trata de utilizar el biogás en motores, refrigeradores, calentadores u otros dispositivos metálicos que pueden ser afectados por este gas corrosivo. Utilizando la trampa sugerida (que sustituye filtros a base de óxido de hierro), es posible eliminar el azufre. Se requiere, evidentemente, revisar y sustituir la viruta de hierro cuando se agote en el depósito, por lo que se recomiendan soluciones de diseño que permitan un acceso fácil al interior.

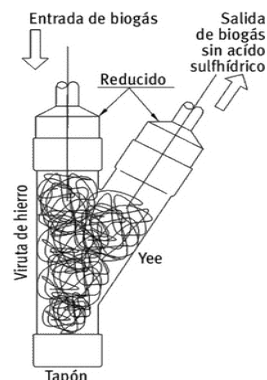


Fig. 6.25. Detalle de la trampa para eliminar el Ácido Sulfhídrico (H₂S).

Fuente: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia34/HTML/articulo03.htm>

Funcionamiento

Un **digestor** de desechos orgánicos o **biodigestor** es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales (no se incluyen cítricos ya que acidifican), etcétera, en determinada dilución de agua para que se descomponga, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.

El fenómeno de biodigestión ocurre porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal que, al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano (CH₄) llamada biogás, sumamente eficiente si se emplea como combustible. Como resultado de este proceso genera residuos con un alto grado de concentración de nutrientes y materia orgánica (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas.

El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales.

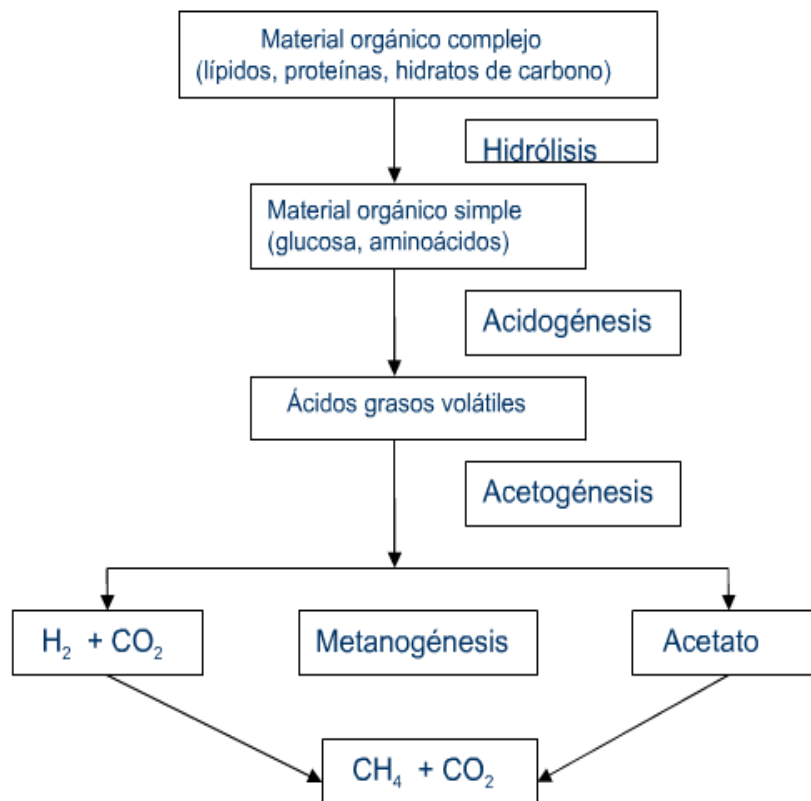


Fig. 6.26.Funcionamiento de un Biodigestor.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

BIOL

Es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastros, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.

Es un excelente abono foliar proveniente especialmente de excretas animales, humanas, junto con la putrefacción de plantas y hojas de las mismas, producido a través de un proceso en un lapso de tiempo y con un costo relativamente bajo, usado especialmente por su contenido vitamínico de fósforo, potasio, nitrógeno, etc. que benefician al desarrollo de plantas frutales para que estén verdes den buenos frutos y producción agrícola, e incluso para el riego de los pastos donde habitan el ganado vacuno.

Funciones del Biol:

- Nutre, Recupera y Reactiva la vida del suelo.
- Fortalecer la fertilidad de plantas.
- Estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades.
- Sustituye cierta cantidad de fertilizantes químicos.

PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO

En el proceso de fermentación se remueven sólo los gases generados (CH₄, CO₂, H₂S) que representan del 5% a 10% del volumen total del material de carga.

Se conservan en el efluente todos los nutrientes originales (N, P, K) contenidos en la materia prima, que son esenciales para las plantas. Lo anterior lo convierte en un valioso abono orgánico, prácticamente libre de olores, patógenos³, y de fácil aplicación.

Ventajas de su uso:

- ◆ El efluente lleva parte de sus nutrientes en forma no disponible de inmediato para las plantas, es decir, los libera paulatinamente mediante ciertos procesos de descomposición de materia orgánica. De esta forma, la nutrición es lenta, pero continua.
- ◆ Aumenta el contenido del humus del suelo, el cual mejora la estructura y la textura del terreno, facilita la aireación, y la capacidad de retención e infiltración del agua.
- ◆ Permite el ahorro de la cantidad de otros abonos convencionales sin disminución de la producción.
- ◆ Presenta incrementos de la producción, al compararla con la de suelos no abonados.

Dosis de aplicación:

Se determina en términos de la cantidad del nutriente equivalente que se necesita, la cual dependerá del tipo de suelo y cultivo; conviene, por tanto, efectuar el análisis del efluente para establecer sus propiedades nutritivas.

Cuadro N°. 6.12. Contenido promedio de elementos nutritivos de las materias primas.

Clase de Estiércol	N. Total %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %
Aguas residuales	1.5 – 5.0	1.5 – 5.0	0.1 – 0.3	4.0 – 6.0	0.6 – 2.0
Bovino	2.3 – 4.7	0.9 – 2.1	4.2 – 7.6	1.0 - 4.2	0.6 – 1.1
Porcino	4.1 – 8.4	2.6 – 6.9	1.6 – 5.1	2.5 - 5.7	0.8 – 1.1
Aves	4.3 – 9.5	2.8 – 8.1	2.1 – 5.3	7.3 – 13.2	1.1 – 1.6

Fuente: www.cepis.org.pe

El efluente como alimento de animales:

- ◆ El efluente puede ser utilizado como alimento para peces, en lagos o estanques artificiales; en este caso es necesario exponerlo al sol y al aire durante unos dos días, para evitar que consuma el oxígeno del agua, después de la aireación se distribuye uniformemente sobre el lago.
- ◆ La lombricultura, es otra actividad en la cual puede ser utilizado el efluente. Normalmente se emplea en seco, como sustrato principal, o en forma líquida con residuos sólidos como paja de arroz, paja de maíz o sorgo, residuos de plantas de forraje, entre otros.



Fig.6.27. Biol.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

NORMAS Y ESTÁNDARES

Colores de Almacenamiento y Ductos de Gases

Gases inflamables y combustibles	Rojo
Gases oxidantes e inertes	Negro o gris
Gases corrosivos	Amarillo
Gases tóxicos	Verde
Butano y propano industrial	Naranja, otros colores
Mezclas de calibración	Gris

Estándares de tuberías

A continuación se enumeran algunos códigos que contemplan el diseño de sistemas de tuberías.

- ASME B31.1 - Tuberías en plantas de generación
- ASME B31.3 - Plantas de proceso
- ASME B31.4 - Transporte de hidrocarburos líquidos, gas petrolero, AndhydroysAnmonia y Alcoholes
- ASME B31.5 - Tuberías para refrigeración
- ASME B31.8 - Conducciones de gas
- ASME B31.9 - Tuberías para edificios de servicios

Roscas NPT

La conexión más conocida y ampliamente utilizada donde la rosca de tubería proveetanto unión mecánica como sello hidráulico es la Rosca de Tubería Cónica NacionalAmericana, o NPT. La rosca NPT tiene una rosca cónica macho y hembra que sella concinta de Teflón o un compuesto para unir.

Tamaños

Los tamaños de las roscas se basan en el diámetro interno (ID) o en el tamaño del flujo. Por ejemplo, “1/2–14 NPT” determina una rosca de tubería con un diámetro interno nominal de 1/2 pulgada y 14 hilos en una pulgada, hecha de acuerdo al estándar de la norma NPT. Si las letras “LH” se añaden, la tubería tiene una rosca izquierda (Por sus siglas en inglés). Las formas de roscas de tubería más conocidas a nivel mundial son:

Cuadro N°. 6.13. Normas y Estándares.

NPT	American Standard Pipe Taper Thread
NPSC	American Standard Straight Coupling Pipe Thread
NPTR	American Standard Taper Railing Pipe Thread
NPSM	American Standard Straight Mechanical Pipe Thread
NPSL	American Standard Straight Locknut Pipe Thread
NPTF	American Standard Pipe Thread Tapered (Dryseal)
BSPP	British Standard Pipe Thread Parallel
BSPT	British Standard Pipe Thread Tapered

Fuente: Spanish_NPT.pdf

Las formas de roscas moldeadas con plástico inyectado son fabricadas bajo los estándares ANSI B2.1. y SAE J476.

Cuadro N°. 6.14. Especificaciones de hilos de tuberías NPT.

Tamaño Nominal	OD	Hilos por pulg.	Long. de Ajuste (apretado a mano)	Long. Efectiva
1/8 "	0.407	27	0.124 \cong 3.3 vueltas	0.260
1/4 "	0.546	18	0.172 \cong 3.1 vueltas	0.401
3/8 "	0.681	18	0.184 \cong 3.3 vueltas	0.408
1/2 "	0.850	14	0.248 \cong 3.4 vueltas	0.534
3/4 "	1.060	14	0.267 \cong 3.7 vueltas	0.546
1 "	1.327	11.5	0.313 \cong 3.6 vueltas	0.682

Fuente: American Standard Taper Pipe External Thread

ASPECTOS ECOLÓGICOS

Fines conservacionistas

Se trata de preservar y mejorar el medio ambiente ecológico, protegiendo los bosques, sustituyendo metano por leña, disminuyendo así la presión sobre las masas forestales, que generalmente se observa en el medio rural, debido al déficit de combustible. También ayuda a la conservación del ambiente a tratar en forma adecuada los desechos de origen orgánico que causan contaminación, acumulación de basuras y proliferación de artrópodos, vectores de diferentes enfermedades.

Beneficios para el medio ambiente:

- Disminuye la carga contaminante del vertimiento con una reducción de 60 a 80% de materia orgánica, dependiendo del tiempo de retención.
- Mejora la capacidad fertilizante del efluente final para abono de potreros.
- Evita la tala de árboles de uso doméstico en la producción de fuego para cocción de alimentos.
- Minimiza la contaminación del ambiente. Promueve la conservación de áreas naturales y bosques.
- Reducción de emisiones de gases invernadero (CO₂ y metano) que contribuyen al calentamiento global.

MODELO OPERATIVO

Diagrama de Proceso



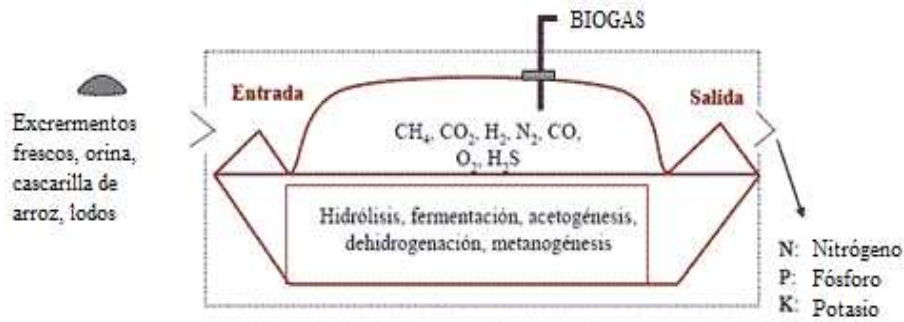


Fig. 6.28. Diagrama del proceso Biogás.

