

**Propuesta De Diseño, Construcción E Instalación De Un Biodigestor Para La
Generación De Biogás Y Energía Eléctrica En La Vereda Calandaima, Santander**

David Camilo Hernández Garavito

Julián Andrés Hernández Saldarriaga

Tania Katherine Angel Molina

Universidad Piloto De Colombia

Facultad De Ciencias Sociales Y Empresariales

Especialización En Gerencia De Proyecto – GP128

Bogotá D.C.

2024

**Propuesta De Diseño, Construcción E Instalación De Un Biodigestor Para La
Generación De Biogás Y Energía Eléctrica En La Vereda Calandaima, Santander**

Tania Katherine Angel Molina

David Camilo Hernández Garavito

Julián Andrés Hernández Saldarriaga

Trabajo De Grado Para Obtener El Título De

Especialista En Gerencia De Proyectos

Asesor: Ing. María Cristina Zapata Orrego

Universidad Piloto De Colombia

Facultad De Ciencias Sociales Y Empresariales

Especialización En Gerencia De Proyecto – GP128

Bogotá D.C.

2024

Tabla de contenido

Índice de tablas	1
Tabla de figuras.....	4
Tabla de Anexos.....	6
Resumen	7
Abstract	7
Introducción	8
1. Planteamiento inicial del proyecto	9
1.1. Antecedentes.....	9
1.1.1 Antecedentes del problema, necesidad u oportunidad.....	9
1.1.2 Descripción del problema (Problema de Negocio) – Árbol de problemas	10
1.1.3 Objetivos del proyecto (General y Específicos) – Árbol de Objetivos	10
1.2. Descripción organización fuente del problema o necesidad	12
1.2.1. Descripción general – Marco histórico	12
1.2.2. Direccionamiento estratégico de la organización	12
1.2.3. Estructura Organizacional.....	15
1.3. Caso de negocio (Business Case)	16
1.3.1 Descripción de alternativas	16
1.3.2 Criterios de selección de alternativas.....	16
1.3.3 Análisis de alternativas.....	18
1.3.4. Selección de alternativas	20
1.3.5. Justificación del proyecto (finalidad e impacto)	21
1.4. Marco Teórico.....	22
1.5 Marco metodológico para realizar trabajo de grado	28
1.5.1 Tipos y métodos de investigación	29

1.5.2. Herramientas para la recolección de información	30
1.5.3. Fuentes de información (primarias y secundarias).....	31
1.5.4. Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado	33
2. Estudios y evaluaciones	34
2.1. Estudio de Mercado	34
2.1.1. Población	34
2.1.2. Dimensionamiento demanda	34
2.1.3. Dimensionamiento oferta	40
2.1.4. Competencia - Precios.....	41
2.1.5. Punto equilibrio oferta y la demanda.....	43
2.2. Estudio Técnico.....	43
2.2.1 Diseño conceptual del proceso o bien o producto.....	43
2.2.5. Requerimiento para el desarrollo del proyecto.....	50
2.3. Estudio Económico-financiero	51
2.3.1. Estimación de costos de inversión del proyecto	51
2.3.2. Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto.....	52
2.3.3. Flujo de caja del proyecto caso.....	53
2.3.4. Determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos.....	55
2.3.5. Evaluación Financiera del proyecto (VPN, TIR o de beneficio-costos).....	55
2.4. Estudio Social y Ambiental	56
2.4.1. Descripción y categorización de impactos ambientales	56
2.4.2. Definición de flujo de entradas y salidas	56
2.4.3. Cálculo de impacto ambiental bajo criterios P5TM	59
2.4.4. Cálculo de huella de carbono.....	60
2.4.5. Estrategias de mitigación de impacto ambiental	62

3. Inicio y planeación del proyecto.....	69
3.1. Aprobación del proyecto (Project Charter)	69
3.2. Plan de dirección del proyecto	71
3.2.1. Gestión de interesados	71
3.2.2. Gestión de alcance	78
3.2.3. Gestión de comunicaciones	88
3.2.4. Gestión del cronograma.....	92
3.2.5. Gestión del costo	104
3.2.6. Gestión de calidad	112
3.2.7. Gestión de recursos	115
3.2.8. Gestión de riesgos	128
3.2.9. Gestión de adquisiciones	138
Conclusiones y recomendaciones	142
Bibliografía.....	143
Anexos	146

Índice de tablas

Tabla 1. Mapa estratégico de Bio-EnergyGas.....	14
Tabla 2. Criterio 1 de selección de alternativas.....	17
Tabla 3. Criterio 2 de selección de alternativas.....	17
Tabla 4. Criterio 3 de selección de alternativas.....	17
Tabla 5. Criterio 4 de selección de alternativas.....	17
Tabla 6. Criterio 5 de selección de alternativas.....	18
Tabla 7. Ponderación criterios de evaluación.....	18
Tabla 8. Matriz Multicriterio	19
Tabla 9. Rangos de aceptación.....	20
Tabla 10. Resultado alternativas de solución.....	20
Tabla 11. Relación de Fuentes secundarias	32
Tabla 12. Análisis de las encuestas	36
Tabla 13. Censo población objetivo	39
Tabla 14. Promedio consumo mensual.....	39
Tabla 15. Consumo de gas y metros cúbicos requeridos.....	40
Tabla 16. Competencia en el mercado.....	40
Tabla 17. Cantidades de material orgánico.....	47
Tabla 18. Requerimientos del proyecto.....	50
Tabla 19. Costos de inversión del proyecto	51
Tabla 20. Costos de mantenimiento.....	52
Tabla 21. Flujo de caja.....	54
Tabla 22. Flujo de entradas y salidas.....	58
Tabla 23. Cálculo de huella de carbono por etapas	60
Tabla 24. Matriz de evaluación cuantitativa de riesgos	62
Tabla 25. Matriz de evaluación cuantitativa de riesgos.....	62
Tabla 26. Estrategias de sostenibilidad.....	65
Tabla 27. Indicadores plan de sostenibilidad	67
Tabla 28. Acta de Constitución	69

Tabla 29. Categorización de interesados	73
Tabla 30. Involucramiento de interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto	75
Tabla 31. Matriz Poder-Interés	76
Tabla 32. Plan de gestión del alcance.....	78
Tabla 33. Enunciado del alcance	80
Tabla 34. Diccionario EDT (BEG-01)	84
Tabla 35. Diccionario EDT (BEG-02)	84
Tabla 36. Diccionario EDT (BEG-03)	85
Tabla 37. Diccionario EDT (BEG-04)	85
Tabla 38. Diccionario EDT (BEG-05)	86
Tabla 39. Diccionario EDT (BEG-06)	86
Tabla 40. Diccionario EDT (BEG-07)	87
Tabla 41. Diccionario EDT (BEG-08)	87
Tabla 42. Diccionario EDT (BEG-09)	87
Tabla 43. Diccionario EDT (BEG-10)	88
Tabla 44. Unidades de medida de tiempo.....	92
Tabla 45. Estimación de actividades PERT	95
Tabla 46. Unidades de medida	104
Tabla 47. Costos por actividad.....	107
Tabla 48. Presupuesto del proyecto.....	108
Tabla 49. Indicadores de calidad	113
Tabla 50. Roles y responsabilidades de calidad	114
Tabla 51. Recursos Gerencia de Proyectos.....	116
Tabla 52. Recursos Diseño del sistema.....	117
Tabla 53. Recursos de construcción e instalación del biodigestor	117
Tabla 54. Recursos de entrega final del biodigestor	118
Tabla 55. Cronograma de capacitaciones.....	126
Tabla 56. Esquema de reconocimiento y recompensa.....	127
Tabla 57. Roles y responsabilidades gestión del riesgo	129
Tabla 58. Matriz de calor de probabilidad	130
Tabla 59. Matriz de calor de impacto	130

Tabla 60. Parámetros de medición de impacto	130
Tabla 61. Matriz probabilidad - impacto	131
Tabla 62. Parámetros para estrategias de riesgos.....	132
Tabla 63. ID Riesgos.....	134
Tabla 64. Identificación de riesgos.....	135
Tabla 65. Análisis Cualitativo de los Riesgos.....	136
Tabla 66. Análisis Cuantitativo de los Riesgos.....	137
Tabla 67. Criterios de selección de proveedores	139

