

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Estudio Técnico - Económico para la Instalación de un Sistema Energético Autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.



Trabajo de grado presentado por:

**Raúl Antonio Reynoso Segura
Príamo Roberto Vargas Rondón**

**Para la obtención del Título de:
Ingeniero Industrial**

**Santo Domingo D.N
2011**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado, a mis abuelas.

Mercedes Payano “machela” (Mama). Te tuvimos durante mucho tiempo entre nosotros, pero aun no aceptamos tu partida. Agradezco todas tus atenciones, afectos y amor incondicional. Siempre a tu lado sentimos esa seguridad la cual siente un niño en brazos de su madre.

Gracias por traer al mundo y educar a mi madre, hacerla el pilar en el cual puedo apoyarme y un ejemplo a seguir, gracias mama, por todo aquello que me diste y me enseñaste. Solo quisiera ser un hombre del cual puedas sentirte orgullosa en el cielo donde estas.

Te extraño mama!!!

Dulce Maria Vargas “Abuela china”. Tu partida fue una gran sorpresa para todos, aun hoy en día se nos hace difícil aceptar tu partida. Nuestro tiempo juntos fue paulatinamente corto, pero llenos de cariño. Gracias por dejarme en este mundo a mi ejemplo a seguir. Mi padre es un ejemplo, que debido a tu crianza es quien es y de quien constantemente aprendo.

Siempre te recordaré abuela!!!

Príamo R. Vargas

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Se la dedico a mis padres, a mi hermano por todos sus esfuerzos relajados en mi vida y la confianza depositada en mí para poder ser un profesional.

Al Ing. Julio Núñez que a pesar de lo percances de la vida sé que nunca ha dejado de apoyarme es este proyecto.

A todos los que creyeron en mí.

Raúl Antonio Reynoso Segura

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre Carmen María Rondón, quien con un recelo inquebrantable, velaba por sus hijos. Madre mia te agradezco por las malas noches que pasaste cuidando de mi, por todas esas cosas que me enseñaste y hoy en día todavía conservo y algún día pretendo trasmitirle a mis hijos. Te respeto y amo.

A mi padre, Príamo P. Vargas, eres la persona que en verdad me ha abierto los ojos aun mundo de posibilidades, quizás no recuerdes pero hubo una frase la cual nunca podré olvidar, cuando me dijiste: “NADIE ES MEJOR QUE TU!!!, SI OTRO PUEDE HACERLO TU TAMBIEN!!!” esa es una de las frases que abrieron mi mente, espero ser todo aquello que deseaste que fuese. Me siento orgulloso de ser tu hijo!!

A mis hermanos, ALFONSO VARGAS Y CAROLINA VARGAS, siempre estuvieron ahí cuando los necesité, quiero que sepan que conmigo pueden contar siempre, los quiero y amo.

A mi novia y dios mediante “esposa”. Marina de los Santos. En verdad que has cogido lucha conmigo!!! Heidy Heidy, agradezco todo el cariño y afecto que me has brindado. Solo espero ser siempre merecedor de todo tu tiempo esfuerzo y amor. “TE AMO, BB”.

A MONICA PILAR. Has sabido ser una madre para nosotros en la escuela de ingeniería industrial, sé que te hemos dado muchos dolores de cabeza. Pero desde el fondo de mi corazón. GRACIAS!!!

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

A mi compañero de tesis, Raúl Reynoso. Óyeme una cosa. Quería matarte por arrastrarme en esta vaina, pero no te niego que me divertí y aproveché todo al máximo. GRACIAS!!!

A mis compañeros de universidad. **EDDER ZEINC, MARILUZ SANCHES, TEODORO BURGOS, JUN BAUTISTA MARTINEZ, EDGAR DELGADO “BONAITO”, CESAR MERCEDES, JOSE MONTERO, GEORGE GOMEZ “ORGULLO UNPHU”, HAROL PLACENCIA, GILVERTO DE LA ROSA, BENJAMIN DE JESUS, JESUS REINOSO, MARCOS ANTONIO DE LA CRUZ “CHOCO”, OMAR BISONO, MARCOS URBAEZ, DIGNA CRISTINA, KEDWIN TAVERAS, SILSA TAVARES, ALEJANDRO TOMAS PAULA Y “SI ME FALTO ALGUIEN” , TE LA DEBO PA LA MAESTRIA!!!.**

“Un agradecimiento especial” JENILEISY DE LOS SANTOS, por ayudarme a imprimir todas estas páginas, te debo una pizza!!! Jejejeje

A TODOS MIS COMPAÑEROS DE LA VIEJA GUARDIA: ROSA SANCHEZ, ANGELITA ROSADO, JOE JEAN MENA, ROSARIO MARTINEZ,

Príamo R. Vargas

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

A Dios

Por darme la oportunidad de seguir adelante y siempre darme fuerza para poder cumplir mis sueños y metas, por escuchar mis oraciones, gracias señor.

A mi madre Rosa Segura

Por esforzarte tanto para verme profesional y nunca decaer, te doy el regalo que más quisiste, el ser profesional, un paso más en tus sueños, gracias por siempre estar hay.

A mi padre Antonio Dolores

Por motivarme, ser mi guía y ayudarme a estar una paso más en mis metas y siempre darme más de lo que puedes, gracias por ser tan buen padre.

A mi hermano Jesús Antonio Reynoso Segura

Por siempre estar ahí, apoyándome, dándome fuerzas y tomando el rol de padre cuando no te correspondía, gracias y sobre todo a dios por darme un hermano como tú.

A Mi tío Praxiteles Segura

Le doy la gracias por siempre ser como un padre para mí cuando más lo necesite , por su ayuda en mi vida y el siempre guiarme en el buen camino y ser un apoyo en mi vida, esto es parte de su logro.

A Mi Abuela Cándida Guerrero

Porque siempre has estado hay en mi vida ahí ayudándome, por ser la mejor abuela que cualquier nieto quisiera, veras uno de tus logros hecho, gracias por todo.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

A Mis Tíos Washington, Gregorio, Guilo, Felipe, Juan Carlos y Mis Tías Janet, Sandra, Kirsis, Mercedes, Jackelin, Grisel

Si le agradezco todo lo que han hecho por mí nunca acabaría, gracias por toda su ayuda y sé que nunca lo decepcionaré a ninguno.

A Mi amiga Mariel Elizabeth Estepan Dilone

Por ser mi más grande amiga y siempre estar a mi lado en la buena y en la mala, ayudarme a cumplir una de mis metas, el ser ingeniero, con mucho amor te lo agradezco, gracias.

A Mi amiga Massiel Candelario Peña

Por ser mi amiga y estar ahí siempre darme tu ayuda desinteresada, gracias.

A Mariana de los Santos

Por siempre ser mi amiga, siempre llevarnos la contraria, pero no importa es parte de nuestra amistad, por eso gracias por tu ayuda desinteresada desde que empezamos esta carrera, te adelantaste pero te alcancé, muchas gracias, mi amiga del alma.

A mis amigos

Alejandro, Caronelsy, carlos, Priamo, Harold, Mariana, Teodoro, Digna, Omar, Ana, Anna, Amelia, Cesar, Agustín, Johanna, Mariluz, Charles, Marcos, Marcos (el choco), Melissa, Jarico, Edder y demás.

A Cipriana Dilone

Por su apoyo, motivación y consejo en mi vida y en este proyecto, gracias por todo.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

A mis Primos

Luis, Salis, Nathalie, Jennifer, Gregori, Alexa, Alicia, Praxiteles, Washington, Noelie, Janny, Carled, Felipe, Mario y Juan.

A Priamo

Por permitirme hacer mi trabajo de grado con él y pasar tantas dificultades para hacerlo pero al final lo pudimos terminarlo y seguir adelante.

A Mónica

La mejor secretaria y amiga por ayudarme a graduarme y esforzarte conmigo para que pueda avanzar en mi carrera, gracias “*moniní*”.

Al Ing. Julio Núñez

Mi maestro y Director, por todas sus enseñanzas, que ciertamente son muchas, a pesar de las dificultades de la carrera, estamos aquí gracias a usted, gracias.

Al Ing. José Guillen

Mi Asesor y Maestro, que me facilitó la enseñanza de ser un buen profesional y más que eso, conducirme de la forma correcta por la vida con ética y moral, gracias.

Al Ing. Ramón Montero

Mi Asesor y Maestro, que me ayudó en la recta final y siempre me apoyó en terminar con este trabajo y en siempre esforzarme al máximo, gracias.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

A Maira, María y Lucy

Por su apoyo y ayuda para poder acabar todas mis materias sin ustedes no lo hubiera conseguido, gracias.

Al Ing. Julio Morla

Por si desinteresada ayuda y poner a disposición su conocimientos y equipos para el desarrollo de este proyecto, muchas gracias.

A Todas las personas, Instituciones y profesores

Que colaboraron de manera desinteresada para el desarrollo de este proyecto y pusieron sus conocimientos y experiencia a disposición, gracias.

Raúl Antonio Reynoso Segura

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. MOTIVACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.4.3. <i>Objetivos específicos de los biodigestores de prueba</i>	6
2. MARCO CONCEPTUAL	8
2.1. ANTECEDENTES	8
2.1.1. <i>Antecedentes en la República Dominicana</i>	11
2.2. IMPORTANCIA DEL PROBLEMA	13
2.3. ALCANCES Y LIMITES	14
2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
3. MARCO TEORICO	16
3.1. BIOGÁS	16
3.1.1. <i>Características del biogás</i>	16
3.1.2. <i>Digestión anaeróbica</i>	17
3.1.2.1. Principios de la fermentación anaeróbica	18
3.1.2.2. Metanogénesis	19
3.1.2.3. Prerrequisitos necesarios para iniciar el proceso	19
3.1.2.4. Etapas intervinientes	20
3.1.2.5. Fases Bacteriológicas del Proceso	22
3.1.2.6. Factores que afectan la producción de biogás	23
3.1.3. <i>Tipo de materia prima</i>	24
3.1.3.1. Temperatura del sustrato	25
3.1.3.2. Velocidad de carga volumétrica	26
3.1.3.3. Tiempos de retención	27
3.1.3.4. Valor de acidez (pH)	29
3.1.3.5. Contenido de sólidos	29
3.1.3.6. Inclusión de inoculantes	30
3.1.3.7. Agitación - mezclado	31
3.1.3.8. Inhibidores	32
3.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS	33
3.2.1.1. Desechos Orgánicos	34
3.2.1.2. Composición y propiedades del biogás	35
3.2.1.3. Características del Biogás	36
3.2.1.4. Beneficios de la tecnología del Biogás	37

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

3.2.2.	Usos del biogás	38
3.2.2.1.	Principios de la combustión	39
3.2.2.2.	Diferentes aplicaciones del biogás	40
3.3.	BIODIGESTOR	44
3.3.1.	Tipos de Biodigestores	44
3.3.1.1.	Pozos sépticos	45
3.3.1.2.	Biodigestor del domo flotante (Indio)	45
3.3.1.3.	Biodigestor de domo fijo (Chino)	46
3.3.1.4.	Biodigestor de estructura flexible	47
3.3.1.5.	Generador	48
3.3.1.6.	Generador eléctrico	48
4.	LA PENINTENCIARIA DE NAJAYO – HOMBRE	49
4.1.	HISTORIA	49
4.2.	PENSAMIENTO ESTRATÉGICO	49
4.2.1.	Misión	49
4.2.2.	Visión	49
4.2.3.	Base Legal	50
4.3.	ORGANIZACIÓN	50
4.3.1.	Equipo Directivo del Sistema Penitenciario	50
5.	MARDOLOGICO	53
5.1.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	53
5.1.1.	Diseño de la investigación	53
5.2.	METODOLOGÍA PARA LOS LOTES DE PRUEBAS	53
5.2.1.	Metodología para el Estudio Técnico	54
5.2.2.	Metodología para el Estudio Económico	54
5.3.	HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56
5.3.1.	Herramienta de Procesamiento y Análisis de datos	56
6.	INVESTIGACION DE CAMPO	58
6.1.	DISEÑO DE PROTOTIPOS	58
6.1.1.	Prototipo I	58
6.1.2.	Prototipo II	58
6.1.2.1.	Tiempo promedio de la materia prima en la Biodigestor (Prototipo II)	61
6.1.2.2.	Resultados experimento (Prototipo II)	62
6.2.	EXPERIMENTO DE BALANCEO Y CLASIFICACIÓN DE LAS BIOMASAS	65
6.2.1.	Materia Prima Utilizada y adecuación	65
6.3.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO	66
7.	PLANTA	67
7.1.	TAMAÑO DE PLANTA	67
7.1.1.	Concordancia Tamaño – Demanda	67
7.1.2.	Concordancia Tamaño – Suministro e Insumos	68
7.1.3.	Concordancia Tamaño – Tecnología y Equipos	68

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

7.1.4.	Concordancia Tamaño – Inversión y Financiamiento	68
7.1.5.	Tamaño Óptimo de Planta.....	69
7.1.6.	Tamaño Óptimo de planta de la Penitenciaría de Najayo Hombres	69
7.2.	LOCALIZACION DE PLANTA	72
7.2.1.	Evaluación de la ubicación.....	72
7.2.1.1.	Cercanía de las materias primas	72
7.2.1.2.	Penitenciaría de Najayo (Hombres)	73
7.2.2.	Factores Relevantes de Localización.....	74
7.2.2.1.	Cercanía de las Materias Primas	74
7.2.2.2.	Terreno	75
7.2.2.3.	Facilidad de preparación del terreno.....	75
7.2.2.4.	Disponibilidad de Agua	75
7.2.2.5.	Seguridad de la ubicación	75
7.2.2.6.	Facilidad de acceso	76
7.2.2.7.	Evaluación de los factores para la Localización Optima de Planta.....	76
7.2.3.	Ponderación porcentual de Factores para la localización de planta de la penitenciaría de Najayo Hombres	76
7.2.3.1.	Ponderación de los factores	77
7.2.4.	Selección Óptima de la Planta para la Penitenciaría de Najayo (Hombres).....	78
7.3.	CONCLUSIÓN	79
8.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	80
8.1.	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	80
8.1.1.	Características técnicas	80
8.1.1.1.	Materia prima	80
8.1.1.2.	Temperatura del sustrato	80
8.1.1.3.	Tiempos de retención	81
8.1.2.	Especificaciones de calidad.....	81
8.1.2.1.	Calidad de la materia prima	81
8.1.2.2.	Control de calidad.....	82
8.1.2.3.	Las normas técnicas de calidad.....	82
8.2.	PROCESO DE PRODUCCIÓN	83
8.2.1.	Análisis de las tecnologías existentes	83
8.2.1.1.	Reactor	83
8.2.1.2.	Generador eléctrico.....	83
8.2.2.	Recolección de materia prima	83
8.2.2.1.	Desechos sólidos.....	83
8.2.2.2.	Aguas cloacales	84
8.2.3.	Balance de materia.....	84
8.2.4.	Diagrama de flujo	85
8.3.	SELECCIÓN DE MAQUINARIAS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.	86
8.3.1.	Especificaciones y características	87
8.3.2.	Capacidad Instalada	88
8.3.3.	Determinación del cuello de botella	89
8.4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	89
8.5.	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANTENIMIENTO.....	89
8.6.	PROGRAMA DE PRODUCCIÓN.....	90

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

8.7.	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	91
8.7.1.	<i>Recepción y preparación del material orgánico</i>	91
8.7.2.	<i>Mezclado y fermentación de la biomasa en reactor</i>	92
8.7.2.1.	Nivel de acides	92
8.7.2.2.	Nivel de temperatura.....	92
8.7.2.3.	Mezcla homogénea.....	93
8.7.3.	<i>Filtrado y utilización del biogás</i>	93
8.7.3.1.	Filtrado del vapor de agua.	93
8.7.3.2.	Filtrado del ácido sulfhídrico.....	94
8.7.3.3.	Compresión del gas hacia el generador	94
8.7.3.4.	Combustión del gas.....	94
8.8.	CONSIDERACIONES SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	94
8.9.	PORCENTAJES DE UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA POR AÑO	95
8.9.1.	<i>Programa de Producción para 5 años</i>	96
8.10.	REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA, INSUMOS, PERSONAL Y SERVICIO	97
8.10.1.	<i>Materia prima</i>	97
8.10.2.	<i>Operarios, trabajadores directos e indirectos</i>	97
8.10.3.	<i>Servicios de terceros</i>	97
8.11.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PLANTA	98
8.11.1.	<i>Características de las Obras de Ingeniería Civil</i>	98
8.11.1.1.	Terreno	98
8.11.1.2.	Edificaciones y Servicios Auxiliares	98
8.12.	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	101
8.12.1.	<i>Descripción de las funciones de la mano de obra</i>	102
8.12.1.1.	Funciones del Supervisor	102
8.12.1.2.	Funciones del Consultor	102
8.12.1.3.	Funciones del Operario.....	102
8.13.	PLAN GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	103
8.13.1.	<i>Cronograma de actividades para la ejecución del proyecto</i>	103
9.	ANÁLISIS ECONÓMICO	104
9.1.	INTRODUCCIÓN	104
9.2.	COSTOS DE OPERACIÓN	104
9.2.1.	<i>Costos de Producción</i>	104
9.2.1.1.	Costo de Materia Prima	104
9.2.1.2.	Costo de Materia Prima Indirecta	105
9.2.1.3.	Costo del Consumo del Agua	105
9.2.1.4.	Costo de Mano de Obra	106
9.2.1.5.	Costo de Energía Eléctrica	109
9.2.1.6.	Costo de Mantenimiento	109
9.2.1.7.	Control de calidad.....	110
9.2.1.8.	Cargos por Depreciación.....	110
9.2.1.9.	Presupuesto de Costo de Producción	111
9.2.2.	<i>Presupuesto de Gasto de Administración</i>	112
9.2.3.	<i>Presupuesto Gasto de Ventas</i>	113
9.2.4.	<i>Costo Total de Operación de la Empresa</i>	113

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

9.3.	INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS Y DIFERIDOS.....	114
9.3.1.	<i>Inversión Fija</i>	114
9.3.1.1.	Inversión en terrenos y obras civiles.....	114
9.3.1.2.	Inversiones en materiales y equipos.....	115
9.3.2.	<i>Inversión en activos diferidos</i>	117
9.3.3.	<i>Depreciación y Amortización</i>	119
9.3.4.	<i>Inversión Total en Activos Fijo y Diferidos</i>	120
9.4.	DETERMINACIÓN DEL CAPITAL DE TRABAJO	120
9.4.1.1.	Activos Circulantes.....	120
9.4.1.2.	Valores e Inversiones	121
9.4.1.3.	Inventarios	121
9.4.1.4.	Cuentas por cobrar	122
9.4.1.5.	Determinación del Activo Circulante	123
9.4.1.6.	Pasivo Circulante.....	123
9.5.	FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN.....	125
9.6.	DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO	126
9.7.	BALANCE GENERAL INICIAL	127
9.8.	DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA.....	129
9.8.1.	<i>Estado de Resultados sin Inflación, sin Financiamiento y con Producción Constante</i>	129
9.8.2.	<i>Estado de Resultado con Inflación, sin Financiamiento y con Producción Constante</i>	130
9.8.3.	<i>Estado de Resultados con Inflación, Financiamiento y Producción Constante</i>	131
9.9.	POSICIÓN INICIAL DE LA EMPRESA	132
9.9.1.	<i>Tasas de Liquidez</i>	132
9.9.2.	<i>Tasa de solvencia o Apalancamiento</i>	133
9.10.	CRONOGRAMA DE INVERSIÓN	134
9.11.	CALCULO DEL VPN Y LA TIR CON PRODUCCIÓN CONSTANTE, CON FINANCIAMIENTO, CON INFLACIÓN	134
9.12.	TMAR.....	135
9.12.1.	<i>Calculo de la TMAR MIXTA</i>	135
9.13.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	136
9.13.1.	<i>Método VPN:</i>	136
9.13.2.	<i>Método del TIR</i>	137
9.13.3.	<i>Conclusión del Análisis Económico</i>	137
10.	CONCLUSIONES	139
11.	RECOMENDACIONES	141

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL BIOGÁS.....	16
TABLA 2. ETAPAS DE GENERACION DE BIOGÁS	21
TABLA 3. TEMPERATURAS DE LAS BACTERIAS	25
TABLA 4. TIEMPO DE ADECUACIÓN DE MATERIA	28
TABLA 5. INHIBIDORES.....	32
TABLA 6. COMPUESTO DE GASES DE BIOGÁS	35
TABLA 7. PORCENTAJE DE METANO OBTENIDO EN BASE A LOS DISTINTOS MATERIALES.....	37
TABLA 8. USOS DEL BIOGÁS	39
TABLA 9. PRINCIPALES ARTEFACTOS QUE UTILIZAN BIOGÁS.....	41
TABLA 10. TEMPERATURA BIODIGESTOR.....	61
TABLA 11. PRESIÓN – TEMPERATURA DEL BIODIGESTOR.....	63
TABLA 12. LEYENDA DE FORMULAS.....	70
TABLA 13. LEYENDA DE LOS DATOS.....	70
TABLA 14. MAQUINARIAS Y EQUIPOS.....	86
TABLA 15. ESPECIFICACIONES DE BOMBA DE AGUA NEGRAS.....	87
TABLA 16. PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA.....	95
TABLA 17. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PARA CINCO AÑOS.....	96
TABLA 18. COSTO DE MATERIA PRIMA INDIRECTA	105
TABLA 19. CONSUMO DE AGUA	106
TABLA 20. PRORRATEO DE USO DE MANO DE OBRA.....	107
TABLA 21. PRORRATEO DE COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA.....	107
TABLA 22. COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA.....	108

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

TABLA 23. COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA.....	108
TABLA 24. CONSUMO DE ENERGÍA.....	109
TABLA 25. COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	109
TABLA 26. COSTO DE CONTROL DE CALIDAD.....	110
TABLA 27. COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	111
TABLA 28. GASTOS DE SUELDOS (ADMINISTRACIÓN)	112
TABLA 29. GASTOS ADMINISTRATIVOS	113
TABLA 30. GASTOS DE VENTAS.....	113
TABLA 31. COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	114
TABLA 32. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA.....	115
TABLA 33. INVERSIONES EN MAQUINARIAS Y EQUIPOS	115
TABLA 34. INVERSIÓN EN ACTIVO FIJO DE OFICINA.....	116
TABLA 35. INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS FIJOS	117
TABLA 36. INVERSIÓN EN ACTIVOS DIFERIDOS	118
TABLA 37. INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS DIFERIDOS.....	118
TABLA 38. DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN.....	119
TABLA 39. INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS FIJOS Y DIFERIDOS	120
TABLA 40. VALORES E INVERSIONES.....	121
TABLA 41. INVENTARIOS.....	122
TABLA 42. CUENTAS POR COBRAR	123
TABLA 43. ACTIVO CIRCULANTE	123
TABLA 44. PASIVO CIRCULANTE.....	124
TABLA 45. CAPITAL DE TRABAJO.....	124
TABLA 46. PAGO DE LA DEUDA	125
TABLA 47. CLASIFICACIÓN DE COSTOS	126

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

TABLA 48. BALANCE GENERAL INICIAL..... 127

TABLA 49. ESTADO DE RESULTADOS SIN INFLACIÓN, SIN FINANCIAMIENTO Y CON PRODUCCIÓN CONSTANTE 129

TABLA 50. ESTADO DE RESULTADO CON INFLACIÓN, SIN FINANCIAMIENTO Y CON PRODUCCIÓN CONSTANTE 130

TABLA 51. ESTADO DE RESULTADOS CON INFLACIÓN, FINANCIAMIENTO Y PRODUCCIÓN CONSTANTE 131

TABLA 52. FLUJOS NETOS DE EFECTIVO 136

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1. Generalidades

El uso de energías renovables y ecológicas está tomando un gran auge en la actualidad, esto debido a los altos costos de los combustibles fósiles y la problemática de los cambios climáticos debido a la contaminación mundial.

La gran cantidad de desechos que genera el hombre es uno de los problemas más grandes que la humanidad está enfrentando actualmente y tendrán que enfrentar las generaciones venideras; está estadísticamente comprobado que más del 90% de los desechos son reciclables, de hecho, los orgánicos se pueden reciclar en un 75%, este dato representa la alternativa de dar un uso productivo a los desechos y poner fin a las problemáticas existentes.

El gas metano (CH_4) es uno de los productos que se generan a partir de la descomposición de los desechos orgánicos, es un hidrocarburo, el primer miembro de la serie de los alcanos y tiene un efecto devastador como gas invernadero cuatro veces más fuerte que el dióxido de carbono. Entre sus características se puede mencionar que es más ligero que el aire, incoloro, inodoro e inflamable y en relación a su aplicación energética, se le puede dar un uso favorable.

El biogás es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.), y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en

un ambiente anaeróbico). El producto resultante está formado por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO) y otros gases en menor proporción.

La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables ya que produce un combustible de mucho 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 m^3 . Este gas se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras de gas.

Con la finalidad de aprovechar los desechos orgánicos que se generan dentro de las cárceles de República Dominicana, satisfacer la demanda energética de las mismas, y a su vez utilizar al máximo los recursos disponibles, permitiéndoles alcanzar el rango de auto sostenible, se diseñó una planta de producción de biogás utilizando biodigestores alimentados por los desechos orgánicos provenientes de las cárceles, para usarlo como combustible en un generador de electricidad para abastecer la demanda de electricidad.

En el proceso de generación de biogás necesitaremos biodigestores, que en su forma más simple, son contenedores cerrados, herméticos e impermeables (llamados reactores), 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.

Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y postratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.

El tamaño y localización de la planta se realizó tomando en cuenta la disposición logística de los desechos orgánicos, la capacidad energética demandada por las penitenciarías y por supuesto el espacio que permita un excelente control de seguridad. El esquema general del proceso permanecerá invariable para cualquier cárcel a la que se aplique, solo la distribución de planta se verá afectada por cambios.

Asimismo, se realizó un estudio económico para analizar la factibilidad del proyecto a fin de determinar si el mismo se puede llevar a cabo.

1.2. Justificación

Se justifica el proyecto porque:

- Constituye una alternativa para el aprovechamiento de los desechos orgánicos que se generan dentro de un recinto penitenciario.
- Es una oportunidad para lograr una disminución significativa de los costos de consumo energético del sistema penitenciario dominicano.
- Representa una forma de Evolucionar el sistema energético de las penitenciarías con un programa 24/7 de electricidad.
- Constituye una forma de contribución directa a la conservación del medio ambiente.
- Es una alternativa de ahorro en consumo de combustible fósil para la República Dominicana como país.
- Permite trabajar bajo el lema “Cero Desperdicios”, ya que los sobrantes se pueden utilizar como abono orgánico.

1.3. Motivación

Es nuestro deseo incursionar en el desarrollo de las biotecnologías, tales como la bio-generación de gas metano como combustible alternativo y la posibilidad de innovar en la generación de electricidad.

Establecer nuevas pautas en cuanto a diseño de biodigestores, clasificación y utilización de biomásas, para poder así dar un aprovechamiento total de los recursos a nuestra disposición.

Contribuir con el medio ambiente, dado el peso de la influencia negativa de los cambios climáticos causados por la contaminación, lo que aunado a la certeza de la futura escasez de combustibles fósiles, constituyen una problemática de preocupación mundial. Por tal motivo sería para nosotros muy gratificante aportar propuestas para un desarrollo auto sostenible de este tipo de proyectos. Aplicando todos nuestros conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera y afirmando nuestras creencias y conocimiento en las biotecnologías para un mundo más verde.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un sistema energético autosostenible que utilice biogás como combustible a fin de abastecer la necesidad energética de las cárceles de República Dominicana y hacer un análisis económico para determinar la factibilidad del proyecto. Caso: Penitenciaría Najayo Hombres.

1.4.2. Objetivos específicos

- Visitar la penitenciaría de Najayo Hombres para observar el manejo y las disposiciones de los desechos para determinar las condiciones bajo las cuales se va a instalar la planta de generación de biogás.
- Seleccionar y diseñar el mejor tipo de biodigestor para la planta, con experimentación de prototipos.
- Describir el funcionamiento de un sistema de generación eléctrica a base de biogás.
- Establecer puntos críticos y de control de todo el proceso.
- Determinar la ubicación para la planta, cercana a la penitenciaría que permitan las óptimas operaciones del sistema y provea las contingencias necesarias para superar cualquier eventualidad.
- Establecer la mejor distribución de planta para su funcionamiento, según corresponda.
- Crear un diseño físico que tome en consideración las medidas necesarias en términos de seguridad efectividad y protección ambiental.

- Determinar una capacidad óptima de la planta y la metodología para darle mantenimiento.
- Identificar los recursos que se utilizarán para la operación de la planta y qué cantidad se necesitara para el proceso.
- Determinar la cantidad de biogás a obtener dependiendo de la biomasa.
- Evaluar los resultados obtenidos en los experimentos para determinar cuál tipo de biomasa es más conveniente para la producción de biogás.
- Hacer un análisis y selección de los materiales y maquinarias.
- Establecer un flujo de procesos que permita el acondicionamiento de la biomasa para lo obtención del biogás de la manera más eficiente.
- Hacer un estudio económico para determinar si es factible instalar la planta.
- Estructurar un manual de mantenimiento para toda la planta.

1.4.3. Objetivos específicos de los biodigestores de prueba

- Calcular el tiempo promedio de formación de biogás a partir de los diferentes tipos de desechos orgánicos.
- Determinar qué tipo de biomasa genera más biogás.
- Establecer una relación materia prima / producto, para establecer las diferentes cantidades de biogás generada por los diferentes tipos de biomasa.
- Identificar los diferentes Inhibidores.

CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes

En el año 1890 se construye el primer biodigestor a escala real en la India y ya en 1896 en Exeter, Inglaterra, las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolectado de los digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad.

Tras las guerras mundiales comienza a difundirse en Europa las llamadas fábricas productoras de biogás cuyo producto se empleaba en tractores y automóviles de la época. En todo el mundo se difunden los denominados tanques Imhoff para el tratamiento de aguas cloacales colectivas. El gas producido se utilizó para el funcionamiento de las propias plantas, en vehículos municipales y en algunas ciudades se lo llegó a inyectar en la red de gas comunal.

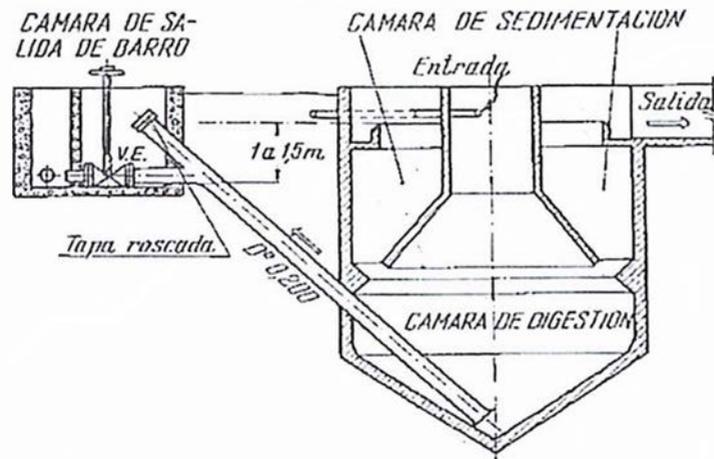


Imagen 1. Tanque Imhoff

Durante los años de la segunda guerra mundial comienza la difusión de los biodigestores a nivel rural tanto en Europa como en China e India que se transforman en líderes en la materia.

Esta difusión se ve interrumpida por el fácil acceso a los combustibles fósiles y recién en la crisis energética de la década del 70 se reinicia con gran ímpetu la investigación y extensión en todo el mundo incluyendo la mayoría de los países latinoamericanos.

Los últimos 20 años han sido fructíferos en cuanto a descubrimientos sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico gracias al nuevo material de laboratorio que permitió el estudio de los microorganismos intervinientes en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno).

Estos progresos en la comprensión del proceso microbiológico han estado acompañados por importantes logros de la investigación aplicada obteniéndose grandes avances en el campo tecnológico.

Los países generadores de biotecnología más importantes en la actualidad son: China, India, Holanda, Francia, Gran Bretaña, Suiza, Italia, EE.UU., Filipinas y Alemania.

A lo largo de los años transcurridos, la tecnología de la digestión anaeróbica se ha ido especializando, abarcando actualmente diferentes campos de aplicación con objetivos muy diferentes.

Como puede apreciarse en el cuadro mostrado en la imagen 2, según los campos de aplicación de la tecnología de la fermentación anaeróbica, los objetivos buscados son diferentes o tienen un distinto orden de prioridades. A continuación un breve análisis de la evolución y estado actual de cada uno de los campos descriptos.