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

1m³ Biogás \cong 0.45 Kg GLP: Donde, un cilindro o pipa de GLP subsidiado por el estado ecuatoriano, equivale aproximadamente 15 Kg, así entonces;

$$1\text{m}^3 \text{Biogás} = 0.45 \text{ Kg GLP}$$

$$V_b = 15 \text{ Kg GLP}$$

$$V_b = \frac{1\text{m}^3 \text{Biogás} \cdot 15 \text{ Kg GLP}}{0.45 \text{ Kg GLP}}$$

$$\mathbf{V_b = 33.3333 \text{ m}^3 \text{Biogas}}$$

Además, se estima que un m³ de biogás sirve para la cocción de los alimentos de las tres comidas para cuatro personas, así por ejemplo la siguiente relación;

Con un biodigestor de 33 m³ de producción de biogás, se reemplazará el cilindro de GLP que es consumido durante los 30 días (4 personas) y tiene un costo de 2USD al mes.

DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

Animales

Es el factor principal que se debe conocer para la implementación del sistema biodigestor, para ello, se realizó un estudio detallado sobre la alimentación y cuidado de los animales que van a aportar con la materia prima.

En la finca se cuenta con:

- 5 terneros 70 Kg
- 19 cerdos 60 Kg
- 1 cedo gestante 100 Kg (6 lechones 1 kg c/u)
- 50 gallinas

Los animales de granja (cerdos, terneros, gallinas) se alimentan de una dieta controlada técnicamente, así;

▪ **Terneros**

Dosis Leche: { 1 Kg
10 lt agua

Dos veces al día, en la mañana y en la tarde, para los 5 terneros (**2 lt. c/u**)

Dosisdebalanceado: { 1 lb morocho
1 lb soya
1 lb arrocillo
½ polvillo o harina de pescado
1 lt de aceite saturado

Dos veces al día, en la mañana y en la tarde. (**¾ lb c/u**). Durante el día además se alimentan de hierba fresca (aproximadamente **2 Kg c/u**).

- **Cerdos**

Dosis de balanceado: { 18 lb morocho*
17 lb polvillo
5 lb soya
10 lb arrocillo
2 lt aceite saturado

50 lb por dosis (en la mañana, en la tarde y en la noche).

* Se reemplaza por, maíz y harina de pescado en cantidades iguales.

Dosis de labasa: { 10 galones (solo en la tarde)

Aproximadamente 2.5 lb de balanceado c/u. y 2.8 lt de labasa c/u.

- **Gallinas**

Dosis de balanceado: { 10 lb de morocho **

**reemplaza por mezcla de: morocho + arrocillo ó morocho + polvillo.
Aproximadamente **0.17lb c/u**

Con las dosis establecidas en la alimentación de los animales para generar la materia prima, se puede establecer lo siguiente;

Cuadro N°. 6.15. Cantidades de materia prima (excretas) disponible.

Tipo de animal	Peso excreta [Kg/unidad]	Total animales	Total excreta [kg]
Terberos	4	5	20
Cerdos	2	20	40
Gallinas	0.1	50	5
Cantidad total disponible de excreta por día			65

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

$$E_d = 65\text{kg/día}$$

Agua de Lavado

Además de las excretas, se cuenta con un reservorio de aguas de lavado (mezcla de orinas, agua y excretas).

La cantidad de excretas o aguas residuales dependen del número de animales, estado fisiológico de los mismos y la cantidad de agua usada en el lavado de instalaciones. Una forma de calcular la cantidad de aguas residuales generadas en la actividad es medir el caudal vertido, como esto no es del todo fácil es necesario calcular la cantidad de excretas producidas con base al número de animales.



Fig. 6.29. Almacenamiento de lavado de corral.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

$$X=1,10\text{m}$$

$$Y=1,25\text{m}$$

$$Z=1,10\text{m}$$

y, sabiendo que $1000\text{lt} \cong 1\text{m}^3$

$$Cap_{.R} = X \cdot Y \cdot Z \quad \text{Ec. (6.10)}$$

$$Cap_{.R} = 1,10\text{m} \cdot 1,25\text{m} \cdot 1,10\text{m}$$

$$Cap_{.R} = 1,5125\text{m}^3 \cong \quad \mathbf{Cap_{.R} = 1.521,5\text{lt}}$$

Con una capacidad de 1.522lt de almacenamiento que se obtiene semanalmente al realizar la limpieza de dos veces por semana el corral donde están los cerdos y terneros.

$$A_l = \frac{Cap_R}{n} \quad \text{Ec. (6.11)}$$

$$A_l = \frac{1.521,5lt}{7dias}$$

$$A_l = 217,357lt/dia$$

Carbono

Para relacionar una buena carga, se usa cascarilla de arroz que es la materia que se dispone en la finca, que nos servirá para darle un porcentaje de carbono a la mezcla de fermentación dentro del biodigestor.



Fig. 6.30. Cascarilla de arroz.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Se cuenta con tres corrales, uno de los terneros, uno de los cerdos y otro del cerdo gestante. La limpieza se la efectúa cada dos días, así tenemos;

Cuadro N°. 6.16. Cantidad disponible de materia prima (cascarilla de arroz).

Corral	X [m]	Y [m]	Z [m]	Total [m3]
Terneros	4	2	0.01	0.080
Cerdos	6	2	0.01	0.012
Cerdo gestante	1.5	2	0.01	0.030
				0.122

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Aproximadamente, 2 Kg.

$$C = \frac{1Kg}{dia}$$

RELACIÓN C/N

Para conseguir un buen rendimiento de gas en forma constante durante la fermentación, es conveniente combinar proporciones adecuadas con bajo y alto rendimiento y de distintas velocidades de generación.

La relación C/N se aplica calculando la formula;

$$K = \frac{C_1X_1+C_2X_2...C_nX_n}{N_1X_1+N_2X_2...N_nX_n} = \frac{\sum_{i=1}^n C_iX_i}{\sum_{i=1}^n N_iX_i} \quad \text{Ec. (6.12)}$$

En donde,

C: % de carbono en la materia prima [de **Cuadro N°. 6.4.**]

N: % de nitrógeno en la materia prima [de **Cuadro N°. 6.4.**]

X: Peso de la materia prima

K: C/N de la mezcla de las materias primas

i: contador

n: fin de contador

$$C \cdot N = \frac{C_1+C_2...C_n}{N_1+N_2...N_n} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad \text{Ec. (6.13)}$$

Para relacionar el sistema, se necesita saber la cantidad de carbono (cascarilla de arroz) que se debe agregar para tener una mezcla con un concentrado homogéneo, así se tiene.

1 Kg de estiércol de vacuno = X1

1 Kg de estiércol de cerdo = X2

½ Kg de estiércol de aves de corral = X3

C_a=Kg de cascarilla de arroz = X4

$$\text{para una relación; } C \cdot N = \frac{(7,3+7,8+41+42)\%}{(0,29+0,60+1,30+0,64)\%} = \frac{98,1\%}{2,83\%} = \mathbf{35:1}$$

$$35 = \frac{7,3\% \cdot 1Kg + 7,8\% \cdot 1Kg + 41\% \cdot 0,5Kg + 42\% \cdot C_a}{0,29\% \cdot 1Kg + 0,60\% \cdot 1Kg + 1,30\% \cdot 0,5Kg + 0,64\% \cdot C_a}$$

$$35[1,54\% \cdot Kg + 0,64\% \cdot C_a] = 35,6\% \cdot Kg + 42\% \cdot C_a$$

$$22,4\% \cdot C_a - 42\% \cdot C_a = 35,6\% \cdot Kg - 53,9\% \cdot Kg$$

$$-19,6\% \cdot C_a = -18,3\% \cdot Kg$$

$$\mathbf{C_a = 0.934Kg \cong 1 kg}$$

RELACIÓN DE MATERIA PRIMA Y CARGA

La carga de excreta de cerdos y de terneros se realiza en cantidades iguales, porque se debe equilibrar la producción, es decir;

- Las excretas de cerdo, tiene mayor producción, pero menor rapidez.
- Las excretas de vaca, tiene mayor rapidez, pero menor producción.

Al combinar ambas en las mismas cantidades, mantenemos producción y rapidez.

La alimentación hacia el biodigestor se realiza diariamente con un porcentaje controlado de materia prima, como sigue;

Cuadro N°.6.17. Relación materia prima y carga.

Tipo de materia prima	Relación 3:1		%
	Cantidad [Kg]	Cantidad [lt]	
Cerdo	10	-	9.6618
Terberos	10	-	9.6618
Aves de corral	5	-	4.8309
Cascarilla de arroz	1	-	0.9662
Agua (agua de limpieza + orines)	-	75	72.4638
Lodos	-	2	1.9324
Otros	0.25	0.25	0.4831
Totales	26.25	77.25	100

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Como la mezcla es de tres tipos de estiércol, entonces la relación promedio utilizada es **3:1**. La materia prima debe de ser homogénea, pudiendo tener un margen de tolerancia de $\pm 5\%$. Aproximadamente **100lt** diarios de carga, se alimenta hacia el biodigestor, así: carga solida [**Cs=26.25 Kg/día**], caga líquida [**Cl=77.25 lt/día**].

CÁLCULOS DE BIOGÁS GENERADO

Cuadro N°. 6.18. Biogás generado.

Tipo de materia prima	Cantidad de excreta por día [kg]	Rendimiento de Biogás [m ³ /Kg excreta]	Producción de Biogás [m ³ / día]
Cerdos	10	0.06	0,6
Terberos	10	0.04	0.4
Aves de corral	5	0.009	0,045
			1,045

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

DISEÑO DEL BIODIGESTOR

Metodología

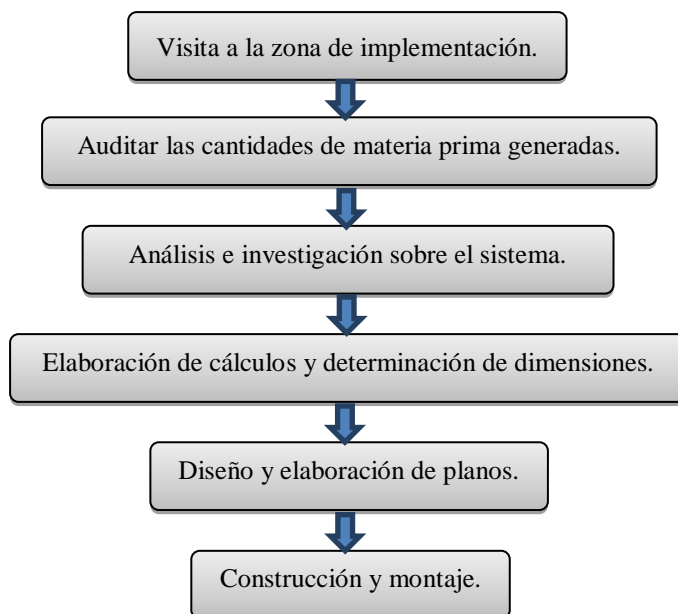


Fig. 6.31. Metodología del Diseño Biodigestor.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Selección del Modelo de Biodigestor

Tres tipos de diseños podrían ser implementados en la finca por las diversas ventajas que brindan y porque son los más utilizados para estos sistemas. Para la selección del modelo se realiza una detallada matriz de selección por cada tipo de diseño, así;

Cuadro N°. 6.19. Valores de evaluación.