Tabla de figuras

Figura 1. Árbol de problemas.....	10
Figura 2. Árbol de objetivos.....	11
Figura 3. Organigrama	15
Figura 4. Árbol de acciones.....	16
Figura 5. Características de la población	35
Figura 6. Punto de equilibrio	43
Figura 7. Boceto del producto	44
Figura 8. Cantidades de material orgánico.....	48
Figura 9. Capacidades del contenedor.....	49
Figura 10. Municipio Gámbita	50
Figura 11. Resultados de la huella de carbono	61
Figura 12. Estrategia de interesados.....	77
Figura 13. Estructura de desglose de trabajo EDT	83
Figura 14. Flujograma de las comunicaciones	89
Figura 15. Diagrama de red del proyecto	96
Figura 16. Línea base de cronograma	97
Figura 17. Línea base de cronograma	98
Figura 18. Programación de Ms Project antes de nivelación	99
Figura 19. Sobreasignación de recursos.....	99
Figura 20. Gráfico de recursos sobreasignados Gerente General	100
Figura 21. Gráfico de recursos sobreasignados Maestro de obra.....	100
Figura 22. Gráfico de recursos sobreasignados Coordinador Logístico	100
Figura 23. Gráfico de recursos sobreasignados Director de proyecto	101
Figura 24. Gráfico de recursos sobreasignados Ingeniero Industrial	101
Figura 25. Gráfico de recursos sobreasignados Coordinador Operativo.....	101
Figura 26. Actividades con sobreasignación	102
Figura 27. Cronograma de nivelación de recursos.....	103
Figura 28. Estado de los recursos después de nivelación	104
Figura 29. Estructura de desagregación de costos	110

Figura 30. Curva S	111
Figura 31.RBS Etapa 1	119
Figura 32. RBS Etapa 2	119
Figura 33. RBS Etapa 3	120
Figura 34. Organigrama	120
Figura 35. Histograma de recursos	121
Figura 36. Asignación gerente de proyecto	122
Figura 37. Asignación Director de proyecto	122
Figura 38. Asignación Ingeniero Industrial	123
Figura 39. Asignación Coordinador Operativo	123
Figura 40. Asignación Coordinador Logístico.....	124
Figura 41. Asignación Técnico especialista en gas.....	124
Figura 42. Asignación Técnico especialista eléctrico	125
Figura 43. Asignación de maestro de obra.....	125
Figura 44.Risk breakdown structure (RBS)	132

Tabla de Anexos

Anexo 1. Tabulación de encuestas a la comunidad	146
Anexo 2. Matriz de impacto ambiental P5 TM	149
Anexo 3. Formato de resolución de conflictos.....	155
Anexo 4. Plan de gestión de interesados	156
Anexo 5. Documento de requisitos.....	159
Anexo 6. Convenciones Matriz de trazabilidad	161
Anexo 7. Matriz de trazabilidad	161
Anexo 8. Formato de acta cierre de proyecto	165
Anexo 9. Matriz de comunicaciones.....	166
Anexo 10. Formato de inspección de calidad.....	168
Anexo 11. Formato de auditoría de calidad.....	168
Anexo 12. Formato Lista de verificación de calidad	169
Anexo 13. Roles, responsabilidades y competencias del equipo	171
Anexo 14. Matriz de asignación de responsabilidades RACI	176
Anexo 15. Formato de autoevaluación de desempeño laboral	178
Anexo 16. Planes de respuesta de Riesgos.....	180
Anexo 17. Cronograma de adquisiciones.....	183

Resumen

De acuerdo a la problemática presentada en la Vereda de Calandaima, municipio Gambita-Santander, donde habita una población de aproximadamente 24 personas distribuidos en 6 casas o fincas, donde no se cuenta de manera constante con el servicio de energía eléctrica, este es intermitente por su ubicación geográfica y por el clima de la región lo que ocasiona que se generen daños a la red de distribución de energía eléctrica, lo que ocasiona que la población habitante de la vereda se vea afectada por la intermitencia del servicio. Actualmente, las actividades de cocina en cada una de las fincas se realizan por medio de la utilización de leña o pipetas de gas propano, teniendo un acceso nulo a gas natural, ya que en la región no hay ninguna entidad prestadora de servicio de gas natural ni tampoco una infraestructura que permita su distribución. Dada la riqueza de la vereda, respecto a actividades ganaderas y agricultoras, se tiene a total disposición gran cantidad de residuos para reutilizar. Por ende, se plantea la posible implementación de un biodigestor que tenga el alcance de suplir la necesidad tanto de biogás como de energía eléctrica para las 6 fincas ubicadas en la vereda, haciendo uso del estiércol de los animales bovinos y desechos orgánicos que se producen día a día en los alimentos de la población y de la cotidianidad de los habitantes.

Abstract

According to the problem presented in the Vereda de Calandaima, Gambita-Santander municipality, where a population of approximately 24 people lives distributed in 6 houses or farms, where there is no constant electricity service, this is intermittent due to its geographical location and the climate of the region, which causes damage to the electricity distribution network, which causes the inhabitant population of the village to be affected by the intermittency of the service. On the other hand, currently the cooking activities in each of the farms are using firewood or propane gas pipettes, having zero access to natural gas in a safe and efficient manner since there are none in the region. natural gas service provider entity nor an infrastructure that allows its distribution. Livestock and crop activities are focus on the sidewalk, which is why a large amount of waste is available for reuse. Due to the above and evaluating the resources available in the community, the possible implementation of a biodigester that has the scope to meet the need for both biogas and electricity for the 6 farms located in the village is proposed,

in addition the use Optimal both the manure of bovine animals and the organic waste that is produced every day in the food of the population and the daily life of the population.

Introducción

En la Vereda Calandaima, municipio de Gambita- Santander, zona rural, es una región biodiversa. Todos estos paisajes conformados por la cordillera oriental lo convierten en una zona rica en recursos con ríos, quebradas, lagos. Las vías en la vereda son vías terciarias, no pavimentadas de acceso rural que conectan con las veredas aledañas, donde el medio de transporte generalmente es de tracción animal y el escaso flujo vehicular por el deterioro de las vías a causa de las condiciones climáticas y poco apoyo para reparación de estas por parte del gobierno.

Respecto a las características sociodemográficas, la vereda se compone en su mayoría de fincas ganaderas productoras de leche mediante un proceso mecánico - no industrializado; quienes tienen un escaso acceso a medios educativos y/o de avance significativo a nivel social hace que se propicie la migración y baja de población.

Asimismo, el acceso a medios tecnológicos y servicios de primer nivel se ven limitados ya sea por su dificultad en las vías de acceso y la lejanía con el casco urbano; lo cual, también limita el acceso a servicios públicos y solo se cuenta con una red de energía eléctrica de muy baja calidad, la cual en invierno es muy intermitente y esto conlleva que la población se vea en la necesidad de utilizar otros métodos de iluminación (velas, fogatas, estufas de leña). Sumado a esto tampoco se tiene una red de distribución de gas natural, por esto las personas habitantes de la vereda, presentan la necesidad de usar pipetas de gas o cocinar en estufas de leña (esto afecta la salud en razón al humo generado por la quema de leña).

Dicho lo anterior, se plantea solventar la escasez de gas a través de la implementación de un sistema generador de biogás y energía eléctrica, por medio de un Biodigestor, identificando el sector (servicios) en el cual se realizará la inversión, del mismo modo valorando cómo se está comportando en el mercado el producto.

Se detalla que las fincas de la vereda se caracterizan por disponer de grandes cantidades de residuos orgánicos además de desechos animales (estiércol), provenientes de las actividades cotidianas que allí se desarrollan, identificando lo anterior podemos concluir que la materia prima requerida para la producción del producto se encuentra dentro de la misma vereda; Dicho esto los desechos pueden ser convertidos en productos como el biogás o la generación de energía eléctrica para el uso cotidiano de los habitantes. Este proceso se genera mediante un tanque llamado Biodigestor (tanque cerrado), en el cual se almacena los residuos y en combinación con agua y mezclado con cierto tipo de bacterias y en un ambiente controlado en ausencia de aire (condición anaeróbica), se genera un proceso llamado digestión anaeróbica, que consiste principalmente en que las bacterias al alimentarse con los residuos (orgánicos y estiércol) la transforman en biogás (que este también es usado para la generación de energía eléctrica) y en un lodo que puede ser utilizado como abono en los potreros y cultivos de las fincas. Con la implementación del biodigestor se espera tener beneficios en ámbitos sociales, ambientales y económicos.