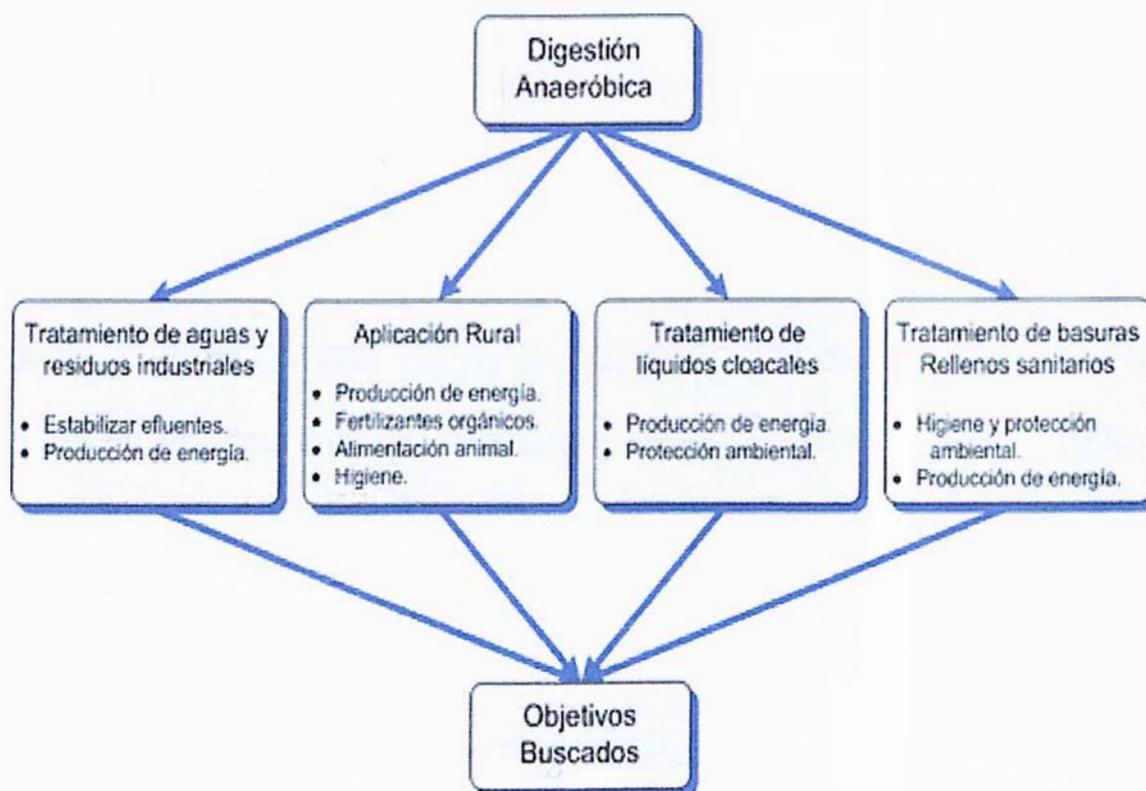


Imagen 2. Diagrama de aplicación del Biogás

Las plantas de tratamiento de desechos industriales, han tenido una importante evolución en los últimos años y habiendo superado una primera etapa a nivel piloto, en Europa y China se encuentran actualmente siendo difundidas para determinados fines en combinación con tratamientos aeróbicos convencionales.

Estos reactores anaeróbicos son de enormes dimensiones (más de 1.000 m³ de capacidad), trabajan a temperaturas mesofílicas (20°C a 40°C), o termofílicas (más de 40°C) poseen sofisticados sistemas de control y están generalmente conectados a equipos de cogeneración que brindan como productos finales; calor, electricidad y un efluente sólido de alto contenido proteico, para usarse como fertilizante o alimento de animales.

A nivel latinoamericano, se ha desarrollado tecnología propia en la Argentina para el tratamiento de vinazas, residuo de la industrialización de la caña de azúcar. En Brasil y Colombia se encuentran utilizando sistemas europeos bajo licencia.

El número de reactores de este tipo aún no es importante en el mundo (ej.: 130 en la Comunidad Económica Europea) pero los continuos descubrimientos, reducciones de costos y mejoramiento de la confiabilidad hacen suponer un amplio campo de desarrollo en el futuro.

2.1.1. Antecedentes en la República Dominicana

En la República Dominicana, se ha utilizado el aprovechamiento de biogás de manera informal por los productores de cerdos de las comunidades rurales del interior del país. Pero no es sino hasta el 2010 que se hace de manera formal en la generación eléctrica.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

El Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Voluntariado Ecológico para la Reproducción Doméstica Responsable (VERDOR) inauguraron una planta de biogás para producir energía eléctrica y abono orgánico en la comunidad La Yaguiza, San Francisco de Macorís. El proyecto consiste en el diseño e instalación de una planta para canalizar y procesar la defecación de cerdos a través de digestores anaeróbico para producir gas y abono orgánico y eliminar la contaminación ambiental.



Imagen 3. Biodigestor la Yaguiza San Francisco de Asís

El objetivo de esta planta de biogás es aprovechar los desechos para la producción de energía y abono orgánico, la misma busca promover la limpieza ambiental y difundir los conocimientos científicos.

“Este proyecto fue ejecutado con la asistencia técnica del Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria quien tiene a su cargo el diseño, instalación y prueba de la planta”.

A ciencia cierta el objetivo principal de este proyecto es reducir la contaminación ambiental, “malos olores de los ríos y arroyos, ya que los desechos de las granjas no contaminarán las aguas del subsuelo como ocurría anteriormente”. La ejecución de esta obra contó con el aporte de 1.4 millones de la USAID y una contrapartida oficial de 1.8 millones y forma parte de un conjunto de cuatro biodigestores que serán instalados en Tenares (Salcedo), San Francisco de Macorís y Nagua.

Asimismo, la planta de biogás cuenta con una batería de cuatro biodigestores que transformarán los desechos de las granjas porcinas o porquinaza.

De igual forma, el biogás es aplicado por un generador que lo transforma en energía eléctrica, la que a su vez se utiliza en la misma granja y parte del biogás se puede utilizar para cocinar.

2.2. Importancia del problema

La recolección de los desechos que se producen en las cárceles de República Dominicana, el alto costo de la generación de la electricidad y la contaminación del medio ambiente, son y siempre han sido problemáticas que demandan gran atención, esto debido a la gran cantidad de residuos que se generan en la penitenciaría.

Si bien es muy cierto que no todos los residuos son 100% orgánicos, no hay que dejar de lado que estos últimos ocupan un 70% aproximadamente, de acuerdo con investigaciones. Es esta una oportunidad para dar tratamiento a esos desechos y obtener de ellos el máximo provecho posible.

La importancia de esta investigación, no obstante todo lo anterior, radica en que es una oportunidad para sentar las bases de futuros proyectos de biotecnología auto sostenible para producir electricidad,

utilizando los desperdicios orgánicos generados por los sistemas penitenciarios. Proyectando así una alta productividad de la generación eléctrica con un flujo continuo en el servicio del mismo.

2.3. Alcances y límites

El proyecto que se presenta, comprende la investigación, recopilación y análisis de datos de los diferentes tipos de biomasa y los factores inhibidores para la producción de biogás a partir de los desechos producidos dentro de las cárceles, además de las condiciones de seguridad necesarias en este tipo de operaciones y planes de contingencias en caso de ser necesarias, contempló la recolección y procesamiento de los desechos orgánicos producidos en el interior de los centros penitenciarios de Najayo, como modelos base.

El proyecto busca satisfacer la demanda eléctrica del centro penitenciario de Najayo utilizando el biogás como combustible alternativo / complementario, además de una ubicación logística para el abastecimiento de la energía, recepción y procesamiento de los residuos orgánicos.

Se recolectaron datos de los biodigestores de muestra para determinar las mejores combinaciones de biomasa, con el fin de establecer un estándar de mezclado para la planta.

El estudio realizado se hizo en base a la cárcel de Najayo Hombres y se limitó a verificar la factibilidad de la instalación de la planta, bajo las condiciones planteadas, no se incursionó en buscar formas de hacer el proyecto viable, no obstante, se plantean algunas recomendaciones para lograrlo.

2.4. Formulación del problema

- 1) ¿El material orgánico disponible en el recinto de la Penitenciaría Najayo Hombres es suficiente para satisfacer la demanda?
- 2) ¿Cuáles son los procesos o actividades que permitirán la obtención del producto terminado?
- 3) ¿Cuál será la capacidad máxima de la planta?
- 4) ¿Cuál es la localización que permite que la planta trabaje en condiciones óptimas?
- 5) ¿Cuáles materiales y equipos son necesarios?
- 6) ¿Cuáles son los requerimientos de mano de obra para la operación del sistema?
- 7) ¿Cuáles son los costos en los que se incurriría para instalar el sistema?
- 8) ¿Cuáles son los ingresos que se generan mediante la operación de la planta?
- 9) ¿Es posible conseguir recursos para este proyecto?
- 10) ¿Cuál es el tiempo mínimo de retorno de la inversión?
- 11) ¿El proyecto es económicamente viable?
- 12) ¿Cuál es el impacto ambiental del proyecto?

CAPÍTULO III. MARCO TEORICO

3.1. Biogás

Se llama biogás a la mezcla constituida por metano CH₄ en una proporción que oscila entre un 50% a un 70% y dióxido de carbono conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno. Sus características han sido resumidas en la siguiente tabla.

3.1.1. Características del biogás

Tabla 1. Características del biogás

CARACTERISTICAS	CH ₄	CO ₂	H ₂ -H ₂ S	OTROS	BIOGÁS 60/40
Proporciones % Volumen	55-70	27-44	1	3	100
Valor Calórico MJ/m ³	35,8	-	10,8	22	21,5
Valor Calórico kCal/m ³	8600	-	2581	5258	5140
Ignición % en aire	5-15	-	-	-	6-12
Temp. ignición en °C	650-750	-	-	-	650-750
Presión crítica en Mpa	4,7	7,5	1,2	8,9	7,5-8,9
G/L	0,7	1,9	0,08	-	1,2
Densidad relativa	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Inflamabilidad Vol. en % aire	5-15	-	-	-	6-12

Fuente: Elaboración Propia

Las primeras menciones sobre biogás se remontan al año 1600, este ha sido identificado por varios científicos como un gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica.

3.1.2. Digestión anaeróbica

Anaeróbica: Es un término técnico que significa sin aire, también se les denomina así a las bacterias que no necesitan aire para vivir.

La digestión anaerobia es una fermentación microbiana en ausencia de oxígeno que da lugar a una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono), conocida como "biogás" y a una suspensión acuosa o "lodo" que contiene los componentes difíciles de degradar y los minerales inicialmente presentes en la biomasa.

La materia prima preferentemente utilizada para someterla a este tratamiento es la biomasa residual con alto contenido en humedad, especialmente los residuos ganaderos y los lodos de depuradora de aguas residuales urbanas.

En líneas generales que la digestión anaerobia se desarrolla en tres etapas durante las cuáles la biomasa se descompone en moléculas más pequeñas

Para dar biogás como producto final, por la acción de diferentes tipos de bacterias.

Las variables que influyen en el proceso son las siguientes:

- **Temperatura:** se encuentra un óptimo de funcionamiento alrededor de los 35 ° C.

- **Acidez:** determina la cantidad y el porcentaje de metano en el biogás, habiéndose encontrado que el valor óptimo de pH oscila entre 6,6 y 7,6.
- **Contenido en sólidos:** se suele operar en mejores condiciones con menos de un 10% en sólidos, lo que explica que la biomasa más adecuada sea la de alto contenido en humedad.
- **Nutrientes:** para el crecimiento y la actividad de las bacterias, éstas tienen que disponer de carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y algunas sales minerales.
- **Tóxicos:** aparte del oxígeno, inhiben la digestión concentraciones elevadas de amoníaco, sales minerales y algunas sustancias orgánicas como detergentes y pesticidas.

El producto principal de la digestión anaerobia es el biogás, mezcla gaseosa de metano (50 a 70%) y dióxido de carbono (30 a 50%), con pequeñas proporciones de otros componentes (nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno), cuya composición depende tanto de la materia prima como del proceso en sí. La cantidad de gas producido es muy variable, aunque generalmente oscila alrededor de los 350 l/kg de sólidos degradables, con un contenido en metano del 70%.

3.1.2.1. Principios de la fermentación anaeróbica

La generación de biogás, mezcla constituida fundamentalmente por metano (CH_4) dióxido de carbono (CO_2), y pequeñas cantidades de hidrógeno (H), sulfuro de hidrógeno (SH_2) y nitrógeno (N) constituye un proceso vital dentro del ciclo de la materia orgánica en la naturaleza.

Las bacterias metanogénicas en efecto constituyen el último eslabón de la cadena de microorganismos encargados de digerir la materia orgánica y devolver al medio los elementos básicos para reiniciar el

ciclo. Se estima que anualmente la actividad microbiológica libera a la atmósfera entre 590 y 880 millones de toneladas de metano.

3.1.2.2. Metanogénesis

Una idea general sobre el proceso microbiológico involucrado en la formación de metano es necesaria para poder comprender mejor el diseño y funcionamiento de los denominados reactores o digestores productores de biogás.

3.1.2.3. Prerrequisitos necesarios para iniciar el proceso

La fermentación anaeróbica involucra a un complejo número de microorganismos de distinto tipo los cuales pueden ser divididos en tres grandes grupos principales. La real producción de metano es la última parte del proceso y no ocurre si no han actuado los primeros dos grupos de microorganismos.

Las bacterias productoras del biogás son estrictamente anaeróbicas y por lo tanto sólo podrán sobrevivir en ausencia total de oxígeno atmosférico.

Otra característica que las identifica es la sensibilidad a los cambios ambientales debido a lo cual será necesario un mantenimiento casi constante de los parámetros básicos como la temperatura.

Las dificultades en el manejo de estas delicadas bacterias explican que la investigación sistemática tanto de su morfología como de la bioquímica fisiológica sólo se halla iniciado hace cincuenta años.

Hoy en día gracias a estudios muy recientes podemos conocer mejor el mecanismo y funcionamiento de este complejo sistema microbiológico involucrado en la descomposición de la materia orgánica que la reduce a sus componentes básicos CH_4 y CO_2 .

3.1.2.4. Etapas intervinientes

Veamos ahora las diferentes etapas intervinientes y sus principales características.

- **Fase de hidrólisis**

Las bacterias de esta primera etapa toman la materia orgánica virgen con sus largas cadenas de estructuras carbonadas y las van rompiendo y transformando en cadenas más cortas y simples (ácidos orgánicos) liberando hidrógeno y dióxido de carbono.

Este trabajo es llevado a cabo por un complejo de microorganismos de distinto tipo que son en su gran mayoría anaerobios facultativos.

- **Fase de acidificación**

Esta etapa la llevan a cabo las bacterias acetogénicas y realizan la degradación de los ácidos orgánicos llevándolos al grupo acético $\text{CH}_3\text{-COOH}$ y liberando como productos Hidrógeno y Dióxido de carbono.

Esta reacción es endoenergética pues demanda energía para ser realizada y es posible gracias a la estrecha relación simbiótica con las bacterias metanogénicas que substraen los productos finales del medio minimizando la concentración de los mismos en la cercanía de las bacterias acetogénicas. Esta baja concentración de productos finales es la que activa la reacción y actividad de estas bacterias, haciendo posible la degradación manteniendo el equilibrio energético.

- **Fase metanogénica**

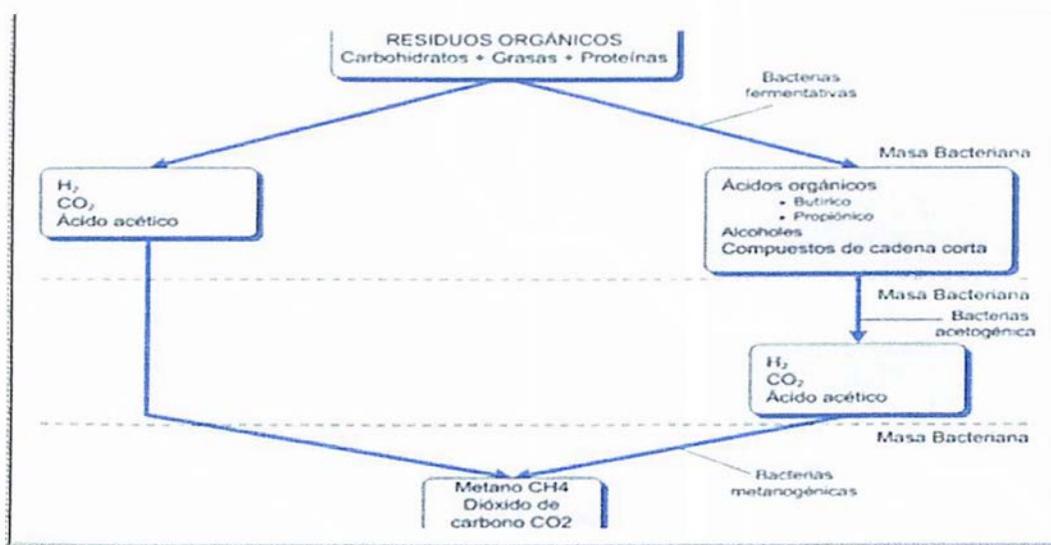
Las bacterias intervinientes en esta etapa pertenecen al grupo de las achibacterias y poseen características únicas que las diferencian de todo el resto de las bacterias por lo que las diferencian de

todo el resto de las bacterias por lo cual, se cree que pertenecen a uno de los géneros más primitivos de vida colonizadoras de la superficie terrestre.

La transformación final cumplida en esta etapa tiene como principal substrato el acético junto a otros ácidos orgánicos de cadena corta y los productos finales liberados están constituidos por el metano y el dióxido de carbono.

El siguiente gráfico resume las distintas características de cada una de las etapas vistas que por simplificación se han agrupado en dos fases (ácida que involucra la de hidrólisis y acidificación y la metanogénica), con los principales compuestos químicos intervinientes.

Tabla 2. Etapas de Generacion de Biogás



Los microorganismos intervinientes en cada fase tienen propiedades distintas que son muy importantes y se las debe conocer para lograr comprender el equilibrio y funcionamiento óptimo de un digester.

Estas características han sido resumidas en la tabla 2, para su mejor comprensión.

3.1.2.5. Fases Bacteriológicas del Proceso

Fase acidogénica	Fase metanogénica
Bacterias facultativas (pueden vivir en presencia de bajos contenidos de oxígeno).	Bacterias anaeróbicas estrictas (No pueden vivir en presencia de oxígeno).
Reproducción muy rápida (alta tasa reproductiva).	Reproducción lenta (baja tasa reproductiva).
Poco sensibles a los cambios de acidez y temperatura.	Muy sensibles a los cambios de acidez y temperatura.
Principales metabolitos, ácidos orgánicos.	Principales productos finales, metano y dióxido de carbono

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, el proceso ha sido simplificado aún más reduciendo el mismo a dos fases principales la ácida generadora de productos intermedios y la metanogénica.

Del cuadro anterior se desprende que una alteración en los parámetros de funcionamiento incidirá negativamente sobre la fase metanogénica preponderantemente, lo cual significará una merma importante en la producción de gas y una acidificación del contenido pudiéndose llegar al bloqueo total de la fermentación.

Debido a la lenta velocidad de recuperación de las bacterias metanogénicas, la estabilización de un digester “agriado” será muy lenta, de allí la importancia del cuidado de los parámetros que gobiernan el proceso y que veremos a continuación en detalle.

3.1.2.6. Factores que afectan la producción de biogás

La actividad metabólica involucrada en el proceso metanogénico se ve afectada por diversos factores. Debido a que cada grupo de bacterias intervinientes en las distintas etapas del proceso responde en forma diferencial a esos cambios no es posible dar valores cualitativos sobre el grado que afecta cada uno de ellos a la producción de gas en forma precisa.

Entre los factores más importantes a tenerse en cuenta se desarrollarán los siguientes:

- Tipo de sustrato (nutrientes disponibles)
- Temperatura del sustrato; la carga volumétrica
- Tiempo de retención hidráulico
- Nivel de acidez (pH)
- Relación carbono/nitrógeno
- Concentración del sustrato; el agregado de inoculantes
- Grado de mezclado
- Presencia de compuestos inhibidores del proceso.

3.1.3. Tipo de materia prima

Las materias primas fermentables incluyen dentro de un amplio espectro a los excrementos animales y humanos, aguas residuales orgánicas de las industrias (producción de alcohol, procesado de frutas, verduras, lácteos, carnes, alimenticias en general), restos de cosechas y basuras de diferentes tipos, como los efluentes de determinadas industrias químicas.

El proceso microbiológico no solo requiere de fuentes de carbono y nitrógeno sino que también deben estar presentes en un cierto equilibrio sales minerales (azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel y otros menores).

Normalmente las sustancias orgánicas como los estiércoles y lodos cloacales presentan estos elementos en proporciones adecuadas. Sin embargo en la digestión de ciertos desechos industriales puede presentarse el caso de ser necesaria la adición de los compuestos enumerados o bien un post tratamiento aeróbico

Las sustancias con alto contenido de lignina no son directamente aprovechables y por lo tanto deben someterse a tratamientos previos (cortado, macerado, compostado) a fin de liberar las sustancias factibles de ser transformadas de las incrustaciones de lignina.

En lo atinente a estiércoles animales la degradación de cada uno de ellos dependerá fundamentalmente del tipo de animal y la alimentación que hayan recibido los mismos. Los valores tanto de producción como de rendimiento en gas de los estiércoles presentan grandes diferencias. Esto es debido al sinnúmero de factores intervinientes que hacen muy difícil la comparación de resultados.

Como norma se deberá tomar en cuenta que a raíz de estar trabajando en un medio biológico sólo los promedios estadísticos de una serie prolongada de mediciones serán confiables siempre y cuando figuren las condiciones en las cuales fueron realizadas las pruebas.

En cuanto al volumen de estiércol producido por las distintas especies animales son variables de acuerdo fundamentalmente al peso y al tipo de alimentación y manejo de los mismos. Cuando se encare un proyecto específico se recomienda realizar una serie de mediciones en el lugar donde se emplazará el digestor.

3.1.3.1. Temperatura del sustrato

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.

Tabla 3. Temperaturas de las Bacterias

BACTERIAS	RANGO DE TEMPERATURAS	SENSIBILIDAD
Psicrofílicas	menos de 20°C	± 2°C/hora
Mesofílicas	entre 20°C y 40°C	± 1°C/hora
Termofílicas	más de 40°C	± 0,5°C/hora

Fuente: Elaboración Propia

La actividad biológica y por lo tanto la producción de gas aumenta con la temperatura. Al mismo tiempo se deberá tener en cuenta que al no generar calor el proceso la temperatura deberá ser lograda y mantenida mediante energía exterior. El cuidado en el mantenimiento también debe extremarse a medida que aumentamos la temperatura, dada la mayor sensibilidad que presentan las bacterias termofílicas a las pequeñas variaciones térmicas.

Todas estas consideraciones deben ser evaluadas antes de escoger un determinado rango de temperaturas para el funcionamiento de un digestor ya que a pesar de incrementarse la eficiencia y producción de gas paralelamente aumentará los costos de instalación y la complejidad de la misma.

Los digestores que trabajan a temperaturas meso y termofílicas poseen generalmente sistemas de calefacción, aislamiento y control los cuales son obviados en digestores rurales económicos que trabajan a bajas temperaturas.

La temperatura está íntimamente relacionada con los tiempos que debe permanecer la biomasa dentro del digestor para completar su degradación (Tiempo de retención Hidráulica, TRH). A medida que se aumenta la temperatura disminuyen los tiempos de retención y en consecuencia se necesitará un menor volumen de reactor para digerir una misma cantidad de biomasa.

3.1.3.2. Velocidad de carga volumétrica

Con este término se designa al volumen de sustrato orgánico cargado diariamente al digestor. Este valor tiene una relación de tipo inversa con el tiempo de retención, dado que a medida que se incrementa la carga volumétrica disminuye el tiempo de retención. Existen diferentes formas de expresar este parámetro siendo los más usuales los siguientes: kg de material/día; kg de materia seca/día; kg de sólidos volátiles/día todos expresados por metro cúbico de digestor.

Las cantidades de sólidos y sólidos volátiles se extraen afectando a las cantidades en Kg. de material cargado con los porcentajes de sólidos o sólidos volátiles que se obtiene por análisis. (Porcentaje de sólidos sometiendo al sustrato a desecación, 105°C hasta peso constante y extrayendo el siguiente coeficiente: (peso húmedo - peso seco)/peso húmedo. El porcentaje de sólidos volátiles se obtiene sometiendo la muestra seca a la mufla, 560°C durante tres horas y extrayendo el siguiente coeficiente:

$$1 - \frac{\text{peso seco} - \text{peso ceniza}}{\text{peso seco}}$$

Un factor importante a tener en cuenta en este parámetro es la dilución utilizada, debido a que una misma cantidad de material biodegradable podrá ser cargado con diferentes volúmenes de agua.

3.1.3.3. Tiempos 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 semicontínuos el tiempo de retención se define como el valor en días del cociente entre el volumen del digestor y el volumen de carga diaria.

De acuerdo al diseño del reactor, el mezclado y la forma de extracción de los efluentes pueden existir variables diferencias entre los tiempos de retención de líquidos y sólidos debido a lo cual suelen determinarse ambos valores.

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 demandará mayores tiempos de retención para ser totalmente digeridos. En la FIGURA 4 podemos observar como se distribuye en función al tiempo de retención la producción diaria de gas para materiales con distintas proporciones de celulosa.

A modo de ejemplo se dan valores indicativos de tiempos de retención usualmente más utilizados en la digestión de estiércoles a temperatura mesofílica.

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 permanecen dentro del reactor.

Tabla 4. Tiempo de Adecuación de Materia

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

Fuente: Elaboración Propia

Por esta razón en los últimos años se han buscado diseños de cámaras de digestión que procuran lograr grandes superficies internas sobre las cuales se depositan como una película las bacterias u otros sistemas que logran retener a las metanogénicas pudiéndose lograr de este modo T.R. menores (ver 2.4., Filtro anaeróbico y U.A.S.B., respectivamente).

3.1.3.4. Valor de acidez (pH)

Una vez estabilizado el proceso fermentativo el pH se mantiene en valores que oscilan entre 7 y 8,5. Debido a los efectos buffer que producen los compuestos bicarbonato-dióxido de carbono (CO_2 - HCO_3) y Amonio -Amoníaco (NH_4 - NH_3) el proceso en sí mismo tiene capacidad de regular diferencias en el pH del material de entrada.

Las desviaciones de los valores normales es indicativo de un fuerte deterioro del equilibrio entre las bacterias de la faz ácida y la metanogénica provocado por severas fluctuaciones en alguno de los parámetros que gobiernan el proceso.

3.1.3.5. Contenido 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%.

3.1.3.6. Inclusión de inoculantes

El crecimiento bacteriano dentro de los digestores sigue desde su arranque la curva típica graficada en la siguiente figura.

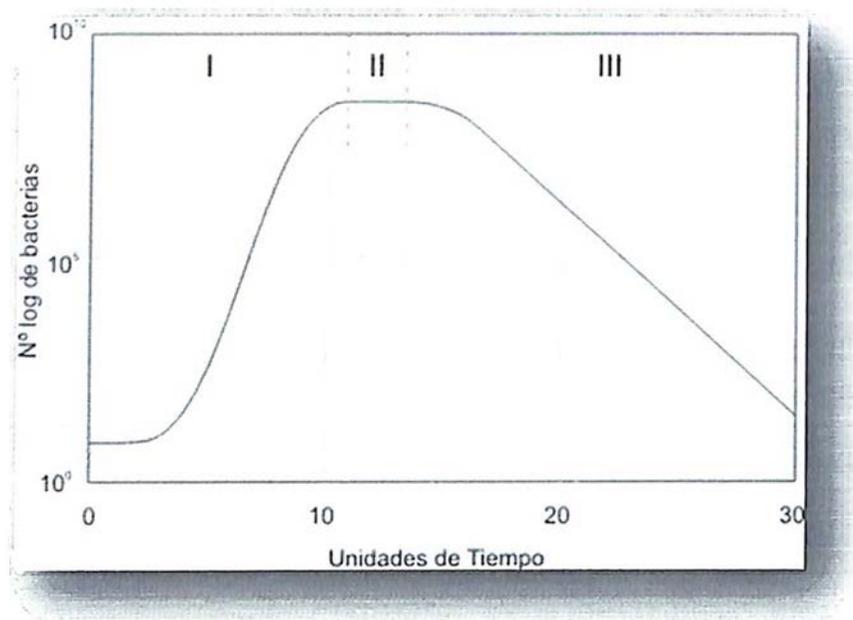


Imagen 4. Crecimiento Bacteriano

En la figura pueden distinguirse claramente tres etapas: La de arranque (I), la de estabilización (II) y la de declinación (III).

La primera etapa puede ser acortada mediante la inclusión de un determinado porcentaje de material de otro digester rico en bacterias que se encuentran en plena actividad. Esto es particularmente importante en los digestores discontinuos que deben ser arrancados frecuentemente.

Al llegarse en forma más rápida a la estabilización puede incrementarse la producción de gas por kg. de estiércol.

Los dos factores a tener en cuenta en la inoculación de un digester es la proporción en que se agrega y la edad del mismo. Cuanto mayor sea la proporción y menor la edad mayor será la eficacia.

3.1.3.7. Agitación - mezclado

Los objetivos buscados con la agitación son: remoción de los metabolitos producidos por las bacterias metanógenas, mezclado del sustrato fresco con la población bacteriana, evitar la formación de costra que se forma dentro del digester, uniformar la densidad bacteriana y evitar la formación de espacios “muertos” sin actividad biológica.

En la selección del sistema, frecuencia e intensidad de la agitación se deberán realizar las siguientes consideraciones: El proceso fermentativo involucra un equilibrio simbiótico entre varios tipos de bacterias. La ruptura de ese equilibrio en el cuál el metabolito de un grupo específico servirá de alimento para el siguiente implicará una mengua en la actividad biológica y por ende una reducción en la producción de gas.

Como conclusión en la elección de un determinado sistema se tendrá siempre presente tanto los objetivos buscados como el perjuicio que puede causar una agitación excesiva debiéndose buscar un punto medio óptimo.

Existen varios mecanismos de agitación utilizados desde los más simples que consisten en un batido manual o el provocado por la entrada y salida de los líquidos hasta sofisticados equipos que involucran agitadores a hélice, recirculadores de sustrato e inyectores de gas.

3.1.3.8. Inhibidores

La presencia de metales pesados, antibióticos y detergentes en determinadas concentraciones pueden inhibir e incluso interrumpir el proceso fermentativo.

Cuando es demasiado alta la concentración de ácidos volátiles (más de 2.000 ppm para la fermentación mesofílica y de 3.600 ppm para la termofílica se inhibirá la digestión. También una elevada concentración de Nitrógeno y Amoníaco destruyen las bacterias metanogénicas.

Tabla 5. Inhibidores

INHIBIDORES	CONCENTRACION INHIBIDORA
SO ₄	5.000 ppm
NaCl	40.000 ppm
Nitrato (según contenido de Nitrógeno)	0,05 mg/ml
Cu	100 mg/l
Cr	200 mg/l
Ni	200-500 mg/l

CN (Después que se han domesticado las bacterias metanogénicas a 2-10 mg/ml).	25 mg/l
ABS (Detergente sintético)	20-40 mg/l
Na	3.500-5.500 mg/l
K	2.500-4.500 mg/l
Ca	2.500-4.500 mg/l
Mg	1.000-1.500 mg/l

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro se dan valores de concentraciones de ciertos inhibidores comunes. Valores que se deben tomar como orientativos, puesto que las bacterias intervinientes pueden con el tiempo adaptarse a condiciones que en un principio las afectaba marcadamente.

3.2. Proceso de Producción de Biogás

Básicamente puede afirmarse que en todos los casos el proceso de producción de biogás se efectúa en un recipiente denominado digester, ya que en él se realiza el proceso de fermentación, similar a la digestión producida en nuestro aparato digestivo al ingerir los alimentos, que son descompuestos por la acción de las enzimas, mientras que la captación del biogás se realiza mediante una campana o superficie abovedada o cilíndrica (en la mayoría de los casos), desde la cual se extrae el gas a través de una conducción por tubería o manguera.

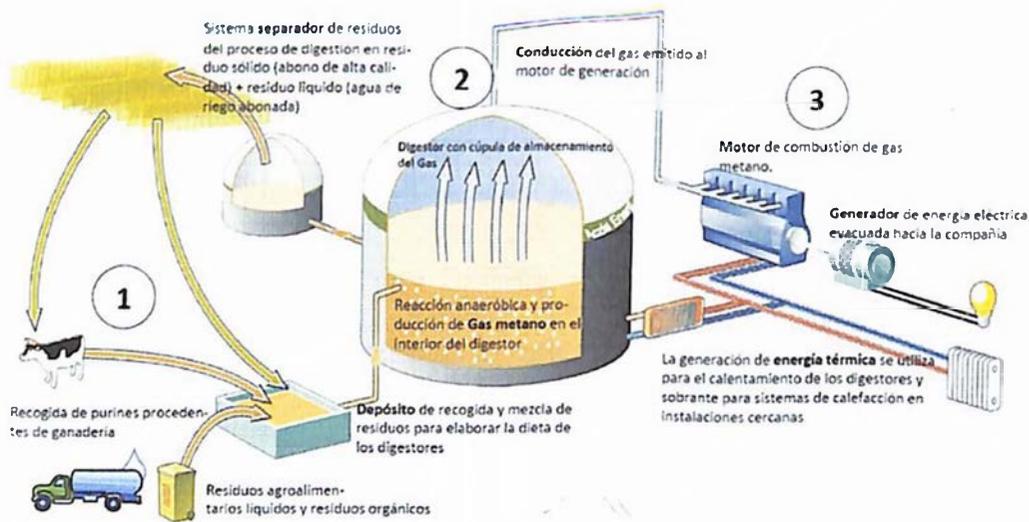


Imagen 5. Proceso de Generación Eléctrica con Biogás

El proceso comienza con la fase de recepción, esta fase es la que recibe y recolecta todo el material orgánico que se utilizara en el proceso de biogás.