Calificación	
0 =	No aplica
1 =	Malo
2 =	Regular
3 =	Suficiente
4 =	Adecuado
5 =	Excelente

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Cuadro N°. 6.20. Matriz de selección del biodigestor " DE CÚPULA FIJA O MODELO CHINO".

Ítem	Aspecto Evaluado	Valoración (%)	Calificación	f %	Total %
1	Tipo de materia prima	5	5	1	5
2	Vida útil	15	5	1	15
3	Requerimientos de área	5	4	0.8	4
4	Costos	20	3	0.6	12
5	Construcción	15	2	0.4	6
6	Operación y mantenimiento	15	3	0.6	9
7	Rendimiento	25	3	0.6	15
TOTAL					66

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

La dificultad principal, es la construcción por ello se excluye este modelo de biodigestor. La mano de obra se incrementa con lo que conlleva a generar más costos de producción y adquisición de otros recursos.

Cuadro N°. 6.21. Matriz de selección del biodigestor "DE CÚPULA FLOTANTE O MODELO HINDÚ".

Ítem	Aspecto Evaluado	Valoración (%)	Calificación	f %	Total %
1	Tipo de materia prima	5	5	1	5
2	Vida útil	15	4	0.8	12
3	Requerimientos de área	5	4	0.8	4
4	Costos	20	2	0.4	8
5	Construcción	15	3	0.6	9
6	Operación y mantenimiento	15	4	0.8	12
7	Rendimiento	25	5	1	25
TOTAL					75

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Presenta una dificultad en base a costos de implantación, debido a que los materiales usados para la cúpula son de metal o fibra, por ello se descarta este modelo.

Cuadro N°. 6.22. Matriz de selección del biodigestor "DE BALÓN O DE BOLSA".

Ítem	Aspecto Evaluado	Valoración (%)	Calificación	f %	Total %
1	Tipo de materia prima	5	5	1	5
2	Vida útil	15	3	0.6	9
3	Requerimientos de área	5	5	1	5
4	Costos	20	5	1	20
5	Construcción	15	5	1	15
6	Operación y mantenimiento	15	4	0.8	12
7	Rendimiento	25	4	0.8	20
TOTAL					86

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

En base al diseño piloto para el estudio, éste favorece a las necesidades, debido a que presenta una excelente reducción de costos de implementación, y que la materia prima para su construcción se la adquiere con facilidad, además de su montaje es sencillo permitiendo que sea de fácil operación y mantenimiento. El inconveniente que se produce es su vida útil que está entre los cuatro y cinco años.

Como reúne más características favorables dando un 86% de efectividad, éste es el modelo que se implantará para el desarrollo del proyecto.

Cálculos de la Capacidad

Para determinar la capacidad de un biodigestor y por ende el depósito, se debe conocer la cantidad de carga con la que se dispone, así como también la demanda que se tiene y el uso que se le dará, así tenemos;

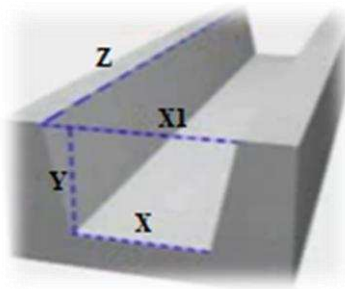


Fig. 6.32. Modelo del dique para un biodigestor.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Cuadro N°.6.23. Matriz de volumen de un Biodigestor.

	CAPACIDAD (m ³)	X (m)	X ₁ (m)	Y (m)	Z (m)
A	3	1	1.20	1	3
B	11	1	1.20	1	10
C	15	1	1.2	1	14
D	40	2	2.5	1.5	12
E	50	2	2.5	1.5	15
F	67	2	2.5	1.5	20
G	84	2	2.5	1.5	25
H	100	2	2.5	1.5	30

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Para el caso del digestor, el diseño será de la siguiente manera;

$$C_v = \frac{(X+X_1)}{2} \cdot Y \cdot Z \quad \text{Ec. (6.13)}$$

Datos de construcción:

$$X=0.87\text{m}$$

$$X_1=1.2\text{m}$$

$$Y= 0.5\text{m}$$

$$Z=6\text{m}$$

$$C_v = \frac{(0,87 + 1,2)}{2} \text{m} \cdot 0,5\text{m} \cdot 6\text{m}$$

$$C_v = 3.11\text{m}^3$$

Dimensiones del Biodigestor

$$D = \frac{l}{\pi} \quad \text{Ec. (6.14)}$$

$$D = 2r \quad \text{Ec. (6.15)}$$

$$V_{cil} = \pi \cdot r^2 \cdot L \quad \text{Ec. (6.16)}$$

$$f_{aseliq. (75\%)} = V_{cil} * 0.75 \quad \text{Ec. (6.17)}$$

$$f_{asegas(25\%)} = V_{cil} * 0.25 \quad \text{Ec. (6.18)}$$

Donde,

D: Diámetro

l: longitud (ancho)

L: longitud (largo)

π : constante pi (3.1416)

r: radio

V_{cil} : volumen del cilindro

Una vez establecido las medidas del plástico flexible, se procede al doblado y posteriormente darle la forma tubular (2 unidades), para luego pasarlo uno al interior el otro y que quede reforzado para evitar fugas tanto de biogás, como de biol.

Plástico flexible rectangular (2 partes - calibre 7) de, longitud 7m x ancho 2.5m como se observa en la **Fig. 6.33**.

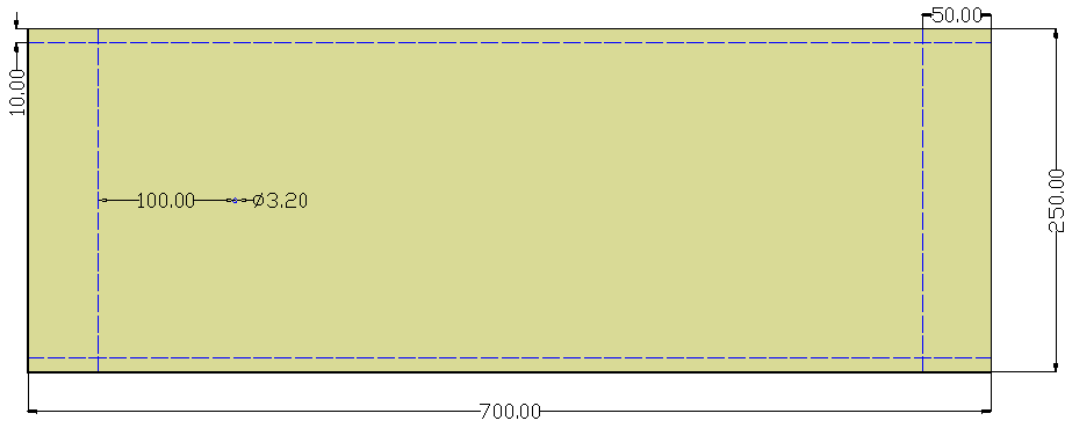


Fig.6.33. Plástico Laminar Flexible de Polietileno.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Datos del plástico flexible:

$$l=2.5m$$

$$L=6m$$

$$D = \frac{2.5m}{\pi} = 0.796 \cong \mathbf{0.8m}$$

$$r = \frac{0.8m}{2} = \mathbf{0.4m}$$

$$V_{cil} = \pi \cdot (0.4m)^2 \cdot 6m = 3,016m^3 \cong \mathbf{3m^3 = 3000lt}$$

$$fase\ liq.\ (75\%) = 3000lt \cdot 0.75 = \mathbf{2250lt}$$

$$fase\ gas\ (25\%) = 3000lt \cdot 0.25 = \mathbf{750lt}$$

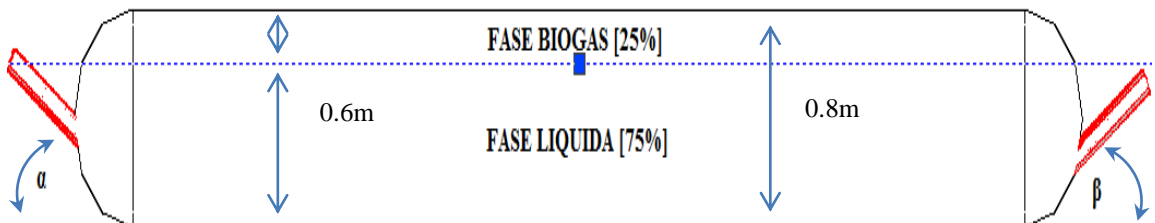


Fig. 6.34. Vista Frontal Biodigestor.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

DUCTOS DE ENTRADA Y SALIDA

Ducto de Entrada

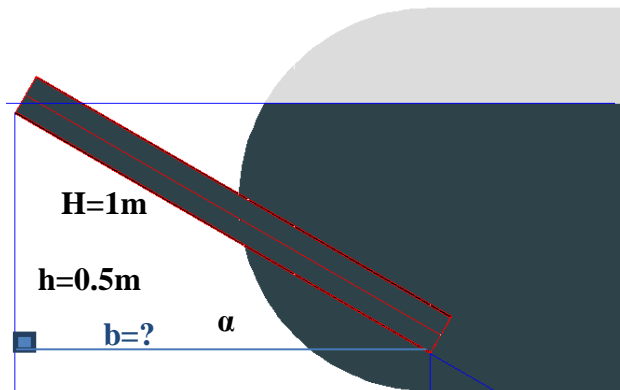


Fig. 6.35. Ángulo de inclinación del ducto de entrada.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

$$b^2 = H^2 - h^2 \quad \text{Ec. (6.19)}$$

$$b = \sqrt{(1^2 - 0.5^2)m^2}$$

$$b = 0.866m$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{b} \quad \text{Ec. (6.20)}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{0.5m}{0.866m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Reservorio de Entrada

Está compuesto por dos recipientes unidos a través de un tubo comunicante para controlar el ingreso del efluente, cuya medida de ingreso es de **20 litros** por carga, controlando así la alimentación que se le da al biodigestor.



Fig. 6.36. Reservorio de entrada.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.



Fig. 6.37. Reservorio de entrada con carga.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

X=30cm

Y=20cm

Z=36cm

y, sabiendo que:

1 galón_{US} = 3,785 lt

1 galón_{UK} = 4,5 lt

$$Cap_{.re} = X \cdot Y \cdot Z \quad \text{Ec. (6.21)}$$

$$Cap_{.re} = 0,30m \cdot 0,20m \cdot 0,36m$$

$$Cap_{.re} = 0,0216m^3 \cong \mathbf{Cap_{.re} = 21,6lt} \text{ (c/u)}$$

Para el conducto comunicante se utiliza un tubo de 3" de diámetro x 10cm de longitud. Adicionalmente se usan sellos en los agujeros de los recipientes de forma interna y externa con la utilización de pegante para PVC y evitar el goteo que pudieran existir.

Ducto de Salida

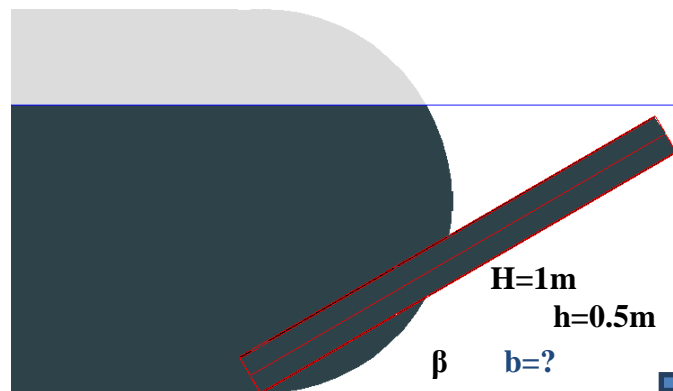


Fig. 6.38. Ángulo de inclinación del ducto de salida.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

$$b = \sqrt{(1^2 - 0.5^2)m^2}$$

$$\mathbf{b = 0.866m}$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{0.5m}{0.866m}$$

$$\mathbf{\alpha = 30^\circ}$$

El depósito de almacenamiento de la salida del biol está constituido por una poma con capacidad de 20 lt. En la parte superior y posterior al recipiente se elabora un agujero de 3½” de diámetro para colocar el tubo, que servirá de desahogo. Éste tiene un ángulo de inclinación de 30° aproximadamente, con una longitud de 1m.