1. Planteamiento inicial del proyecto

1.1. Antecedentes

1.1.1 Antecedentes del problema, necesidad u oportunidad.

De acuerdo con la problemática presentada en la Vereda de Calandaima, municipio Gambita- Santander, se evidencia una afectación directa a la población por el acceso limitado al servicio de energía eléctrica, donde se presentan intermitencias recurrentes. Por otra parte, actualmente las actividades de cocina en cada una de las fincas se realizan por medio de la utilización de leña o pipetas de gas propano, dado que no hay ninguna entidad prestadora de servicio de gas natural ni tampoco una infraestructura que permita su distribución. De manera positiva, en la vereda se cuenta con riqueza ganadera y agricultora del sector que abre la posibilidad y oportunidad de reutilización de residuos orgánicos.

1.1.2 Descripción del problema (Problema de Negocio) – Árbol de problemas

A continuación, se presenta el árbol de problemas identificando la necesidad central, causas y efectos que se generan principalmente en la vereda Calandaima, dada la falta de acceso a los servicios de gas natural y energía eléctrica:

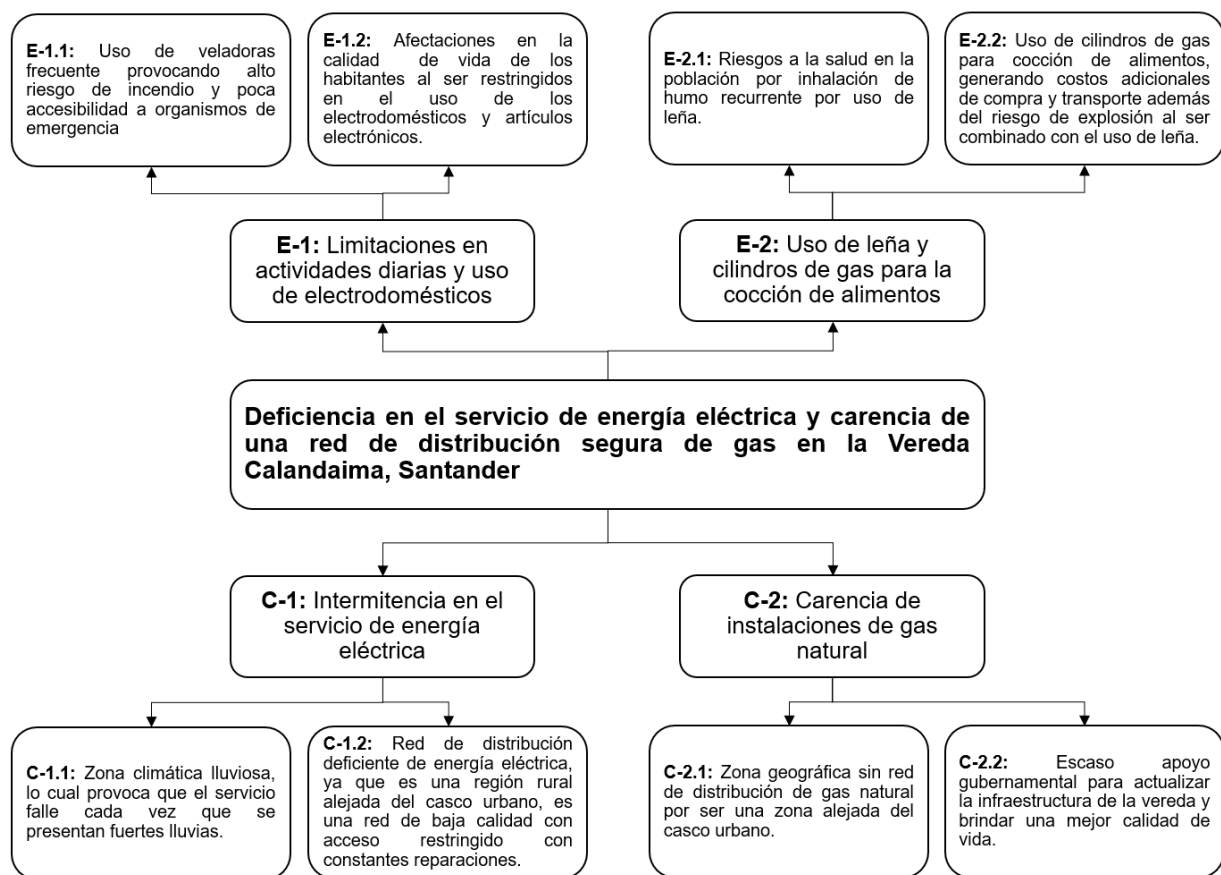


Figura 1. Árbol de problemas.

Fuente: Elaboración propia

1.1.3 Objetivos del proyecto (General y Específicos) – Árbol de Objetivos

Objetivo General:

Realizar una propuesta para diseñar, construir e instalar un biodigestor para la producción de biogás para la generación de gas doméstico y energía eléctrica para la Vereda Calandaima en Gambita, Santander.

Objetivos específicos:

- Realizar un plan de dirección de proyecto acorde a las buenas prácticas del PMI. (OE1)

- Realizar el diseño estructural, de la red eléctrica y de gas del biodigestor de acuerdo con la capacidad requerida para suplir la cantidad de biogás suficiente para la comunidad de la vereda (OE2).
- Realizar los contratos de acuerdo con los estudios y validación pertinente de los proveedores y personal de mano de obra. (OE3).
- Construir, instalar y entregar el sistema del biodigestor en la vereda Calandaima, Santander. (OE4).

Con base en el árbol de problemas presentado anteriormente, se replantea el objetivo del proyecto, se identifican inicialmente las soluciones para lograr el objetivo principal y los fines a los cuales se espera suplir lo planteado.

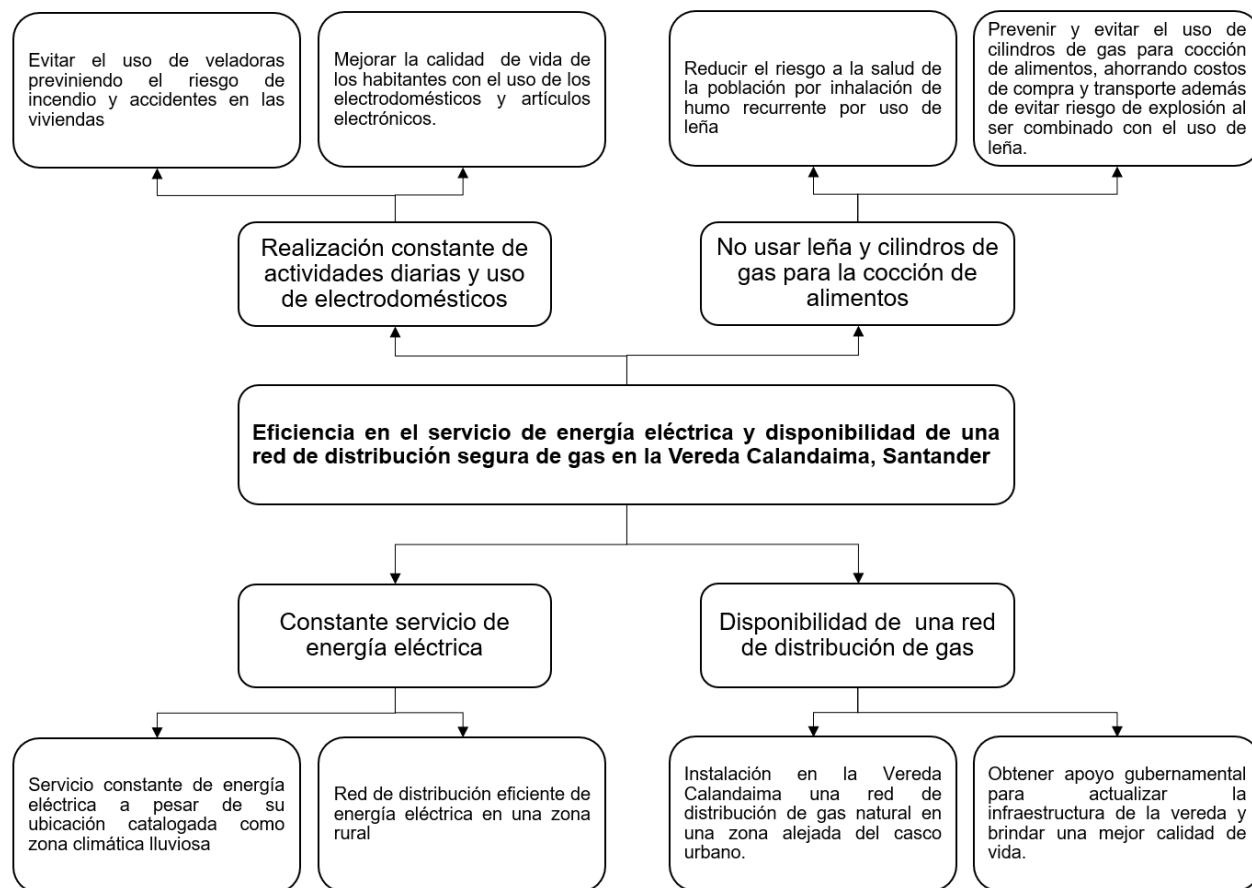


Figura 2. Árbol de objetivos

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las soluciones identificadas, se encuentra que los habitantes de la vereda realizan actividades ganaderas con aproximadamente 60 cabezas de ganado, lo cual

nos brinda la oportunidad de realizar el aprovechamiento de los recursos que estos animales generan y así suplir las necesidades de servicios básicas de la población.