Después el material recolectado pasa al Digestor donde ocurrirá todo el proceso anaeróbico junto al mismo tiempo a otro Digestor que procesara los residuos y pasaran a un separador solido-liquido para utilizarlos como abono y almacenarlo.

No obstante también ocurre después del proceso de Digestor, se produce el biogás y se utiliza para los fines deseados.

3.2.1.1. Desechos Orgánicos

Es todo aquel desecho de origen biológico que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, ejemplos: las hojas, ramas, residuos de la fabricación de alimentos o desechos sólidos humanos y animales. Su descomposición en unión con agua se le conoce como biomasa.

3.2.1.2. Composición y propiedades del biogás

El biogás es una mezcla de gases compuesta principalmente de:

Tabla 6. Compuesto de Gases de Biogás

COMPUESTO	CANTIDAD
Metano (CH ₄)	40-70% del volumen
Dióxido de carbono (CO ₂)	30-60 % del volumen
Otros gases	1-5 % del volumen
Hidrógeno (H ₂)	0-1% del volumen
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	0-3 % del volumen

Fuente: Elaboración Propia

Como en cualquier otro gas, algunas de las propiedades características del biogás dependen de la presión y la temperatura. También son afectadas por el contenido de humedad. Los factores más importantes para caracterizar el biogás son los siguientes:

- Cómo cambia el volumen cuando cambian la presión y la temperatura,
- Cómo cambia el valor calorífico cuando cambian la temperatura, presión y/o contenido de agua,
- Cómo cambia el contenido de vapor de agua cuando cambian la temperatura y/o la presión.

El **valor calorífico** del biogás es cerca de 6 kWh por metro cúbico. Es decir que un metro cúbico de biogás es equivalente a aproximadamente medio litro de combustible diesel.

3.2.1.3. Características del Biogás

El biogás es un poco más liviano que el aire y posee una temperatura de inflamación de alrededor de los 700 ° C (Diesel 350 ° C, gasolina y propano cerca de los 500 ° C). La temperatura de la llama alcanza 870 ° C. El biogás está compuesto por alrededor de 60 % de metano (CH₄) y 40% de dióxido de carbono (CO₂). El biogás contiene mínimas cantidades de otros gases, entre otros, 1% de ácido sulfhídrico (H₂S).

Entre más largo es el tiempo de retención, más alto es el contenido de metano, y con esto el poder calorífico. Con tiempos de retención cortos el contenido de metano puede disminuir hasta en un 50%. Con un contenido de metano mucho menor del 50%, el biogás deja de ser inflamable. El primer gas de una planta recién cargada contiene muy poco metano, por esa razón el gas producido en los primeros 3 a 5 días se debe dejar escapar sin utilizarlo. El contenido de metano depende de la temperatura de fermentación. Con bajas temperaturas de fermentación se obtiene un alto porcentaje de gas metano, pero las cantidades de gas son menores.

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

Tabla 7. Porcentaje de metano obtenido en base a los distintos materiales

Material de fermentación	Porcentaje de Metano
Estiércol de gallina	60%
Estiércol de cerdo	67%
Estiércol de establo	55%
Pasto	70%
Desperdicios de cocina	50%

Fuente:

Elaboración propia

3.2.1.4. Beneficios de la tecnología del Biogás

Los sistemas de biogás pueden proveer beneficios a sus usuarios, a la sociedad y al medio ambiente en general:

- Producción de energía (calor, luz, electricidad) ;
- Transformación de desechos orgánicos en fertilizante de alta calidad;
- Mejoramiento de las condiciones higiénicas a través de la reducción de patógenos, huevos de gusanos y moscas;
- Reducción en la cantidad de trabajo relacionado con la recolección de leña para cocinar (principalmente llevado a cabo por mujeres);
- 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.

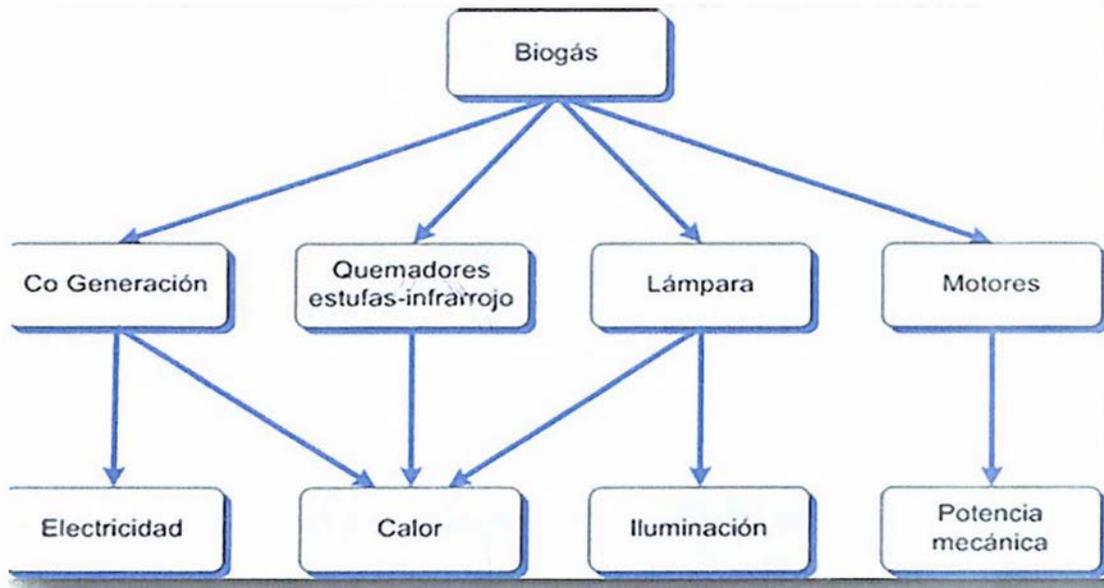
Por lo tanto, la tecnología del biogás puede contribuir sustancialmente a la conservación y el desarrollo. Sin embargo, el monto de dinero requerido para la instalación de las plantas puede ser en muchos casos prohibitivo para la población rural. Por ello, se deben concentrar los esfuerzos en desarrollar sistemas más baratos y en proveer a los interesados de créditos u otras formas de financiación. El financiamiento del gobierno podría verse como una inversión para reducir gastos futuros relacionados con la importación de derivados del petróleo y fertilizantes inorgánicos, con la degradación del medio ambiente, y con la salud y la higiene.

3.2.2. Usos del biogás

En principio el biogás puede ser utilizado en cualquier equipo comercial diseñado para uso con gas natural. El gráfico que se encuentra a continuación resume las posibles aplicaciones.

Más adelante se volverá sobre este tema cuando se traten las distintas aplicaciones en detalle.

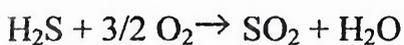
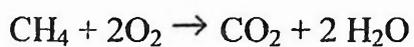
Tabla 8. Usos del Biogás



Fuente: www.textoscientificos.com

3.2.2.1. Principios de la combustión

El biogás mezclado con aire puede ser quemado en un amplio espectro de artefactos descomponiéndose principalmente en CO_2 y H_2O . La combustión completa sin el exceso de aire y con oxígeno puro, puede ser representada por las siguientes ecuaciones químicas:



El requerimiento de aire mínimo sería del 21% pero esta cifra debe ser aumentada para lograr una buena combustión. La relación aire-gas puede ser ajustada aumentando la presión del aire, incrementando la apertura de la válvula dosificadora de gas (el biogás requiere de una apertura 2 a 3 veces mayor a la utilizada por el metano puro y modificando la geometría del paso de aire desde el exterior).

Debido al contenido de dióxido de carbono, el biogás tiene una velocidad de propagación de la llama lenta, 43 cm/seg y por lo tanto la llama tiende a escaparse de los quemadores.

La presión para un correcto uso del gas oscila entre los 7 y los 20 mbar. Se debe tener especial cuidado en este aspecto debido a que se deberán calcular las pérdidas de presión de salida del gasómetro (adicionándole contrapesos en el caso de gasómetros flotantes).

3.2.2.2. Diferentes aplicaciones del biogás

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

Tabla 9. Principales artefactos que utilizan biogás

ARTEFACTO	CONSUMO	RENDIMIENTO (%)
Quemador de cocina	300 - 600 l/h	50 - 60
Lámpara a mantilla (60W)	120 - 170 l/h	30 - 50
Heladera (Nevera) 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: Elaboración Propia

- **Las cocinas y calentadores**

son fácilmente modificables, agrandando el paso del gas de los quemadores. La amplia disponibilidad de este tipo de equipos hace promisorio e interesante su utilización a gran escala.

- **Las lámparas a gas**

tienen una muy baja eficiencia y el ambiente donde se las utilice debe estar adecuadamente ventilado para disipar el calor que generan.

- **Las heladeras (neveras) domésticas**

Constituyen un interesante campo de aplicación directo del biogás debido a que tienen un consumo parejo y distribuido a lo largo de las 24 horas del día lo cual minimiza la necesidad de almacenaje del gas. Estos equipos funcionan bajo el principio de la absorción (generalmente de ciclo amoníaco refrigerante - agua absorbente). Recientemente se han desarrollado equipos para el enfriamiento de leche y/u otros productos agrícolas lo que abre un importante campo de aplicación directa y rentable del mismo.

- **Los quemadores infrarrojos**

Comúnmente utilizados en la calefacción de ambientes (especialmente en criadores) presentan como ventaja su alta eficiencia lo cual minimiza el consumo de gas para un determinado requerimiento térmico.

- **Motores de combustión interna**

El biogás puede ser utilizado en motores de combustión interna tanto a gasolina como diesel. El gas obtenido por fermentación tiene un octanaje que oscila entre 100 y 110 lo cual lo hace muy adecuado para su uso en motores de alta relación volumétrica de compresión, por otro lado una desventaja es su baja velocidad de encendido.

En los motores de Ciclo Otto el carburador convencional es reemplazado por un mezclador de gases. Estos motores son arrancados con nafta y luego siguen funcionando con un 100% de biogás con una merma de la potencia máxima del 20% al 30%.

A los motores de Ciclo Diesel se les agrega un mezclador de gases con un sistema de control manteniendo el sistema de inyección convencional. De esta manera estos motores pueden funcionar con distintas proporciones de biogás diesel y pueden convertirse fácil y rápidamente de un combustible a otro lo cual los hace muy confiables. El gasoil no puede ser reemplazado en los motores funcionando a campo del 85% al 90%, debido a que la autonomía conseguida menor comparada con la original.

La proporción de H₂S en el biogás causa deterioros en las válvulas de admisión y de escape de determinados motores obligando a un cambio más frecuente de los aceites lubricantes. El grado de deterioro en los motores varía considerablemente y los resultados obtenidos experimentalmente suelen ser contradictorios.

- **Motores a biogás**

Los motores a biogás tienen amplio espectro de aplicación siendo los más usuales el bombeo de agua, el picado de raciones y el funcionamiento de ordeñadoras en el área rural. El otro uso muy generalizado es su empleo para activar generadores de electricidad.

Un párrafo aparte merecen los sistemas de cogeneración. Dichos sistemas buscan la mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía contenida en el biogás.

En estos casos la potencia mecánica provista por el eje del motor es aprovechada para generar electricidad a través d un generador. Simultáneamente y por medio de una serie de intercambiadores de calor ubicados en los sistemas de refrigeración (agua y aceite) del motor y en la salida de los gases de escape, se recupera la energía térmica liberada en la combustión interna. De este modo se logra un mejor aprovechamiento de la energía.

La difusión de estos sistemas estará condicionada por la rentabilidad final. Sin embargo representa la utilización más racional del biogás ya que se obtiene una forma de energía extremadamente dúctil como la electricidad al mismo tiempo que una fuente de calor muy necesaria para la calefacción de digestores en zonas frías.

3.3. Biodigestor

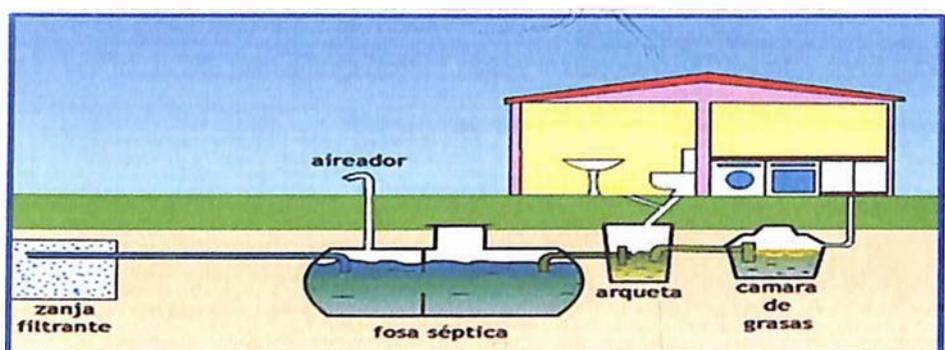
Es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en las heces fecales, para transformar éste en biogás y fertilizante.

3.3.1. Tipos de Biodigestores

Hay muchos tipos de plantas del biogás pero los más comunes son el dosel flotante (indio) y el domo fijo (chino). La aceptabilidad pobre de muchos de estos Biodigestores ha sido principalmente debida a los costos altos, la dificultad de instalación y problemas en la consecución de las partes y repuestos.

3.3.1.1. Pozos sépticos

Es el más antiguo y sencillo digestor anaeróbico que se conoce, utilizado normalmente para la disposición de aguas residuales domésticas. Se cree que de allí deriva el uso potencial de los gases producidos por la fermentación anaeróbica, para el uso doméstico.



Pozo Séptico

3.3.1.2. Biodigestor del domo flotante (Indio)

Este Biodigestor consiste en un tambor, originalmente hecho de acero pero después reemplazado por fibra de vidrio reforzado en plástico (FRP) para superar el problema de corrosión. Normalmente se construye la pared del reactor y fondo de ladrillo, aunque a veces se usa refuerzo en hormigón. Se atrapa el gas producido bajo una tapa flotante que sube y se cae en una guía central. La presión del gas disponible depende del peso del poseedor de gas por el área de la unidad y normalmente varía entre 4 a 8 cm de presión de agua. El reactor se alimenta Semi-continuamente a través de una tubería de entrada.

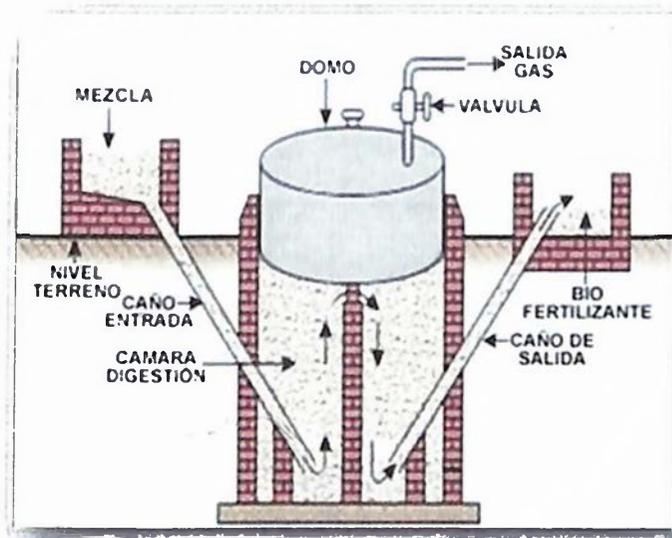
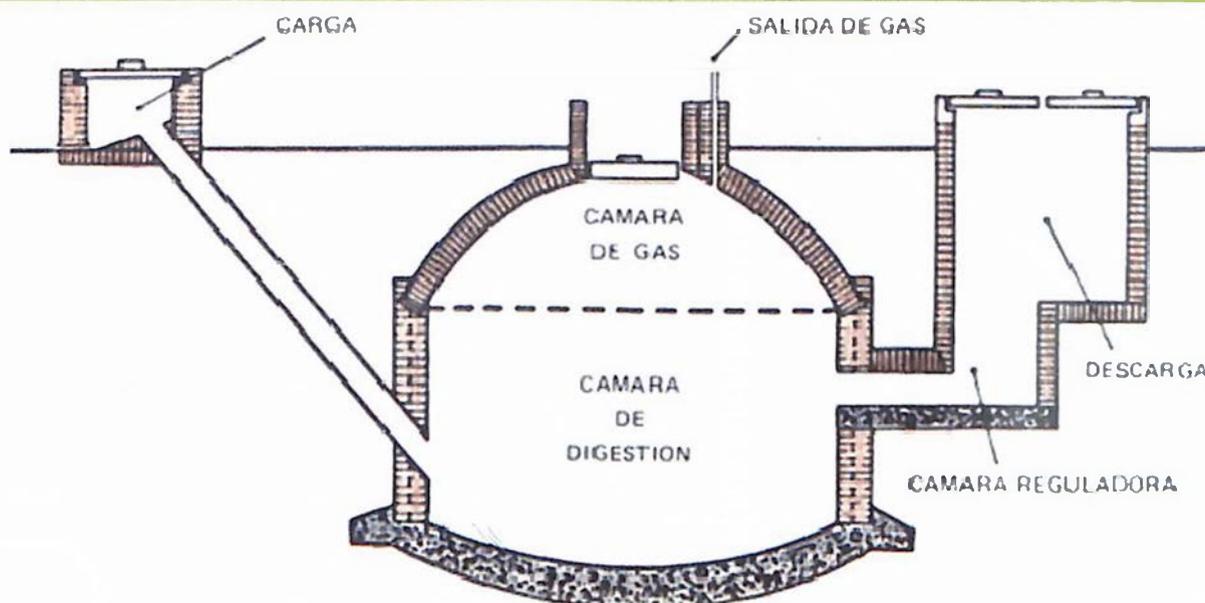


Imagen 6. Biodigestor del domo flotante (Indio)

3.3.1.3. Biodigestor de domo fijo (Chino)

Este reactor consiste en una cámara de gas-firme construida de ladrillos, piedra u hormigón. La cima y los fondos son hemisféricos y son unidos por lados rectos. La superficie interior es sellada por muchas capas delgadas de mortero para hacerlo firme. La tubería de la entrada es recta y extremos nivelados. Hay un tapón de la inspección a la cima del digestor que facilita el limpiado. Se guarda el gas producido durante la digestión bajo el domo y cambia de sitio algunos de los volúmenes del digestor en la cámara del efluente, con presiones en el domo entre 1 y 1.5 m de agua. Esto crea fuerzas estructurales bastante altas y es la razón para la cima hemisférica y el fondo. Se necesitan materiales de alta calidad y recursos humanos costosos para construir este tipo de Biodigestor. Más de cinco millones de Biodigestores se ha construido en China y ha estado funcionando correctamente (FAO, 1992) pero, desgraciadamente, la tecnología no ha sido tan popular fuera de China.



Biodigestor de domo fijo (Chino)

3.3.1.4. Biodigestor de estructura flexible

La inversión alta que exigía construir el Biodigestor de estructura fija resultaba una limitante para el bajo ingreso de los pequeños granjeros. Esto motivó a ingenieros en la Provincia de Taiwán en los años sesenta (FAO, 1992) a hacer Biodigestores de materiales flexibles más baratos. Inicialmente se usaron nylon y neopreno pero ellos demostraron ser relativamente costoso. Un desarrollo mayor en los años setenta era combinar PVC con el residuo de las refinerías de aluminio producto llamado "el barro rojo PVC."



Imagen 7. Biodigestor de estructura flexible

3.3.1.5. Generador

Un generador es una máquina eléctrica que realiza el proceso inverso que un motor eléctrico, que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. Aunque la corriente generada es corriente alterna, puede ser rectificadora para obtener una corriente continua.

3.3.1.6. Generador eléctrico

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estátor). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza (F.E.M.).

CAPÍTULO IV. LA PENINTENCIARIA DE NAJAYO – HOMBRE

4.1. Historia

La cárcel modelo de Najayo fue fundada en 1994, ubicada en la localidad de Najayo, San Cristóbal, con una capacidad inicial para 700 internos, la cual fue ocupada con la población de la Cárcel Preventiva del Ensanche La Fe, Santo Domingo. Su población, hasta la fecha de la investigación es de 4, 572 reclusos.

4.2. Pensamiento Estratégico

4.2.1. Misión

Suministrar seguridad a la sociedad, mediante la aplicación de tratamiento penitenciario a las personas privadas de libertad, (PPL), con el propósito de corregirlas, rehabilitarlas y reinsertarlas socio laboralmente, retornando como hombres y mujeres capaces de cumplir la ley, reduciendo la reincidencia, a fin de contribuir a la creación de una mejor sociedad.

4.2.2. Visión

Garantizar la seguridad a la sociedad, aplicando tratamiento correccional a las personas privadas de libertad, (PPL), en un marco de respeto a su dignidad humana y a las políticas del Estado en materia criminal y penitenciaria, generalizando el sistema progresivo de cumplimiento de las penas, a fin de contribuir a la creación de una mejor sociedad.

4.2.3. Base Legal

El sistema está regido fundamentalmente por la ley 224 de 1984; esta se basa en la Constitución de la República, y las Reglas Mínimas aprobadas por la Organización de las Naciones Unidas en la Convención sobre el Tratamiento del Delincuente celebrada en Ginebra, Suiza en 1955.

Le sirven de complemento otras leyes, como la 674 de 1934, que establece el procedimiento para el pago y cobro de multas impuestas por los tribunales; la número 164 de 1980, sobre libertad condicional; la ley 672 de 1972, que sanciona los malos tratos y actos de tortura cometidos por funcionarios públicos encargados de hacer cumplir la ley y la negligencia que ponga en peligro la integridad de las personas bajo su guarda; la ley 60-93, que dispone la creación de cárceles modelo exclusivas para mujeres en todo el territorio nacional; las leyes 76-02 y 78-03, así como el Código Penal Dominicano y el nuevo Código Procesal Penal, y la ley 78-03 que crea el estatuto del Ministerio Público.

4.3. Organización

4.3.1. Equipo Directivo del Sistema Penitenciario

- Director General: Dr. Manuel de Jesús Pérez Sánchez, Mayor General, P.N.
- Sub. Directora Administrativa: Lic. Milagros Ricardo
- Secretaria General: Lic. Yamel Fernández
- Consultor Jurídico: Lic. Carlos Guerrero
- Depto. de Sistemas Información y Método: Ernesto K. Tanaka

- Depto. Bienestar Social: Dr. Francisco Cárdenas
- Depto. Penitenciario Consular: Lic. Julio B. García
- Depto. de Educación: Lic. Leocadio Zarzuela
- Depto. de Recreación, Deportes y Cultura: Rafael Rojas
- Depto. de Gestión Humana: Lic. Teresa Salcedo
- Depto. Medico: Dra. Annelice Roa
- Depto. de Transportación: Lic. Edward Fernandez
- Depto. de Suministro: Salomón Pérez
- Depto. de Mantenimiento: Arq. Rafael Núñez
- Depto. de Relaciones Humanas: Lic. Luisa Matos

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

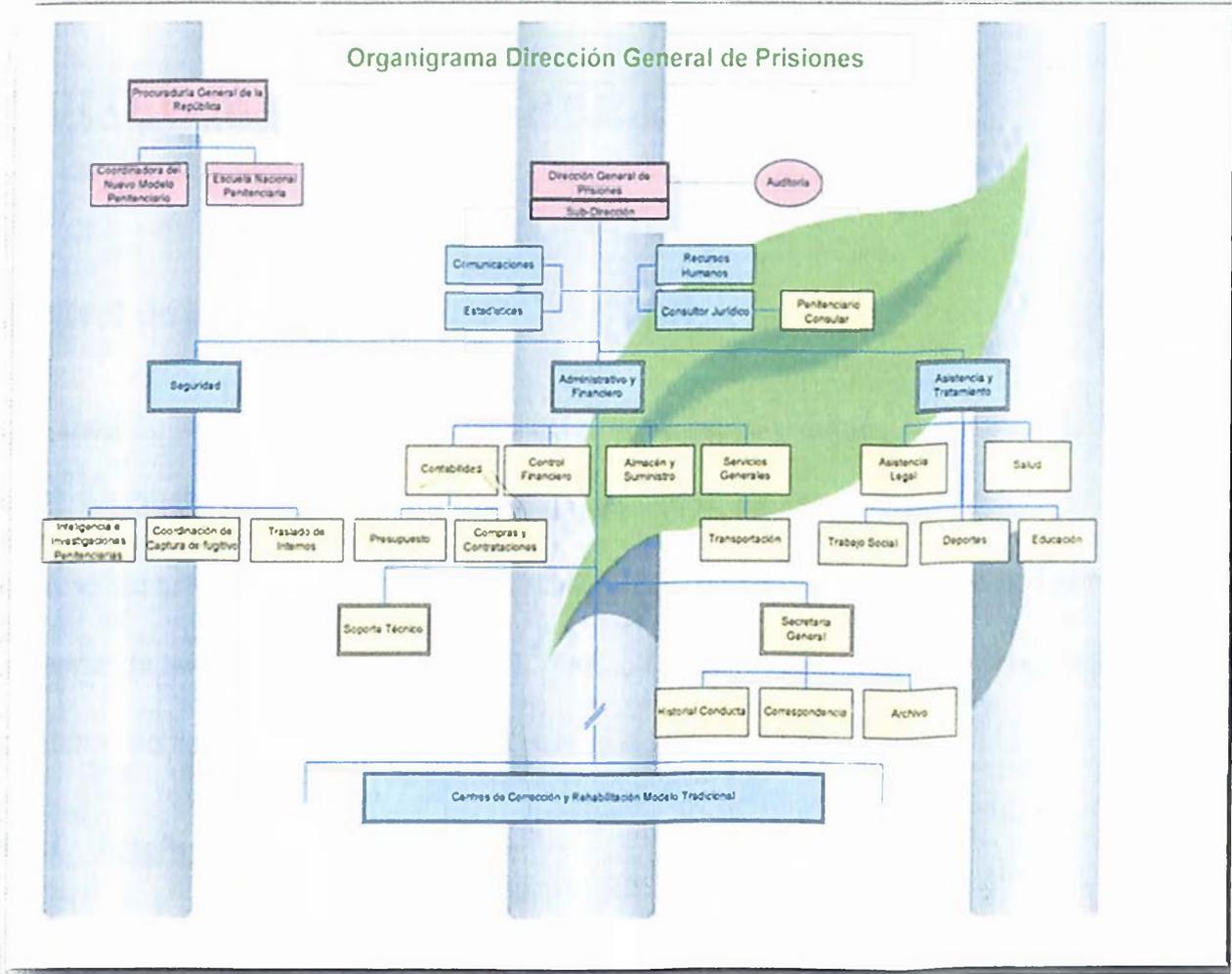


Imagen 8. Organigrama Dirección General de Prisiones

CAPÍTULO V. MARCO METODOLOGICO

5.1. Nivel de investigación

Dentro del análisis se hizo investigaciones a nivel exploratorio, debido a que para la investigación de los factores productivos de biogás a partir de desechos humanos y municipales, hay escasez de información sobre estos factores que son abundantes en dicho centro; así como de los resultados que se podrían esperar de su utilización. También se realizó estudios de tipo descriptivo, donde se observó el comportamiento de las variables importantes para el desarrollo del estudio.

5.1.1. Diseño de la investigación

La investigación realizada tiene carácter documental y de campo puesto que se recurrió a fuentes como libros, revistas, artículos, publicaciones en internet, etc. Y además, se observó sistemas implementados en este y otros países además de otras personas y el propio.

5.2. Metodología para los Lotes de Pruebas

La investigación se centró en los parámetros vitales del sistema de producción que se esperaba tuvieran alguna variación debido al tipo de materia prima , ambiente y/o método utilizado; así como en los que no se encontraban alguna referencia bibliográfica confiable.

Las medidas determinadas son: tiempo promedio de adecuación de la materia prima y ritmo de producción del biogás.

Para determinar el tiempo en que los desechos producen biogás se tomaron mediciones de los siguientes parámetros: temperatura, pH y Factores Inhibidores.

Utilizando un Biodigestor, se determinó el valor promedio de la temperatura con que variaba el Biodigestor, así como los valores de Presión (Psi) de este. Se realizó mediciones bajo condiciones controladas.

Al final del estudio las observaciones de los valores del Biodigestor dieron las bases para comparar el producto obtenido de sistema.

5.2.1. Metodología para el Estudio Técnico

En el estudio técnico se determinó la localización óptima del proyecto, usando el método de calificación por puntos. Se procedió entonces a la determinación de la capacidad a instalar para la autosuficiencia del proyecto, realizando los cálculos adecuados para determinar la cantidad de materia prima (desechos orgánicos que se producen dentro de la Penitenciaría y la cantidad que se vaya a utilizar).

Se realizó la descripción de los procesos que se llevarán a cabo en la planta de producción, representándolos mediante un diagrama de flujo. Se determinó las áreas de trabajo necesarias de acuerdo a lo acostumbrado en este tipo de proyecto. Con esto se obtuvo la distribución óptima de la planta.

5.2.2. Metodología para el Estudio Económico

Se realizó la determinación de los costos en que se incurrirá durante la duración del proyecto, utilizando cotizaciones actuales de los precios de los materiales y equipos que se utilizarán, obtenidas a

través de establecimientos comerciales especializados. Se consideró además la tasa de inflación promedio vigente y proyectada para los próximos cinco años, así como los cargos de depreciación y amortización de la inversión fija y diferida. Para mostrar los costos se realizaron presupuestos de costos de producción y administración, detallando en cada caso el detalle y justificación de cada partida.

Los ingresos se determinaron partiendo del supuesto de que se producirá de forma constante en todos los años. Los flujos netos de efectivo, se presentan en cada estado de situación y reflejan los montos pagados por el interés y el pago a principal de la parte del capital necesario para la inversión inicial para la que se decidió pedir financiamiento.

Para la evaluación económica se utilizó el Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN) y el método de Tasa Interna de Retorno (TIR) para poder así determinar la rentabilidad del proyecto durante toda su vida útil.

El método de VPN se utilizó por dos razones fundamentales, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a pesos de hoy y así puede mostrarse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Por otro lado el método de TIR es el tipo de descuento que hace que el VPN (valor presente o actual neto) sea igual a cero, es decir, el tipo de descuento de iguala al valor actual de los flujos de entrada (positivos) con el flujo de salida inicial y otros flujos negativos actualizados de un proyecto de inversión. En el análisis de inversión, para un proyecto se considera rentable, su TIR debe ser superior al coste del capital empleado. De manera, que al utilizar estas dos herramientas, se puede determinar la factibilidad del proyecto.

5.3. Herramientas de Recolección de datos

- Consulta a Expertos: para poder tener una mayor precisión en el análisis.
- Visitas Técnicas: se realizaron varias visitas a la penitenciaría de Najayo para conocer la situación de los desechos y aumentar los conocimientos obtenidos con las ideas propias e investigación bibliográficas realizadas, se creó el diseño.
- Lectura de documentos: se realizó a través de la recolección de las premisas teóricas por medio de fuentes bibliográficas, que a la vez comprendió varias partes:
 - Libros, folletos y documentos de personas e instituciones relacionadas con la materia.
 - Navegación por Internet: se utilizó para investigar acerca de los conceptos de mayor importancia en la producción de biogás y consultar la información que hay registrada acerca de los trabajos realizados por personas tanto nacionales como internacionales.
- Registro fotográfico: se utilizó para fotografiar el Biodigestor para llevar un avance del proyecto.
- Observaciones: se realizó sobre el Biodigestor de prueba. La prueba y medición de los datos dieron parámetros que se hizo a través de hoja de comprobación y recogida de datos.

5.3.1. Herramienta de Procesamiento y Análisis de datos

Después de tener toda la información necesaria fue sometida a las siguientes operaciones:

- Clasificación: cuando va a ser estudiado un gran número de objetos, puede ser útil estructurar la agrupación material de los objetos en clases.

- Tabulación: tabular es organizar datos en una tabla de columnas.