Fig. 6.39.Reservorio de salida.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Considerando las dimensiones del ducto tanto de ingreso como de salida, se tendrá una descarga igual al ingreso de la carga, porque como se observa en la **Fig. 6.34.**, la línea divisora de la fase líquida y gas indica, al ingreso la parte inferior del ducto coincide con la línea divisora, mientras que para la salida coincide la parte superior, se establece de esta manera, para evitar que se regrese la carga por el ducto de ingreso, y como además ambos tiene el mismo ángulo de inclinación. Así entonces;

Datos del ducto:

$$\square = 3 \frac{1}{2}'' = 0.089\text{m}$$

$$r = 0.044\text{m}$$

$$L = 1\text{m}$$

$$D_e = D_s = \pi \cdot r^2 \cdot L$$

$$D_e = D_s = \pi \cdot (0.044\text{m})^2 \cdot 1\text{m}$$

$$D_e = D_s = 0.0062\text{m}^3 \cong 6.22\text{lt}$$

La descarga se efectúa cuando se alcanza el nivel del 75% de la capacidad del biodigestor, esto significa que cuando ha transcurrido unos días, así;

$$100lt \Rightarrow 1dia$$

$$750lt \Rightarrow Q$$

$$Q = \frac{750lt \cdot 1dia}{100lt}$$

$$Q = 7.5 dias \cong 8dias$$

GASODUCTO

Dimensiones de la Rosca del Ducto

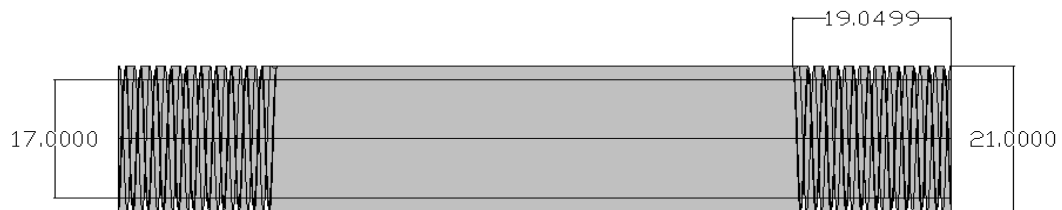


Fig. 6.40. Dimensiones de rosca del ducto prefabricado.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Se prefabricará catorce dimensiones de ductos de diferentes medidas, pero con un mismo sentido de rosca. En el **Cuadro N°. 6.14.**, se establece la norma para realizar el tipo de rosca NPT,

Cuadro N°. 6.24. Dimensiones de Ductos.

Ítem	Dimensiones				Unidades
	Longitud L[mm]	Diámetro D _e [mm]	Diámetro D _i [mm]	Longitud de rosca 3/4" [mm]	
1	100	21	17	19.0499	2
2	150	21	17	19.0499	3
3	200	21	17	19.0499	2
4	300	21	17	19.0499	2
5	400	21	17	19.0499	4
7	600	21	17	19.0499	1
					14

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Así para realizar los ductos prefabricado, se establece lo siguiente;

Datos:

Tamaño Nominal: 1/2"

OD: 0.850

Hilos por pulg. 14

Long. de Ajuste (apretado a mano): 0.248 a 3.4 vueltas

Long. Efectiva: 0.534

Como solo se utiliza $\frac{3}{4}$ de pulgada, entonces la relación de las vueltas quedaría así;

1pulg. → **14 vueltas**

$\frac{3}{4}$ pulg. → **n_v**

$$n_v = \frac{\frac{3}{4}\text{pulg.} \cdot 14 \text{ vueltas}}{1\text{pulg.}}$$

$$\mathbf{n_v = 10.5vueltas}$$

ALMACENAMIENTO

Volumen del Neumático de Almacenamiento

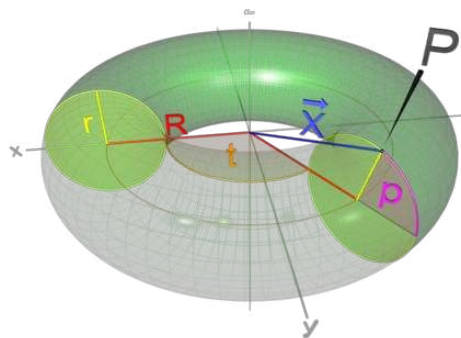


Fig. 6.41. Volumen del Neumatico de Almacenamiento.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

$$V = 2\pi^2 \cdot R \cdot r^2$$

Ec. (6.22)

Datos:

$$D_e=1.308\text{m}$$

$$r_e=D_e/2=0.654\text{m}$$

$$D_i=0.508\text{m}$$

$$r_i=D_i/2=0.254\text{m}$$

$$r=0.200\text{m}$$

$$R=r_i+r=0.254\text{m}+0.200\text{m}=0.454\text{m}$$

$$V = 2\pi^2 \cdot 0,454\text{mm} \cdot (0,200\text{mm})^2$$

$V = 0.35\text{m}^3 \cong V = 1.00\text{m}^3 \text{ Comprimido.}$

DIAGRAMA DEL SISTEMA

Éste involucra la recolección y transporte de la materia orgánica a digerir, la alimentación del sistema de fermentación, el vaciado del digester, para almacenamiento de biol y biogás. En la **Fig. 6.42.**, se puede observar un diagrama de flujo del sustrato, donde se pueden apreciar las diferentes etapas.

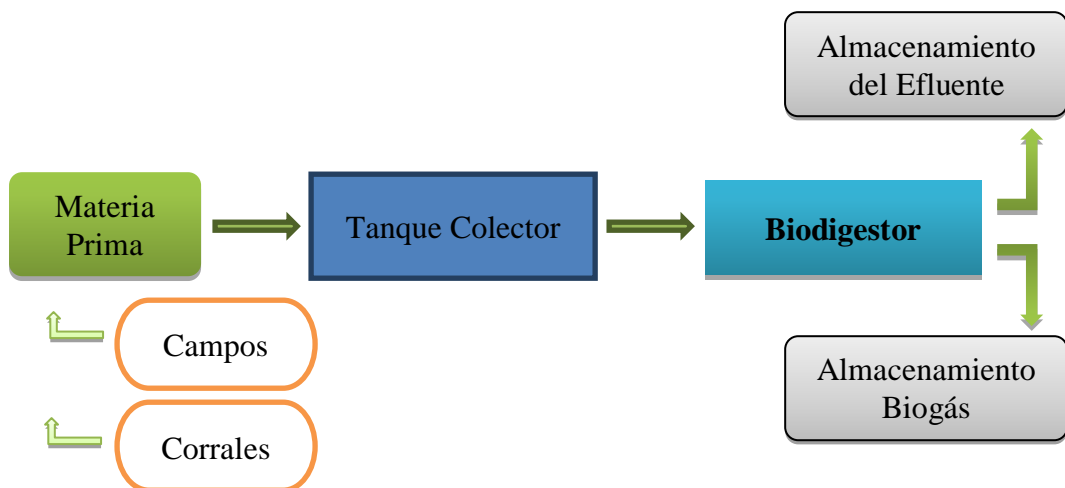









Fig. 6.42. Diagrama del Sistema Biogás.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Dependiendo del tipo de sistema usado, alguna o todas las etapas serán efectuadas en forma continua o intermitente pudiendo ser estas ejecutadas en forma manual o bien automáticamente. Los requerimientos para el manejo y transporte del sustrato varían de acuerdo a la naturaleza del mismo y a la clase del proceso utilizado.

Independientemente del sistema usado, se deberá siempre tener cuidado que la alimentación se realice en el menor tiempo posible, puesto que en dicho intervalo disminuirá la producción de biogás, como consecuencia de una incipiente descomposición aeróbica; particularmente en el caso de los sistemas calefaccionados, donde las pérdidas de calor deben ser reducidas al máximo.

DIAGRAMA MECÁNICO

Cuadro N°. 6.25. Simbología – Nomenclatura del diagrama Mecánico.

Simbología - Nomenclatura	
PE	Tubería de Polietileno
—	Línea de tubería
Ø	Diámetro de tubería (½")
	Tee
	Codo 90°
	Válvula de bola
	Manómetro
	Brida
	Tapón macho
	Tapón hembra

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Línea de Flujo

Es el ducto donde pasará el flujo biogás, proveniente del biodigestor y que se comunica con el contenedor de almacenamiento, para su posterior utilización en las necesidades convenientes.

Como es un flujo que no va a generar presión excesiva, y su producción es relativamente en volúmenes bajos (3 m^3) se debe seleccionar tuberías y accesorios de PVC, para; evitar corrosión en la línea, su fácil ensamble, su ergonomía, reducir costos.

Además que su vida útil es duradera, su coste es relativamente bajo y es accesible encontrarlos en el mercado con facilidad.

CONTROL DE VARIABLES DE PRODUCCIÓN

- **Temperatura**

Ésta variable es muy importante en la producción del biogás, debido a que está relacionado con las etapas de producción bacteriana que son el origen del biogás y afecta o favorecen en el sistema según su variación.

Se considera una gran ventaja esta variable de producción en el sistema propuesto, porque la zona geográfica escogida, posee una temperatura promedio aproximadamente 28-30 °C.

Al tener una temperatura promedio alta, nos facilita y ayuda a controlar el proceso con rapidez, obteniendo así una producción de biogás que oscila entre 15 a 20 días de fermentación en el biodigestor.

El control de esta variable durante el proceso, nos facilitará una tendencia de producción.

- **pH**

Para que el proceso se desarrolle satisfactoriamente, el pH no debe bajar de 6 ni subir de 8. El valor de pH en el digestor no solo determina la producción del biogás sino también su composición. Una de las consecuencias de que se produzca un descenso del pH a valores inferiores a 6 es que el biogás generado es muy pobre de metano y, por tanto, tiene menores cualidades energéticas.

La alta acidez puede corregirse adicionando agua con cal a la fase líquida. Aproximadamente 1kg de cal por cada 1000lt de excremento en fase líquida, ésta dosis sube un 2% del valor de referencia del pH ácido.

Para disminuir la alcalinidad en las pruebas de campo se logra bajar 2% de PH del valor de referencia con una combinación de concentrados de orinas y agua (vacas 60%, cerdos 25% y agua 15%) con una relación 3:1, es decir por cada 3 cargas de excremento, se debe añadir 1 carga de orina/agua. Cada carga es de 20 lt.

MANTENIMIENTO

En el caso de presentarse rupturas pequeñas, mientras el polietileno no éste degradándose (tostado), se puede proceder a sellar los agujeros con trozos de neumático que se fijan a la superficie de la bolsa con ayuda de un pegante.

Realizar una revisión periódica de los conductos y sus uniones con el fin de evitar posibles fugas del biogás, que es un combustible explosivo, por lo que debe evitarse su utilización en recintos cerrados.

Internamente, sobre la superficie de la fase líquida tiende a formarse una “nata” flotante, constituida por el material fibroso no digerido por las bacterias. Esta nata puede deshacerse desde el exterior al hacer presión a todo lo largo de la superficie de la campana, aprovechando para ello las ocasiones en que la campana o depósito del biogás se encuentre vacío. Esta ruptura de la “nata” permite que el biogás salga libremente desde dentro del líquido hacia la campana.