De acuerdo con información recolectada, se identifica que no realizan ninguna actividad de reutilización de desechos ni conocen sus beneficios; la demanda requerida en la Vereda está dada por los consumos típicos en el sector residencial, es por ello por lo que no se tiene un consumo muy elevado que genere grandes cantidades de KW/h, con la implementación del Biodigestor se espera suplir con la totalidad de la demanda generada en la población de la Vereda.

Como resultado del árbol de objetivos, se procede a realizar el análisis de las alternativas planteadas por medio de la matriz multicriterio identificando las siguientes estrategias:

- Generación de biogás con la producción del biodigestor.
- Generación de energía eléctrica por medio del biodigestor.
- Realizar la reutilización de los desechos disponibles por los animales pertenecientes a las familias de la vereda.
- Obtener energía eléctrica por medio de la producción de biogás para suplir las carencias presentadas en el servicio por la entidad instalada actualmente.
- Mejorar la salud y calidad de vida de los habitantes de la vereda evitando el uso de leña ya que la inhalación del humo generado por la fogata afecta generando deterioro en los pulmones.

1.2. Descripción organización fuente del problema o necesidad

1.2.1. Descripción general – Marco histórico

La compañía BIO-ENERGYGAS se crea en el año 2023 dada la necesidad de solucionar la falencia del servicio de energía eléctrica y de gas de manera segura con la salud humana en la Vereda Calandaima en Gambita, Santander, nace el propósito de crear un cambio positivo, incursionando en la generación sostenible de biogás a través del uso de un producto amigable con el medio ambiente por medio de la recolección de residuos orgánicos, se crea una compañía que diseña, construye e instala biodigestores para zonas rurales de difícil acceso.

1.2.2. Direccionamiento estratégico de la organización

1.2.2.1. Objetivos estratégicos de la organización

1. Mejorar Continuamente la Experiencia del Cliente:

- Obtener un alto índice de satisfacción del cliente mediante la retroalimentación constante y la implementación proactiva de mejoras.
- Desarrollar y ejecutar estrategias educativas para aumentar la conciencia sobre los beneficios de los biodigestores

2. Liderar la Transición Energética en Comunidades Vulnerables:

- Implementar biodigestores en al menos 15 comunidades con falencias detectadas en los próximos dos años, gestionando alianzas con entes gubernamentales y organizaciones no gubernamentales.
- Establecer programas de concientización para promover el uso sostenible de la energía y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

3. Consolidar la Excelencia Operativa y la Innovación Tecnológica:

- Alcanzar eficiencia en la instalación y operación de biodigestores mediante tecnologías avanzadas y altos estándares de calidad.
- Investigar y desarrollar mejoras tecnológicas para aumentar la eficiencia de los biodigestores.
- Mantener un cumplimiento total con normativas ambientales y de seguridad en todas las instalaciones.

4. Garantizar estabilidad financiera:

- Diversificar las fuentes de financiamiento y expandir proyectos para aumentar los ingresos anuales.
- Optimizar los costos de adquisición y producción para garantizar la viabilidad financiera a largo plazo.
- Desarrollar e implementar modelos financieros que demuestren la sostenibilidad del proyecto de biodigestores.

1.2.2.2. Políticas Institucionales

✓ **Sostenibilidad Ambiental:** Responsabilidad con la reducción de la huella de carbono y la gestión responsable de recursos naturales, además de implementar prácticas ecológicas en todas las operaciones.

✓ **Calidad del Producto:** Garantizar altos estándares de calidad en la fabricación e instalación de los biodigestores para garantizar su durabilidad y eficiencia, adicionalmente, implementar procesos de control de calidad en la producción del biogás.

1.2.2.3. Misión, visión y valores

Misión

La misión de la empresa es contribuir a afrontar los desafíos sociales y ambientales proporcionando soluciones energéticas sostenibles accesibles y eficientes para comunidades con falencias y recursos limitados.

Visión

Para el 2027, ser una empresa competitiva, reconocida con altos estándares de calidad, en el diseño, desarrollo e implementación de biodigestores enfocados a generar energía eléctrica y gas impactando positivamente en la calidad de vida de las comunidades, a través de altos estándares de calidad, optimizando recursos, procedimientos, con una mejora continua.

Valores

- ✓ Ética
- ✓ Transparencia
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Responsabilidad Social
- ✓ Respeto

1.2.2.4. Mapa Estratégico

Tabla 1. Mapa estratégico de Bio-EnergyGas

MAPA ESTRATEGICO	Perspectiva Financiera	Maximizar la rentabilidad y la eficiencia financiera en la implementación de biodigestores.	Desarrollar alianzas estratégicas con inversores y organizaciones interesadas en proyectos sostenibles
			Establecer procesos eficientes de adquisición de materiales.
			Desarrollar modelos financieros que muestren el desarrollo de la inversión a lo largo del tiempo.
	Perspectiva de Cliente	Proporcionar soluciones energéticas personalizadas (electricidad y gas)	Implementar mejoras continuas basadas en las necesidades y preferencias de los usuarios
			Establecer un proceso simplificado de adquisición e instalación

	accesibles para comunidades.	Realizar campañas de concientización sobre el uso y beneficios de los biodigestores
Perspectiva del Proceso Interno	Optimizar procesos internos para una mayor eficiencia en la implementación de biodigestores.	Establecer estándares de calidad para garantizar la durabilidad y eficiencia de los sistemas
		Desarrollar una cadena de suministro eficiente
Perspectiva de Aprendizaje y crecimiento	Fomentar un entorno de aprendizaje continuo y desarrollo de habilidades.	Garantizar que todas las instalaciones cumplan con los estándares ambientales y de seguridad dando cumplimiento a regulaciones gubernamentales.
		Proporcionar programas de formación para el personal en nuevas tecnologías y buenas prácticas
		Establecer colaboraciones con instituciones de investigación y desarrollo
		Establecer canales abiertos de comunicación para compartir conocimientos y experiencias

Fuente: Elaboración propia

1.2.3. Estructura Organizacional

La compañía BIO-ENERGYGAS cuenta con la siguiente estructura organizacional organizada de la siguiente manera:

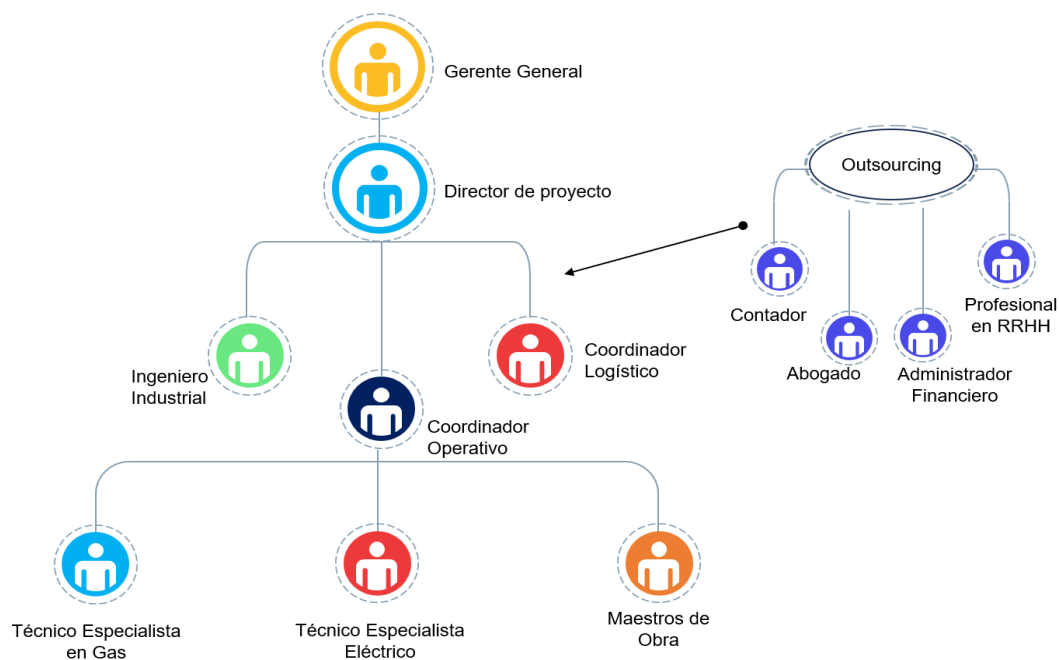


Figura 3. Organigrama

Fuente: Elaboración propia

1.3. Caso de negocio (Business Case)

La idea de negocio se basa en la propuesta para la implementación de un sistema generador de biogás y energía eléctrica, a través de un Biodigestor, convirtiendo desechos en gas y energía eléctrica para uso de la comunidad y con ello innovar en una región donde los accesos a recursos y mejoras se ven limitados por el poco apoyo por parte del gobierno, por la localización geográfica y el escaso entendimiento de la comunidad.

1.3.1 Descripción de alternativas

Teniendo en cuenta la situación expuesta actual presentada en la Vereda Calandaima, se presenta el siguiente árbol de acciones de acuerdo con los objetivos planteados y el problema objetivo a solucionar:

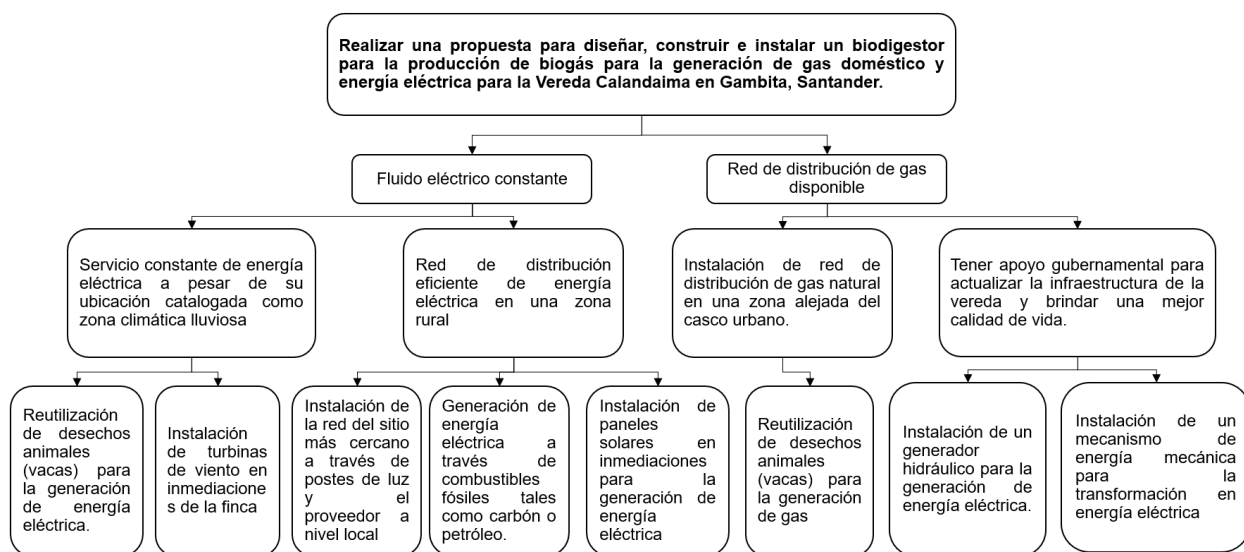


Figura 4. Árbol de acciones.

Fuente: Elaboración propia

Se plantean las alternativas posibles para la solución del problema principal presentado en la vereda donde se hace necesario la evaluación de estas, teniendo en cuenta factores ambientales, económicos, físicos, entre otros.

1.3.2 Criterios de selección de alternativas

De acuerdo con los factores que afectan directamente la implementación del biodigestor en la Vereda Calandaima de la siguiente manera:

Criterio 1: Impactos sobre el nivel afectación en el medio ambiente

Tabla 2. Criterio 1 de selección de alternativas

Calificación	Puntuación
Muy Bajo	5
Bajo	4
Medio	3
Alta	2
Muy alto	1

Fuente: Elaboración propia

Criterio 2: Valor de la inversión económica para la instalación e implementación del biodigestor en la Vereda Calandaima, tendrá una calificación más favorable la alternativa más económica.

Tabla 3. Criterio 2 de selección de alternativas

Intervalo de costo	Puntuación
Entre 100 y 150 millones	5
Entre 150 y 200 millones	4
Entre 200 y 250 millones	3
Entre 250 y 300 millones	2
Entre 300 y 350 millones	1

Fuente: Elaboración propia

Criterio 3: Tiempo requerido de implementación del biodigestor de acuerdo con la necesidad de la comunidad, donde cinco es el tiempo más corto y uno es el más largo.

Tabla 4. Criterio 3 de selección de alternativas

Tiempo	Puntuación
Entre 3 y 6 meses	5
Entre 6 y 9 meses	4
Entre 9 y 12 meses	3
Entre 12 y 15 meses	2
Entre 15 y 18 meses	1

Fuente: Elaboración propia

Criterio 4: Impacto de los riesgos asociados a la salud de las personas habitantes de la Vereda

Tabla 5. Criterio 4 de selección de alternativas

Niveles	Puntuación
Muy Bajo	5
Bajo	4
Medio	3
Alta	2

Muy alto	1
----------	---

Fuente: Elaboración propia

Criterio 5: Impacto de los riesgos asociados a la salud de las personas habitantes de la Vereda, evalúa el potencial nivel de apropiación y aceptación de la alternativa por parte de la comunidad a impactar

Tabla 6. Criterio 5 de selección de alternativas

Aceptación	Puntuación
Nulo	1
Muy Bajo	2
Bajo	3
Medio	4
Alta	5

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la ponderación de los criterios de evaluación descritos anteriormente:

Tabla 7. Ponderación criterios de evaluación

Criterios	Grado de favorabilidad
Mínimo impacto ambiental	30%
Menor inversión económica de instalación	20%
Mínimo tiempo de implementación de la solución	10%
Mínimos riesgos asociados al factor humano	20%
Aceptación por parte de los beneficiarios	20%
	100%

Fuente: Elaboración propia

1.3.3 Análisis de alternativas

La siguiente tabla que se muestra a continuación se realizó por medio de la aplicación de la matriz multicriterio para la evaluación de cada una de las alternativas planteadas para el proyecto, realizando la ponderación con cada uno de los criterios establecidos, se obtiene lo siguiente:

Tabla 8. Matriz Multicriterio

Criterios		Análisis Multicriterio				
		Criterios de evaluación				
Alternativas de solución	Mínimo impacto ambiental (30%)	Menor inversión económica de instalación (20%)	Mínimo tiempo de implementación de la solución (10%)	Mínimos riesgos asociados al factor humano (20%)	Aceptación por parte de los beneficiarios (20%)	Total Factibilidad Criterio
1 Reutilización de desechos animales (vacas) para la generación de gas	5	5	5	4	5	4,8
2 Reutilización de desechos animales (vacas) para la generación de energía eléctrica	5	5	5	4	5	4,8
3 Instalación de Paneles Solares en inmediaciones de la finca para la generación de energía eléctrica	4	2	4	3	4	3,4
4 Instalación de Turbinas de viento en inmediaciones de la finca	4	2	4	3	4	3,4
5 Instalación de un mecanismo de energía mecánica para la transformación en energía eléctrica	3	4	5	3	3	3,4
6 Instalación de un generador hidráulico para la generación de energía eléctrica	2	1	3	3	3	2,3
7 Generación de energía eléctrica a través de combustibles fósiles tales como carbón o petróleo	1	1	3	2	2	1,6
8 Instalación de la red del sitio más cercano a través de postes de luz y el proveedor a nivel local	4	2	3	2	4	3,1