Para el análisis de datos se utilizara los siguientes métodos:

- Análisis: es la distinción y la separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.
- Síntesis: es la composición de algo a partir del análisis de todos sus elementos por separado.
- Deducción: infiere hechos basándose e leyes generales.
- Estadístico descriptivo: se refiere a la recolección, presentación, descripción, análisis e interpretación de una colección de datos, esencialmente consiste en resumir estos como uno o dos elementos de información (medidas descriptivas) que caracterizan la totalidad de los mismos.
- Diagrama de flujo: se utilizara para la representación gráfica de las operaciones realizadas en la Penitenciaría a de Najayo- Hombre.

CAPÍTULO VI. INVESTIGACION DE CAMPO

Esta sección está referida a como se desarrolló, resultados y conclusiones de la investigación realizada en los Biodigestores de prueba instalados en el campus de la universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

6.1. Diseño de prototipos

6.1.1. Prototipo I

El primer prototipo consistió en un recipiente de polivinilo, con capacidad para 10 galones, fue rechazado, ya que a una presión de 5 psi presentaba una deformación irregular a su estructura y fisuras en los empalmes de conexión de las tuberías de alimentación.

6.1.2. Prototipo II

Se preparó un Biodigestor a partir de un tanque de agua modificado como prototipo de para examinar el tiempo, la presión del gas y los cambios relacionados con la humedad durante el proceso de descomposición del material. El Biodigestor tiene una capacidad de 25 galones, quedando por arriba del nivel del suelo utilizando dos blocks debajo, al descubierto, de acero con una entrada de sustrato, una salida de biofertilizante y una salida para el biogás.



Imagen 9. Prototipo II

Se modificó adicionándoles un sistema de válvulas para la alimentación de biomasa.

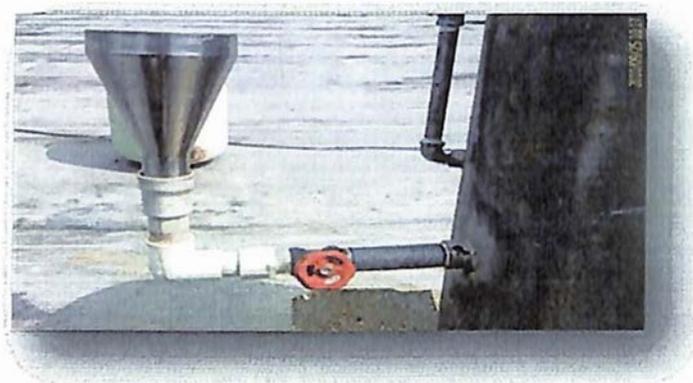


Imagen 10. Válvula de Alimentación de Biomasa. Prototipo II

Un sistema de drenado para la salida de la biomasa ya realizado el proceso de extracción del biogás.



Imagen 11. Sistema de drenado. Prototipo II

Además de un pequeño sistema de monitoreo de presión de gases, elaborado con un manómetro de 100 psi y válvula de extracción.



Imagen 12. Sistema de monitoreo de presión de gases. Prototipo II

En cuanto a diseño, estructura y funcionalidad el Biodigestor aprobó los requerimientos del experimento, pero fue rechazado, debido a que no toleró el sistema de degradación del Biodigestor y

contaminó la biomasa con óxido metálico, de esta manera alterando el pH del experimento, pero ya que el experimento en cuestión era para el diseño del Biodigestor este arrojó datos positivos.

6.1.2.1. Tiempo promedio de la materia prima en la Biodigestor (Prototipo II)

El experimento duro 55 días con factores climáticos volubles no típicos de la estación climática (depresiones tropicales y vaguadas). Con una temperatura promedio de 32°C, utilizando como energía calorífica la luz solar. Las variaciones de temperaturas en relación al factor climático en base a los días se presentan en la siguientes tabla y gráfica.

Tabla 10. Temperatura Biodigestor

Temperatura			
Día	Biodigestor	Día	Biodigestor
1	35	29	32
3	38	31	33
5	30	33	34
7	29	35	32
9	30	37	33
11	24	39	32
13	37	41	33
15	31	43	35
17	26	45	33
19	29	47	34
21	31	49	33
23	32	51	32
25	36	53	31
27	35	55	30

Fuente: Elaboración Propia

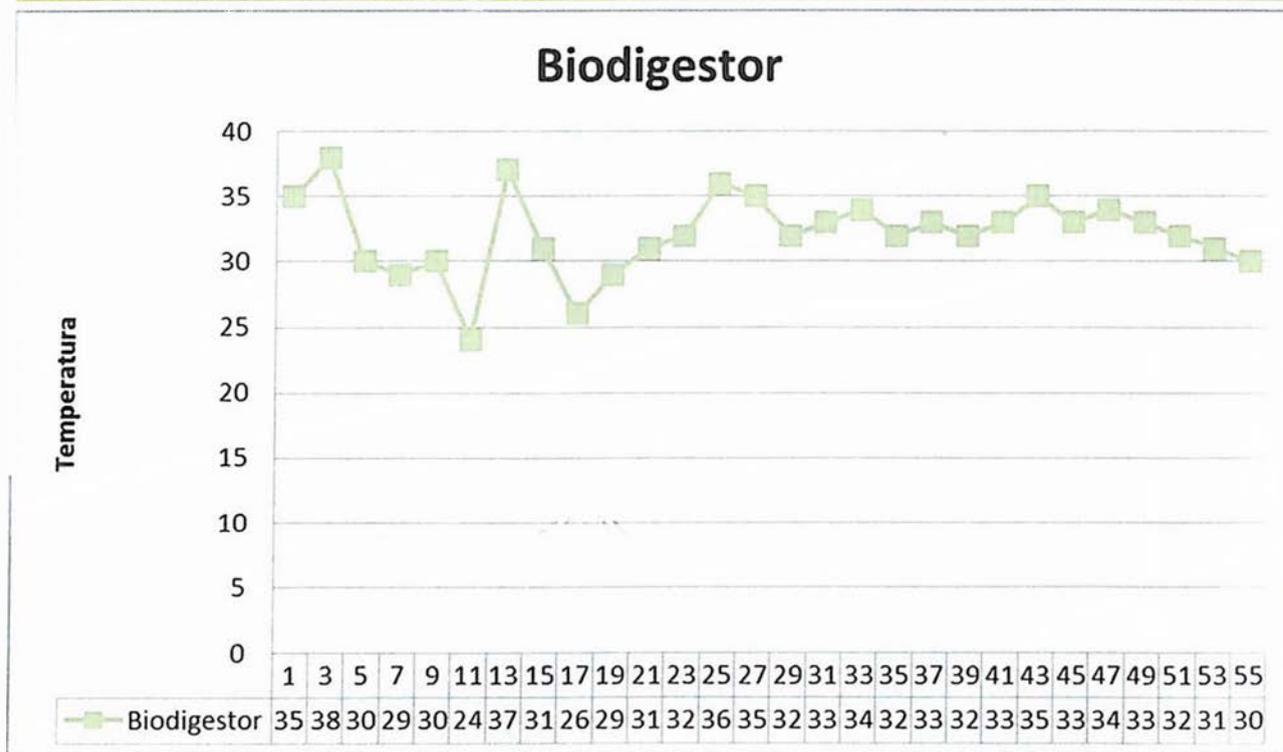


Imagen 13. Variacion de Temperatura del Biodigestor

El estudio se realizó por 8 semanas, durante el período que duró el experimento, el Biodigestor se mantuvo a un cambio de temperatura de 22 °C a 35°C. El contenido se agitaba por día para permitir una aceleración de la degradación y creación de bacterias anaeróbicas.

6.1.2.2. Resultados experimento (Prototipo II)

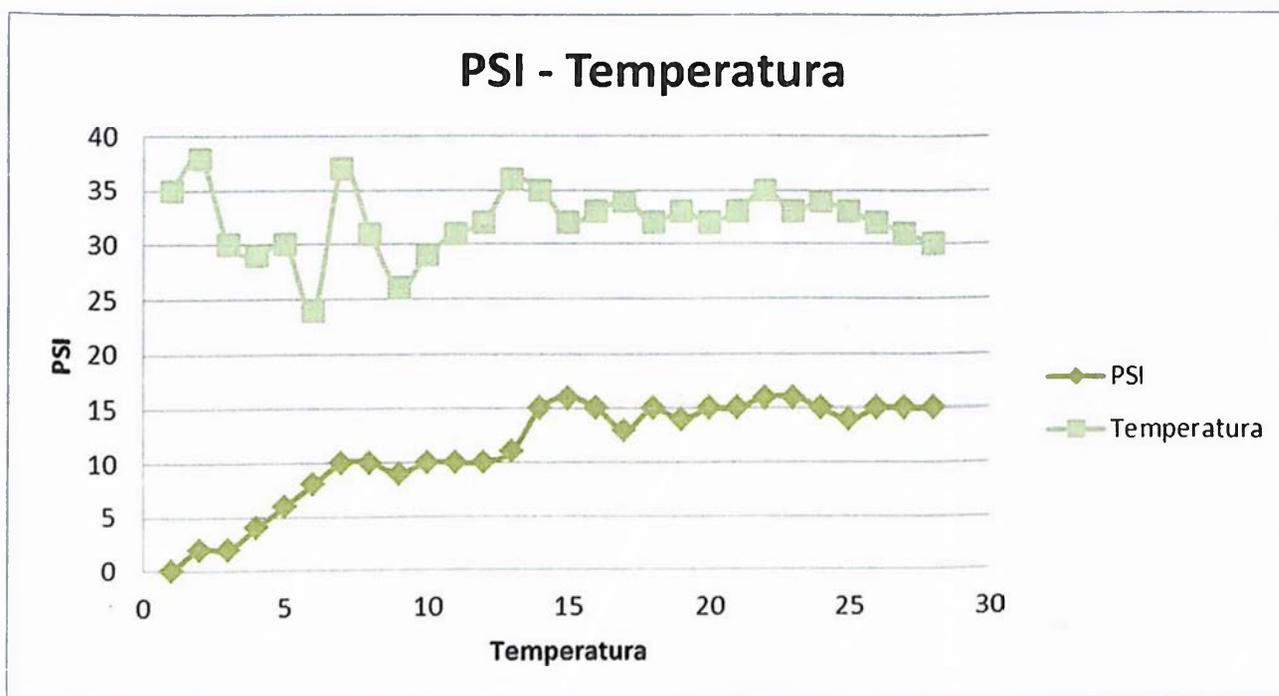
La temperatura fue tomada cada 2 días mostrando una variación significativa con relación al tiempo, después de 3 semanas el experimento se mantuvo a temperatura ambiente, el estudio abarcó 55 días de promedio, durante el período que duró el experimento, se recogieron información referente a la presión interna del sistema; así como también de los grados de temperatura.

Tabla 11. Presión – Temperatura del Biodigestor

Presión (Psi) - Temperatura	
Psi	Temperatura
0	35
2	38
2	30
4	29
6	30
8	24
10	37
10	31
9	26
10	29
10	31
10	32
11	36
15	35
16	32
15	33
13	34

15	32
14	33
15	32
15	33
16	35
16	33
15	34
14	33
15	32
15	31
15	30

Fuente: Elaboración Propia



6.2. Experimento de balanceo y clasificación de las biomasas

El objetivo de este experimento, fue encontrar combinaciones de materia orgánica para una buena producción de biogás, los datos previos de las materias a utilizar fueron certeros y así el experimento arrojó resultados positivos.

6.2.1. Materia Prima Utilizada y adecuación

Los materiales utilizados fueron ejemplos exactos de los desechos orgánicos propios de los desperdicios de comida que se pueden encontrar en la penitenciaría de Najayo Hombres. Los mismos estuvieron sujetos a un proceso de triturado manual para mejorar su rendimiento al momento de la biodigestión.



Imagen 15. Desechos de Comida, Hojas y Huesos de Pollo



Imagen 16. Desechos de Vegetales

6.3. Resultados de la investigación de campo

Se logró alcanzar los objetivos deseados para la producción de biogás a los dos meses (8 semanas) que duró el experimento.

Debido a que no se utilizaron sustratos con niveles de inhibidores perjudiciales para la producción de biogás, el producto es apto. No obstante si se llegase a integrar sustratos con niveles altos o fuera de los estándares de inhibidores no sería apto el producto por los niveles elevados de sulfuro y no se produciría el biogás.

CAPÍTULO VII. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA

Este capítulo trata sobre los aspectos relevantes que se tomaron en cuenta a la hora de la selección del tamaño ideal y ubicación de las instalaciones. Para un funcionamiento óptimo

7.1. Tamaño de planta

La determinación del tamaño de planta depende de la disponibilidad de la materia prima, tecnología, demanda, etc.

El interés principal para el proyecto es la generación de electricidad para la penitenciaría por medio de biogás, por tanto, el consumo de energía y la cantidad de materia prima es un factor importante para la determinación del tamaño óptimo de planta, por lo que necesariamente deberá definirse en función del crecimiento esperado de la generación de desechos.

La disponibilidad de la materia prima, así como la tecnología de generación nos permite una capacidad de ampliación determinada, que se convierte en una restricción significativa al crecimiento de la misma, por lo que es recomendable invertir en una capacidad de generación superior a la requerida.

7.1.1. Concordancia Tamaño – Demanda

Este es un factor importante para el tamaño del proyecto, pues solo se aceptara si la demanda energética existente es mayor que el mismo.

7.1.2. Concordancia Tamaño – Suministro e Insumos

El Abasto suficiente en cantidad y calidad de las materia primas es de aspecto vital para el desarrollo de este proyecto. La relación de proveedor se establece exclusivamente con la penitenciaría, ya que el insumo principal es el resultado de sus actividades y funciones, también la administración de los demás insumos como (el agua, seguridad, comunicación, etc.) son responsabilidad de la penitenciaría.

7.1.3. Concordancia Tamaño – Tecnología y Equipos

Hay ciertos procesos, maquinarias y equipos que exigen una escala mínima para ser aplicables, ya que por debajo de ciertos niveles no sería rentable. El tamaño está definido por la capacidad de equipos, procesos y generación. En la planta los procesos son el de selección, separación y clasificación de la materia prima, mezclado, fermentación, generación de biogás y generación de electricidad por medio de este.

7.1.4. Concordancia Tamaño – Inversión y Financiamiento

Se refiere a la disponibilidad de los recursos para invertir, que viene dado por los costos de equipos, maquinarias e instalaciones y el financiamiento que pueda conseguirse y por la facilidad de acceso a las diferentes fuentes de financiamiento nacional como extranjera para el proyecto. La inversión y el financiamiento vienen dados por la Procuraduría General de la República Dominicana.

7.1.5. Tamaño Óptimo de Planta

El tamaño óptimo de planta viene dado por la disponibilidad de la materia prima, la demanda energética de la penitenciaría, la experiencia de otros países en el área de producción de biogás (como energía alternativa) para producir electricidad, la tecnología y la producción a gran escala para compensar la demanda energética.

7.1.6. Tamaño Óptimo de planta de la Penitenciaría de Najayo Hombres

Para elegir el tamaño Óptimo de planta de la Penitenciaría de Najayo Hombres se precederá a determinar el tamaño máximo de planta, lo cual viene dado por la disponibilidad de los desechos orgánicos de la penitenciaría y el mínimo para satisfacer la demanda energética.

Como se ha podido determinar en la investigación, la producción de desecho orgánico de un hombre en un día es de 0.40 KG, tomando como base este dato y la cantidad de reos en la cárcel se pudo calcular la cantidad de biogás producido al diaria y mensualmente de la prisión.

También se tomó en cuenta la basura orgánica de la cárcel de la que solo se utilizan unos 700kg al día, pues es lo mínimo producido en la cárcel en este período de tiempo. Todos los cálculos de biogás en relación con el metano están basado en una consideración de 90% CH₄ por m³ de biogás producido.

Por medio de la tabla que sigue a continuación, se nombran los símbolos mas usuales para este tipo de proyecto.

Tabla 12. Leyenda de Formulas

Leyenda de Formulas	
Vbn	Volumen Biogás Necesario
Gbs	Generacion Biogás
Kg	Kilogramos
m³	Metros Cúbicos
KW/h	Kilowatt Hora
P	Cantidad de Personas
Vbp	Cantidad de biogás producido por una persona
Vbo	Cantidad de biogás por basura

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente es una de las fórmulas utilizadas para el cálculo de la producción de biogás en un sistema controlado (biodigestor)

$$Vbn = (P)(Vbp) + (Kg)(Vbo)$$

Tabla 13. Leyenda de los Datos

Leyenda de Datos	
Kg	7/día
P	3614.00
Vbp	0.028/día
Vbo	0.8/día

Fuente: Elaboración Propia

Sustituyendo, se tiene que:

$$V_{bn} = (3614)(0,03 \text{ m}^3) + (700)(0,80 \text{ m}^3) = 704.56 \text{ m}^3/\text{día}$$

Y al mes se obtienen:

$$V_{bn} = (3614 \text{ m}^3/\text{día}) (30) + (700 \text{ m}^3/\text{día}) (30) = 21,136.80 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Es la capacidad de biogás al mes obtenida de los desechos orgánicos de los reos y la basura orgánica de la prisión.

Utilizando los resultados anteriores de VBN mensual y tomando en consideración de que un 1 Kw/h es igual a 1.2 m³ de biogás tenemos:

$$G_{bs} = V_{bn} \times 1 \text{ Kw/h} / 1,2 \text{ m}^3$$

Sustituyendo en la formula anterior:

$$G_{bs} = 21,035.76 \times 1 \text{ Kw/h} / 1.2 \text{ m}^3 = 17,614 \text{ Kw/h}$$

Se consideró una capacidad instalada para el proyecto de 21,136.80 m³ de biogás/mes. Dado este resultado, demuestra que el proyecto puede satisfacer el 90% de la demanda de generación eléctrica de 17,614 Kw/h al mes para la penitenciaría.

Como la planta estará ubicada en la misma cárcel, el costo de transportación de la materia prima es mínimo.

7.2. LOCALIZACION DE PLANTA

La penitenciaría de Najayo (Hombres) tiene el tamaño y la demanda energética necesaria para el desarrollo del proyecto, pues el material orgánico que se produce es suficiente para la producción de biogás y generación de electricidad.

Para determinar las posibles ubicaciones de la planta hay que tomar en cuenta factores como: la cercanía de las materias primas (Desechos Orgánicos), tamaño de la infraestructura, disponibilidad del agua, entre otros.

7.2.1. Evaluación de la ubicación

7.2.1.1. Cercanía de las materias primas

Para la evaluación de la ubicación, en este aspecto se tomó en cuenta la cantidad de biogás que se necesita producir, la proximidad de los desechos orgánicos (estiércol de animales, desechos de comidas, aguas negras de la cárcel, entre otras) y la cercanía a otros recursos como desechos de árboles (hojas, pedazos de madera).

7.2.1.2. Penitenciaría de Najayo (Hombres)



Imagen 17. Foto del terreno propuesto para la instalación de la planta

La ubicación A y ubicación B. Estas imágenes fueron obtenidas utilizando la herramienta Google Earth.

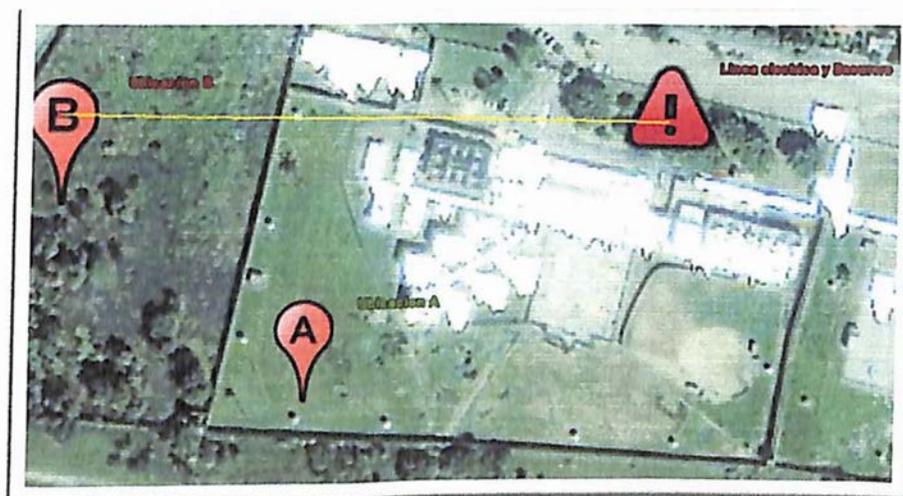


Imagen 18. Distancia desde la ubicación B hasta la línea eléctrica y depósito de basura



Imagen 19. Distancia desde la ubicación A hasta la línea eléctrica y depósito de basura

La ubicación A se encuentra a 189.60 metros de la Línea eléctrica y de distribución principal de Basura y la ubicación B se encuentra a 264.58 metros.

Las ubicación A y B se han tomado en consideración debido a las características que cuenta en cercanía del complejo y distancia , pero sobre todo el espacio necesario para la instalación , así como responde a los requerimientos de abastecimientos necesarios y Seguridad.

7.2.2. Factores Relevantes de Localización

7.2.2.1. Cercanía de las Materias Primas

La cercanía en un punto estratégico a los recursos a productivos supone un punto a favor a la eficiencia en los costos y tiempo de transportación y disponibilidad de la materia prima.

7.2.2.2. Terreno

La planta debe estar ubicada en un lugar con suficiente espacio para la instalación de los biodigestores, hélice de los generadores y para la distribución adecuada para el fácil manejo. Las ubicaciones presentadas cumplen con estos requisitos y no presentan ninguna obstrucción para la planta.

7.2.2.3. Facilidad de preparación del terreno

Comprende las actividades que se deben realizar para poder preparar el terreno para las instalaciones de la planta así como tomar en cuenta los demás factores.

7.2.2.4. Disponibilidad de Agua

El agua es necesaria para la producción de biogás, pues con esta se hace una mezcla homogénea con la biomasa, el equilibrio agua- desechos es fundamental para el proceso de producción de biogás y generación de electricidad.

El abastecimiento de agua debe ser constante y con buena presión, para que el proceso no se detenga, en la ubicación seleccionada para la planta.

7.2.2.5. Seguridad de la ubicación

La seguridad es primordial para la planta porque una falla de seguridad es peligrosa para los trabajadores y alrededor; el lugar debe estar bien iluminado en las noches y debe tener suficiente vigilancia para proteger las instalaciones y estar rodeada con un muro y malla para evitar posibles infiltraciones indebidas de personas y animales igual que el control de olores y gases.

7.2.2.6. Facilidad de acceso

La localización de la planta debe permitir el fácil acceso a los transportes para la construcción y el movimiento de equipos pesados para depósito de materia prima.

7.2.2.7. Evaluación de los factores para la Localización Optima de Planta

Se utilizó para la evaluación de los factores el Método cualitativo por puntos, que consiste en una comparación cuantitativa de diferentes posibles ubicaciones para la planta, dándole un peso a cada factor (de 0 a 10), que es el grado de importancia de cada factor, asignación de una escala común a cada factor, calificación de acuerdo a la escala designada y elección del lugar con más puntuación será el que mejor se ajustaría para la planta.

7.2.3. Ponderación porcentual de Factores para la localización de planta de la penitenciaría de Najayo Hombres

A continuación se realizó una evaluación de cualidades por el método de ponderación de factores, esto nos permitió asignarles un valor a las diferentes características que implicaban las diferentes ubicaciones de la planta

Los factores son:

- a) Cercanía de la materia Prima
- b) Terreno
- c) Facilidad de Preparación de los Terrenos

- d) Disponibilidad de Agua
- e) Seguridad de la Ubicación
- f) Facilidad de acceso

La calificación que se utilizó es la siguiente

Excelente – exuberante Cantidad	9-10
Muy buena – Suficiente	7-8
Buena – Buena Cantidad	5-6
Regular – Regular	3-4
Mala – Insuficiente	1-2

7.2.3.1. Ponderación de los factores

En la siguiente grafica se muestra como se utilizó el método de ponderación de valores, en el cual se confrontan las diferentes características y así determinar cuál es la ubicación idónea.

	A	B	C	D	E	F	Conteo
A					1	1	2
B	1		1	1	1	1	5
C	1				1	1	3
D	1	1				1	3
E	1					1	2
F					1		1
						TOTAL	16

Fuente: Elaboración Propia

En esta tabla se muestra los valores correspondiente al nivel de importancia que se le asignó en la grafica.

Factores	Peso	A		B	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Cercanía de Materia Prima	12,50%	9	1,2861	9	1,2861
Terreno	31,25%	9	2,5713	8	2,2856
Facilidad de Preparación de los Terrenos	18,75%	6	1,2858	7	1,5001
Disponibilidad de Agua	18,75%	8	1,7144	8	1,7144
Seguridad de la Ubicación	12,50%	7	0,4998	9	0,6426
Facilidad de Acceso	6,25%	8	0,5712	5	0,357
Totales			7,9286		7,7858

Imagen 20. Calificaciones de las instalaciones evaluadas

Fuente: Elaboración Propia

En la Calificación de los Valores cada lugar de ubicación seleccionada en este caso la ubicación A y B cercana a la penitenciaría de Najayo Hombres se le asignó una escala de valores que irá desde 1 a 10 que va a equivaler a si es muy exuberante la cantidad del material o si es insuficiente de acuerdo a la categoría que se le esté asignando el valor, los valores son asignados según el criterio del investigador, en el cuadro anterior se aplicó la calificación y la suma de los puntos de cada lugar es el resultado que se tomó en consideración para la selección óptima de planta.

7.2.4. Selección Óptima de la Planta para la Penitenciaría de Najayo (Hombres)

La Selección Óptima de la Planta según el Método por Puntos es la Ubicación A, por ser la que mayor puntuación obtuvo en la calificación de ponderación por puntos.

7.3. Conclusión

La capacidad máxima de la planta depende directamente de la cantidad de desechos orgánicos producidos por la misma penitenciaría de Najayo (Hombres); lo que nos lleva a una producción mensual de biogás de 21,136.80 m³/mes y una generación eléctrica mensual de 17,614 Kw/h., en este caso el proyecto cumple con el 90% de la demanda energética de la cárcel y el costo del transporte de material será mínimo.

La planta cuenta con una flexibilidad de aplicación para poder duplicar su capacidad actual, pues la localización de la misma lo permite.

La ubicación seleccionada para la cárcel presenta una ventaja de transporte y espacio suficiente para el proyecto, ya que permite el ahorro de algunos gastos de construcción y gastos generales por la cercanía a los recursos necesarios para el proceso.

CAPÍTULO VIII.INGENIERIA DEL PROYECTO

En esta parte del Estudio Técnico se definió todo lo relacionado con el diseño, instalación y el funcionamiento de la planta. Los principales temas a tocar son: la descripción del proceso de generación de biogás, los equipos y maquinarias, la distribución de planta y organización.

8.1. Definición del producto

8.1.1. Características técnicas

Se llama biogás a la mezcla constituida por metano (CH_4) en una proporción que oscila entre un 50% a un 70% y dióxido de carbono (CO_2) conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno.

8.1.1.1. Materia prima

Las materias primas fermentables a utilizar, incluyen dentro de un amplio espectro a los excrementos humanos, aguas cloacales y desechos municipales, como los residuos de las diferentes microindustrias habilitadas dentro de la penitenciaría aparte de los desechos de la cocina y comedor.

8.1.1.2. Temperatura del sustrato

En esta parte se debe controlar la temperatura de la materia orgánica para que no sobrepase el límite soportado para el proceso que es de un mínimo de 30°C y un máximo de 65°C .

8.1.1.3. Tiempos de retención

En esta parte el digestor continuo tiene un tiempo de retención relacionado con los días del cociente entre el volumen del digestor y el volumen de carga diaria.

De acuerdo al diseño del Biodigestor, el mezclado y la forma de extracción de los efluentes pueden existir variables en el límite mínimo de los T.R., lo cual está dado por la tasa de reproducción de las bacterias metanogénicas debido a que la continua salida de efluente.

8.1.2. Especificaciones de calidad

El biogás, además de metano tiene otra serie de compuestos que se comportan como impurezas: agua, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles como hidrocarburos halogenados, siloxanos, etc. Por lo tanto, es necesaria la limpieza del combustible, para la finalidad de este proyecto.

El biogás será sometido a un proceso de condensación y filtrado, con el fin de eliminar las impurezas del mismo, ya que estas impurezas afectan la capacidad de rendimiento de los generadores y su vida útil.

8.1.2.1. Calidad de la materia prima

Los desperdicios municipales producidos dentro de la penitenciaría, serán previamente clasificados, con el fin de eliminar cualquier factor inhibitor, que pueda ser capaz de alterar o anular la capacidad

productiva de la biomasa dentro del biodigestor. Esta clasificación se realizará de forma manual y constante.

8.1.2.2. Control de calidad

El control de calidad se realizará en la biomasa y el biogás para comprobar si contienen inhibidores y una cantidad tolerable de sulfuro en él, todo eso se hará por medio de muestras tomada al principio y al final de la línea de producción y llevadas al IBI para que sea analizada.

Es de suma importancia llevar un registro de control de calidad adecuado para mantener los registros de las estadísticas.

8.1.2.3. Las normas técnicas de calidad

La norma para la gestión ambiental de residuos sólidos municipales (12/2003)

Que nos indica los requerimientos para poder manejar los desechos sólidos (aguas negras) de los municipios o viviendas, también sobre los requerimientos sanitarios que se deben cumplir para las actividades que involucren esta norma (ver Anexo 2)

8.2. Proceso de producción

8.2.1. Análisis de las tecnologías existentes

8.2.1.1. Reactor

El lugar seleccionado cuenta con una infraestructura que se puede adaptar para la construcción del Biodigestor. Dicha estructura es el pozo séptico de mayor capacidad volumétrica, ubicado en la parte trasera de las instalaciones penales, muy conveniente para este proyecto, ya que ofrece una excelente ubicación para la extracción de las aguas cloacales necesarias para la producción de biogás.

El pozo séptico, se encuentra soterrado, ideal para el proceso de biodigestion y control de temperatura, además del uso de la gravedad como fuerza de movimiento para el llenado del reactor.

8.2.1.2. Generador eléctrico

El recinto cuenta con un generador eléctrico de combustión interna, con una capacidad de 350 KW/H, proporcionando una salida monofásica de 220v, utilizando Diesel como combustible fósil.

8.2.2. Recolección de materia prima

8.2.2.1. Desechos sólidos

La penitenciaría consta de unos 50 tanques de 54 gls. en sus instalaciones que son utilizados como zafacones de las diferentes celdas y áreas comunes. Los mismos son recolectados diariamente por un personal designado por la penitenciaría y vaciados en un camión que lo transporta hasta un vertedero municipal.

Se establecerá un área para la clasificación y selección de los desechos, para luego utilizar los orgánicos y enviar al vertedero los inútiles.

8.2.2.2. Aguas cloacales

Existen unos 8 pozos sépticos, que conforman parte de la red sanitaria del recinto penitenciario. Para la extracción de las aguas cloacales se utilizará una bomba de aguas negras con mangueras flexibles para mayor comodidad y adaptabilidad.

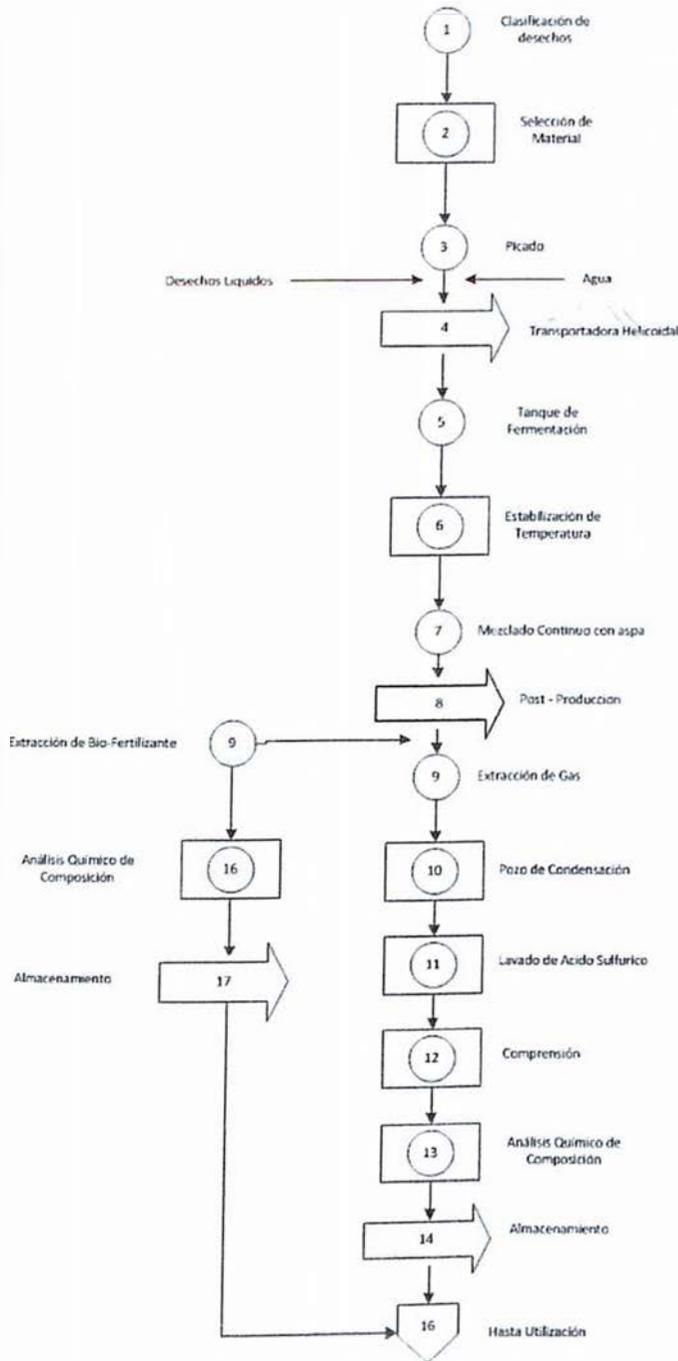
8.2.3. Balance de materia

Las excreciones humanas no son lo suficientemente productoras de metano como para promover la rentabilidad del proyecto, pero es un buen agente bacteriológico para la fermentación en el reactor, además de estar presente con una gran cantidad de agua del sistema de alcantarillas del penal, le da la adecuación necesaria para conformar el 35% de la carga de biomasa, dejando el otro 65% para los residuos municipales orgánicos preseleccionados del recinto. Consta mencionar que estos porcentajes son de la cantidad de biomasa en el reactor, más no el volumen total del reactor.