La utilización de materiales sintéticos (polietileno, caucho, fibra de vidrio, acrílico y poliuretano, polivinilo o PVC), en todos los conductos que entran en contacto con el biogás, se evita la alta corrosión del biogás sobre los metales.

La válvula de seguridad debe ser instalada en cualquier sitio, con declive, de la tubería para la conducción del biogás hacia el quemador. Esto con la finalidad de poderla utilizar además para captar por gravedad, el agua proveniente de la posible condensación de humedad dentro del conducto. Debido a que el agua contenida en la válvula de seguridad se llena de lama o algas, el recipiente debe lavarse o cambiarse cuando sea necesario para facilitar la salida del biogás producido por exceso.

Revise periódicamente en la entrada y salida del efluente si no existe fuga en el amarre que sujeta la conexión entre la bolsa y el recipiente. Puede suceder que por el lapso de los años se deteriore el elástico (neumático) que aprieta a estos, produciéndose liqueos o fugas de biogás.

Al cambiar un tramo o sección de tubería deteriorada o con problemas, se debe tener precaución en el cierre de las válvulas que le preceden al tramo afectado para evitar fugas.

Inspeccionar cada lapso de tiempo (aproximadamente cada tres meses) si la viruta que atrapa el ácido sulfhídrico se encuentra en buenas condiciones, caso contrario cambiar por una nueva.

SEGURIDAD

La operación de los biodigestores concierne distintos peligros. No obstante vale la pena insistir que si se toman en cuenta las debidas precauciones, los problemas potenciales quedan solucionados.

Cuidar que no se produzcan mezclas de gas con el aire. Si se producen en la proporciones de 1:5 a 1:15, la combustión puede comenzar por una chispa producida por un interruptor de luz, una herradura, cigarrillo encendido, destellador fotográfico, etc.

Cuando se pone en marcha, la red de distribución está llena de aire, que hay que eliminar. Después de haber purgado el gasómetro o el digestor, de los primeros gases generados, cuando ya se tiene la producción normal, hay que dejar correr el gas por todas las cañerías y dejarlo escapar a la atmósfera, antes de intentar encenderlo. Para esto sugerimos que se ventilen los ambientes dado que la toxicidad del biogás es muy parecida a la del gas natural.

Mantener siempre presión positiva en el digestor, gasómetro y línea de distribución. Este es para evitar la entrada de aire o un posible retroceso de llama. Frente a cualquier duda que pueda indicar la posibilidad de un retroceso de llama, hay que colocar trampas de llama, o matafuegos, en líneas próximas a los lugares de combustión.

Periódicamente constatar la inexistencia de pérdidas en la línea de gas, en todas las uniones, acoplamientos, válvulas, etc., de la instalación.

Asegurar la eliminación de SH₂ (sulfuro de hidrógeno), sea para evitar su acción tóxica, como corrosiva, ya que esto último a la larga origina pérdida y lo primero mata.

ANÁLISIS DE PROPUESTA

Datos:

$$E_d = 65 \text{ kg/día} \quad [\text{ver Cuadro N}^\circ \text{ 6.15.}]$$

$$A_l = 217,357 \text{ lt/día} \quad [\text{ver Cuadro N}^\circ \text{ 6.15.}]$$

$$C_l = 77.25 \text{ lt/día} \quad [\text{ver Cuadro N}^\circ \text{ 6.17.}]$$

$$C_s = 26.25 \text{ Kg/día} \quad [\text{ver Cuadro N}^\circ \text{ 6.17.}]$$

Reducción del nivel de contaminación total en el corral

$$\begin{aligned} & (A_l + E_d) - 100\% \\ & (C_s + C_l) - N_{cont.} \\ N_{cont.} &= \frac{[77.25 + 26.25] \cdot 100\%}{[217.357 + 65]} \end{aligned}$$

$$\mathbf{N_{cont.} = 36.66\%}$$

$$A_l - 100\%$$

$$C_l - N_{cont.,l}$$

$$N_{cont.,l} = \frac{77.25 \cdot 100\%}{217.357}$$

$$\mathbf{N_{cont.,l} = 35.54\%}$$

Reducción de contaminación de los líquidos.

$$E_d - 100\%$$

$$C_s - N_{cont.,s}$$

$$N_{cont.,s} = \frac{26.25 \cdot 100\%}{65}$$

$$\mathbf{N_{cont.,s} = 40.38\%}$$

Reducción de contaminación de los sólidos.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y PRODUCTIVO

Lista de Materiales

Cuadro N°.6.26.Lista de materiales usados en el Sistema Biodigestor.

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unidad	Costo total
1	Plástico para invernadero UV 7m x 5m	2	10.00	20.00
2	Cinta de invernadero Andina x rollo	1	3.25	3.25
3	Tubo PVC plastigama para agua caliente 1/2" x 6m	1	4.00	4.00
4	Adaptador para tanque polipropileno (brida) 1"	1	3.76	3.76
5	Puente IPS 1" (hidro 3)	1	4.39	4.39
6	Codo reductor polipropileno 1" - 1/2" (H-H)	1	1.25	1.25
7	Neplo polipropileno 1/2" x 10cm	1	0.24	0.24
8	Tee polipropileno R/R 1/2"	2	0.42	0.84
9	Tee polipropileno tigre 1/2"	1	0.45	0.45
10	Tee reductora IPS 1" - 1/2"	2	1.31	2.62
11	Codo polipropileno roscable 1/2" x 90 (H-H)	1	0.34	0.34
12	Codo polipropileno cachimba 1/2" x 90 (M-H)	2	0.63	1.26
13	Bushing polipropileno 1" - 1/2"	4	0.77	3.08
14	Tapón polipropileno H 1/2"	1	0.27	0.27
15	Tapón polipropileno tigre H 1/2"	1	0.35	0.35
16	Tapón polipropileno M 1/2"	2	0.27	0.54
17	Válvula bola 1 R/R compacta 1/2"	5	1.14	5.70
18	Bushing acero galvanizado 1/2" - 1/4"	1	0.50	0.50
19	Manómetro de escala baja (PSI) Toyo	1	1.25	1.25
20	Tapón de acero M 1/2"	1	1.00	1.00
21	Tubo PVC 3 1/2" x 1m	2	0.50	1.00
22	Tubo PVC 3" x 10cm	1	0.10	0.10
23	Viruta metálica (lustre) x 3	1	0.15	0.15
24	Botella plástica 1.35lt	1	0.05	0.05
25	Pegamento llama roja para polietileno	1	1.00	1.00
26	Teflón rollo (grande)	1	0.50	0.50
27	Neumático usado	1	0.20	0.20
28	Poma 25lt	4	0.00	0.00
29	Correas plásticas x 10cm	4	0.03	0.12
30	Piola 1/8" x 5m	1	0.5	0.5
			Subtotal	58.71
			12% IVA	7.05
			Total	65.76

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Los materiales que se utilizará cumplen con los requerimientos técnicos y de factibilidad económica, que se pueden encontrar fácilmente en el mercado.

El **Cuadro N°. 6.27**.detalla sobre los materiales y costos de construcción para proteger el biodigestor, así como la cama donde estará en reposo el mismo con precios actuales. Cabe señalar que esto no fue construido para el propósito del proyecto, dado que en sitio ya estaba construido las dos unidades, pero se aprovechó el espacio ahorrando éstos recursos económicos.

Cuadro N°. 6.27.Lista de materiales usados en la cubierta y el tendido.

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unidad	Costo total	
1	Cubierta	Techo	6	10.00	60.00
		Vigas 0.1x0.08x3m	6	2.00	12.00
		Vigas 0.1x0.04x1.5m	10	1.50	15.00
		Clavos	1	1.50	1.50
		Mano de obra	1	20.00	20.00
2	Cama o Tendido	Bloques	50	0.22	11.00
		Cemento	4	7.50	30.00
		Material pétreo 1m3	1	10.00	10.00
		Varilla	2	8.00	16.00
		Mano de obra	1	25.00	25.00
			Total	200.5	

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Materiales y herramientas adicionales que son usados para la complementación del sistema.

Cuadro N°. 6.28. Materiales y herramientas usados en el Sistema.

Ítem	Descripción
1	Alambre delgado
2	Carretilla
3	Clavos
4	Flexo
5	Frasco de muestras
6	Llave de ajuste (tubo)
7	Manguera de 1/4 x 2m
8	Marcador
9	Medidor de pH
10	Neumático de bicicletas viejos
11	Pala
12	Segueta
13	Tablas
14	Taladro
15	Tarraja para roscas de 1/2"
16	Termómetro Industrial
17	Tijeras
18	Ventilador

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Costo de Producción

Cuadro N°.6.29. Costo de Producción.

Ítem	Evaluación	Recursos Propios
1	Gastos varios servicios especializados	20.00
2	Trasporte	20.00
3	Costo de materiales y accesorios	65.76
4	Otros	10.00
5	Estimado de Cubierta y Tendido	200.50
COSTO DEL PROYECTO		316.26

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

TENDENCIA DE PROYECCIÓN

Cuadro N°. 6.30. Datos de control de variables de Producción del Biodigestor.

Ítem	Día	Fecha	Temperaturas													pH	
			Ambiente [Ta]				Tap [°C]	Recipiente entrada [TRe]				TRep [°C]	Recipiente salida [TRs]		Tp [°C]		
			Mañana		Tarde			Mañana		Tarde						Entrada	Salida
			°F	°C	°F	°C		°F	°C	°F	°C		°F	°C			
1	S	13/11/2010	76.00	24.44	77.00	25.00	24.72	73.00	22.78	73.00	22.78	22.78	-	-	23.75	7.70	-
2	D	14/11/2010	90.00	32.22	84.00	28.89	30.56	86.00	30.00	79.00	26.11	28.06	-	-	29.31	6.86	-
3	L	15/11/2010	86.00	30.00	75.00	23.89	26.94	81.00	27.22	72.00	22.22	24.72	-	-	25.83	7.04	-
4	M	16/11/2010	79.00	26.11	83.00	28.33	27.22	76.00	24.44	78.00	25.56	25.00	-	-	26.11	7.88	-
5	M	17/11/2010	84.00	28.89	88.00	31.11	30.00	80.00	26.67	77.00	25.00	25.83	-	-	27.92	6.78	-
6	J	18/11/2010	78.00	25.56	89.00	31.67	28.61	75.00	23.89	78.00	25.56	24.72	-	-	26.67	7.21	-
7	V	19/11/2010	86.00	30.00	95.00	35.00	32.50	80.00	26.67	84.00	28.89	27.78	-	-	30.14	7.31	-
8	S	20/11/2010	88.00	31.11	92.00	33.33	32.22	81.00	27.22	85.00	29.44	28.33	83.00	28.33	29.63	7.46	7.00
9	D	21/11/2010	80.00	26.67	82.00	27.78	27.22	75.00	23.89	75.00	23.89	23.89	72.00	22.22	24.44	7.20	6.67
10	L	22/11/2010	83.00	28.33	85.00	29.44	28.89	79.00	26.11	80.00	26.67	26.39	78.00	25.56	26.94	7.10	6.78
11	M	23/11/2010	90.00	32.22	82.00	27.78	30.00	83.00	28.33	77.00	25.00	26.67	80.00	26.67	27.78	7.41	6.45
12	M	24/11/2010	90.00	32.22	94.00	34.44	33.33	84.00	28.89	89.00	31.67	30.28	86.00	30.00	31.81	7.12	6.60
13	J	25/11/2010	92.00	33.33	100.00	37.78	35.56	86.00	30.00	90.00	32.22	31.11	88.00	31.11	33.33	7.01	6.90
14	V	26/11/2010	86.00	30.00	88.00	31.11	30.56	80.00	26.67	81.00	27.22	26.94	80.00	26.67	28.75	7.80	7.56
15	S	27/11/2010	90.00	32.22	85.00	29.44	30.83	85.00	29.44	78.00	25.56	27.50	80.00	26.67	29.17	7.65	7.60