Fuente: Elaboración propia

Se establecen los siguientes rangos de aceptación que se tuvieron en cuenta para la calificación de cada alternativa, como se muestra a continuación:

Tabla 9. Rangos de aceptación

Convención	Rango de aceptación	
	Nivel de aceptación	Criterio final
	$0 > X < 2,9$	Inaceptable
	$3 > X < 4,2$	Regular
	$X > 4,3$	Aceptado

Fuente: Elaboración propia

1.3.4. Selección de alternativas

Con base en la matriz multicriterio, se obtienen los siguientes resultados de las alternativas evaluadas:

Tabla 10. Resultado alternativas de solución

Ítem	Soluciones Planteadas	Resultado Matriz	Resultado
1	Reutilización de desechos animales como vacas para la generación de gas metano	4,8	Aceptado
2	Reutilización de desechos animales como vacas para la generación de energía eléctrica	4,8	Aceptado
3	Instalación de Paneles Solares en inmediaciones de la finca para la generación de energía eléctrica	3,4	Regular
4	Instalación de Turbinas de viento en inmediaciones de la finca	3,4	Regular
5	Instalación de un mecanismo de energía mecánica (recurso animal) para la transformación en energía eléctrica	3,6	Regular
6	Instalación de un generador hidráulico para la generación de energía eléctrica	2,3	Inaceptable
7	Generación de energía eléctrica a través de combustibles fósiles tales como carbón o petróleo	1,7	Inaceptable
8	Instalación de la red del sitio más cercano a través de postes de luz y el proveedor a nivel local	3	Regular

Fuente: Elaboración propia

Con base en los resultados obtenidos de la matriz multicriterio se elegirán las siguientes alternativas de solución:

- ✓ Reutilización de desechos animales (vacas) para la generación de gas metano.
- ✓ Reutilización de desechos animales (vacas) para la generación de energía eléctrica

1.3.5. Justificación del proyecto (finalidad e impacto)

En el marco de un mundo en constante evolución, la necesidad de abordar los desafíos energéticos y del medio ambiente se vuelve primordial; es por ello por lo que el presente proyecto aborda la implementación de un biodigestor, que emerge cómo una solución innovadora y amigable con el ambiente en la vereda Calandaima-Santander.

Asimismo, es importante recalcar una finalidad en dupla, donde: por un lado, se busca brindar a la comunidad una fuente sostenible, eficiente de gas y energía eléctrica, y por otro lado, generar un impacto positivo en el medio ambiente donde se propicie la conciencia de reutilización de desechos y de la mano con mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

Ahora bien, la carencia de infraestructuras energéticas adecuadas y la falta de una red de gas natural, a menudo resulta en una dependencia de quemas de leña y usos de gas propano en pipetas, como soluciones poco sostenibles. Aquí es donde el biodigestor cobra relevancia, al brindar una alternativa eficaz, amigable y sostenible para suplir las necesidades de gas y electricidad de la comunidad.

Mediante la conversión de residuos orgánicos en biogás, este sistema aprovecha los recursos provenientes de las actividades diarias que se presentan en la comunidad como lo es la ganadería y de esta forma contribuir a reducir la dependencia de fuentes no renovables.

El impacto potencial de este proyecto es de gran envergadura; la implementación del biodigestor mitigará la emisión de gases de efecto invernadero y la contaminación asociada a la quema, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático y la conservación de los recursos naturales. Además, el proceso de digestión anaeróbica reducirá la cantidad de desechos orgánicos, promoviendo su reutilización

En cuanto a la mejora de la calidad de vida, el acceso a una fuente confiable de gas y electricidad tendrá un impacto directo en la cotidianidad de la comunidad. La cocción de alimentos, la iluminación y el uso de dispositivos electrónicos se volverán más accesibles y económicos. Esta mejora en las condiciones de vida también puede tener implicaciones

positivas en la salud, al reducir la exposición a humos y gases tóxicos generados por métodos de cocción tradicionales (estufa de leña).

La implementación del biodigestor en la vereda Calandaima se justifica por su capacidad para proporcionar una fuente sostenible y eficiente de gas y energía eléctrica, al tiempo que impacta positivamente en el medio ambiente y mejora la calidad de vida de la comunidad. Este proyecto no solo es un paso hacia la autosuficiencia energética, sino también un ejemplo concreto de cómo la innovación puede abordar de manera positiva el impacto que se tiene por el cambio climático a nivel global.

1.4. Marco Teórico

¿Qué es un biodigestor?

Los biodigestores, conocidos también como plantas de producción de biogás, son recintos o tanques cerrados donde la materia orgánica y el agua residual permanecen un periodo de tiempo para lograr su descomposición, produciendo biogás y bio-abono. Los biodigestores sencillos se clasifican en tres tipos principales: planta con cúpula o campana flotante, planta con cúpula o campana fija y planta balón o biodigestor tubular. (González Salcedo & Olaya Arboleda, 2009)

Es el recipiente o tanque, cerrado herméticamente, donde se lleva a cabo el proceso de la biodigestión. El equipo cuenta con dos partes fundamentales: la cámara de digestión o digestor propiamente dicho, donde los microorganismos degradan la materia orgánica generando el biogás, y el gasómetro, donde se acumula el biogás generado. Existen de diversos modelos y tamaños; y los materiales para su construcción pueden ser mampostería y hormigón, metal, plástico u otros. (biodigestores, 2019)

¿Qué es la digestión anaeróbica o biodigestión?

Como el nombre lo indica, el biogás se produce en un proceso biológico; en ausencia de oxígeno (anaeróbico significa sin oxígeno), la materia orgánica se descompone formando una mezcla de gases conocida como biogás. Ese proceso se encuentra ampliamente en la naturaleza y ocurre, por ejemplo, en los páramos o en el fondo de los lagos en pozos de lodo líquido y en el rumen de los rumiantes. La materia orgánica se convierte casi enteramente en biogás gracias a la acción de una gama de distintos microorganismos. También se genera energía (calor y nueva biomasa). La mezcla de

gases resultantes consiste principalmente de metano (50-75 vol. %) y de dióxido de carbono (25-50 vol. %). El biogás también contiene pequeñas cantidades de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, amoníaco y otros gases traza. La composición del gas está determinada esencialmente por los sustratos, la fermentación (digestión) y los distintos diseños técnicos de las plantas (Ministerio Federal de Alimentación, 2010-2013)

¿Qué es el bio-abono o biofertilizante?

Es el residuo ya digerido, en forma líquida, que sale del biodigestor. Conserva los nutrientes fundamentales de la materia orgánica alimentada, como Potasio, Nitrógeno y Fósforo entre otros, y por esto funciona muy bien como fertilizante. (biodigestores, 2019)

¿Qué sustrato se utilizaría?

Toda materia orgánica de origen animal o vegetal sirve como alimento o sustrato para la biodigestión. (biodigestores, 2019)

¿Cómo se alimentan los microorganismos anaeróbicos?

Tamaño de los residuos:

Es importante que los sólidos del residuo no sean grandes para que la digestión no se dificulte y se haga más lenta, y para que no se generen obstrucciones. Como referencia, es recomendable que no sean mayores a media manzana o una cáscara de banana entera. Por eso si se cuenta con sólidos grandes, sería óptimo cortarlos o molerlos un poco. (biodigestores, 2019)

Agregado de agua:

Para vivir y trabajar correctamente, los microorganismos de la biodigestión necesitan una gran proporción de agua. Como los residuos orgánicos contienen agua (en distintas proporciones dependiendo de su origen), se debe agregar aún más agua al momento de alimentar, para lograr que el interior del biodigestor tenga la proporción adecuada de agua y sólidos, y que su aspecto y consistencia resulten los de un “caldo”. (biodigestores, 2019)

¿Cuál es el concepto de la generación de energía por medio del biogás?