El porcentaje de biomasa dentro del reactor con relación a su volumen es del 50%, dejando así espacio para la producción y acumulación de biogás en la parte superior del biodigestor.

8.2.4. Diagrama de flujo

DIAGRAMA DE PROCESO DE LA ELABORACION DE BIOGAS
CARCEL DE NAJAYO - HOMBRES



Funciones	Numero
	6
	4
	7
	2

8.3. Selección de Maquinarias, Herramientas y Equipos.

En concordancia con el tamaño de producción determinado, se requiere de los siguientes equipos:

Tabla 14. Maquinarias, Herramientas y Equipos

EQUIPOS	CANTIDAD
Bomba de aguas negras	2
Bomba de agua	2
PH-metro	1
Compresor	2
Termómetro	1
Trituradora	1
Carretilla	2
Pala cuadrada	3
Machete	3
Rastrillo	1
Tijera para podar	1
Tanque plástico 50gl.	1
Tubería de 1/4	50
Llave de paso de 2"	1
Tubo PVC 1/2x19	1

Fuente: Elaboración Propia

8.3.1. Especificaciones y características

- **Bomba de Aguas negras:** Bombas centrifugas Sumergibles para Aguas Negras, Agua de Lluvia. La bomba centrífuga KSB KRT se recomienda para bombear aguas de descarga, aguas sucias, aguas negras o cualquier tipo de tratamiento de aguas.

Tabla 15. Especificaciones de Bomba de Agua Negras

CONCEPTO	INDICADOR
Capacidad (Q)	Hasta 45000 GPM
Carga (H)	Hasta 328 Pies (100 Mt)
Temperatura (T)	Hasta 60 °C
Metalurgia	Fierro Vaciado, Duplex, Norihard

Fuente: Elaboración Propia

- **Trituradora**

Eléctrica, Potencia de 2 Kw, Capacidad de Procesamiento de 100 Kg/h.

- **Bomba de agua**

Centrifuga de 5.5 HP /220V

- **PH-Metro**

El pH-metro de laboratorio de mesa, robusto y sencillo de usar. De gran pantalla para su fácil lectura y con teclado ergonómico que se pueden medir el pH. Con calibración sencilla y que se realice manualmente por medio de dos compensadores.

- **Termómetro**

Termómetro digital con pantalla lcd, con sonda de temperatura de largo alcance para medición interna de la biomasa en el Biodigestor, la longitud de la sonda es de 2` (pies)

- **Compresores**

- **Compresor del biogás**

Semi-hermético a 220v monofásico, tipo V, de 2 HP a 1.5 KW, con juego de válvulas roscadas. Con un desplazamiento de gas de 16.5 m³/h, una presión en alta de hasta 140 LBS.

- **Compresor del sistema de refrigeración**

Compresor monofásico a 220v, tipo scroll de 18,000 BTU. Con salidas soldables a tubería de cobre.

8.3.2. Capacidad Instalada

La capacidad instalada es de unos 162.39 m³/día de Biogás. Cada día se recolectan unos 450 Kg de Desechos Orgánicos, estos pueden ser clasificados y procesados para una mezcla homogénea para conformar la biomasa.

A continuación se presentan las consideraciones:

- El biodigestor está diseñado para soportar un poco más de esta cantidad, por posible sobreproducción del gas.
- La cantidad de biogás a manejar es la necesaria para suplir la necesidad.
- También tendrá una válvula para la expulsión de emergencia hacia una antorcha para quemar una sobre-producción de gas

8.3.3. Determinación del cuello de botella

La parte del proceso que disminuye la velocidad de todo el proceso es el biodigestor, cada vez que se descarga totalmente para limpiarlo y volverlo a cargar con la capacidad requerida una vez al año.

8.4. Estudio de Impacto Ambiental

Ninguna de las actividades de la planta tiene un efecto negativo para el medio ambiente, las instalaciones no emiten vapores, ni gases que afecten al medio ambiente y no obstante todos los residuos sólidos son biodegradables por lo que no afectan al medio ambiente, los residuos líquidos serán reutilizados en los tanques de fermentación para aumentar la producción de biogás.

El efecto de la planta es, muy positivo para los proyectos que viene desarrollando el país de energía sostenible y apoyan a la cultura de las energías renovables. Todo el material utilizado y desechos producidos funcionan como biofertilizantes por lo que no hay desperdicio alguno, ya que se tiene biogás y biofertilizante, a la vez con una reducción significativa de desechos orgánicos y costo energético de la cárcel.

8.5. Seguridad Industrial y Mantenimiento

La seguridad industrial de esta planta es muy importante, ya que el biogás es un combustible flamable que requiere de cierto estado de rigor y protocolo, por eso es que es de primer orden el proteger al personal y la población del recinto penal. Además de los equipos y las instalaciones.

El protocolo de seguridad y mantenimiento de la planta están desglosados más detalladamente en el Anexo 8.

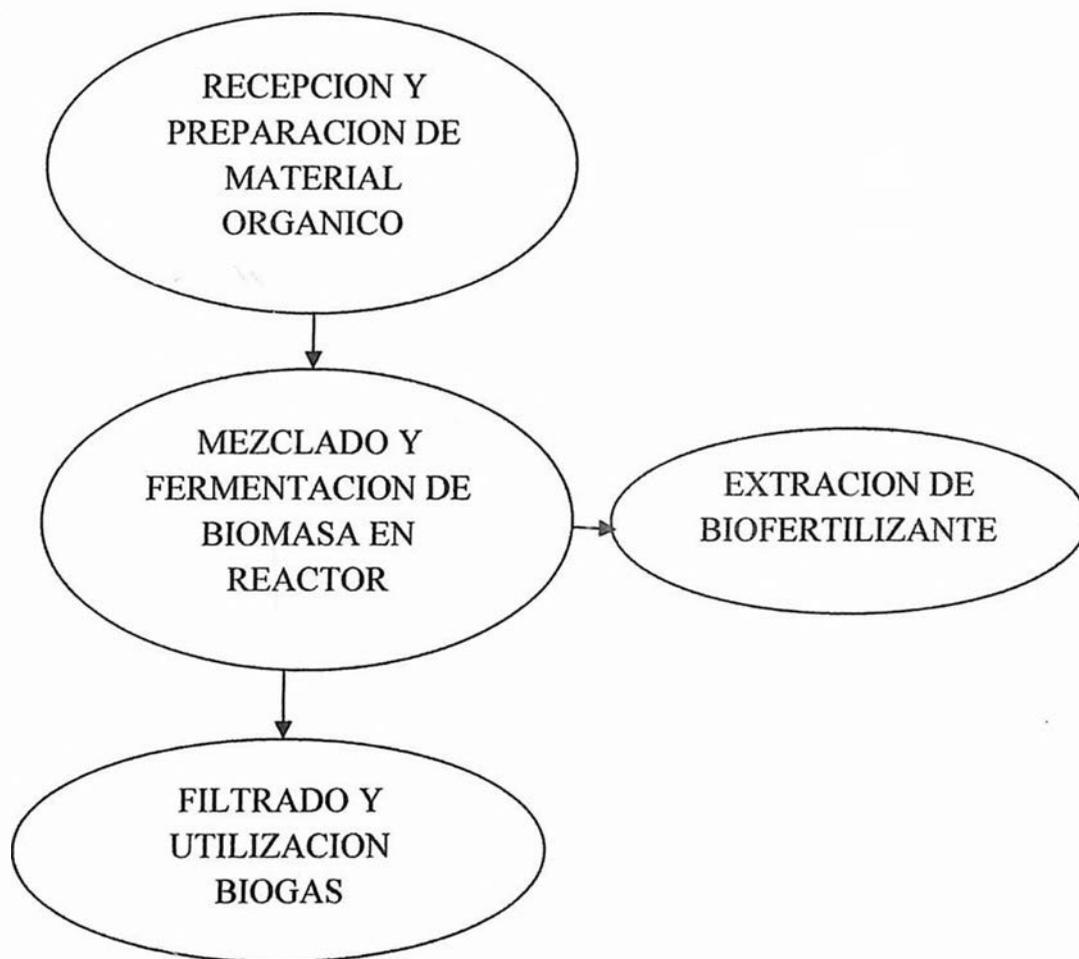
8.6. Programa de Producción

La principal utilidad del programa de producción es que permite proveer la necesidad de ciertos artículos que se podrían denominar críticos, evitando de esta forma interrupciones o variaciones muy significativas.

El programa de producción es continuo, no con esto queremos afirmar independencia total del recinto penitenciario de las compañías de electricidad, en ciertos momentos debido a mantenimiento la producción se detendrá y deberemos contar con un suministro de respaldo de energía, además el proyecto no fue diseñado para la sustitución total de la dependencia eléctrica externa. Pero cabe mencionar que si se puede lograr tal punto con algunos cambios después de recuperada la inversión del proyecto.

8.7. Descripción del funcionamiento de las etapas del sistema de producción

Las etapas del sistema de producción están divididas de la siguiente forma.



8.7.1. Recepción y preparación del material orgánico

Esta etapa comienza con la recepción de los desechos recolectados y su clasificación según su tipo. Este es un punto de control en el sistema, debido a que la sobre exposición a materiales acidulantes podría alterar el PH de la biomasa.

En lo que concierne a la preparación de la materia, se procesa con una máquina de triturado, la cual desmenuza la biomasa hasta llegar a un punto pastoso, promoviendo así una descomposición y fermentación más homogénea. La carga del reactor con la biomasa se efectúa aprovechando la fuerza de gravedad y el empuje realizado por el constante triturado y la recarga de aguas negras,

8.7.2. Mezclado y fermentación de la biomasa en reactor

Dentro del reactor se debe mantener un ambiente controlado, para promover la fermentación de la biomasa y producción de biogás regular ciertos parámetros los cuales son:

- Nivel de acides
- Nivel de temperatura
- Mezcla homogénea.

8.7.2.1. Nivel de acides

Este punto de control es previamente regularizado en la etapa de clasificación de la materia orgánica, el monitoreo de los niveles de PH a de ser periódico y constante. Pudiendo así restablecer parámetros idóneos para la producción

8.7.2.2. Nivel de temperatura

La reproducción de las bacterias que realizan la fermentación se logra en intervalos de temperaturas homogéneos. La forma de controlar la temperatura de los sustratos dentro del reactor, es mediante un intercambiador de calor.

El intercambiador de calor, consta de un sistema de mangueras que viajan en espiral alrededor de toda la zona perimetral interna del reactor. Este sistema se activa con una válvula bypass que re-direcciona el agua de enfriamiento del generador eléctrico hacia el reactor, de esta manera se logra aumentar el calor del sustrato a voluntad.

8.7.2.3. Mezcla homogénea

Para que el sustrato no genere capas que limiten la producción de biogás, esta se debe mantener en movimiento. Lo cual se lograra con un sistema de aspas eólicas que mantendrán en movimiento la biomasa para evitar la formación de sedimentos.

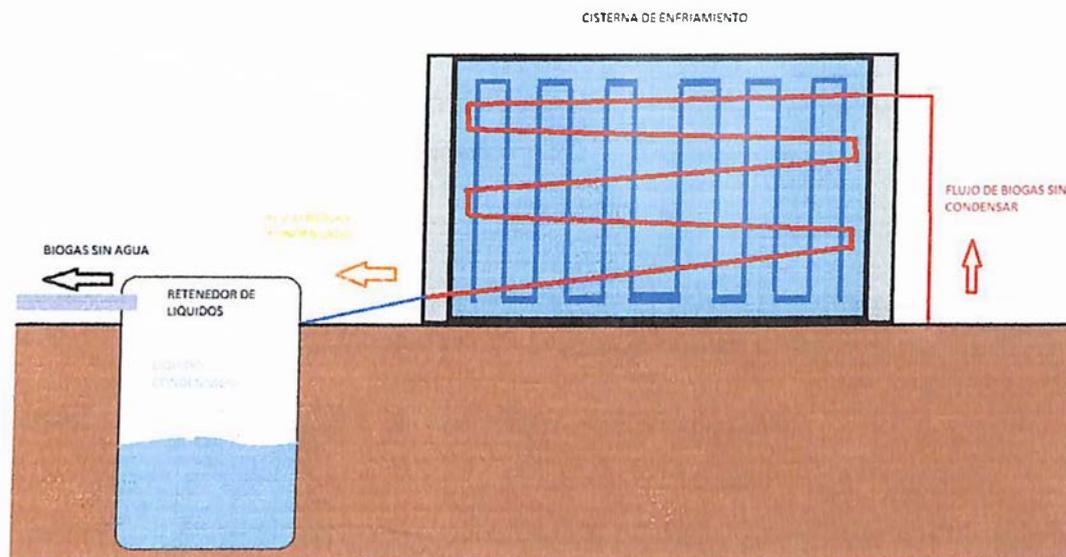
8.7.3. Filtrado y utilización del biogás

En la composición del biogás existen sustancias nocivas para el funcionamiento del generador, tales sustancias son:

- Vapor de agua
- Ácido sulfhídrico

8.7.3.1. Filtrado del vapor de agua.

En esta etapa del proceso, el biogás es extraído del reactor pasando por una cisterna de condensación, la cual almacena agua helada por un sistema de refrigeración.

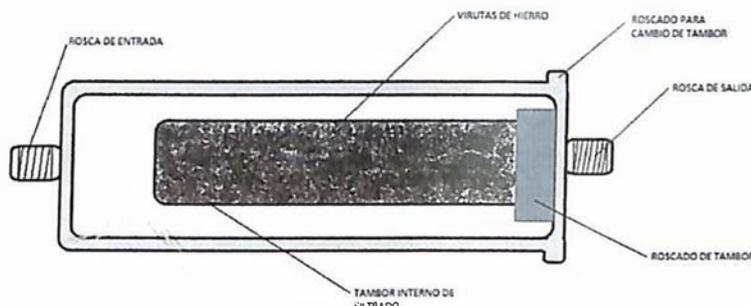


El agua condensada, es transportada por la fuerza de gravedad hacia un retenedor de líquidos, en este punto se realiza la separación del agua contenida en el biogás.

8.7.3.2. Filtrado del ácido sulfhídrico

Este ácido reacciona químicamente con el metal especialmente con el hierro, por tal motivo se debe de impedir el paso al generador eléctrico.

El filtro está conformado como se muestra en la siguiente gráfica.



El gas entra en la recámara por succión, el cual es forzado a pasar a través del depósito de virutas de hierro, en este punto el ácido reacciona químicamente con el hierro formando un óxido y limpiando el gas de dicho contaminante.

8.7.3.3. Compresión del gas hacia el generador

Después del proceso de filtrado, el biogás es succionado a una bomba de compresión, esta le aplica presión al gas que se desplaza hasta el generador para la combustión.

8.7.3.4. Combustión del gas.

Esta resulta ser la etapa final del proceso de producción. El gas es inyectado en el sistema de entrada de aire del generador. Aquí el gas es utilizado por el motor de combustión en el motor del generador.

8.8. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

Se consideró una vida útil de 5 años. Esto se determinó de una evaluación del tiempo aproximado de duración de la tecnología y la evolución de la penitenciaría de Najayo Hombres.

Algunos equipos a utilizar en el proyecto ya tienen una vida de trabajo bastante avanzada, como es el caso del generador de electricidad, que ya funciona hace varios años dentro del recinto; por esta razón solo se consideró una vida útil de 5 años, pero pasado este intervalo de tiempo y haciendo una inversión en un generador nuevo se lograra un rendimiento y vida mucho mayor que el expuesto en principio.

8.9. Porcentajes de utilización de la capacidad instalada por año

La capacidad instalada es la misma para todos los años y se utilizará al 91.67% aproximadamente por año. Esto es debido a que anualmente se debe hacer una limpieza al biodigestor y prácticamente hay que empezar desde cero, este proceso dura entre 15 y 20 días; se considera uno de los doce meses y por tanto, el porcentaje arrojado es, como se citó anteriormente, de un 91.67%. A continuación se presentan los porcentajes de utilización de la capacidad instalada para cada año.

Tabla 16. Porcentaje de Utilización de la Capacidad Instalada

Año	capacidad Instalada t/año	% de utilización
1	253,641.6	91.67%
2	253,641.6	91.67%
3	253,641.6	91.67%
4	253,641.6	91.67%
5	253,641.6	91.67%

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los porcentajes de utilización son 100% porque se utilizará completamente la producción de la planta todos los años con la misma capacidad para poder cumplir con la demanda energética de la penitenciaría de Najayo-Hombres, lo del 91.67%, ya se explicó anteriormente.

8.9.1. Programa de Producción para 5 años

Considerando la utilización de la capacidad instalada del proyecto, para cada año, se presenta el programa de producción para los 5 años.

Tabla 17. Programa de Producción para cinco años

Año	capacidad Instalada t/año
1	253,641.6
2	253,641.6
3	253,641.6
4	253,641.6
5	253,641.6

Elaboración Propia

Nota: la planta está diseñada para producir al máximo de su capacidad instalada por año y como cada año el biodigestor es descargado y limpiado completamente para cargarlo de nuevo, así que, toda la producción es la misma anualmente desde su primer año.

8.10. Requerimiento de Materia Prima, Insumos, Personal y Servicio

8.10.1. Materia prima

Los residuos orgánicos (Basura y Aguas Negras), son estimados como la materia prima básicas en el proyecto, por ende es importante evaluar la disponibilidad y la regularidad con que se consigue. Se ha considerado que las cantidades arrojadas en el estudio de campo estarán dispuestas semanalmente de manera constante.

8.10.2. Operarios, trabajadores directos e indirectos

La mano de obra necesaria es sumamente reducida, ya que solo se necesita de un administrador, un asesor, un supervisor, un analista químico, tres operarios, conformando estos cuatro últimos la mano de obra directa y los demás se consideran indirecta. El analista químico se considera como mano de obra directa, debido a su estrecha relación con la elaboración del producto ya que no se considera como indirecto, en el entendido de que sus funciones son muy diferentes a los del asesor y el administrador.

8.10.3. Servicios de terceros

El agua se tomará de la red de agua de la penitenciaría, la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento se tomará solo 720 Kw/h mensualmente, proporcionada por el mismo generador eléctrico de la red eléctrica interna ya sea operando por la energía eléctrica externa o de la producción de biogás.

8.11. Características Físicas de la Planta

8.11.1. Características de las Obras de Ingeniería Civil

8.11.1.1. Terreno

El área seleccionada posee una expansión perimetral de 3,468.6 m², de los cuales solo utilizaremos 1,341.14 m², espacio suficiente para el desempeño de todas las funciones para la producción del biogás, el resto se dejó libre para seguir el protocolo de seguridad.

8.11.1.2. Edificaciones y Servicios Auxiliares

- **Área de recepción**

Es el lugar donde se lleva los residuos municipales y se realizan las operaciones de selección y picado de los mismos. Para este conjunto de operaciones se requiere un espacio de 25 m².

- **Área de línea de carga**

Es a través de esta línea que se carga de biomasa el reactor para el proceso de fermentación de la misma. El espacio requerido es de 25 m².

- **Área del reactor**

Es aquí donde la fermentación de la biomasa y extracción del biogás, las dimensiones del reactor fueron tomadas en base a nuestra capacidad instalada de producción, el reactor tiene una forma cilíndrica cuyas proporciones son: 10 metros de radio y 3 metros de profundidad.

- **Área de extracción de biomasa**

Después de que la biomasa ha pasado por un periodo de uso será sustituida en parte por biomasa fresca, el área para la salida y almacenaje temporal es de 15 m².

- **Área de filtrado y condensación**

Se requiere de un área de 20 m², en la cual se empleará un pozo de condensación, en la parte superior estará la estación de filtrado y presurización del biogás.

- **Área de generación eléctrica**

Se destinará una estructura para el posicionamiento y funcionamiento del generador eléctrico, en el cual estará ubicado el panel eléctrico de distribución y el tanque de combustible para el sistema dual de generación eléctrica.

- **Área almacenaje de equipos y herramientas**

Será un lugar destinado a guardar las herramientas y algunos equipos mientras no estén en uso, para esta actividad solo se requieren unos 9 m².

- **Área de laboratorio y oficina**

Destinada a las verificaciones de muestras en búsqueda de inhibidores en la biomasa, registros y administración de la planta. El terreno requerido para esta estructura es de 36 m².

Distribución de Planta

La distribución de planta se realizó en búsqueda, de ciertos protocolos de eficiencia y seguridad, persiguiendo con esto un alto rendimiento de las actividades.

8.12.1. Descripción de las funciones de la mano de obra

8.12.1.1. Funciones del Supervisor

- Administrar el personal.
- Administrar los recursos económicos.
- Comprar los equipos y material necesarios para el buen funcionamiento de los Biodigestores.
- Realizar los pagos del personal y Gastos.
- Contabilizar recursos
- Reportar a las autoridades de la Dirección General de Prisiones Mensualmente sobre todo el desarrollo de la planta y la producción de Biogás.

8.12.1.2. Funciones del Consultor

- Colaborar para el buen funcionamiento de las instalaciones, mediante las propuestas de técnicas modernas de biogás.
- Reclutar el personal que se necesite para el manejo de la planta.

8.12.1.3. Funciones del Operario

- Cumplir con las instrucciones impartidas por el consultor y el administrador para el buen funcionamiento de la planta.

- Utilización del espacio cubico: no es muy común que a la hora de una distribución de planta, se piense en el terreno en tres dimensiones, en este caso se aplicó el factor vertical más el factor soterrado a nuestro favor para así poder maximizar el aprovechamiento de las instalaciones.
- Seguridad e higiene: este es el factor más importante a tomar en cuenta en la distribución.

8.12. Organización de la Empresa

La Planta de producción de Biogás que se pretende instalar en la penitenciaría de Najayo Hombre en San Cristóbal que formará parte de una unidad auxiliar capaz de brindar los servicios de abastecimiento de combustible a la planta eléctrica (biogás).

La dirección de la planta será dependiente de la dirección general de prisiones , dentro del organigrama de la Dirección General de Presiones , la planta dependerá de la oficina del Director, dada su estrecha relación como la autoridad directiva que dirige las cárceles.

La planta tendrá un supervisor que hará las veces de administrador. Este deberá rendir informes periódicos sobre el desarrollo, capacidad y eficiencia del sistema de la planta.

El organigrama que se propone para la unidad operativa es el siguiente:

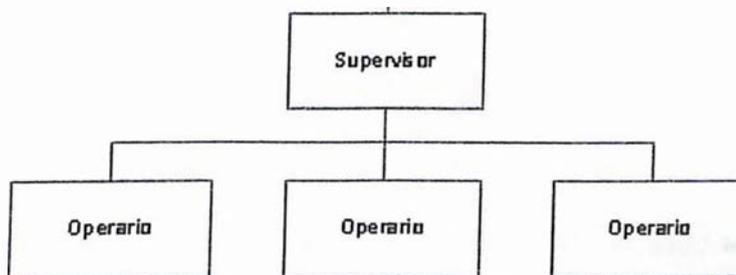


Imagen 22. Organigrama

8.13. Plan General de Implementación

Antes de iniciar operaciones, se necesita la construcción de los Biodigestores, los departamentos, la instalación de los diferentes equipos necesarios para empezar las operaciones.

8.13.1. Cronograma de actividades para la ejecución del proyecto

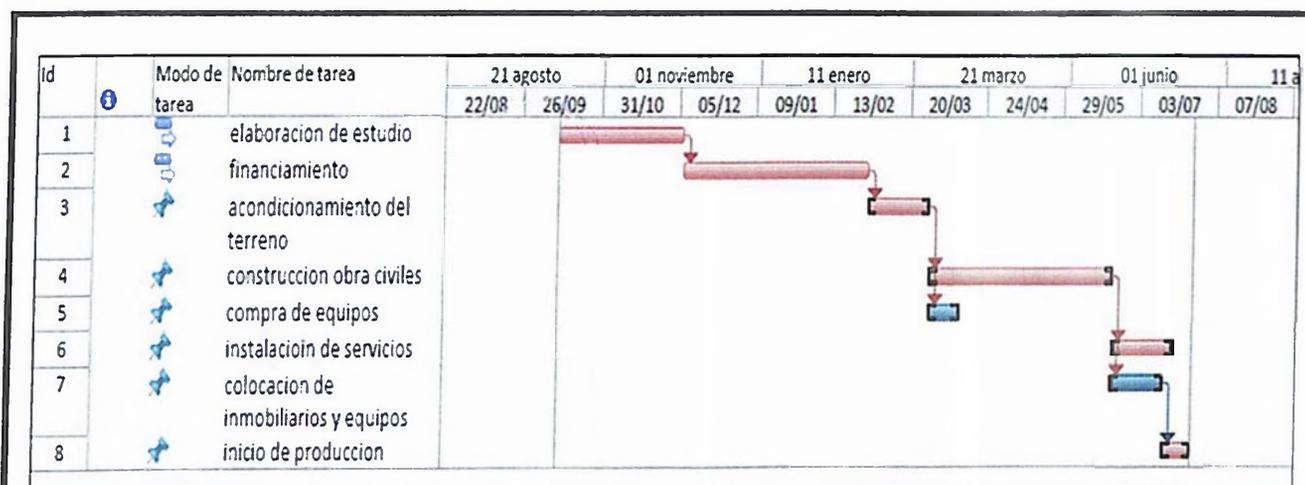


Imagen 23. Cronograma de actividades

CAPÍTULO IX. ANALISIS ECONOMICO

9.1. Introducción

En la parte de análisis económico se procura determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto y cuál será el costo total de la planta.

El objetivo general es establecer los costos para poder definir cuál será la inversión total inicial, calcular los cargos de depreciación y amortización y determinar la factibilidad económica del proyecto mediante la interpretación de los resultados de la TIR y VPN.

9.2. Costos de Operación

9.2.1. Costos de Producción

El costo de producción lo conforman todas aquellas partidas que intervienen directamente en la producción. El costo de producción en sí, no es más que un reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. Los costos de producción se determinan y se anotan con las siguientes bases:

9.2.1.1. Costo de Materia Prima

La materia prima está compuesta por todos aquellos elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. La materia prima debe ser claramente identificable y medible para poder determinar tanto el costo final del producto como su composición.

La materia prima que se utilizará provoca que los costos se reduzcan, pues no se compra, sino que se encuentra disponible (desechos orgánicos y basura orgánica) dentro de la penitenciaría de Najayo-Hombres.

9.2.1.2. Costo de Materia Prima Indirecta

En la siguiente tabla se agrupan los costos de materia prima indirecta que son los materiales que, aunque son necesarios en el proceso de producción no son considerados como materia prima directa. En este caso se considera dos tipos de materiales; los lubricantes que se utilizan por galones para las máquinas de producción (picadora, Planta) y la viruta de hierro que se mide por libra para la planta de desulfuración.

Tabla 18. Costo de materia prima indirecta

Valores (RD\$)

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNIT	IMPORTE (RD\$)
Lubricantes para maquinaria	6.00	200.00	1,200.00
Viruta de hierro	3.00	30.00	90.00
Total			1,290.00

Fuente: Elaboración Propia

9.2.1.3. Costo del Consumo del Agua

Se utilizará 150 m³ de agua anualmente. El costo por cada m³ es de RD\$ 4.00, de acuerdo con la información obtenida a través del Instituto Nacional de Agua Potables y Alcantarillado (INAPA).

Tabla 19. Consumo de agua

Valores (RD\$)

CANTIDAD (m3)	PRECIO (m3)	IMPORTE (RDS)
150.00	4.00	600.00

Fuente: Elaboración Propia

9.2.1.4. Costo de Mano de Obra

La mano de obra se divide en directa e indirecta. La mano de obra directa es aquella que interviene directamente en el proceso de producción, esta específicamente se refiere a los obreros. La mano de obra indirecta se refiere a aquellos que no intervienen directamente en el proceso de producción.

De acuerdo con el estudio técnico, la mano de obra contará con un supervisor, un asesor y tres operarios. Así, se clasificó la mano de obra en directa e indirecta, quedando dentro del primer rango los tres operarios. El asesor y supervisor lo consideramos como mano de obra indirecta. Tal como se había planteado en la sección anterior, al asesor y al supervisor les corresponden funciones tanto del área de producción como de administración y ventas, por lo que se tuvo que incurrir a un prorrateo del costo de mano de obra indirecta para determinar así los diferentes presupuestos correspondientes a estos rubros.

Prorrateo de uso de mano de obra

Tabla 20. Prorrateo de uso de mano de obra

FUNCION	PRODUCCION	ADMINISTRACION	VENTAS	TOTAL
ASESOR	75%	25%		100%
SUPERVISOR	65%	20%	15%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Prorrateo de costo de mano de obra indirecta

Valores (RD\$)

FUNCION	SUELDOS	PRODUCCION	ADMINISTRACION	VENTAS
ASESOR	15,000.00	11,250.00	3,750.00	
SUPERVISOR	17,000.00	11,050.00	3,400.00	2,550.00

Fuente: Elaboración Propia

La mano de obra directa se constituye de tres operarios que trabajan diariamente, así como en las actividades extras de la empresa, cuyo sueldo es de RD\$ 3,000.00. Se justifica el salario porque estas personas se tomarán de las que están recluidas en el recinto penitenciario de Najayo.

Además se considera como parte del costo anual de la mano de obra directa, el importe correspondiente a las prestaciones según las leyes del *Código Tributario de la República Dominicana*, lo que incluye las vacaciones y el salario número trece al final del año, lo que se incorpora al total a pagar por año. Los montos correspondientes a la AFP y SFS (seguro familiar de salud) por parte del empleador, son equivalentes a los porcentajes de 7.10% y 7.09% del salario de cada empleado, respectivamente.

Tabla 22. Costo de Mano de obra directa

Valores RD\$

Personal	Salario Mensual	Salario Anual	Vacaciones	Salario 13	AFP	SFS	Total Prestaciones	Total Anual
Operario 1	3,000.00	36,000.00	1,762.48	3,000.00	2,556.00	2,552.40	9,870.88	45,870.88
Operario 2	3,000.00	36,000.00	1,762.48	3,000.00	2,556.00	2,552.40	9,870.88	45,870.88
Operario 3	3,000.00	36,000.00	1,762.48	3,000.00	2,556.00	2,552.40	9,870.88	45,870.88
Total	9,000.00	108,000.00	5,287.45	9,000.00	7,668.00	7,657.20	29,612.65	137,612.65

Fuente: Elaboración Propia

La mano de obra indirecta se constituye por un asesor y un supervisor. Las funciones de ambas personas ya se han descrito en la sección anterior. El sueldo del asesor RD\$ 15,000.00 y el supervisor es de RD\$ 17,000.00.

Tabla 23. Costo de mano de obra indirecta

Valores (RD\$)

Personal	Salario Mensual	Salario Anual	Vacaciones	Salario 13	AFP	SFS	Total Prestaciones	Total Anual
Asesor	11,250.00	135,000.00	6,609.32	11,250.00	9,585.00	9,571.50	37,015.82	172,015.82
Supervisor	11,050.00	132,600.00	6,491.82	11,050.00	9,414.60	9,401.34	36,357.76	168,957.76
Total	22,300.00	267,600.00	13,101.13	22,300.00	18,999.60	18,972.84	73,373.57	340,973.57

Fuente: Elaboración Propia

9.2.1.5. Costo de Energía Eléctrica

El principal gasto de energía eléctrica en el proyecto se debe a los motores eléctricos que se utilizan en el proceso. El consumo de electricidad de la picadora, los compresores, la bomba de aguas negras y la bomba de agua, asciende aproximadamente a 3,040.00 kw/h. El costo de cada unidad de kw/h, de acuerdo al precio vigente en el mercado es de RD\$ 6.51.