16	D	28/11/2010	92.00	33.33	89.00	31.67	32.50	86.00	30.00	80.00	26.67	28.33	85.00	29.44	30.42	7.70	7.25
17	L	29/11/2010	91.00	32.78	99.00	37.22	35.00	86.00	30.00	90.00	32.22	31.11	88.00	31.11	33.06	7.50	7.41
18	M	30/11/2010	79.00	26.11	78.00	25.56	25.83	76.00	24.44	77.00	25.00	24.72	76.00	24.44	25.28	7.00	6.60
19	M	1/12/2010	93.00	33.89	94.00	34.44	34.17	87.00	30.56	93.00	33.89	32.22	88.00	31.11	33.19	6.80	6.60
20	J	2/12/2010	82.00	27.78	85.00	29.44	28.61	77.00	25.00	80.00	26.67	25.83	78.00	25.56	27.22	6.90	6.70
21	V	3/12/2010	82.00	27.78	96.00	35.56	31.67	72.00	22.22	91.00	32.78	27.50	90.00	32.22	29.58	7.10	7.13
22	S	4/12/2010	80.00	26.67	81.00	27.22	26.94	77.00	25.00	77.00	25.00	25.00	78.00	25.56	25.97	7.15	6.91
23	D	5/12/2010	85.00	29.44	88.00	31.11	30.28	79.00	26.11	80.00	26.67	26.39	80.00	26.67	28.33	7.90	7.60
24	L	6/12/2010	84.00	28.89	94.00	34.44	31.67	80.00	26.67	88.00	31.11	28.89	90.00	32.22	30.28	7.22	7.05
25	M	7/12/2010	94.00	34.44	98.00	36.67	35.56	90.00	32.22	95.00	35.00	33.61	97.00	36.11	34.58	7.30	7.80
															28.63	7.34	7.13

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Analizando el cuadro **Cuadro N°. 6.18.** se tiene lo siguiente; **Cerdo: 0.06** → 55.045872%, **Ternero: 0.04** → 36.697248%, **Gallinas: 0.009** → 8.2568807%.

% E= 25.75%, Tpm= 28.63°C, TR=15 días, donde; **%E:** Porcentaje de excremento, **Tpm:** Temperatura promedio media.

El valor de %E es una relación del 25% del biodigestor que sería la fase gas sumado 0.75% (éste es 75% equivalente a fase liq. dividido para 100 que es la carga diaria). Esto es aceptable cuando las variables de producción (T y pH) se mantienen constantes.

$$V_{\text{biogas}} = (\text{fase liq. [m3]} * \%E) \text{carga diaria} \quad \text{Ec. (6.23)}$$

$$V_{\text{biogas}} = 2.25\text{m}^3 * 0.2575$$

$$V_{\text{biogas}} = 0.5794\text{m}^3$$

Cuadro N°. 6.31. Producción de Biogás por día Método 1.

Días	Carga [lt]	Carga [m3]	V. Biogás [m3]	Tol. Perdida [10%]
1	100	0.1	0.0579	0.0550
2	200	0.2	0.1158	0.1100
3	300	0.3	0.1737	0.1650
4	400	0.4	0.2316	0.2200
5	500	0.5	0.2895	0.2750
6	600	0.6	0.3474	0.3300
7	700	0.7	0.4053	0.3850
8	800	0.8	0.4632	0.4400
9	900	0.9	0.5211	0.4950
10	1000	1.0	0.5794	0.5504
11	1100	1.1	1.1588	1.1009
12	1200	1.2	1.7382	1.6513
13	1300	1.3	2.3176	2.2017
14	1400	1.4	2.8970	2.7522
15	1500	1.5	3.4764	3.3026

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

Cuadro N°. 6.32. Producción de Biogás por día Método 2.

Días	Carga [lt]	Carga [m3]	Tp [°C]	pHe	V. Biogás día [m3]	V. Biogás día acumulado [m3]	Tol. Perdida [10%]
1	100	0.1	23.75	7.7	0.218	0.218	0.2067
2	200	0.2	29.31	6.86	0.239	0.457	0.4339
3	300	0.3	25.83	7.04	0.216	0.673	0.6394
4	400	0.4	26.11	7.88	0.245	0.918	0.8720
5	500	0.5	27.92	6.78	0.225	1.143	1.0859
6	600	0.6	26.67	7.21	0.229	1.372	1.3032
7	700	0.7	30.14	7.31	0.262	1.634	1.5522
8	800	0.8	29.63	7.46	0.263	1.897	1.8020
9	900	0.9	24.44	7.2	0.209	2.106	2.0009
10	1000	1.0	26.94	7.1	0.228	2.334	2.2171
11	1100	1.1	27.78	7.41	0.245	2.579	2.4497
12	1200	1.2	31.81	7.12	0.269	2.848	2.7057
13	1300	1.3	33.33	7.01	0.278	3.126	2.9698
14	1400	1.4	28.75	7.8	0.267	3.393	3.2232
15	1500	1.5	29.17	7.65	0.265	3.658	3.4754

Fuente:Elaborado por Víctor Vásquez.

$$T_{pm} = 28.63$$

$pH_{ep} = 7.34$
 factor :¼ face liq.= 0.25

$$V_{biogas} = \text{factor} * \frac{T_m}{T_{pm}} * \frac{pHe}{pHe_p} \quad \text{Ec. (6.24)}$$

En el día 15 se logra producir los 3m³ de biogás que es el propósito buscado.

- **Variable pH**

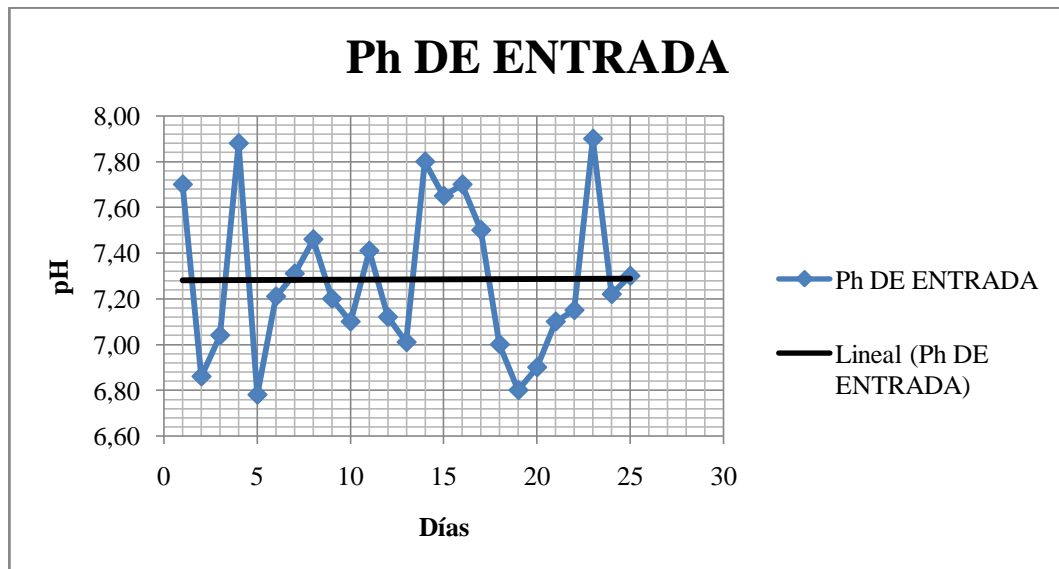


Fig. 6.44. Variable de control pH de entrada.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Interpretación: Con un promedio de 7.34 y valores mín.=6.79, un máx.=7.9 se presenta la variable de pH de entrada, la cual indica un comportamiento de producción aceptable durante los días estimados para producir los 3m³ de biogás. Éste estado indica que la mezcla de carga de alimentación se la está realizando de forma correcta debido que las bacterias metanogénicas no se han muerto y no han retrasado el proceso de producción.

En el día 4 y 23 el pH se eleva y se vuelve alcalino, este valor indica que el nivel de producción tiende a bajar, esto se soluciona al agitarle y proceder a cargar un porcentaje de agua.

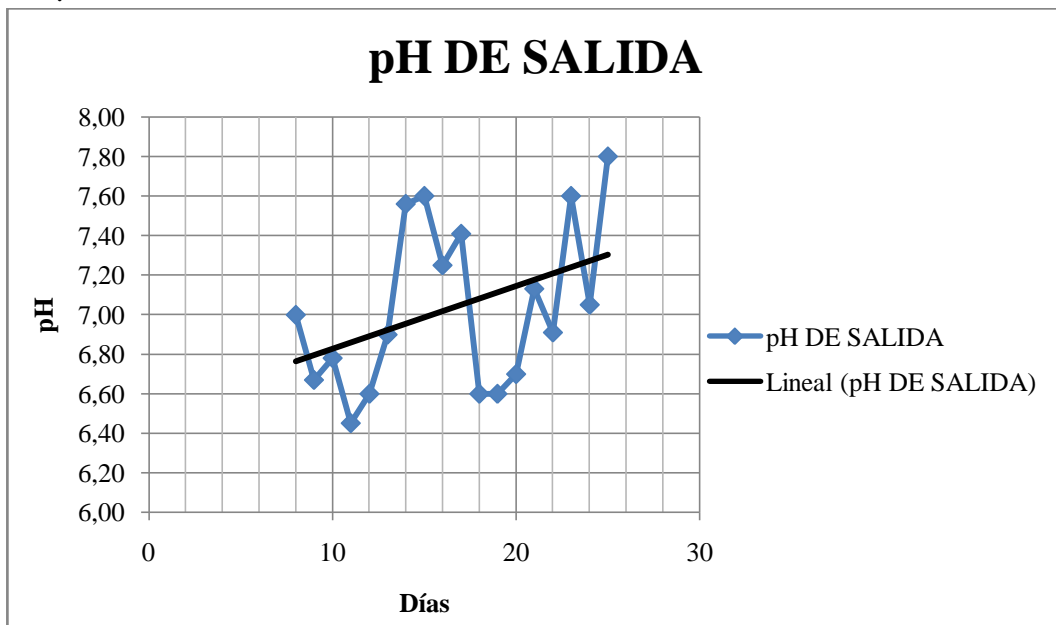


Fig. 6.45. Variable de control pH de salida.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Interpretación: El comportamiento de la variable de control de pH de salida siempre tiende a ser ácido, debido a la concentración vitamínica de potasio (K), nitrógeno (N) y fósforo (P).