El calor y la energía combinados (CHP), o cogeneración, es la generación simultánea de calor y electricidad. Dependiendo de las circunstancias, se puede distinguir entre las plantas de CHP para potencia y para calor. Debería escogerse normalmente el tipo dirigido al calor, debido a su mayor eficiencia. En casi todos los casos, esto significa

utilizar unidades de CHP en paquetes, pequeñas, con motores de combustión interna acoplados a un generador. Los motores funcionan a una velocidad constante de tal manera que el generador acoplado directamente puede suministrar potencia compatible con la frecuencia del sistema. En el futuro, para impulsar el generador también será posible usar microturbinas de gas, motores Stirling o celdas de combustible como alternativas a los motores convencionales de ignición por piloto y a los motores de gas de ignición por chispa. (Ministerio Federal de Alimentación, 2010-2013)

Generación por medio de sustratos menos convencionales

En 1990 Gracias a la estabilidad del precio para la formación del biogás y el desarrollo de tecnología se comienza a usar para la generación de energía eléctrica. Gracias al avance tecnológico se comienza a experimentar con diferentes tipos sustratos para la generación de biogás. (Corona Zúñiga, 2007)

La forma de aprovechar la biomasa como energético puede ser por medio de la combustión directa, como tradicionalmente se han aprovechado en México la leña y el bagazo de caña, o bien mediante la conversión de la biomasa en diferentes hidrocarburos a través de diferentes procesos. (Corona Zúñiga, 2007)

Buscando aplicaciones para la fermentación anaeróbica, el instituto de investigaciones eléctricas empezó trabajando con residuos animales; por un lado, el proceso produce fertilizantes o un abono orgánico, que más que un fertilizante es un acondicionador de suelos y en muchos casos se han hecho experimentos para emplearlos como un complemento alimenticio y por el otro tenemos un combustible, el conocido como biogás. Hay una gran variedad de residuos que pueden aprovecharse: agrícolas, animales, algas que se generan en grandes cantidades en las costas, el lirio acuático que es una plaga en las empresas de México y la basura que se genera todos los días. (Corona Zúñiga, 2007)

En México se comienza a tener una mayor conciencia del potencial que ofrece el aprovechamiento de residuos, principalmente urbanos, dado los volúmenes que se manejan en las grandes ciudades del país. Estos residuos y desechos de animales, desde hace tiempo se han venido utilizando en instalaciones a nivel prototipo en el Instituto de Investigaciones Eléctricas y en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. (Corona Zúñiga, 2007)

1. La co-digestión

Se estudió la co-digestión de residuos de distinta naturaleza que se complementen para una mejor co-digestión, enfocado al diseño de una planta centralizada para producción de biogás. Como sustratos se usaron excretas de vaca y cerdo, pollinaza, suero de leche y grasa residual, la mezcla de cosustratos con mayor generación de biogás fue: Estiércol de vaca (80%) / Grasa (20%), inoculada con lodo anaerobio, producción de biogás de 72.1 L/Kg Vs y 80% de CH₄, TRS de 27 días. Remoción de SV y DQO de 91% respectivamente. (Angelica, 2017)

2. Beneficios Ambientales

Los beneficios de la digestión anaeróbica desde un triple punto de vista: El gas, que puede utilizarse para producir energía; el fertilizante que, por sus características, constituye un abono orgánico de calidad comparable a los tradicionalmente empleados en el campo, como la gallinaza o el estiércol de res, y el control de la contaminación que se origina por la descomposición espontánea e incontrolada de la materia orgánica. (Corona Zúñiga, 2007)

3. Aplicaciones de Energía

- El biogás producido puede ser utilizado para generar electricidad mediante la combustión en motores generadores o turbinas. También puede ser utilizado como combustible para calefacción o como combustible para vehículos.

La generación de energía y gas a partir de sustratos menos utilizados en biodigestores es una práctica cada vez más común de lo que se cree y va de la mano con la sostenibilidad y gestión eficiente de uso de recursos. Por otro lado, es importante considerar la composición del sustrato, el diseño del biodigestor y la gestión adecuada del proceso para garantizar resultados óptimos.

Impacto socioeconómico

La utilización de un biodigestor generador de energía y gas puede tener varios impactos socioeconómicos positivos, tanto a nivel local como más amplio.

La implementación y operación de biodigestores pueden generar empleo en varias etapas, desde la construcción y mantenimiento hasta la gestión y operación continua. Esto puede tener un impacto directo en la economía local, también la diversificación de ingresos en la generación de energía y gas a partir de un biodigestor puede proporcionar

una nueva fuente de ingresos para las comunidades, especialmente aquellas que participan en la producción de materiales orgánicos utilizados como sustratos, como residuos agrícolas o industriales.

Reducción de Costos Energéticos

La producción local de energía a través de un biodigestor puede ayudar a reducir los costos de energía para las comunidades, las empresas o los hogares. Esto puede ser especialmente relevante en áreas donde la red eléctrica es limitada o costosa de extender.

En áreas rurales, la implementación de biodigestores puede contribuir al desarrollo sostenible al proporcionar soluciones energéticas descentralizadas y sostenibles. Esto puede mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales al tiempo que reduce la dependencia de fuentes de energía convencionales.

Es importante destacar que el impacto socioeconómico puede variar según el contexto local, las condiciones específicas y la forma en que se implementa y gestiona el biodigestor. La participación de la comunidad, la capacitación y la planificación adecuada son clave para maximizar los beneficios y minimizar posibles desafíos.

Estado del arte

La producción de biogás y energía eléctrica a partir de biodigestores ha enfrentado varios desafíos a lo largo de la historia. Inicialmente, el biogás fue descubierto en el siglo XVIII y se reconoció su potencial energético en el siglo XIX gracias a los experimentos de Pasteur. (PEÑA, 2018)

Sin embargo, su uso a gran escala no se generalizó hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando la crisis de combustibles en Europa impulsó la investigación y el desarrollo de tecnologías de biogás. (PEÑA, 2018)

A pesar de estos avances, la implementación de biodigestores ha enfrentado obstáculos en varias regiones. En América Latina, por ejemplo, solo unos pocos países han desarrollado esta tecnología en áreas rurales. (PEÑA, 2018)

En Bolivia, a pesar de un programa de cooperación técnica alemana que buscaba aumentar el acceso a la energía moderna, se encontró que la recolección de leña para cocinar alimentos aún requería largas jornadas de trabajo para niños y mujeres en algunas áreas. (PEÑA, 2018)

Además, el costo del combustible es una variable fundamental que afecta la viabilidad de los proyectos de biogás. Aproximadamente el 50% de los costos de producción de energía en KWh están representados por el precio del combustible. (Bonilla, 2016)

Esto significa que cuanto mayor sea el costo del combustible, más necesario será buscar soluciones energéticamente más eficientes. (Bonilla, 2016)

En Colombia, gran parte de la población rural no está conectada a la red eléctrica nacional, lo que obliga a estas comunidades a recurrir a sistemas alternativos de generación de energía, principalmente Diesel y GLP (Gas Licuado de Petróleo). (Bonilla, 2016)

Sin embargo, estos sistemas no tienen la capacidad de satisfacer plenamente las necesidades locales y están sujetos a la disponibilidad de estos recursos en la zona, siempre y cuando exista la infraestructura vial para transportarlos hasta el lugar. (Bonilla, 2016)

Además, las poblaciones rurales que enfrentan este problema han existido durante varios años y han desarrollado un sistema medianamente funcional gracias a la trayectoria del poblado. Sin embargo, el actual acuerdo de paz en Colombia ha introducido nuevas poblaciones bastante alejadas del casco urbano. Estas poblaciones se desarrollarán desde cero y tendrán una demanda energética considerable sin ningún tipo de suministro disponible. (Bonilla, 2016)

Cuando se considera el plan de expansión de cobertura de energía eléctrica, se puede ver que muchas poblaciones rurales presentarán dificultades para ser aprobadas debido al número de habitantes de la zona o su ubicación remota. (Bonilla, 2016)

Por lo tanto, la problemática del suministro de energía eléctrica en las zonas rurales de Colombia es un desafío significativo que requiere soluciones innovadoras y sostenibles. (Bonilla, 2016)

Además, se han realizado investigaciones experimentales para optimizar el proceso de fermentación en los biodigestores. Un estudio llevado a cabo en instalaciones experimentales utilizó biodigestores de vidrio de diferentes tamaños y los sumergió en un baño termostático para asegurar la etapa metanogénica del proceso de fermentación. Este estudio midió los volúmenes de gas producidos y recogió las disoluciones ácidas resultantes. (Melvin Acosta Pabuena, 2014)