Tabla 24. Consumo de energía

Valores (RD\$)

RUBRO	CANTIDAD (KW/H)	PRECIO (RD\$/UND)	IMPORTE
ENERGIA ELECTRICA	3,040.00	6.51	19,790.40

Fuente: Elaboración Propia

9.2.1.6. Costo de Mantenimiento

El Mantenimiento que se le dé a las instalaciones estará a cargo de la Dirección General de Prisiones. Se requiere un acondicionamiento general de todas las áreas, el cual se cotizó en RD\$ 2,500.00 mensuales, lo que anualmente asciende a RD\$30,000.00.

Tabla 25. Costos de Mantenimiento

Valores (RD\$)

RUBROS	COSTO MENSUAL	IMPORTE ANUAL
MANTENIMIENTO	2,500.00	30,000.00

Fuente: Elaboración Propia

9.2.1.7. Control de calidad

Ya se ha descrito en el estudio técnico los tipos de prueba que es necesario realizar sobre el producto y la periodicidad del control de calidad que este demanda. Después de analizar diversas posibilidades se determinó que lo más conveniente es subcontratar los servicios de análisis de la biomasa y del biogás al Instituto de Innovación en Biotecnología (IIBI); con las cifras que proporciona esta organización, el costo de control de calidad es el siguiente:

Tabla 26. Costo de Control de Calidad

Valores (RD\$)

Rubros	Cantidad	Costo unitario	Importe
Análisis de biogas	2.00	5,500.00	11,000.00
Análisis de biomasa	2.00	3,500.00	7,000.00
Total			18,000.00

Fuente: Elaboración Propia

9.2.1.8. Cargos por Depreciación

Los cargos por depreciación además de reducir el monto de los impuestos, permiten la recuperación de la inversión por el mecanismo fiscal de la propia ley tributaria ya fijada. De acuerdo con lo estipulado en la ley 11-92 del código tributario de la República Dominicana, el cargo por depreciación de los activos de primera de categoría (edificaciones, infraestructura, etc.) es un 5%, el de los activos de segunda categoría (mobiliario y otros equipos automóviles de empresa, etc.) es de un 25% y de los de tercera categoría (maquinarias pesadas y otros) es de 15%. La amortización de los activos diferidos es un 5%.

La depreciación asciende a RD\$ 741,990.84, se considera un valor de salvamento (cantidad que se tenga al final de cinco años) que se considera que es la cantidad necesaria para la operación de sistema.

El valor de salvamento de conjunto de activo es de RD\$ 1, 200,198.75. El detalle se muestra en la tabla 38.

9.2.1.9. Presupuesto de Costo de Producción

El presupuesto de costo de producción es el resumen en una sola tabla de todos los datos anteriores.

Para el proyecto se tiene el siguiente costo de producción:

Tabla 27. Costos de Producción

Valores (RD\$)

Partidas	Costo anual
Materiales	1,290.00
Agua	600.00
Mano de obra directa	137,612.65
Mano de obra indirecta	340,973.57
Mantenimiento	30,000.00
Energía eléctrica	19,790.40
Control de calidad	18,000.00
Depreciación	741,990.84
Total	1,290,257.47

Fuente: Elaboración Propia

9.2.2. Presupuesto de Gasto de Administración

Son los costos que provienen de realizar la función de la administración en la empresa. Los rubros de mayor significación en esta partida son los sueldos del personal y gastos de oficina en general.

De acuerdo con el prorrateo de costo que se presentó cuando se determinó el costo de mano de obra indirecta de producción mostrado en la tabla 21, los sueldos correspondientes a la mano de obra de administración son : Asesor RD\$ 11,250.00 y Supervisor RD\$ 11,050.00.

Los gastos de mano de obra administrativa, se presentan a continuación:

Tabla 28. Gastos de sueldos (administración)

Valores (RD\$)

Personal	Salario Mensual	Salario Anual	Vacaciones	Salario 13	AFP	SFS	Total Prestaciones	Total Anual
Asesor	3,750.00	45,000.00	2,203.11	3,750.00	3,195.00	3,190.50	12,338.61	57,338.61
Supervisor	3,400.00	40,800.00	1,997.48	3,400.00	2,896.80	2,892.72	11,187.00	51,987.00
Total	7,150.00	85,800.00	4,200.59	7,150.00	6,091.80	6,083.22	23,525.61	109,325.61

Fuente: Elaboración Propia

Considerando además algunos gastos como: materiales de oficina RD\$ 3,000.00 mensuales y anuales RD\$ 36,000.00, gasto de aspecto como café, azúcar, agua potable, desechables, etc. RD\$ 700.00 mensuales y anuales RD\$ 8,400.00. Estos últimos, se nombran como gastos varios.

Tabla 29. Gastos Administrativos

Valores (RD\$)

RUBRO	IMPORTE
Sueldos	109,325.61
Materiales	26,400.00
Total	135,725.61

Fuente: Elaboración Propia

9.2.3. Presupuesto Gasto de Ventas

De acuerdo con el prorrateo de los costos de mano de obra indirecta, único que interviene directamente con esta función es el supervisor, lo cual representa un costo de RD\$ 30,600.00 anualmente.

Tabla 30. Gastos de ventas

Valores (RD\$)

Personal	Salario Mensual	Salario Annual	Vacaciones	Salario 13	AFP	SFS	Total Prestaciones	Total Anual
Supervisor	2,550.00	30,600.00	1,498.11	2,550.00	2,172.60	2,169.54	8,390.25	38,990.25

Fuente: Elaboración Propia

9.2.4. Costo Total de Operación de la Empresa

En la tabla siguiente se muestra el costo total de operación para RD\$ 1, 464, 973.33 por año.

Tabla 31. Costo anual de operación

Valores (RD\$)

Rubro	Importe
Costos de producción	1,290,257.47
Costos de administración	135,725.61
Costos de ventas	38,990.25
Total	1,464,973.33

Fuente: Elaboración Propia

9.3. Inversión en activos Fijos y Diferidos

9.3.1. Inversión Fija

La Inversión Fija comprende la adquisición de todos los activos tangibles e intangibles, o sea activos fijos y diferidos, necesarios para iniciar las operaciones de la empresa con excepción del capital de trabajo. La estimación de la inversión se basa en cotizaciones y/o proformas de los bienes y servicios a utilizarse en la ejecución del proyecto.

9.3.1.1. Inversión en terrenos y obras civiles

El terreno a utilizar pertenece a la Penitenciaría de Najayo- hombres, en este caso el costo del terreno correspondería al costo de oportunidad de cualquier otra actividad que se decidiera realizar en ese

terreno. Sin embargo, se podría decir que en vez de representar un costo de oportunidad, estaría contribuyendo de forma positiva al utilizar un recurso que se encontraba obsoleto.

La inversión en infraestructura es el área en donde se localizan los diferentes departamentos para la producción de electricidad a partir del biogás y el lugar de acondicionamiento para la materia prima.

La inversión en obras civiles comprende la construcción del reactor, la oficina y el cuarto de herramientas (almacén). La cotización general asciende a RD\$1, 553,689.00

La inversión se muestra a continuación:

Tabla 32. Inversión en Infraestructura

RUBROS	IMPORTE
Obras civiles	1,553,689.00

9.3.1.2. Inversiones en materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizarán para la operación del proyecto, se adquirirán en el primer año. La inversión necesaria, es la siguiente:

Tabla 33. Inversiones en maquinarias y equipos

Valores (RD\$)

Equipos	Cantidad	Precio rd\$	Importe
Bomba de aguas negras	2	31,034.48	62,068.96
Bomba de agua	2	9,818.10	19,636.20
PH-metro	1	4,960.00	4,960.00
Compresor	2	8,875.00	17,750.00

Termometro	1	300.00	300.00
Trituradora	1	21,000.00	21,000.00
Carretilla	2	1,581.90	3,163.80
Pala cuadrada	3	211.21	633.63
Machete	3	193.97	581.91
Rastrillo	1	256.90	256.90
Tijera para podar	1	327.59	327.59
Tanque eplastico 50gl.	1	1,050.00	1,050.00
Tuberia de 1/4	50	20.00	1,000.00
Llave de paso de 2"	1	1,339.00	1,339.00
Tubo pvc 1/2x19	1	3,412.35	3,412.35
Sub total			137,480.34
Itbis			21,996.85
Total			159,477.19

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Inversión en activo fijo de oficina

Valores (RD\$)

Conceptos	Cantidad	Precio (RD\$)	Importe
Computadoras	1	9,000.00	9,000.00
Impresora	1	4,500.00	4,500.00
Escritorio	1	2,000.00	2,000.00

Silla secretarial	2	800.00	1,600.00
Silla para clientes	4	650.00	2,600.00
Total			19,700.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Inversión Total en Activos Fijos

Valores (RD\$)

Rubros	Importe
Obras civiles	1,553,689.00
Maquinarias y Equipos	159,477.19
Equipos de oficina	19,700.00
Total	1,732,866.19

Fuente: Elaboración Propia

9.3.2. Inversión en activos diferidos

En la inversión de activos diferidos se incluyen todos los gastos que se realizan en la fase preparativa del proyecto que no sean posible identificarlos físicamente como inversión tangible.

La inversión intangible se incorpora a los costos operativos del proyecto en la fase de funcionamiento, en la tabla 37 se muestran la composición de esta inversión.

Para la empresa en la etapa inicial, los activos diferidos son : planeación e integración del proyecto , el cual se calcula como el 3% de la inversión total , la ingeniería del proyecto que son las instalaciones y puesta en funcionamiento de todos los equipos y se calcula como el 3.5% , la supervisión del proyecto

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

que comprende la verificación de los precios de equipo, compra de equipo y traslado de planta y se calcula con el 1.5% y la administración del proyecto comprende el control de la obra civil e instalaciones y se calcula como el 5% de la inversión total sin incluir activos diferidos.

Tabla 36. Inversión en Activos Diferidos

Valores (RD\$)

Rubro	Valor	Costo
Planeación e Integración	3%	51,985.99
Ingeniería del Proyecto	3.5%	60,650.32
Supervisión	1.5%	25,992.99
Administración del proyecto	5%	86,643.31

Fuente: Elaboración Propia

Considerando También los gastos de Capacitación de Personal con un monto de RD\$ 3,000.00 y las Normas de Control de Calidad RD\$ 800.00.

Tabla 37. Inversión Total en Activos Diferidos

Valores (RD\$)

Concepto	Costo
Planeación e integración	51,985.99
Ingeniería del proyecto	60,650.32

Supervisión	25,992.99
Adm. del proyecto	86,643.31
Capacitación del personal	3,000.00
Normas de control de calidad	800.00
Total	229,072.61

Fuente: Elaboración Propia

9.3.3. Depreciación y Amortización

Los cargos por depreciación y Amortización son cargos virtuales permitidos por las leyes hacendarias para que los inversionistas recuperen la inversión inicial que ha realizado, los activos fijos se deprecian y los activos diferidos se amortizan ante la posibilidad de que disminuyan su precio por el uso o paso del tiempo.

Tabla 38. Depreciación y Amortización

Valores (RD\$)

Concepto	%	1	2	3	4	5	VS
Maquinarias y Equipos	15	20,959.20	20,959.20	20,959.20	20,959.20	20,959.20	34,932.00
Equipo de Oficina	25	4,925.00	4,925.00	4,925.00	4,925.00	0.00	0.00
Infraestructura Civil	5	77,684.45	77,684.45	77,684.45	77,684.45	77,684.45	1,165,266.75
Inversión diferida	5	45,814.52	45,814.52	45,814.52	45,814.52	45,814.52	0.00
Total		149,383.17	149,383.17	149,383.17	149,383.17	144,458.17	1,200,198.75

Fuente: Elaboración Propia

9.3.4. Inversión Total en Activos Fijo y Diferidos

Tabla 39. Inversión total en activos fijos y diferidos

Valores (RD\$)

CONCEPTO	IMPORTE
Inversión en activos fijos	1,732,866.19
Inversión en activos diferidos	229,072.61
Sub-Total	1,961,938.80
Imprevistos (5%)	98,096.94
Total inversión	2,060,035.74

Fuente: Elaboración Propia

9.4. Determinación del capital de trabajo

Es la diferencia entre los activos circulantes y los pasivos circulantes. Está representado por el capital adicional, distinto de los activos fijos y diferidos.

9.4.1.1. Activos Circulantes

El activo circulante se conforma de la partida de valores e inversión, inventario, cuentas por cobrar y el pasivo se conforma con las partidas de sueldos y salarios, proveedores, impuestos e intereses.

9.4.1.2. Valores e Inversiones

Es el efectivo que siempre debe tener la empresa para afrontar no solo gastos cotidianos sino imprevistos. También es el dinero invertido a muy corto plazo en algunas instituciones bancarias, con el fin de tener efectivo disponible para apoyar básicamente las actividades de venta del producto.

Se considera que es necesario tener valores e inversiones equivalentes a 45 días de operación normal de la empresa. Este cálculo se hizo en base a los gastos de ventas.

VALORES E INVERSIONES

(VALORES RD\$)

Gasto de Venta Anual	38,990.25
Gasto de Venta mensual	3,249.19
Gastos Variables a 45 días	4,873.78

Tabla 40. Valores e Inversiones

Valores (RD\$)

Concepto	Importe
Valores e Inversiones	4,873.78

Fuente: Elaboración Propia

9.4.1.3. Inventarios

Debido a que la materia prima principal son las aguas negras y se encuentran como parte del costo de la producción y además que los materiales indirectos se adquieren a medida de que se va produciendo se consideró como inventario lo siguiente: los lubricantes para máquinas y las virutas de hierro. Se tendrá un inventario correspondiente a 45 días de producción.

Tabla 41. Inventarios

Valores (RD\$)

Concepto	Importe
Lubricantes	150.00
Viruta de hierro	11.25
Total	161.25

Fuente: Elaboración Propia

9.4.1.4. Cuentas por cobrar

Es el crédito que se extiende a los compradores. Como política inicial de la empresa se pretende vender con un crédito de 30 días neto, por lo que además de los conceptos de inventarios y valores e inversiones, habría que invertir una cantidad de dinero que sea suficiente para una venta de 30 días de producto terminado. El cálculo se realiza en base al costo total de la empresa durante un año, dato calculado en la Tabla 31. La suma asciende a RD\$ 1, 464,973.33, por tanto, el costo de operación mensual es de: RD\$ 122,081.11, que es el monto a invertir por concepto de cuentas por cobrar.

Tabla 42. Cuentas por cobrar

Valores (RD\$)

Concepto	Importe
Cuentas por Cobrar	122,081.11

Fuente: Elaboración Propia

9.4.1.5. Determinación del Activo Circulante

Tabla 43. Activo circulante

Valores (RD\$)

Concepto	Importe
Inventario	161.25
Valores e inversiones	4,873.78
Cuentas por cobrar	122,081.11
Total	127,116.14

Fuente: Elaboración Propia

9.4.1.6. Pasivo Circulante

Así como es necesario invertir en activos circulantes, también es posible que cierta parte de la cantidad se pierda prestado, por lo que es complicado determinar con precisión estos rubros. Así, se puede considerar que estos son en realidad pasivos a corto plazo.

Es decir, los proveedores dan crédito a la medida de que se tenga esta proporción en la tasa circulante, o sea, guardar una relación promedio entre activos circulantes (AC) y pasivos circulantes (PC).

AC/PC = 2 a 2.5

Sin embargo se recomienda que para fines de evaluación de proyecto se considere una relación AC/PC =2.5 o superior.

PASIVO CIRCULANTE

Cálculo del pasivo circulante (RD\$)

Activo Circulante	127,116.14
Pasivo Circulante=	Activo Circulante/2.5 50,846.46

Tabla 44. Pasivo circulante

Valores (RD\$)

Concepto	Importe
Pasivo circulante	50,846.46

Fuente: Elaboración Propia

Se ha definido anteriormente el capital de trabajo como la diferencia entre los activos circulantes y el pasivo circulante, entonces el capital de trabajo tiene un valor de RD\$ 177,962.60. Es necesario para que la empresa inicie la elaboración del producto.

Tabla 45. Capital de trabajo

Valores (RD\$)

Partida	Importe
Activo Circulante	127,116.14

Pasivo Circulante	50,846.46
Total	177,962.60

Fuente: Elaboración Propia

9.5. Financiamiento de la Inversión

Una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquier necesidad económica. De los RD\$1, 961,938.80 que se requiere de inversión fija y diferida, se espera solicitar RD\$1, 177,163.28 que equivale al 60% de la inversión fija y diferida, el cual liquidará en cinco (5) anualidades iguales, donde se le pagará un interés al Banco Central del 34.43% anual. Esta tasa de interés contiene la inflación pronosticada, equivalente a un 22% anual. La anualidad que se pagará se calcula como:

$$A = 1,177,163.28 \left[\frac{0.3443(1.3443)^5}{(1.3443)^5 - 1} \right] = 524,848.18$$

Anualidad= RD\$ 524,848.18

Tabla 46. Pago de la deuda

Valores (RD\$)

Año	Interés	Anualidad	Pago a capital	Deuda después de pago
0				1,177,163.28
1	405,297.32	524,848.18	119,550.86	1,057,612.42
2	364,135.96	524,848.18	160,712.22	896,900.20

3	308,802.74	524,848.18	216,045.44	680,854.77
4	234,418.30	524,848.18	290,429.88	390,424.89
5	134,423.29	524,848.18	390,424.89	0.00

Fuente: Elaboración Propia

9.6. Determinación del Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones, entre el costo fijo, el costo variable y los beneficios. En el presupuesto de ingresos y de los costos de ventas, se clasifican los costos fijos y variables, con la finalidad de determinar cuál es el nivel de producción donde los costos totales se igualan a los ingresos. Ahora se presentará el punto de equilibrio para un volumen de 210,357.60 kw/h anuales y una capacidad que permite un 99% de utilización de la planta.

Producción Total Mensual	17,529.80	kw/h
Producción Total Anual	210,357.60	kw/h
Precio Unitario	RD\$ kw/h 6.51	
Valor de las ventas	RD\$ 1,369,427.98	
CV Unitario	RD\$ 1.59	

Tabla 47. Clasificación de costos

Valores (RD\$)

Concepto	Importe
Ingresos	1,369,427.98

Costos Fijos	388,973.57
Costos Variables	334,008.91
Costos Totales	722,982.48

Fuente: Elaboración Propia

La producción mínima económica es de 79,024.57 Kw/h

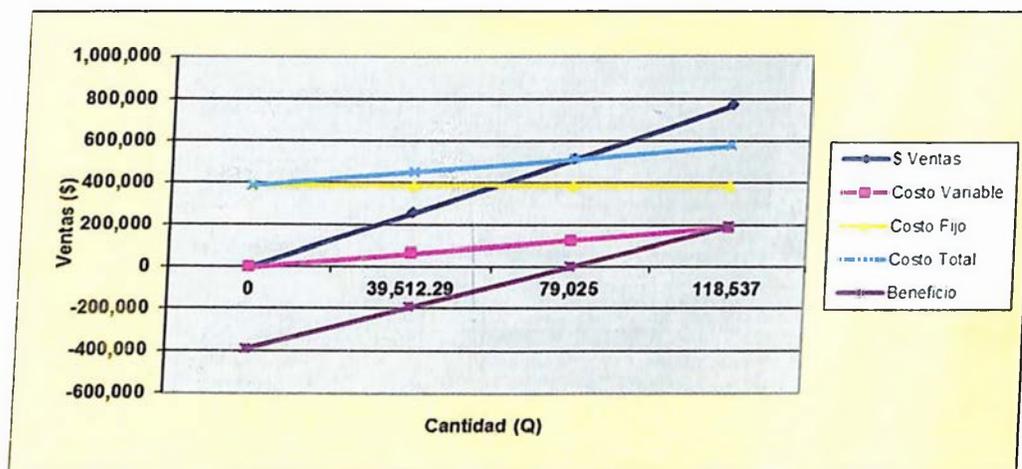


Imagen 24. Gráfica del punto de equilibrio

9.7. Balance general inicial

El balance general es un resumen de todo lo que tiene la empresa, lo que debe, lo que le deben y de lo que realmente le toca a los propietarios, a una fecha determinada.

El balance inicial muestra que la aportación inicial es mayor que los RD\$ 2, 060,035.74 que se habían calculado en activos fijos y diferidos, incluyendo un 5% de imprevistos.

Tabla 48. Balance general inicial

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Valores (RD\$)

Activo Circulante		Pasivo Circulante	
Valores e inversiones	4,873.78	Sueldos, deudores e impuestos	50,846.46
Inventarios	161.25		
Cuentas por cobrar	122,081.11	Pasivo fijo	
Subtotal	127,116.14	Préstamo a 5 años	1,177,163.28
Activo Fijo		Subtotal	1,228,009.74
Obras civiles	1,553,689.00		
Maquinarias y Equipos	159,477.19		
Equipos de oficina	19,700.00	Capital	
		Capital Social	861,045.21
Subtotal	1,732,866.19		
Activo diferido	229,072.61		
Total de Activos	2,089,054.94	Total Pasivos + Capital	2,089,054.94

Fuente: Elaboración Propia

9.8. Determinación del Estado de Resultados Proforma

El estado de resultados proforma o proyectado es la base para calcular los flujos netos de efectivo con lo cual se realiza la evaluación económica. Se presentan tres estados de resultados que son los mostrados a continuación:

9.8.1. Estado de Resultados sin Inflación, sin Financiamiento y con Producción Constante

Este primer estado de resultados se forma de la cifra básica obtenida en el periodo cero (0) antes de hacer la inversión. Como la producción es constante y no se toma en cuenta la inflación entonces la hipótesis es considerar que las cifras de los flujos netos de efectivo se repiten cada fin de año durante todo el horizonte de análisis del proyecto.

Tabla 49. Estado de resultados sin inflación, sin financiamiento y con producción constante

Valores (RD\$)

Concepto	Años 1 al 5
Producción	
(+)Ingresos	1,369,427.98
(-)Costo de producción	1,290,257.47
(-)Costo de administración	135,725.61
(-)Costo de ventas	38,990.25
(=)Utilidad antes de impuestos	-95,545.35
(-)Impuestos (16%)	-15,287.26
(+)Depreciación	741,990.84
(=)Flujo Neto de Efectivo	661,732.75

Fuente: Elaboración Propia

9.8.2. Estado de Resultado con Inflación, sin Financiamiento y con Producción Constante

Para la elaboración de este estado de resultados hay que considerar que las cifras investigadas sobre costos e ingresos realmente están determinados en el periodo cero (0), si en realidad se instalara la planta, la ganancia, los costos y los flujos netos de efectivo ya no serían lo mismo que se mostraron en la tabla 49.

Tabla 50. Estado de resultado con inflación, sin financiamiento y con producción constante

Valores (RD\$)

Año	0	1	2	3	4	5
Producción		210,357.60	210,357.60	210,357.60	210,357.60	210,357.60
		kw/h	kw/h	kw/h	kw/h	kw/h
+)Ingresos	1,369,427.98	1,670,702.13	2,038,256.60	2,486,673.05	3,033,741.12	3,701,164.17
-)Costo de producción	1,290,257.47	1,574,114.11	1,920,419.22	2,342,911.45	2,858,351.97	3,487,189.40
-)Costo de administración	135,725.61	165,585.24	202,013.99	246,457.07	300,677.63	366,826.71
-)Costo de ventas	38,990.25	47,568.11	58,033.09	70,800.37	86,376.45	105,379.27
=)Utilidad antes de impuestos	-95,545.35	-116,565.33	-142,209.70	-173,495.84	-211,664.92	-258,231.21
-)Impuestos (16%)	-15287.2565	-18,650.45	-22,753.55	-27,759.33	-33,866.39	-41,316.99
+)Depreciación	741,990.84	905,228.83	1,104,379.17	1,347,342.59	1,643,757.96	2,005,384.71
=)Flujo Neto de efectivo	661,732.75	807,313.95	984,923.02	1,201,606.09	1,465,959.43	1,788,470.50

Fuente: Elaboración Propia

9.8.3. Estado de Resultados con Inflación, Financiamiento y Producción Constante

En este tercer estado de resultados se considera el financiamiento de RD\$ 1, 177,163.28, pagado en la forma que se presenta en la tabla 46. Para la elaboración de este estado los datos de los ingresos y costos deben considerar la inflación, ya que la cifra del prestan también la consideran.

Tabla 51. Estado de resultados con inflación, financiamiento y producción constante

Valores (RD\$)

Año	1	2	3	4	5
Producción	210,357.60	210,357.60	210,357.60	210,357.60	210,357.60
	kw/h	kw/h	kw/h	kw/h	kw/h
(+)Ingresos	1,369,427.98	1670702.13	2038256.6	2486673.05	3033741.12
(-)Costo de producción	1,290,257.47	1574114.11	1920419.22	2342911.45	2858351.97
(-)Costo de administración	135,725.61	165585.241	202013.994	246457.073	300677.629
(-)Costo de ventas	38,990.25	47568.107	58033.0905	70800.3704	86376.4519
(-)Costo Financieros	405,297.32	364,135.96	308,802.74	234,418.30	134,423.29
(=)Utilidad antes de impuestos	-500842.671	-	-	-	-
(-)Impuestos (16%)	-80134.8273	-	-72161.991	-	-
		76912.2061		65266.2616	55374.1139
(+)Depreciación	741,990.84	905228.83	1104379.17	1347342.59	1643757.96
(-)Pago de Capital	119,550.86	160,712.22	216,045.44	290,429.88	390,424.89
(=)Flujo Neto de efectivo	201732.1427	340727.53	509483.284	714264.838	962618.976

Fuente: Elaboración Propia

9.9. Posición Inicial de la empresa

Existen otras maneras de evaluar la posición económica de la empresa mediante métodos que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como las razones financieras o contables. Este tipo de indicadores muestran la situación financiera de cualquier empresa. Hay cuatro (4) tasas contables que deben analizarse:

9.9.1. Tasas de Liquidez

Son básicamente la tasa circulante y la tasa rápida o prueba del ácido. Para la primera, se considera un valor aceptado entre 2 y 2.5, para la segunda se considera un valor aceptado de uno (1). Si la tasa rápida adquiere un valor de uno (1) significará que puede enfrentar su deuda a corto plazo al 100%. Su cálculo se presenta a continuación:

Tasa Rápida o prueba del ácido

$$TR = (AC - \text{Inventario}) / PC$$

$$TR = 127,116.14 - 161.25$$

$$50,846.46$$

$$TR = 2.50$$

Se observa que de acuerdo con el valor aceptado de 2.5, la empresa tiene una liquidez inicial satisfactoria.

9.9.2. Tasa de solvencia o Apalancamiento

Estas dos tasas se utilizan en la evaluación de proyectos, la tasa de deuda y el número de veces que se gana el interés. Su cálculo es el siguiente:

Tasa de solvencia o apalancamiento

$$TD = \text{Deuda/AFT}$$

$$TD = 1,177,163.28 / 2,060,035.74$$

$$TD = 0.57$$

AFT es el total de activos fijos y diferidos, este valor no es muy alto debido a que no hay referencia de cuanto es el nivel óptimo de endeudamiento. Otras empresas financieras observan otras tasas contables para asignar un préstamo, el número de veces que se gana el interés.

Estas se obtienen dividiendo las ganancias antes de pagar los intereses e impuestos entre los intereses que se deben pagar por conceptos de deudas. Ambas cifras se toman del estado de resultados con financiamiento. El número de veces que se genera intereses es -0.23.

Un valor aceptable es un mínimo de siete (7) y se observa que este valor no se alcanza. Por lo que recomendable que se haga una reconsideración acerca del monto a tomar prestado. Aunque si se tomara en cuenta la amortización del capital el resultado sería otro.

9.10. Cronograma de Inversión

Es conveniente construir un programa para las instalaciones, de la empresa desde las primeras actividades de acondicionamiento del terreno, hasta el mes que probablemente sea puesto en marcha la actividad productiva de la empresa.

9.11. Calculo del VPN y la TIR con Producción Constante, con Financiamiento, con Inflación

Para estos cálculos se tomará la cifra del estado de resultados con producción constante, con inflación y financiación las cifras son las siguientes:

Inversión Inicial: RD\$ 784,775.52 (esta cifra equivale al 40% de la inversión). Esto es porque el VPN y la TIR consideran exclusivamente la inversión neta de los inversionistas.

Flujos netos de efectivo:

$$FNE_1 = 201,732.14$$

$$FNE_2 = 340,727.53$$

$$FNE_3 = 509,483.28$$

$$FNE_4 = 714,264.84$$

$$FNE_5 = 4,206,405.93$$

Nota: el Flujo 5 considera el valor de salvamento con inflación que es: VS = RD\$ 1,200,198.75.

9.12. TMAR

La TMAR que se debe considerar con financiamiento es MIXTA, debido a que ahora se tiene dos capitales para realizar la inversión inicial. El capital donado por la Dirección General de Prisiones, tiene un valor de 37% con inflación y el Banco Central que tienen una tasa de ganancia de un 12.43% anual .

La TMAR se calcula con un promedio ponderado de los costos del capital.

9.12.1. Calculo de la TMAR MIXTA

Tasa de interés	Tasa de inflación		TMAR Con financiamiento	
12.43	22			
TMAR=i+f+(i*f)			0.3552384	
TMAR	0.371646		TMAR Mixta=	35.52%
TMAR inversionistas = 37%				

9.13. Evaluación Económica

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de factibilidad de un proyecto, los principales indicadores de rentabilidad que se han considerado en el proyecto son:

- **Valor Presente Neto (VPN):** Es la diferencia del valor actual de la inversión menos el valor actual de la recuperación de fondos de manera que, aplicando una tasa que corporativamente consideremos como la mínima aceptable para la aprobación de un proyecto de inversión.
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** representa la rentabilidad media del dinero invertido en el proyecto durante toda la vida del mismo.

9.13.1. Método VPN:

Para realizar el cálculo VPN se hizo una descomposición de los flujos de acuerdo al tiempo en que se desarrollan y llevados al año uno (1). Se utilizó una TMAR con financiamiento, de un 35.52%.

Tabla 52. Flujos netos de efectivo

Valores (RD\$)

INV. INICIAL	FNE ₁	FNE ₂	FNE ₃	FNE ₄	FNE ₅
-784,775.52	201,732.14	340,727.53	509,483.28	714,264.84	4,206,405.93

Fuente: Elaboración Propia

VPN= RD\$ 886,293.63

9.13.2. Método del TIR

Para la evaluación mediante el método de TIR, se consideran los flujos netos de efectivo mostrados en la tabla 52.

TIR = 66%

9.13.3. Conclusión del Análisis Económico

En términos económicos, a la Dirección General de Prisiones le resulta Factible invertir en la planta de producción de biogás para la generación de electricidad bajo la directriz que está marcada en el presente estudio. Trabajando en ritmo constante, la inversión presenta una rentabilidad económica aceptable, ya que el VPN es mayor que uno (1) y la TIR es mayor que la TMAR.

Solicitando un financiamiento del 60% del capital total, se observó que hay dificultades para cubrir las leudas por tanto se recomienda que se disminuya al máximo los posibles costos financieros.

CONCLUSIONES

Después de recolectar y compilar todos los datos, se reconocieron todos los puntos claves y de interés con respecto a la viabilidad del proyecto, entre los factores más relevantes, obtuvimos las siguientes conclusiones:

1. Insumos

La cantidad aunque fluctuante es, considerablemente grande, óptima para el propósito destinado, cabe destacar. que en este puntos nos referimos a los desechos municipales, los desechos representan muy bajo nivel de posibilidad de alterar el pH de la biomasa y su característica general lo hace buen agente bacteriológico para producir las bacteria responsables de la digestión anaeróbica.

2. Capacidad

Para suplir la demanda energética de la cárcel se requiere producir 162.39 m³/día de Biogás al día para generar los Kw/h por día necesarios.

3. Suministro de agua

El agua para que el proceso se pueda llevar a cabo esta dada en un 90% por aguas cloacales, que de por sí es un buen aportador de bacterias; en la incorporación de estas aguas surge un punto de control, esto es la verificación de la presencia de factores inhibidores dentro de mezcla. Esto puede controlarse habilitando otro punto de control en la entrada al penal de productos que puedan servir como factores inhibidores.

4. Penitenciaría Najayo

Las características que posee la penitenciaría de Najayo hombre, lo hacen un lugar excelente para el desarrollo de este proyecto. La generación de insumos en un lugar con una fluctuación baja de población penal y la demanda fija establecida. Son varios de los puntos relevantes a la hora de pensar en este tipo de actividad, además de su gran área perimetral que permite una ubicación de planta excelente.

La relación beneficio costo, es altamente alentadora. Con un TIR del 67% y un VPN de 886,293.63, es rentable el proyecto, además de los beneficios marginales que genera al ecosistema, y a la economía del estado y siendo pionero en este tipo de proyecto auto sostenible en todo el Caribe.

RECOMENDACIONES

- Restructuración y mejora del cableado eléctrico
- Educación sobre la clasificación de los residuos
- Restructuración de los sistemas sanitarios
- Ampliación de la capacidad de producción
- Adquisición de un nuevo generador eléctrico
- Recolección externa de residuos orgánicos
- Estudiar para la implementación del biogás para la cocina
- Cambiar los tipos de detergentes utilizados por detergentes biodegradables
- Modificar la dieta de los reos en comida rica en fibra e hidrato de carbono
- Mover la planta eléctrica cerca de la planta de producción.