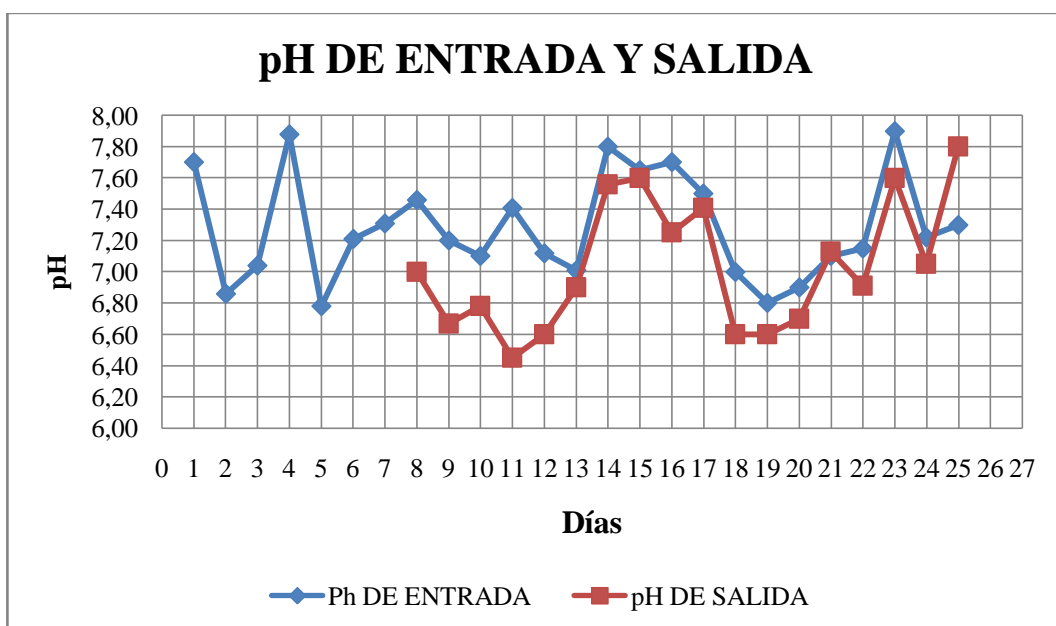


Fig. 6.46. Variable de control de pH Entrada/Salida.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Interpretación: Se observa la variación que presentan las variables de pH de entrada y salida con un nivel estable y controlado que no demanda ningún control extremo.

- **Variable Temperatura**

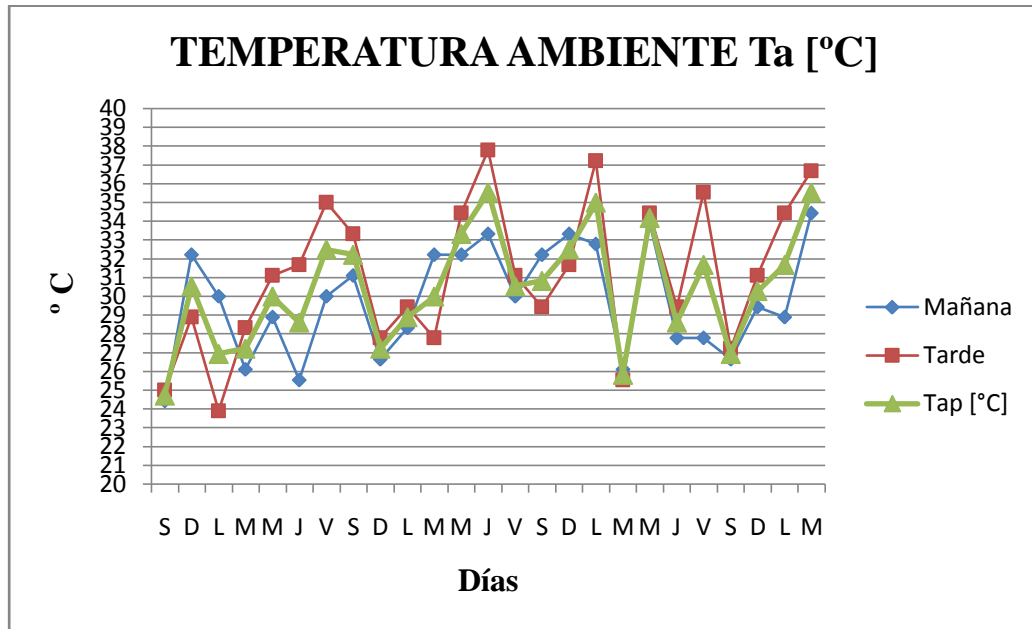


Fig. 6.47. Variable de control Temperatura Ambiente.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Interpretación: Por lo general esta variable de temperatura en el sector siempre se comporta con niveles bajos en la mañana y un incremento en la tarde, esto permite complementar el nivel de producción.

Con una temperatura promedio de 30.25°C en el ambiente, el propósito de obtener biogás durante los primeros 15 días se cumple.

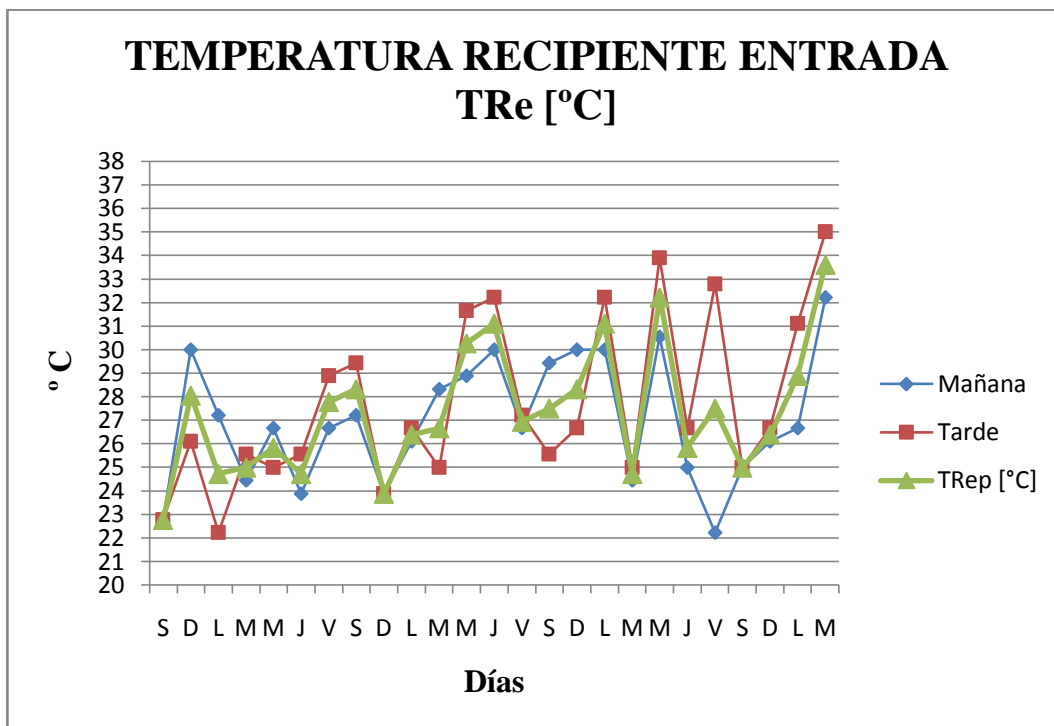


Fig. 6.48. Variable de control Temperatura recipiente de entrada.
Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Interpretación: Debido a la falta de la materia fresca y la cubierta que protege al biodigestor, la temperatura disminuye en un 10% con respecto al ambiente, esto no afecta de gran magnitud al proceso porque aún se mantienen dentro de los márgenes permitidos para el objetivo planteado.

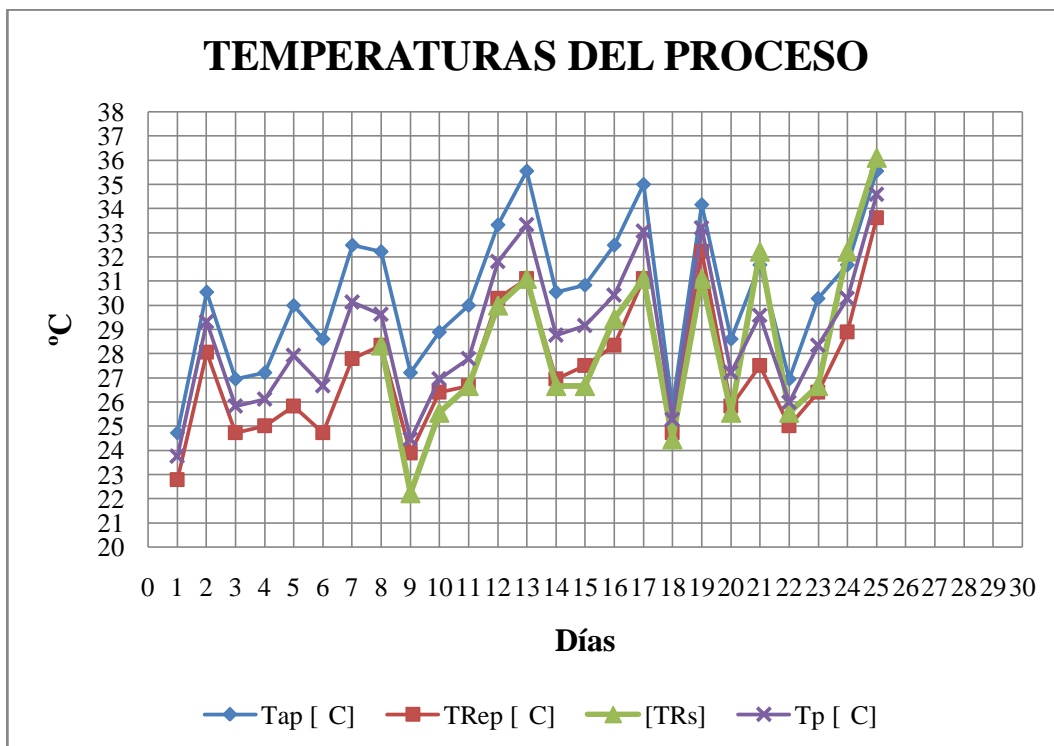


Fig. 6.49. Variable de control Temperaturas.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

Las temperaturas involucradas en el proceso comienzan con valores bajos durante los primero cinco días, debido a lluvias producidas en la zona, pero esto mejoró en las siguientes semanas.

Interpretación: Durante el proceso de fermentación biodegradable se obtuvo una temperatura promedio de **28.63°C**, lo cual se enmarca según el **Cuadro N°. 6.2.**, en un nivel aceptable de producción durante los 15 días previsto para producir el nivel deseado de biogás.

Conclusiones

- Con la aplicación de un biodigestor como sistema de tratamiento anaerobio y según se pudo comprobar con el modelo analizado, se obtienen muchos beneficios como; reducción de la contaminación al ambiente y a los suelos. Además se aprovecha el biogás como fuente de energía alterna, también el ahorro en la compra de abonos químicos.
- El éxito de un digestor depende de la radicación y mantenimiento de los organismos acidificantes y metanogénicos en forma equilibrada. Si el digestor acumula ácidos volátiles como resultado de una sobrecarga, la situación puede corregirse por la resiembra de organismos, la suspensión temporal de la alimentación o el agregado de cal.
- Las causas por las cuales se puede acidificar la fase líquida contenida dentro del biodigestor son:
 - Un cambio excesivo de la carga.
 - El permanecer por largo tiempo sin recibir carga.
 - La presencia de productos tóxicos en la carga.
 - Un cambio amplio y repentino de la temperatura interna.
- Con respecto al diseño de los biodigestores es importante destacar la importancia que tiene la capacitación del personal en cuanto a la preparación de la mezcla y operación del mismo, tomando siempre en consideración la proporción en la mezcla de estiércol y agua, también se deberá considerar el factor económico que implica la capacitación de las personas a cargo del manejo del biodigestor y el gasto que se realizará por la reparación parcial o total del gasómetro a lo largo de la vida útil del biodigestor.

- Se deja como aporte de éste estudio, una base para futuros diseños de sistemas de tratamiento biodegradables, utilizando la tecnología de biodigestores, como opción para el tratamiento de las aguas residuales y excretas, que se producen en las fincas.