LISTA DE REFERENCIA

- Biogás In Der Landwirtschaft (Dipl. Ing. Werner Noack), Otto Elsner Verlagsgesellschaft Darmstadt.
- Jesús Reynoso y Jorge Peña: “Aprovechamiento de los Desechos Humanos & Mayreni Cabral, César Vásquez y Mónica Ortiz: “Evaluación de los Factores que Intervienen en el Proceso de Digestión Anaeróbica de los Desechos Orgánicos del Vertedero Duquesa”, Trabajo de Grado. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. 2009.
- “Norma 12/2003: para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Municipales” Ministerio de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- “Instan Aprovechar el Biogás en el Vertedero de Duquesa”, Periódico Digital el 7dias.com.do.

ANEXOS

Anexo 1. Imágenes de la Penitenciaría Najayo

Anexo 2. Resolución 15/2009. Norma para la gestión ambiental de residuos sólidos no peligrosos.

Anexo 3. Hoja de seguridad de materiales

Anexo 4. Reportaje acerca del biogás

Anexo 5. Cotizaciones

Anexo 6. Facturas de Najayo – Hombres

Anexo 7. Presupuesto de la Obra Civil

Anexo 8. Protocolo de Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial

Anexo 9. Plano ilustrativo de la Distribución de Planta

Anexo 1. Imágenes de la Penitenciaría Najayo



Imagen 25. Penitenciaría de Najayo

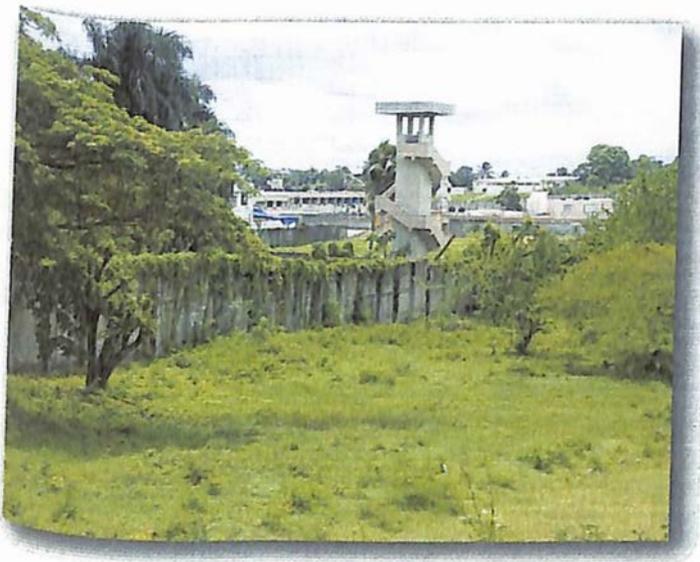


Imagen 26. Parte Trasera de la Penitenciaría de Najayo



Imagen 27. Camión de Transporte de Basura



Imagen 28. Aguas Negras y Desechos Orgánicos de la Penitenciaría de Najayo – Hombre

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.



Imagen 29. Cañada de la Penitenciaría de Najayo – Hombre

Anexo 2. Resolución 15/2009



"Año del Centenario del Natalicio de Juan Bosch"

RESOLUCION No. 15/2009

QUE MODIFICA LA RESOLUCIÓN NO. 12/2003, QUE ESTABLECE LA NORMA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

CONSIDERANDO: Que es de alto interés de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales el adecuar a la realidad de nuestro país el cumplimiento de las normas ambientales en el marco de las normativas internacionales y la sostenibilidad de los procesos.

CONSIDERANDO: Que los rellenos sanitarios que operan en nuestro país se desenvuelven con un presupuesto económico muy limitado, lo que impide el cumplimiento efectivo de las normas, por el alto costo que supone la quema controlada de los gases generados en los rellenos sanitarios.

CONSIDERANDO: Que los gases producidos en un relleno sanitario deben ser evacuados, asegurando la difusión natural de los mismos, con el fin de evitar su acumulación en el interior de la masa de residuos depositados.

CONSIDERANDO: Que mediante el venteo, los rellenos sanitarios pueden drenar efectivamente los gases, y tal actividad (venteo) es económicamente ajustable a los presupuestos de los ayuntamientos y de las instituciones que tienen a cargo la administración de los sitios de disposición final de desechos sólidos.

VISTAS:

- La Ley General No. 64-00, de fecha 18 de agosto de 2000, sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales;

- La Resolución No. 12/2003, de fecha cinco (5) del mes de junio de 2003, que norma la gestión ambiental de los residuos sólidos no Peligrosos.

- El Artículo 6.4.3. de la Norma para la Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos no Peligrosos emitida por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente en junio de 2003.

- En virtud de las atribuciones conferidas al Secretario de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales por la Ley Orgánica de Secretarías de Estado No. 4378 del 10 de febrero de 1956 y la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 64-00, de fecha 18 de agosto de 2000, emito la siguiente:

HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (MSDS)

Elaborada de acuerdo con los requerimientos establecidos por la NTC 4435 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas

METANO

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del producto : Metano
Familia química : Hidrocarburos alifáticos
Nombre químico : Metano
Fórmula : CH₄
Sinónimos: Hidruro de metilo, gas de los pantanos o gas de salida.
Usos: El metano es usado principalmente como iniciador para síntesis de gran variedad de sustancias orgánicas. Algunas de las más importantes son cloroformo, tetracloruro de carbono, acetileno, alcoholes, aldehídos y ácidos orgánicos. También es usado para la producción de amoníaco.

Fabricante :
AGA Fano S.A.
Apartado Aéreo 3624
Carrera 68 # 11 - 51 Bogotá (Colombia)
www.aga.com.co
Tel. : (57) 1 - 4254550 (24 horas)
Fax : (57) 1 - 4146040 - 4254585

Información técnica :
Tel. : 4254520 en Bogotá, 018000 919242 en el resto del país.
Horario : Lunes a viernes de 7 a.m. - 6 p.m., sábados 8 a.m. - 2 p.m.

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN
Metano	93.0-99.995%	74-82-8	TLV : Asfixiante simple

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Resumen de emergencia

Gas comprimido extremadamente inflamable. El metano no es tóxico, es incoloro, inodoro y es más ligero que el aire por lo que puede alcanzar fuentes de ignición lejanas. El peligro primordial relacionado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento de oxígeno.

Efectos potenciales para la salud

Inhalación: La exposición a elevadas concentraciones puede causar asfixia por desplazamiento de oxígeno; se manifiestan síntomas como pérdida del conocimiento y de la movilidad; a bajas concentraciones puede causar narcosis, vértigos, dolor de la cabeza, náuseas y pérdida de coordinación.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Suministrar atención médica de forma inmediata. Trasladar la víctima a un área no

contaminada para que inhale aire fresco; mantenerla caliente y en reposo. Si la víctima no respira, administrarle oxígeno suplementario o respiración artificial.

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Punto de inflamación :	-187.8° C (-306° F)
Temperatura de autoignición :	537° C (999° F)
Limites de Inflamabilidad	Inferior (LEL): 5%
(en aire por volumen, %):	Superior (UEL): 15%

Sensibilidad de explosión a un impacto mecánico: No aplica.

Sensibilidad de explosión a una descarga eléctrica: Una descarga estática puede causar que este producto se encienda explosivamente, en caso de escape.

Riesgo general

Gas altamente inflamable que puede formar una gran variedad de mezclas explosivas fácilmente con el aire. En caso de incendio, puede producir gases tóxicos incluyendo monóxido de carbono y dióxido de carbono.

Medios de extinción

Rocío de agua, polvo químico seco y dióxido de carbono.

Instrucciones para combatir incendios

Si no hay riesgo, se debe detener la fuga cerrando la válvula. Los cilindros cercanos al fuego deben ser retirados y los que se encuentren expuestos al fuego deben ser enfriados rociándolos con agua desde un lugar seguro. Si el incendio se extingue antes de que la fuga sea sellada, el gas puede encenderse explosivamente sin aviso y causar daño extensivo, heridas o muerte. En este caso, aumentar la ventilación (en áreas cerradas) para prevenir la formación de mezclas inflamables o explosivas. Se deben eliminar todas las posibles fuentes de ignición.

Si un camión que transporta cilindros se ve involucrado en un incendio, aislar un área de 1600 metros (1 milla) a la redonda. Combatir el incendio desde una distancia segura utilizando soportes fijos para las mangueras.

El equipo requerido para la atención de la emergencia se encuentra reseñado en la sección 8.

6. MEDIDAS CONTRA ESCAPE ACCIDENTAL

En caso de un escape despejar el área afectada, evacuando hacia un lugar contrario a la dirección del viento que cubra por lo menos 800 metros (1/2 milla) a la redonda. Proteger a la gente y responder con personal entrenado. Si es posible, cerrar la válvula del cilindro para detener el escape. Si no se logra detener (o si no es posible llegar a la válvula), permitir que el gas se escape en su lugar o mover el cilindro a un sitio seguro, alejado de fuentes de ignición.

Se debe tener mucha precaución cuando se mueva un cilindro de metano con escape. Monitorear el nivel de oxígeno presente en el área con el fin de detectar posibles mezclas explosivas, teniendo en cuenta que el contenido de oxígeno debe estar por encima de 19.5%.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros

Antes del uso: Mover los cilindros utilizando un carro porta cilindros o montacargas. No hacerlos rodar ni arrastrarlos en posición horizontal. Evitar que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro o con otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados como, por ejemplo, el baúl de un automóvil, camioneta o van. Para descargarlos, usar un rodillo de caucho.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Durante su uso: No calentar el cilindro para acelerar la descarga del producto. Usar una válvula de contención o anti retorno en la línea de descarga para prevenir un contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de baja presión (<200 bar -3.000 psig). Jamás descargar el contenido del cilindro hacia las personas, equipos, fuentes de ignición, material incompatible o a la atmósfera.

Después del uso: Cerrar la válvula principal del cilindro. Marcar los cilindros vacíos con una etiqueta que diga "VACIO". Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula o la tapa. No deben reutilizarse cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego o a un arco eléctrico. En estos casos, notificar al proveedor para recibir instrucciones.

Precauciones que deben tomarse para el almacenamiento de cilindros

Almacenar los cilindros en posición vertical. Separar los cilindros vacíos de los llenos. Para esto, usar el sistema de inventario "primero en llegar, primero en salir" con el fin de prevenir que los cilindros llenos sean almacenados por un largo período de tiempo.

El área de almacenamiento debe encontrarse delimitada para evitar el paso de personal no autorizado que pueda manipular de forma incorrecta el producto. Los cilindros deben ser almacenados en áreas secas, frescas y bien ventiladas, lejos de áreas congestionadas o salidas de emergencia. El área debe ser protegida con el fin de prevenir ataques químicos o daños mecánicos como cortes o abrasión sobre la superficie del cilindro. No permitir que la temperatura en el área de almacenamiento exceda los 54° C (130° F) ni tampoco que entre en contacto con un sistema energizado eléctricamente. Señalizar el área con letreros que indiquen "PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO", "NO FUMAR" y con avisos donde se muestre el tipo de peligro representado por el producto. El almacén debe contar con un extinguidor de fuego apropiado (por ejemplo, sistema de riego, extinguidores portátiles, etc.). Los cilindros no deben colocarse en sitios donde hagan parte de un circuito eléctrico. Cuando los cilindros de gas se utilicen en conjunto con soldadura eléctrica, no deben estar puestos a tierra ni tampoco se deben utilizar para conexiones a tierra; esto evita que el cilindro sea quemado por un arco eléctrico, afectando sus propiedades físicas o mecánicas.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería

Ventilación: Para la manipulación de este gas se debe proveer ventilación mecánica a prueba de explosión.

Equipos de detección: Utilizar sistemas de detección de gases diseñados de acuerdo con las necesidades. Rango recomendado del instrumento 0 - 100% LEL.

Protección respiratoria

Usar protección respiratoria como equipo de respiración auto-contenido (SCBA) o máscaras con mangueras de aire y de presión directa, si el nivel de oxígeno está por debajo del 19.5% o durante emergencias de un escape del gas. Los purificadores de aire no proveen suficiente protección.

Vestuario protector

Para el manejo de cilindros es recomendable usar guantes industriales, verificando que éstos estén libres de aceite y grasa; gafas de seguridad, botas con puntera de acero y ropa de algodón para prevenir la acumulación de cargas electrostáticas.

Equipo contra incendios

Los socorristas o personal de rescate deben contar, como mínimo, con un aparato de respiración auto-contenido y protección personal completa a prueba de fuego (equipo para línea de fuego).

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Densidad relativa de gas a 15° C (59° F), 1 atm:	0.671 kg/m ³ (0.0419 lb/ft ³)
Punto de ebullición a 1 atm:	-161.49° C (-258.64° F)
Punto de fusión a 1 atm:	-182.48° C (-296.42° F)
Peso molecular:	16.043
Gravedad específica a 15.6° C (60° F), 1 atm:	0.554
Volumen específico del gas a 15.6° C (60° F) 1 atm:	1.474 m ³ /kg (23.6113 ft ³ /lb)
Temperatura de combustión (en aire)	1957° C (3554.6° F)
Temperatura de combustión (en oxígeno)	2810° C (5090° F)
Presión de vapor:	No aplica
Apariencia y color:	Gas incoloro e inoloro.

10. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

Estabilidad

El metano es un gas estable.

Incompatibilidad

Reacciona violentamente con materiales oxidantes.

Condiciones a evitar

Mantener los cilindros lejos de fuentes de ignición y de las descargas electrostáticas. Cilindros expuestos a temperaturas altas o llamas directas pueden romperse o estallar violentamente.

Reactividad

- a) Productos de descomposición : Ninguno
- b) Polimerización peligrosa : No ocurrirá.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El metano es un asfixiante simple. Los efectos en humanos son los siguientes :

Concentración

Síntomas de exposición

12-16% Oxígeno:	Aumenta el ritmo de la respiración y el pulso. Disturbios leves en la coordinación muscular
10-14% Oxígeno:	Trastorno emocional, fatiga, respiración intermumpida.
6-10% Oxígeno:	Nausea y vómito, colapso y pérdida de la conciencia.
Por debajo del 6%:	Movimientos convulsivos, posible colapso respiratorio y muerte

Capacidad irritante del material: Producto no irritante

Sensibilidad a materiales: El producto no causa sensibilidad en humanos.

Efectos al sistema reproductivo

Habilidad mutable: No Aplicable

Mutagenicidad: Ningún efecto mutagénico ha sido descrito para el metano.

Embriotoxicidad: Ningún efecto embriotóxico ha sido descrito para el metano.

Teratogenicidad: Ningún efecto teratogénico ha sido descrito para el metano.

Toxicidad Reproductiva: Ningún efecto de toxicidad reproductiva ha sido descrito para el metano.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

No se espera ningún efecto ecológico. El metano no contiene ningún químico Clase I o Clase II

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

que reduzca el ozono. No se anticipa ningún efecto en la vida de las plantas. El metano es un combustible muy limpio comparado con los combustibles tradicionales, lo que facilita el cumplimiento de las exigentes normas ambientales.

El metano no es considerado un contaminante marino por el D.O.T.

13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Regresar los cilindros vacíos al fabricante para que éste se encargue de su disposición final, de acuerdo con lo establecido por la normatividad ambiental.

14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Número de Naciones Unidas : UN 1971
Clase de peligro D.O.T : 2.1
Rotulo y etiqueta D.O.T : GAS INFLAMABLE



El metano se transporta en cilindros color ocre (Pintulux 61 Ref: CO-176), según lineamientos establecidos al interior de la compañía.

Información especial de embarque: Los cilindros se deben transportar en una posición segura en un vehículo bien ventilado. El transporte de cilindros de gas comprimido en automóviles o en vehículos cerrados presenta serios riesgos de seguridad y debe ser descartado.

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

El transporte de este producto está sujeto a las disposiciones y requerimientos establecidos en el Decreto 1609 de 2.002 del Ministerio de Transporte.

Para la manipulación de este producto se deberá cumplir con los requerimientos establecidos en la Ley 55 de 1.993 para el uso de sustancias químicas en el puesto de trabajo.

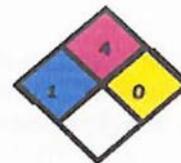
Para el almacenamiento del producto se deben tener en cuenta los requerimientos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4975.

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

En las zonas de almacenamiento de cilindros se debe contar con la siguiente información de riesgos :

Código NFPA

Salud : 1 "Ligeramente riesgoso"
Inflamabilidad : 4 "Extremadamente inflamable"
Reactividad : 0 "Estable"
Tipo de Conexión: CGA 350.



Recomendaciones de material

El metano no es corrosivo y se pueden usar todos los metales comúnmente usados para gases.

Esta hoja de seguridad es propiedad exclusiva de AGA Feno S.A.
Prohibida su reproducción total o parcial, con fines comerciales
por parte de personas ajenas a esta compañía.

Anexo 4. Reportaje acerca del biogás

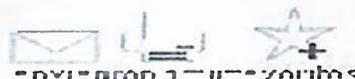
Instan a aprovechar biogás del vertedero de Duquesa

SANTO DOMINGO (R. Dominicana).- Un especialista brasileño instó a las autoridades dominicanas a aprovechar el biogás que es capaz de producir la basura, y así contribuir a conjurar la crisis energética y la carestía de los combustibles.

Max Da Silva Mendoza, experto en manejo de desechos sólidos y gerente de la empresa "La Jun Corporation", que tiene a su cargo el vertedero de Duquesa, afirmó que allí se producen alrededor de mil metros cúbicos de biogás y que eso se puede aumentar considerablemente.



Max Da Silva Mendoza, especialista en manejo de desechos sólidos muestra planta de biogás en el vertedero de Duquesa.



"Las expectativas que tenemos es que cuando el proyecto esté certificado en su totalidad, podamos generar entre uno y dos megavatios de energía eléctrica, pero en un futuro podríamos llegar a aportar al menos 10 megas, ya que Duquesa tiene las condiciones para tales fines, y nosotros como proyecto estamos en la capacidad de seguir cumpliendo con todas nuestras metas", aseguró Da Silva Mendoza.

Manifestó que al principio del proyecto se habló de que toda la energía que se produzca como resultado de estos residuos sólidos, el Estado la compraría, pero en la práctica no ha sido así.

Indicó que una de las grandes ventajas de la planta de Duquesa es que no contamina el medio ambiente, ya que el metano que antes contribuía con el efecto invernadero ya no se va a la atmósfera, reduciendo así de manera considerable la contaminación en la zona.

Precisó que luego de varios años de arduo trabajo han podido instalar en el país la primera planta de biogás, poniendo así a la República Dominicana a la vanguardia de las naciones que están cumpliendo con el protocolo de Kyoto, el cual establece el desarrollo de mecanismos limpios a favor del medio ambiente.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Anexo 5. Cotizaciones



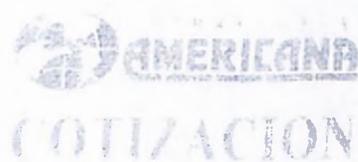
Mega_Centro
Tel.: (809) 333-7777 Ext : 3714 Fax: (809) 335-0144

COTIZACION

Señores: ING. PAUL REYNOSO SEGURA	Código:	NO. 446183
ATENCION A:		FECHA...: 2010/09/14
		HORA...: 15:23:12
		EMPLEADO: P6597

DE ATENDIO: 6597 PERALTA DIAZ, INGRID Email.: IPeralta@AMERICANA.COM.DO

Cant.	Unid.	Descripción	Precio	Desc.	Importe	ITBIS
2.00	UNI	275092 CARRETILLA 6 PIES CT60S	3100.00		6,200.00	992.00
3.00	UNI	001359 PALA CUADRADA M/C. TRAMONTINA 77472/424	280.00		840.00	134.40
3.00	UNI	013824 MACHETE TRAMONTINA 26605/022 26616/022	175.00		525.00	84.00
3.00	UNI	104304 RASTRILLO AMES 19861	1165.00		3,495.00	559.20
3.00	UNI	266767 TIJERA PARA JARDIN ALTUNA 51R	775.00		2,325.00	372.00
1.00	UNI	316368 MOTOBOMBA B&S SOLIDO 2X2 6.5HP 73023	31034.48		31,034.48	4,965.52
1.00	UNI	178256 TUBO PVC 8X19 SCH-40	3412.35		3,412.35	545.98
1.00	UNI	105385 LLAVE PASO BOLA 2" 090 ITAP	1339.00		1,339.00	214.24
1.00	UNI	035996 BOMBA MYERS CISTERNA 1HP HJ100S	9818.10		9,818.10	1,570.90
1.00	UNI	179233 TUBO PVC 2X19 SCH-40	435.10		435.10	69.62
1.00	UNI	126399 TANQUE ECONOMAX C/FIBRAS 60G TFVE-060	6250.00		6,250.00	1,000.00
50.00	PIE	009203 TUBERIA COBRE 1/4	20.00		1,000.00	160.00
1.00	UNI	290987 COMPRESOR B&D 2HP SOLTS. H11967F	8875.00		8,875.00	1,420.00
		*** ULTIMA LINEA ***				
		TOTALES			75,549.03	12,087.86
		GRAN TOTAL RD\$ - - >>				87,636.89



Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

ALMACENES UNIDOS, C. POR A.
 Tel: 809-472-6911 - Fax: 809-732-2637 - E-Mail: info@almacenesunidos.com
 AV. JOHN F. KENNEDY ESQ., PROL. WINSTON CHURCHILL
 SANTO DOMINGO
COTIZACION

Pag.: 1

RNC 1-01-013834

Cliente: RAUL

Fecha: 17/09/2010

Cotización No.: COT00004349

Terminos:

Cuenta: CONTADO

Vendedor:

Teléfono: (000) 000-0000 Ext. 0000

Cotizador: msilfa

Código	Cant.	Detalle	Precio	Importe	ITBIS
081050	2.00	JUEGO Carretilla concreto rueda maciza 5 ft. cub. CTA-50 Roja	\$1,581.90	\$3,163.80	\$506.21
080388	3.00	UND Pala cuadrada PCY-P/SS19-7D Truper/Masalla	\$211.21	\$633.63	\$101.38
008163	3.00	UND Pallas cuadradas SS19 Diamond	\$134.48	\$403.44	\$64.55
060228	3.00	UND Machete Tramontina cabo pistola 26605/022	\$193.97	\$581.91	\$93.11
097139	3.00	UND Machete 22" Super Comfort Bellota	\$168.10	\$504.30	\$80.69
068656	3.00	UND Rastrillos jardín 14 dientes c/mango TW	\$118.53	\$355.59	\$56.89
108977	3.00	UND Rastrillo metal c/mango Tramontina 77105/644	\$256.90	\$770.70	\$123.31
000841	1.00	UND Cortadora Césped 22" 5.5 HP c/ruedas trasera gores. Poulan 9	\$11,159.48	\$11,159.48	\$1,785.52
106164	3.00	UND Tijera de podar 20" Foy #143030 #78334/525 Tramontina	\$327.59	\$982.77	\$157.24
Subtotal				\$18,555.62	
Itbis				\$2,968.90	
Total				\$21,524.52	

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Anexo 6. Facturas de Najayo – Hombres

Nota: Las facturas les fueron eliminadas las informaciones para mantener la confidencialidad de estas.

ESTIMADO CLIENTE:
AGRADECEREMOS EFECTUAR EL PAGO DE LA PRESENTE FACTURA EN CUALQUIERA DE NUESTRAS OFICINAS O ENTIDADES COLABORADORAS. NUESTRO PRESIDENTE LE RESPONDERÁ COMPLETO.

OFICINA: 1318- SAN CRISTÓBAL
CALLE MELLA, 5
TELÉFONO: [REDACTED]
REFERENCIA DE PAGO: [REDACTED]
NCF: [REDACTED]
FECHA DE EMISIÓN: 07/10/2009
FECHA LIMITE DE PAGO:

PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA
DIRECCION: HIPOLITO HERRERA BILLINI
No.: 3 / REP-05 Piso/Depto: 032-05
Finca: OFICINA CARCEL DE NAJAYO Oficina: 1318
REF.: [REDACTED] Ruta: 02
LOC.: CENTRO DE LOS HEROES Itiner.: 0001
Seccion: ZONA URBANA
Municipio: SANTO DOMINGO DE GUZMAN Medidor:
Provincia: DISTRITO NACIONAL
Direccion Anterior:

DIRECCION DEL SUMINISTRO
CARR PRINCIPAL (NAJAYO ARRIBA)
No.: SN 10 Piso/Depto.:
LOC.: CMP NAJAYO ARRIBA REF.: LDO DER CARCEL DE NA

TITULAR DEL CONTRATO: NIC
PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA

DAIOS DEL CONTRATO
TARIFA MTD-1 VOLTAJE: Alta 12.5 kV EFICIENCIA: 0.97 POTENCIA CONTRATADA: kW PERIODO DE FACTURACION: 04/09/2009 - 05/10/2009 = 31 Dias

TIPO DE LECTURA	NO. DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	MULTIPLICADOR	CONSUMO
Activa A.T.	9200652	7457	7623	120.0000	19920 kWh
Reactiva A.T.	9200652	3944	4016	120.0000	8640 kVArh
Potencia A.T.	9200652	0	0.633	120.0000	75.960 kW

CALCULO DE LA FACTURA

Cargo fijo	31 dias, RD\$198.16	RD\$	198.16
Energia	19920 kWh x RD\$ 6.61	RD\$	129,679.20
Potencia	80.980 kW x RD\$400.39	RD\$	32,868.33
IMPORTE TOTAL EN RD\$			162,543.69
FECHA LIMITE DE PAGO			06/11/2009



Así de sencillo es pagar **CLICK** sin filas, ni espera.
www.edesur.com.do

RESERVADO PARA LA OFICINA DE COBRO

EDESUR

TITULAR DE CONTRATO
PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA. (EDESUR)
DIRECCION DEL SUMINISTRO
CARR PRINCIPAL (NAJAYO ARRIBA)
No.: SN 10 Piso/Depto.: Ruta: 02
LOC.: CMP NAJAYO ARRIBA Itiner.: 0001
REF.: LDO DER CARCEL DE NAJAYO HOMBRE

IMPORTE EN RD\$ 162,543.69

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

EDESUR
 REPUBLICA DOMINICANA, S.A.
 Carreteras #47, Torre Serrano, Lascañas, Sto. Dgo.
 T: 1-01-82124-8

ESTIMADO CLIENTE:
 AGRADECEREMOS EFECTUE EL PAGO DE LA PRESENTE FACTURA EN CUALQUIERA DE NUESTRAS OFICINAS O ENTIDADES CUALESQUIERAS. NO OBLIGE PRESENTAR EL CUENTAS COMPLETO.

OFICINA : 1318- SAN CRISTOBAL
CALLE MELLA 5
TELEFONO : 288-2844
REFERENCIA DE PAGO: [REDACTED]
NCF: [REDACTED]
FECHA DE EMISION: 07/09/2009
FECHA LIMITE DE PAGO: [REDACTED]

PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA
DIRECCION: HIPOLITO HERRERA BILLINI
No.: 3 / REP 05 **Piso/Depto:** 632 06
Finca: OFICINA CARCEL DE NAJAYO **Oficina:** 1318
REF.: [REDACTED] **Ruta:** 02
LOC.: CENTRO DE LOS HEROES **Itiner.:** 0001
Seccion: ZONA URBANA
Municipio: SANTO DOMINGO DE GUAZMAN **Medidor:**
Provincia: DISTRITO NACIONAL
 Dirección Anterior

DIRECCION DEL SUMINISTRO
CARR PRINCIPAL (NAJAYO ARRIBA)
No.: 5/1 70 **Piso/Depto.:**
LOC.: CMP NAJAYO ARRIBA **REF.:** LOO DER CARCEL DE NA

TITULAR DEL CONTRATO NIC
PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBU [REDACTED]

DATOS DEL CONTRATO
TARIFA MTD-1 **VOLTAJE** Alta 12.5 KV **EFICIENCIA** 0.91 **POTENCIA CONTRATADA** kW **PERIODO DE FACTURACION** 04/09/2009 - 04/09/2009 = 31 Dias

TIPO DE LECTURA	NO. DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	MULTIPLICO	CONSUMO
Activa A.T.	9200652	7285	7457	120.0000	20289 kWh
Reactiva A.T.	9200652	3869	3944	120.0000	9000 kVArh
Potencia A.T.	9200652	0	0.633	120.0000	75.960 kW

CALCULO DE LA FACTURA

Cargo fijo 31 dias, RD\$150.15	RD\$	150.15
Energia 20289 kWh X RD\$ 6.51	RD\$	132,022.90
Potencia 80.583 kW X RD\$405.39	RD\$	32,665.33
IMPORTE TOTAL EN RDS		164,887.29
FECHA LIMITE DE PAGO		07/10/2009



Así de sencillo es pagar **CLICK** sin filas, ni espera.
www.edesur.com.do

RESERVADO PARA LA OFICINA DE COBRO

EDESUR

TITULAR DE CONTRATO
 PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA (EDESUR)
DIRECCION DEL SUMINISTRO
 CARR PRINCIPAL (NAJAYO ARRIBA)
No.: 5/1 70 **Piso/Depto.:**
LOC.: CMP NAJAYO ARRIBA **Ruta:** 02
REF.: LOO DER CARCEL DE NAJAYO HOMBRE **Itiner.:** 0001
TARIFA MTD-1

REFERENCIA DE PAGO [REDACTED]
FECHA LIMITE DE PAGO [REDACTED]

IMPORTE EN RDS 164,887.29

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

EDESUR

EDESUR DOMINICANA, S.A.
 Av. Inadientes #47 - Torre Serrano - Ensanche Naco, Sto. Dgo.
 RNC: 1-01-82124-8

ESTIMADO CLIENTE:
 AGRADecemos EFECTUAR EL PAGO DE LA PRESENTE FACTURA EN
 CUALQUIERA DE NUESTRAS OFICINAS O ENTIDADS CERCANAS, SIENDO
 NO OBLIGADO PRESENTAR EL HABER COMPLETO.

OFICINA: 1318- SAN CRISTOBAL
 CALLE MELLA, 5
 TELEFONO: [REDACTED]
 REFERENCIA DE PAGO:
 NCF: [REDACTED]
 FECHA DE EMISION: 07/07/2009
 FECHA LIMITE DE PAGO: 06/08/2009

PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA
 DIRECCION: HIPOLITO HERRERA BILINI
 No.: 7 REP. 05 Piso/Depto.: 032-05
 Finca: OFICINA CARCEL DE NAJAYO Oficina: 1318
 REF.: Ruta: 02
 LOC.: CENTRO DE LOS HERODES Itiner.: 0001
 Seccion: ZONA URBANA
 Municipio: SANTO DOMINGO DE GUZMAN Medidor:
 Provincia: DISTRITO NACIONAL
 Direccion Anterior:

DIRECCION DEL SUMINISTRO
 CARR PRINCIPAL (NAJAYO ARRIBA)
 No.: 0/N 7 D Piso/Depto.:
 LOC.: CMP NAJAYO ARRIBA REF.: LDC DER CARCEL DE NA.

TITULAR DEL CONTRATO NIC
 PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA

DATOS DEL CONTRATO
 TARIFA MTD-1 VOLTAJE Eficiencia Potencia Contratada Periodo de Facturacion
 A la 12.5 kV 0.00 kW 04/08/2009 - 04/07/2009 = 30 Dias

TIPO DE LECTURA	NO. DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	MULTIPLICO	CONSUMO
Activa A.T.	920652	6966	7130	120.0000	19680 kWh
Reactiva A.T.	920652	3720	3800	120.0000	9600 kVArh
Potencia A.T.	970652	0	0.649	120.0000	77.880 kW

CALCULO DE LA FACTURA		
Cargo fijo	RD\$	150.16
Energia	RD\$	128.110.80
Potencia	RD\$	31,571.77
IMPORTE TOTAL EN RDS		159,886.73
FECHA LIMITE DE PAGO		06/08/2009



NOTIFICACIONES: www.edesur.com.do

RESERVADO PARA LA OFICINA DE COBRO

EDESUR

TITULAR DE CONTRATO
 PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA (EDESUR)
 DIRECCION DEL SUMINISTRO
 CARR PRINCIPAL (NAJAYO ARRIBA)
 No.: 0/N 7 D Piso/Depto.: Ruta: 02
 LOC.: CMP NAJAYO ARRIBA Itiner.: 0001
 REF.: LDC DER CARCEL DE NAJAYO HOMBRE
 TARIFA
 MTD-1

REFERENCIA DE PAGO
 FECHA LIMITE DE PAGO

IMPORTE EN RDS 159,886.73

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Anexo 7. Presupuesto de la Obra Civil

CATALOGO DE PARTIDAS Y CANTIDADES DE LA OBRA PLANTA DE BIOGAS NAJAYO-HOMBRES

CATALOGO DE PARTIDAS Y CANTIDADES DE OBRAS PARA EXPRESION DE PRECIOS Y MONTOS DE LA OBRA	FECHA INICIO: 15,Noviembre , 2010	Propuesta: 001/2010	FECHA:
OBRA: Construcción OBRAS GRIS Edificio Apartamentos	FECHA TERMINO: 04, Mayo, 2012	CONTRATISTAS:	

CATALOGO DE CONCEPTOS

PROYECTO:

FECHA: 1-Sep-10

DESCRIPCION: PRESUPUESTO PRELIMINAR DEL PROYECTO .

No.	PARTIDA	CANT.	UND	P.U	SUB-TOTAL	TOTAL
1	PRELIMINARES:					
1.1	Caseta Materiales	1.00	PA	\$ 95,000.00	\$ 95,000.00	
1.2	Replanteo	85.00	M2	\$ 128.15	\$ 10,892.75	\$ 105,892.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRA:					
2.1	Excavacion de Capa Vegetal	24.00	M3	\$ 126.71	\$ 3,040.93	
2.2	Excavacion en Zapata	29.52	M3	\$ 640.75	\$ 18,914.94	
2.3	Corte de Terreno	12.00	M3	\$ 407.75	\$ 4,893.00	
2.4	Relleno Compactado	27.00	M3	\$ 534.22	\$ 14,424.00	
2.5	Corte,Bote y Traslado de Material	27.00	M3	\$ 209.70	\$ 5,661.90	\$ 46,934.77
3	HORMIGON ARMADO:					
3.1	Zapata Muros	22.41	M3	\$ 10,357.26	\$ 232,106.15	
3.2	Vigas de Amarre	3.32	M3	\$ 21,595.76	\$ 71,697.91	
3.6	H.A. Losa H=0.2 Fc=210	17.00	M3	\$ 17,475.00	\$ 297,075.00	
3.7	Tanque	40.00	M3	\$ 17,476.00	\$ 699,040.00	\$ 1,299,919.06
4	MUROS DE BLOQUES:					
4.01	Muros Bloques Horm. 8" SNP(3/8 a 0.20)	215.00	M2	\$ 1,013.55	\$ 217,913.25	\$ 217,913.25
5	TERMINACION DE SUPERFICIE:					
5.1	Empaquete Maestreado Exterior	215.00	M2	\$ 349.50	\$ 75,142.50	
5.2	Empaquete Maestreado Interior	215.00	M2	\$ 257.33	\$ 55,324.92	
5.3	Cantos	56.00	ML	\$ 61.76	\$ 3,458.37	\$ 133,925.79
6	TERMINACION DE PISOS:					
6.1	Pisos de Ceramicas(Sala,comedor, cocina,et	39.00	M2	\$ 2,391.14	\$ 93,254.43	
6.2	Zocalos en Ceramicas	41.00	M1	\$ 471.83	\$ 19,344.83	
6.3	Pisos pulido	46.00	M2	\$ 550.00	\$ 25,300.00	
9	INSTALACIONES SANITARIAS:					
9.1	Instalaciones Hidrosanitarias	1.00	PA	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
10	PUERTAS Y VENTANAS:					
10.1	Ventanas	152.00	P2	\$ 230.00	\$ 34,960.00	
10.2	Puerta Metalica	3.00	Uds	\$ 6,500.00	\$ 19,500.00	
12	TERMINACION DE TECHOS:					
12.1	Fino de Techo	85.00	M2	\$ 477.65	\$ 40,600.25	
12.2	Zabaleta de Techo	41.00	ML	\$ 104.85	\$ 4,298.85	
12.3	Impermeabilizante	85.00	M2	\$ 326.20	\$ 27,727.00	\$ 72,626.10

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Continuación Presupuesto

13	PINTURA:					
13.1	Pintura Techos	85.00	M2	\$ 186.40	\$ 15,844.00	
13.2	Pintura Muros	486.00	M2	\$ 211.54	\$ 102,808.78	
14	INSTALACIONES ELECTRICAS:					
14.1	Instalaciones eléctricas	1.00	PA	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
15	ACOMETIDAS ELECTRICAS:					
15.1	Acometida de Bomba Cisterna a Panel	1.00	Uds	\$ 5,242.50	\$ 5,242.50	
15.2	Acometida Calle al Modulo Contador	1.00	Uds	\$ 8,155.00	\$ 8,155.00	
15.3	Instal. Eléctrica General	1.00	PA	\$ 34,950.00	\$ 34,950.00	
15.4	Acometida del Transformador al Poste	1.00	PA	\$ 9,320.00	\$ 9,320.00	
15.5	Acometida Elect.Luces Ext.Techo	1.00	PA	\$ 1,165.00	\$ 1,165.00	\$ 58,832.50
16	MEDIA TENSION:					
16.1	Materiales Línea Media y Baja Tension	1.00	PA	\$ 34,950.00	\$ 34,950.00	
16.2	Transformador 112.5 KVA	1.00	Uds	\$ 78,637.50	\$ 78,637.50	
16.3	Modulo Porta Contador de 15 Zocalos	1.00	Uds	\$ 122,325.00	\$ 122,325.00	
16.4	Conductor No. URD aislado 15 KV(100%)	50.00	PL	\$ 109.22	\$ 5,460.94	
16.5	Cut-Out 100 Amps. Con fusibles	3.00	UDS	\$ 2,359.13	\$ 7,077.38	
16.6	Sistema Aterrizaje	1.00	Uds	\$ 13,106.25	\$ 13,106.25	\$ 261,557.06
TOTAL GENERAL PESOS DOMINICANOS						RDS2,212,601.28
TOTAL GENERAL US DÓLARES						RDS59,800.03

NOTAS:

A) SUJETO A CAMBIO SI VARIAN LOS PRECIOS EN EL MERCADO.

B) LAS PIEZAS Y MATERIALES NO CONSIDERADOS EN ESTE PRESUPUESTO, FORMARAN PARTE DE LAS PARTIDAS ADICIONALES QUE PUDIERAN GENERARSE DURANTE EL PROCESO DE LA CONSTRUCCION.

C) ESTE ES UN PRESUPUESTO PRELIMINAR DEL PROYECTO REALIZADO EN BASE A LOS PLANOS ARQUITECTONICOS.

ANEXO 8

Programa de mantenimiento

El mantenimiento es establecido para prolongar la duración de los equipos y estructuras de la planta, con el fin de mantener estándares que permitan una seguridad e higiene aptas para laboral y a su vez mantener la eficiencia de los procesos.

Área de recepción y clasificación

El mantenimiento en esta área persigue la prevención de la formación de moho, aunque el moho es material orgánico que podría ser utilizado en el proceso de fermentación, promueve una degradación de la Infra estructura del área.

Pasos a realizar con el mantenimiento:

- Retirar con cepillo y agua el moho de las paredes.
- Retirar con escobillón y agua el moho del suelo.
- Verificar y limpiar de moho la tolva de alimentación.

Motriturador de material orgánico

El mantenimiento de este equipo tiene un estándar de acuerdo al fabricante, estos estándares se rigen por el tiempo de uso y tiempo de vida.

Pasos a realizar con el mantenimiento:

- Sustituir, recargar aceite que utiliza el equipo.
- Engrasar las piezas móviles

- Desmontar y sustituir las cuchillas para que sean afiladas (el equipo trae repuestas).
- Verificar la estructura del aparato en busca y corrección de corrosión metálica.

Reactor

El mantenimiento de este es el más elaborado ya que consta de una gran área cúbica, además de la serie de componentes que lo conforman, además de que no serán tan frecuentes como los demás equipos de la planta. El listado de componentes a verificar y dar mantenimiento es el siguiente:

1. Válvulas y líneas de alimentación y extracción de biomasa
2. válvulas y líneas de extracción de biogás
3. escotilla de acceso
4. sistema del agitador de biomasa
5. intercambiador de calor.
6. infraestructura del reactor

Válvulas y líneas de alimentación y extracción de biomasa.

Este mantenimiento es de una frecuencia un poco mayor que la del reactor en si, los puntos a verificar se realizarán según la cantidad de veces con la que estas válvulas sean utilizadas, ya que los sellos herméticos pueden sufrir desgastes por el uso y verificar la corrosión del metal por los factores de humedad, los puntos a verificar son:

- Integridad de las válvulas con respecto a la corrosión
- Integridad de los sellos
- Nivel de esfuerzo en el momento del cierre y apertura de la válvula.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

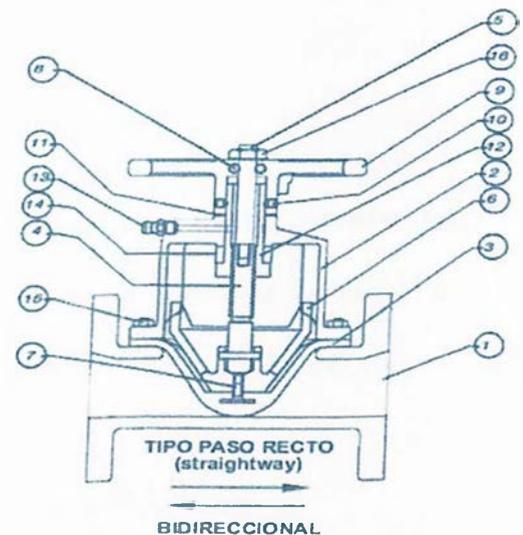
- Detección de costras y escorias en la línea de alimentación.

Si la integridad del metal puede restablecerse o mejorar con la aplicación de un anticorrosivo se procederá así, de lo contrario se procederá a la sustitución parcial o total del dispositivo.

Válvula tipo paso recto (straightway)

Partes que la integran

- 1- cuerpo
- 2- bonete
- 3- diafragma
- 4- vástago
- 5- indicador de posición
- 6- compresor
- 7- perno del compresor
- 8- reten
- 9- volante
- 10- prisioneros
- 11- rondana de plástico
- 12- buje
- 13- grasera
- 14- rodamiento



15- tornillos y tuercas

16- tuerca

Válvulas y líneas de extracción del biogas

El mantenimiento de este es en sí uno de los más frecuentes, ya que el deterioro de este representa un potencial muy alto de peligro en la planta y sus alrededores.

Puntos de inspección:

- Integridad de las válvulas con respecto a la corrosión
- Integridad de los sellos
- Nivel de esfuerzo en el momento del cierre y apertura de la válvula.
- Detección de corrosión en la línea de extracción.

Si la integridad del metal puede reestablecerse o mejorar con la aplicación de un anticorrosivo se procederá así, de lo contrario se procederá a la sustitución parcial o total del dispositivo. En cuanto a los sellos deberán estar en perfectas condiciones en un 100% o se procederá al cambio de las mismas.

Escotilla de acceso.

Esta parte del reactor es en donde se permite el acceso de personal a dentro del reactor, este consta de un sello hermético el cual debe de verificarse frecuentemente para asegurarse de su integridad, la apertura de esta escotilla es solo en caso de una reparación dentro del reactor o en su mantenimiento anual, por tanto será escasa la ocasión de uso.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

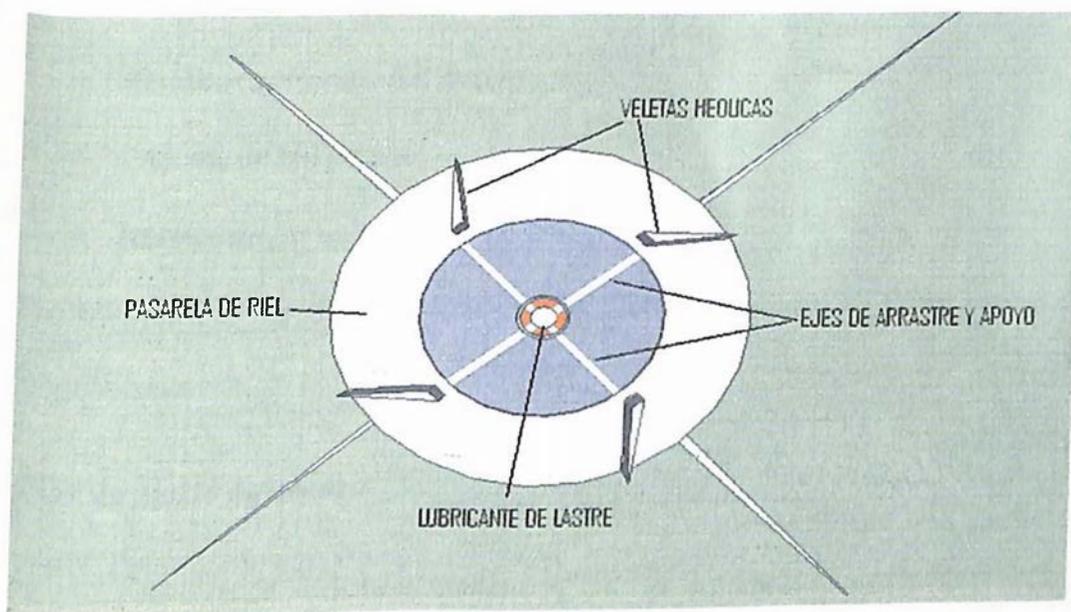
Aparte del sellado de la escotilla se verificara la condición del metal de la misma para su corrección en caso de ser necesario.

Sistema de agitador de biomasa

Este sistema es una estructura de metal y madera, aunque es una sola estructura formada por varios componentes, tendremos que dividirla en 2 secciones a la hora del mantenimiento, debido a que la parte inferior se encuentra en el interior del biodigestor y el acceso al mismo es de muy baja periodicidad, por lo cual se divide en dos, es decir:

1. Parte externa
2. Parte interna

Parte externa



Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Especificaciones de mantenimiento.

Pasarela o sistema de riel.

Se inspecciona la calidad y cantidad de grasa lubricante, para mantener al mínimo la fricción del equipo y así proporcionar la mayor movilidad de la estructura.

Veletas eólicas.

El mantenimiento del mismo consistirá en verificar la integridad de los paneles de fibra, en caso de presentar algún deterioro, se procederá a rellenar con esmalte o masilla según corresponda.

El punto de anclaje de las velas eólicas, es una canaleta donde esta un perno que permite el giro en 90 grados, el mantenimiento del mismo consiste en:

- Verificar corrosión del metal
- Engrase de los pernos
- Anclaje de las veletas

En cualquiera de los casos de deterioro del metal, se aplicara un anticorrosivo y se sustituirá la pieza de ser necesario.

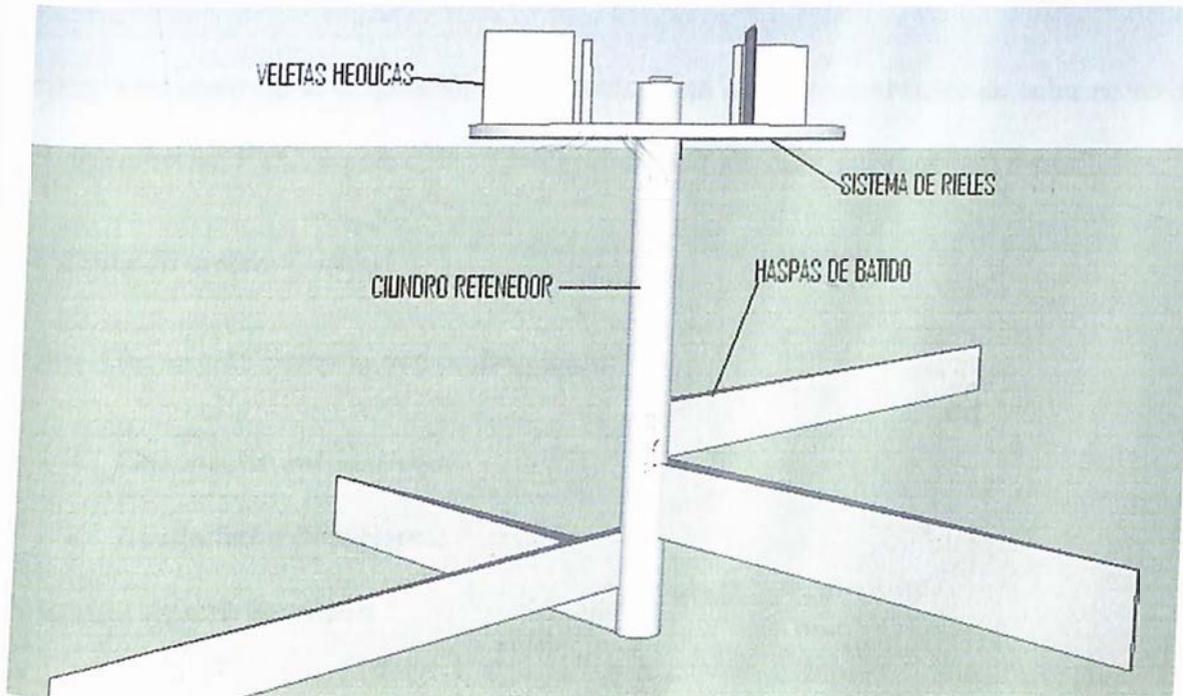
Nivel de aceite de lastre.

En este punto es de constante monitoreo, esto es debido a que este nivel refleja la presión interna del biogás y además ayuda a minimizar la fricción del eje central del mezclador eólico.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

El paso es sencillo, solo es vigilar el nivel, para comenzar con la extracción del biogás o la pulga de emergencia de ser necesaria.

Parte interna



Especificaciones del mantenimiento.

El cilindro retenedor y las aspas de batido, están hecha en fibra de vidrio por su ligereza y resistencia mecánica, el mantenimiento de este es de ámbito más sencillo, consiste en lavar con agua y cepillos, las aspas y la parte externa del cilindro retenedor para limpiar la acumulación de escorias y costras formadas encima del mismo.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Paredes del reactor.

El mantenimiento del mismo consiste en cepillado de la pared circular interna del reactor para eliminar las costras adheridas por el tiempo y verificar la integridad del intercambiador de calor.

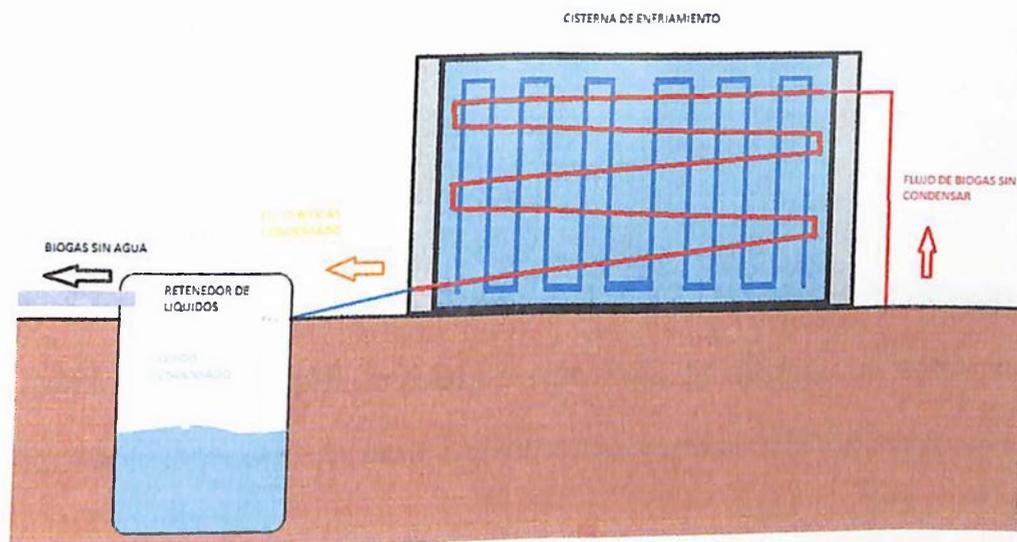
En el momento de la inspección y mantenimiento del intercambiador de calor se verifica la integridad de las tuberías PVC, en caso de su integridad estar alterada, se procederá a sustituirse.

Sistema de condensación

Este sistema está compuesto por dos etapas:

- Cisterna de enfriamiento
- Acumulador de líquido

Cisterna de enfriamiento



Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

La cisterna consta de un equipo de refrigeración convencional, este consta de las siguientes partes:

- Compresor
- Condensador
- Evaporador

El mantenimiento del compresor y condensador es de periodicidad estándar, cada tres meses se aplica líquido limpiador a los serpentines del condensador y cepillo con abundante agua para retirar polvo acumulado por la succión del abanico del condensador.

El compresor es del tipo hermético y por tanto su mantenimiento es solo externo para evitar la corrosión del metal, el procedimiento total de ambos es el siguiente:

1. Verificación del estado del metal en busca de corrosión
2. Medición y completamiento del refrigerante utilizado.
3. Aplicación de agua y líquido limpiador de aluminio.
4. Verificación de todos los terminales eléctricos en búsqueda de corrosión.

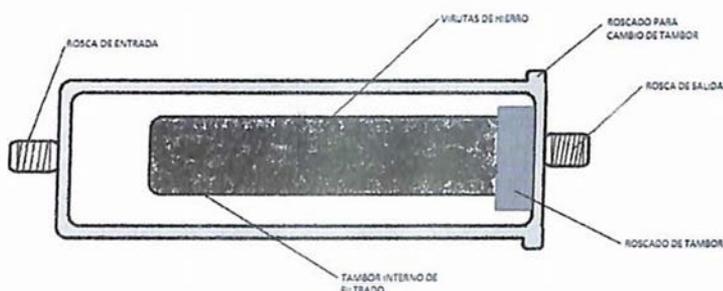
El evaporador se encuentra sumergido en el agua de la cisterna, por ende el mantenimiento de esta sección está sujeto a una periodicidad relativamente corta, el objetivo es buscar anomalías en la integridad de las tuberías de cobre que están adheridas a las paredes de la cisterna y corregirlas.

Para la corrección de los desperfectos en la tubería de cobre, se rellenaran con varillas de plata y aplicación de MAPP GAS con TUEBO TORCH.

Retenedor de líquidos

Este dispositivo es básicamente un recipiente que acumula agua, por lo tanto el mantenimiento se limitara a drenar el agua, y así evitar que el recipiente se llene.

Filtro de acido sulfhídrico



El mantenimiento de este dispositivo, es de periodicidad desconocida, por tanto, se recomienda un monitoreo constante, para así poder hacer un promedio eh identificar la periodicidad exacta.

El mantenimiento en si consta de abrir el recipiente y extraer las virutas de hierro o hilachas en un caso mas especifico.

Compresor de biogás

Es un compresor semi hermético tipo V del HP a 220v, el mantenimiento de este equipo es de periodicidad baja, el mantenimiento consiste en:

- Cambio de aceite
- Verificación de las juntas
- Verificación de la infra estructura interna y externa.
- Verificación y sustitución de los flappers.

Generador eléctrico

Un mantenimiento adecuado prolonga siempre la vida del equipo y evita problemas en su funcionamiento:

ACEITE

Comprueba periódicamente el nivel de aceite del cárter motor.

Respetar el número de horas indicado para hacer el cambio de aceite.

Respetar también las características del aceite recomendado por el fabricante o utiliza aceites sintéticos tipo 5/40 que facilitan el arranque y alargan la vida de los motores.

Si el generador eléctrico no dispone de un tornillo de vaciado en la parte inferior del cárter, realízalo a través de la varilla de nivel de aceite.

Filtros

Comprueba periódicamente el estado del filtro de aire.

En caso de suciedad:

- Si el filtro es de papel, cámbialo.
- Si es de espuma, lávalo con agua y jabón y lubrícalo con aceite de

Cárter limpio.

-Cambiar el filtro de gasoil.

Mantén los electrodos limpios y libres de carbonilla con la ayuda de un cepillo de púas metálicas.

Refrigeración

Mantén limpias las aletas de refrigeración del motor. Durante su uso es importante dejar distancia suficiente a su alrededor para permitir el paso de aire fresco y favorecer la refrigeración.

Otros cuidados

Mantén las conexiones eléctricas limpias y libres de humedad.

Además de trabajar con el grupo nivelado, conviene incorporar siempre unos tacos de goma en la base para evitar las vibraciones.

ANEXO 9

PROTOCOLO DE SEGURIDAD

GENERALIDADES

1.1. Aplicación:

La presente norma especifica los requerimientos mínimos de seguridad a que deberán ajustarse las plantas a construir para el acondicionamiento, tratamiento y proceso de biogas, operadas por esta Sociedad o terceros.

1.1.1 Para las instalaciones existentes que no se encuadren en las condiciones de seguridad establecidas en la presente norma, se analizarán y estudiarán en cada caso en particular y se adoptarán, de ser necesario, medidas complementarias conforme al espíritu de esta normativa, de acuerdo a las características y el grado de peligrosidad de las mismas.

1.1.2 Los elementos integrantes de una planta de acondicionamiento, tratamiento y proceso de biogas, cuando ésta se construya o se amplíen sus instalaciones, se regirán bajo normas reconocidas por el Organismo que tiene jurisdicción en este tipo de plantas, pudiendo, si lo cree conveniente, aumentarlas, pero de ningún modo disminuirlas.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

1.2. Alcance:

1.2.1. La presente norma rige para el proyecto, instalación, construcción y ampliación de Plantas para el acondicionamiento, tratamiento y proceso de biogás, dentro de todo el territorio nacional.

1.2.2. Asimismo, contiene recomendaciones para el mantenimiento de las instalaciones, Pruebas y ensayos de las mismas.

1.3. Definiciones: a los fines de la presente norma se define como:

1.3.1. ANSI: American National Standards Institute (Instituto nacional estadounidense de normas)

1.3.2. ASME: American Society of Mechanical Engineers (Sociedad estadounidense de ingenieros mecánicos)

1.3.3. ASTM: American Society for Testing and Materials (Asociación estadounidense para ensayos de Materiales)

1.3.4. A.P.I.: American Petroleum Institute (Instituto estadounidense del petróleo)

1.3.5. Area peligrosa: Es el lugar dentro del cual no puede hacerse fuegos o existir elementos

que de una u otra manera pudieran producir chispas.

1.3.6. Clase 1 – División 1 Comprende:

- a) Lugares en los cuales existen en condiciones normales de funcionamiento y en forma continua, intermitente o periódica, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables.
- b) Lugares en los cuales las concentraciones de dichos gases o vapores pueden existir frecuentemente debido a operaciones de reparación o debido a pérdidas.
- c) Lugares en los cuales por roturas o fallas en el funcionamiento de equipos o proceso, podrían liberarse concentraciones peligrosas o vapores inflamables que podrían originar la falla simultánea de equipos eléctricos.

1.3.7. Clase 1 – División 2 Comprende:

- a) Lugares en los cuales se manufacturan, usan, manejan y almacenan líquidos volátiles, vapores o gases inflamables, pero donde estos líquidos, vapores o gases peligrosos se hallan normalmente en recipientes cerrados o en un sistema de cañerías cerrado, de los cuales únicamente pueden escapar en caso de rotura accidental o explosión de dichos recipientes o sistemas, o en caso de funcionamiento anormal del equipo.

b) Lugares en los cuales se evita normalmente las concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de una ventilación forzada. Estos lugares se tornan peligrosos en caso de presentarse una falla en los equipos de ventilación o presurización.

c) Lugares adyacentes de los de Clase 1 – División 1 y a los cuales pueden penetrar ocasionalmente concentraciones peligrosas de gases o vapores a menos que se evite dicha penetración con una ventilación forzada y se instalen sistemas de seguridad, para impedir fallas en el funcionamiento de la ventilación.

1.3.8. Chimenea de venteo: es un elemento destinado a recibir y evacuar el gas proveniente de los venteos de las instalaciones o de una situación de emergencia de la planta (“shutdown”)

1.3.12. IRAM: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

1.3.13. M.S.S: Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry
(Sociedad de fabricantes para la normalización de válvulas y accesorios).

1.3.14. NFPA: National Fire Protection Association (Asociación nacional estadounidense para la protección contra incendios).

1.3.16. Planta compresoras: comprende los distintos equipos e instalaciones destinados a elevar la presión del gas.

1.3.20. Pozo de quemado: instalación destinada a quemar los líquidos combustibles residuales provenientes del proceso de compresión, separación, filtración, etc.

1.3.21. Parada de emergencia (“shut down”) de la planta: comprende el bloqueo de entrada y salida del gas a planta, y venteo del gas de la misma a lugar seguro.

1.3.22. U.L: Underwriters Laboratories (Organización independiente de ensayos de los E.U.A para la seguridad pública).

1.4. Referencias

1.4.1. Ley N° 13660: Ley Nacional relativa a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, minerales, líquidos y gaseosos, reglamentada por decreto 10877/60.

1.4.2. Ley N° 19587: Ley Nacional de “Seguridad e Higiene en el Trabajo”, reglamentada por decreto 351/79.

1.4.3. GE-N1-100: “Normas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañerías”, última edición.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

1.4.4. GE-N1-102: No

rma de mantenimiento en plantas de gas licuado de petróleo”, última edición.

1.4.5. GE-N1-112: “Norma para el proyecto, construcción u operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo”, última edición.

1.4.6. GE-N1-123: “Normas de colores de seguridad para instalaciones y lugares de trabajo” última edición.

1.4.7. GE-R2-105: “Normas mínimas de seguridad para obras y trabajos”, última edición.

1.4.8. VDE 0141: Normas alemanas sobre sistemas de puesta a tierra.

1.5. Ubicación

Las plantas serán instaladas en zonas rurales, parques industriales, petroquímicas o zonas industriales no restringidas, con buenos caminos de acceso.

No podrán ubicarse en una zona residencial o con posibilidad futura de urbanización o restringida por reglamentos o por planes reguladores provinciales o municipales.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Afluyente: flujo entrante

Anaeróbico: son organismos que no necesitan oxígeno para desarrollarse.

B

Bacteria: Son organismos unicelulares microscópicos, sin núcleo ni clorofila, que pueden presentarse desnudas o con una cápsula gelatinosa, aisladas o en grupos y que pueden tener cilios o flagelos. La bacteria es el más simple y abundante de los organismos y puede vivir en tierra, agua, materia orgánica o en plantas y animales, son también muy importantes en las fermentaciones aprovechadas por la industria y en la producción de antibióticos.

Basura: Sinónimo de residuo municipales y de desechos sólidos.

Biodegradable: Capaz de descomponerse rápidamente bajo condiciones naturales.

Biogás: mezcla de gases producidos por la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos, compuesta principalmente de metano y dióxido de carbono.

C

Contaminación es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, y por tanto, se genera como consecuencia de la actividad humana.

Estudio Técnico-Económico para la Instalación de un Sistema Energético autosostenible a base de biogás para suplir la demanda de las cárceles de República Dominicana. Caso: Penitenciaría Najayo-Hombres.

Contaminación del agua: es la alteración de las propiedades físicas o biológicas de las aguas, perjudicando e; uso al que están destinadas.

Contaminación del aire: es la presencia de contaminantes en el aire que no se dispersan adecuadamente e interfieren con el bienestar y la salud o producen efectos perjudiciales al medio ambiente.

D

Densidad: una medida que indica que pesados son los sólidos.

E

Efluente: Flujo saliente.

I

Incineración: proceso de oxidación térmica controlada de cualquier materia.

L

Lodo digerido: Fango digerido tienen lugar en los procesos de digestión aeróbica. Tiene color negro y olor a tierra. Tiene una proporción de materia orgánica del orden de 45 a 60 %.

M

Manejo: Conjunto de operaciones dirigidas a darle a los residuos el destino más adecuado a sus características con la finalidad de prevenir daños a la salud humana o al medio ambiente.

Materia Orgánica: material que puede ser descompuesto por los microorganismos anaeróbicos con tal rapidez que ocasiona estorbos, tales como malos olores, atracción de roedores e insectos.

Microorganismo, también llamado microbio u organismo microscópico, es un ser vivo que sólo puede visualizarse con el microscopio.

R

Recolección: toda operación consiste en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.

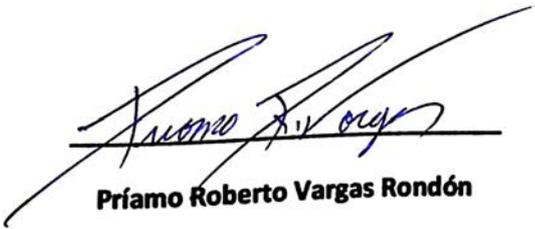
Residuos: todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de atracción de la naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar. Se reconoce como los sólidos aquellos que no son líquidos ni lodos.

Residuos biodegradables: todos los residuos que puedan descomponerse de forma aeróbica o anaeróbica, tales como residuos de alimentos y de jardín.

T

Tratamiento: proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial u de la cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes.

Hoja de Evaluación



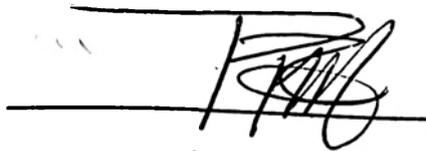
Príamo Roberto Vargas Rondón

Sustentante



Raúl Antonio Reynoso Segura

sustentante



Asesor



Presidente del Jurado



Jurado



Jurado

Director de la Escuela

Calificación 77 - A.