Recomendaciones

- Una vez armada la bolsa de polietileno o biodigestor, se debe realizar una prueba de fuga de gas, introduciendo aire al mismo para descartar algún tipo de rotura del polietileno, posteriormente se procede al llenado con las excretas animales.
- Controlar que al biodigestor no entre materiales diferentes al estiércol revuelto con agua, pues la arena, tallos, hierbas, madera u otro tipo de residuos procedentes del lavado pueden sedimentarse en el fondo de la bolsa o formar una capa superficial o “nata” que disminuye el espacio útil y eficiencia del sistema.
- Construya a todo lo largo de la bolsa o biodigestor, utilizando madera o similares, cercos de protección contra animales y niños que podrían dañar el sistema.
- Revisar periódicamente si no se ha producido rupturas en la unión del ducto tanto de entrada como de salida con la bolsa plástica.
- Colocar válvulas antes de cada trampa, para poder efectuar mantenimiento y cambio de tramos deteriorados.
- Dado que las excretas ya sufre una transformación antes de ser introducida se debe controlar el pH, así como asegurar el agregado de estiércol vacuno fresco u otro material que contenga los microorganismos necesarios, por ejemplo lodo de un digestor de aguas cloacales.
- La válvula de seguridad se debe instalar antes de la trampa de agua, dado que al producirse sobreproducción este se evacúa sin problemas.

- La trampa de agua se debe colocar en la parte más baja del gasoducto, es decir; donde exista inclinación para que se produzca el goteo por la acción de la gravedad.

Plan de Monitoreo y Ejecución de la Propuesta

Cuadro N°. 6.33. Monitoreo y evaluación.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Quiénes solicitan evaluar?	Sr. Luis Larrea.
2. ¿Por qué evaluar?	Para reducir el nivel de contaminación.
3. ¿Para qué evaluar?	Mejorar las condiciones ambientales.
4. ¿Qué evaluar?	El manejo de los residuos excrementicios.
5. ¿Quién evalúa?	Sr. Iván Larrea.
6. ¿Cuándo evaluar?	Durante la ejecución del proyecto, periodo de Noviembre – Enero 2011.
7. ¿Cómo evaluar?	Inspecciones de funcionamiento. Control de variables. Manejo de dosis de carga.
8. ¿Con qué evaluar?	Hojas de control y procedimiento.

Fuente: Elaborado por Víctor Vásquez.

MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía

Libros

1. BART VAN HOOFF, NESTOR MONROY, ALEX SAENZ, **Producción Más Limpia – Paradigma de Gestión Ambiental.**
2. CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA (CEPIS), Perú. 2001. **Digestores anaerobios**(en línea) Lima, Perú. Disponible en <http://www.cepis.opsoms/eswww/proyecto/repidisc/publica/repindex/inpri54h>

3. Dirección de Energías Alternativas, Ministerio de Energía y Minas, **Construcción y Mantenimiento de Biodigestores. Quito 1998**
4. KAY D. ETAL., **GEOSYNTHETICS DURABILITY: A POLIMER CHEMISTRY ISSUE**, en: 57TH Canadian geotechnical conference 2004 [http://www.infogeos.com/files/news/document/G37.994.pdf]
5. Mc GRAW – HILL, **Tecnologías Energéticas e Impacto Ambiental**, Ciemal.
6. OCÉANO MULTIMEDIA, **Enciclopedia Audiovisual Educativa - Física y Química**, páginas 251-265.
7. ROBERT L. MOTT, PRENTICE HALL, **Mecánica de fluidos**, Sexta Edición, páginas 300-313.
8. Taiganides EP. Biogas: **recuperación de energía de los excrementos animales**. Zootecnia 35: 2-12, 1980.

Internet

1. <http://www.cepis.org.pe>
2. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia39/HTML/articulo04.htm>
3. http://www.enziclean.com/articulos/produccion_de_biogas_como_una_alternativa_para_el_tratamiento_de_la_porcinaza.html
4. <http://www.unprg.edu.pe/bounprg/blogs/media/blogs/rsamillanri/DMecanico/simbologia.pdf>

Anexos

ANEXO 1

Preparación del Plástico



Corte y doblado del plástico



Pase del tubular dentro del otro

ANEXO 2

Prueba de Sopladodel PTD



ANEXO 3

Colocación de Brida



ANEXO 4

Tendido del PTD



Limpieza de la cama



Tendido del PTD

ANEXO 5

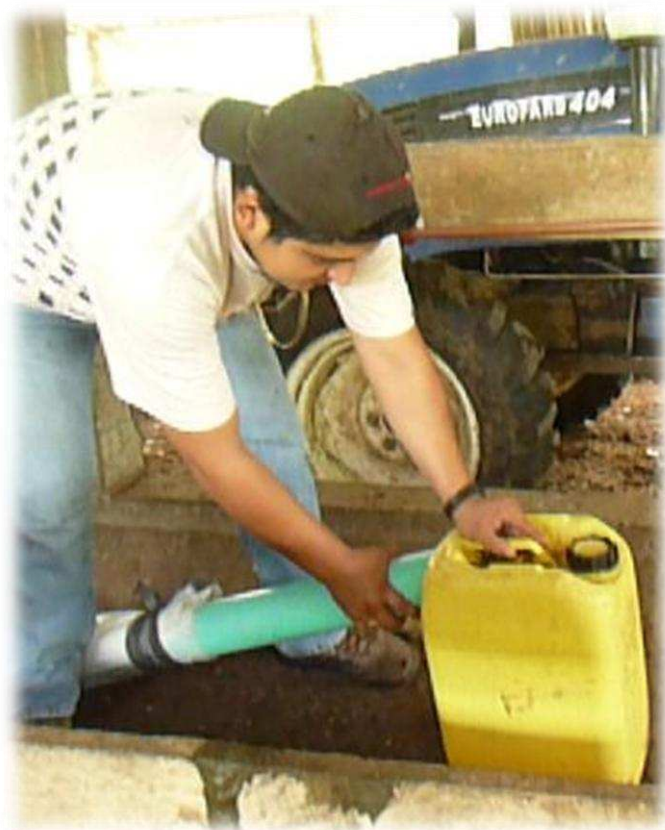
Conducto de Entrada



Con la utilización de cintas elástica de neumático se ata el plástico con la tubería de PVC.

ANEXO 6

Conducto de Salida



ANEXO 7

Línea de Flujo(Puente)



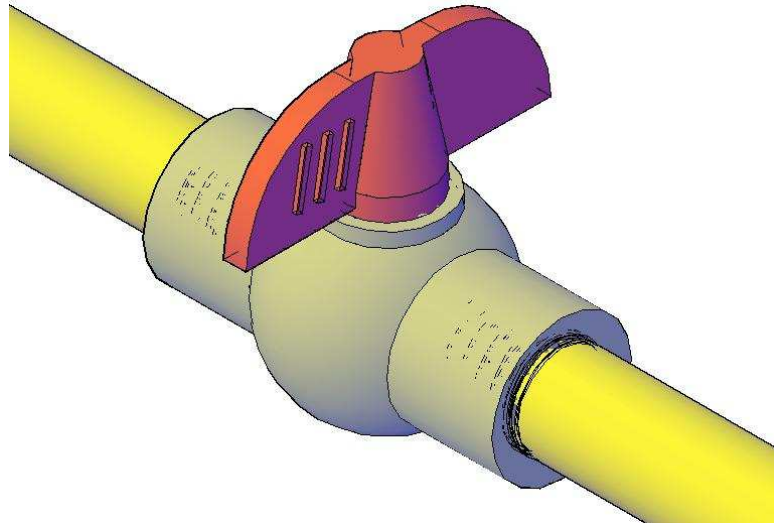
ANEXO 8

Línea de Flujo (Manómetro)



ANEXO 9

Línea de Flujo (Válvulas)



ANEXO 10

Línea de Flujo (Válvula de Seguridad)



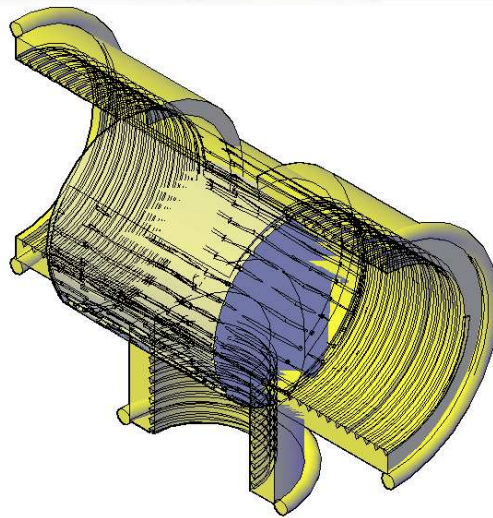
ANEXO 11

Línea de Flujo (Trampa de Agua)



ANEXO 12

Línea de Flujo (Trampa de Ácido Sulhídrico)



ANEXO 13

Carga de Materia Prima al Biodigestor



ANEXO 14

Sistema Biodigestor



ANEXO 15

Almacenamiento del Biogás



ANEXO 16

Prueba de quemado en probeta de muestra



ANEXO 17

Uso del Biol



ANEXO 18

Control de Temperatura



ANEXO 19

Control del pH en Laboratorio



ANEXO 20

Ubicación del Proyecto



ANEXO 21

Disponibilidad de Animales



ANEXO 22

Accesorios PVC

Línea roscable agua caliente			
LÍNEA CONSTRUCCIÓN			
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63
CODO HH 90°		CODO HH 45°	
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63
CODO MH 90°		CURVA HH 90°	
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63
TAPON MACHO		TEE	
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63
UNION UNIVERSAL		TAPON HEMBRA	
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63
UNION R.R.		ROSCA C/TUERCA	
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63
NEPLO 6 cm		NEPLO 8 cm	
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32 1 1/4 40 1 1/2 50 2 63
NEPLO 10 cm		NEPLO 15 cm	
	16 reducciones de 1/2" a 3/8" hasta 2" x 1 1/2" de 20mm/5mm hasta 63mm/50mm		plg mm 3/4 1/2 25 x 20 1 x 3/4 32 x 25 1 x 1/2 32 x 20
REDUCTOR		CODOS DE REDUCCION HH 90°	
	plg mm 3/4 1/2 25 x 20 1 x 3/4 32 x 25 1 x 1/2 32 x 20		plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32
TEE DE REDUCCION		PUENTE	
	plg mm 1/2 20 3/4 25 1 32		plg mm 1/2 20
CODO CACHIMILLA / CURVA MH		CODOS 90° con inserto metálico	
	plg mm 1/2 20		plg mm 1/2 20
TEE HH con inserto metálico		UNION REDUCTORA HH	
	plg mm 1/2 20		plg mm 1/2 20
UNION HH con inserto metálico		ADAPTADOR para tanque c/ junta	

Línea roscable agua caliente

TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA AGUA CALIENTE

-  Asistencia técnica en obra.
-  Gama completa de accesorios.
-  Máxima seguridad en la unión.
-  Fácil y rápida instalación.

TUBOSISTEMAS

PLASTIGAMA

de AMANCO

ANEXO 23

Materiales Utilizados



ANEXO 24

Formato de Control de Plantas de Biogás



Nombre de la planta:

Fecha de visita:

INFORMACIÓN DE LA PLANTA

Presión de gas:

Nivel tanque de entrada:

Carga diaria actual (m³):

Nivel de agua trampa de condensación:

Estado de tanques:

Estado del film:

Estado manómetro:

Observaciones:

INFORMACIÓN EFLUENTE

Tiene muchas burbujas en la superficie? : SI NO

Tiene mal olor? : SI NO

La apariencia es: Muy liquida Espeso Medio

USOS DADOS AL EFLUENTE:

Abono: Potreros Sembríos Otros

Cantidad diaria:

Abono a potreros:

Resultados observados:

Recomendaciones:

ANEXO 25

Sistema Biodigestor

ANEXO 26

Sistema Biodigestor Vistas