En cuanto al estado del arte, los biodigestores se han utilizado en diversas aplicaciones, desde la producción de energía en zonas rurales hasta el tratamiento de residuos orgánicos en granjas. Sin embargo, aún existen desafíos en términos de costos, diseño e implementación, y se requiere más investigación y desarrollo para superar estos obstáculos. (Melvin Acosta Pabuena, 2014)

En cuanto al crecimiento futuro, se espera que la demanda de tecnologías de biodigestores continúe aumentando a medida que más países buscan soluciones energéticas sostenibles y rentables. Además, a medida que se desarrollen nuevas tecnologías y se mejoren las existentes, es probable que los biodigestores se vuelvan más eficientes y accesibles, además, se han realizado investigaciones experimentales para optimizar el proceso de fermentación en los biodigestores. Un estudio llevado a cabo en instalaciones experimentales utilizó biodigestores de vidrio de diferentes tamaños y los sumergió en un baño termostático para asegurar la etapa metanogénica del proceso de fermentación. Este estudio midió los volúmenes de gas producidos y recogió las disoluciones ácidas resultantes. (Melvin Acosta Pabuena, 2014)

En cuanto al estado del arte, los biodigestores se han utilizado en diversas aplicaciones, desde la producción de energía en zonas rurales hasta el tratamiento de residuos orgánicos en granjas. Sin embargo, aún existen desafíos en términos de costos, diseño e implementación, y se requiere más investigación y desarrollo para superar estos obstáculos. (Melvin Acosta Pabuena, 2014)

En cuanto al crecimiento futuro, se espera que la demanda de tecnologías de biodigestores continúe aumentando a medida que más países buscan soluciones energéticas sostenibles y rentables. Además, a medida que se desarrollen nuevas tecnologías y se mejoren las existentes, es probable que los biodigestores se vuelvan más eficientes y accesibles. (Melvin Acosta Pabuena, 2014)

1.5 Marco metodológico para realizar trabajo de grado

El enfoque metodológico del proyecto se basará en un proceso integral, colaborativo y técnico. Inicialmente con una fase de investigación y análisis para comprender las necesidades de la comunidad y evaluar las condiciones locales. Luego, se procederá al diseño técnico del biodigestor, considerando las especificaciones y normativas vigentes. La etapa de construcción se llevará a cabo con el seguimiento de estándares de

seguridad y calidad. La capacitación y sensibilización de la comunidad serán elementos fundamentales, a través de talleres interactivos.

1.5.1 Tipos y métodos de investigación

El enfoque de investigación para este proyecto será de carácter mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión completa de los aspectos más relevantes. Esta metodología permitirá abordar tanto las dimensiones técnicas y prácticas como las percepciones y necesidades de la comunidad.

En la fase cualitativa, se estima utilizar técnicas como encuestas de satisfacción para interactuar directamente con los miembros y habitantes de la comunidad. Estas interacciones nos proporcionarán una visión detallada de las necesidades, expectativas y posibles desafíos relacionados con la implementación del biodigestor. Además, nos permitirán explorar las percepciones locales sobre el uso de energías renovables y sus impactos en la calidad de vida.

Por otro lado, en la fase cuantitativa, se van a recopilar datos objetivos relacionados con la cantidad de residuos orgánicos, el consumo de energía actual a través de los recibos de la luz y la cantidad de gas propano utilizado para la cocción de alimentos. Estos datos numéricos nos permitirán estructurar la concepción y capacidad del diseño final.

La combinación de ambos enfoques enriquecerá nuestra comprensión del proyecto en múltiples dimensiones. La perspectiva cualitativa nos proporcionará datos valiosos sobre la dinámica social y las percepciones y necesidades de la comunidad, lo que nos permitirá adaptar el proyecto a sus requerimientos y necesidades. La perspectiva cuantitativa, nos ayudará al diseño de la capacidad óptima del tanque de acuerdo con los usos diarios que le da la comunidad al uso de energía eléctrica y el uso del gas y de esta forma asegurar la implementación exitosa y sostenible del proyecto.

La investigación que se llevará a cabo en el proyecto de implementación del biodigestor en la vereda Calandaima-Santander abarcará investigación descriptiva, exploratoria y de campo, con el propósito de obtener una comprensión exhaustiva y práctica de los factores involucrados en el proyecto.

La investigación de campo será fundamental para interactuar directamente con la comunidad y recopilar datos. Mediante la realización de encuestas, entrevistas, etc., de

esta manera se obtiene la información sobre las necesidades energéticas y consumos de gas de la comunidad, así como sus perspectivas y expectativas en relación con el proyecto. Esta interacción directa nos proporcionará una visión de las dinámicas y funcionalidades de la comunidad, permitiéndonos adaptar el proyecto de manera efectiva.

La investigación exploratoria desempeñará un papel crucial al inicio del proyecto. A través del juicio de expertos en proyectos análogos de casos similares en otras comunidades, explorar soluciones técnicas innovadoras y mejores prácticas, además de aplicar lecciones aprendidas que podrían aplicarse en la vereda. Así se identificarán oportunidades, riesgos y desafíos potenciales antes de la implementación del Biodigestor.

La investigación descriptiva permitirá examinar detalladamente aspectos concretos del proyecto, como la composición de los residuos orgánicos disponibles en la vereda, los patrones de consumo de energía en la comunidad y los consumos de gas en pipeta o cilindro. A través de la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos, se obtendrá una imagen clara y precisa de la situación actual, lo que servirá como base sólida para la toma de decisiones y del mismo modo la concepción del diseño del tanque para satisfacer las necesidades y demanda de la comunidad de la vereda.

1.5.2. Herramientas para la recolección de información

En este proyecto, se emplearán diversas herramientas para recolectar información precisa y validar los datos obtenidos. Estas herramientas serán cruciales para garantizar la calidad de la información recopilada y respaldar la toma de decisiones.

- **Encuestas estructuradas:** Se diseñarán encuestas con preguntas específicas para recopilar datos cuantitativos sobre el consumo energético actual, la disponibilidad de residuos orgánicos y datos cualitativos como lo son expectativas, niveles de satisfacción y en general los requerimientos necesidades de la comunidad. Estas encuestas se administrarán de manera estandarizada para asegurar la consistencia en las respuestas y permitir el análisis cuantitativo y cualitativo de las mismas.

- **Entrevistas con la comunidad:** Se llevarán a cabo entrevistas individualizadas con miembros clave de la comunidad. Estas entrevistas proporcionarán información cualitativa detallada sobre las necesidades, percepciones y desafíos específicos,

permitiendo una comprensión más profunda de los factores involucrados para percibir y concebir el proyecto para satisfacer las necesidades de la comunidad.

- **Visitas In Situ:** La observación directa en los habitantes de la vereda Calandaima-Santander proporcionará información valiosa sobre las prácticas cotidianas del uso de residuos, consumos diarios de los habitantes y niveles de calidad de vida de los habitantes. Esto ayudará a validar la información proporcionada en encuestas, entrevistas, etc., y brindará un contexto detallado para la toma de decisiones.

- **Análisis Documental:** Se recopilarán datos de fuentes documentales, como informes previos, estudios técnicos y registros de consumo energético a través de la entidad prestadora de servicio EBSA-Boyacá y registros de consumo en pipetas de gas de 25 m³ (uso particular en la vereda). Este análisis permitirá contextualizar la información recopilada y validarla a través de la comparación con datos históricos.

- **Revisión de juicio de Expertos:** La información recopilada será revisada por expertos en biodigestión y energía renovable para asegurar su precisión y coherencia técnica.

- **Registro Fotográfico:** Tomar fotografías de la vereda, su entorno y las actividades actuales relacionadas con la competencia del proyecto en relación con la materia orgánica y usos domésticos de energía y gas. Estas imágenes servirán como documentación visual y respaldo de la información recopilada.

- **Análisis de Redes Sociales:** Para entender mejor las interacciones y comunicación en la comunidad, es necesario analizar las redes sociales o plataformas de comunicación locales como los son estaciones de radio para identificar discusiones y percepciones relacionadas con el proyecto para implementar mejoras o del mismo modo incrementar el nivel de satisfacción que tiene el cliente con el producto.

1.5.3. Fuentes de información (primarias y secundarias).

Fuentes primarias:

Mediante la realización de encuestas, se investiga sobre el nivel de satisfacción que tienen los habitantes de la comunidad de la Vereda Calandaima, en relación con la calidad del servicio de energía eléctrica y con la compra de cilindros de gas propano para la cocción de alimentos.

Adicionalmente, se evalúa la percepción de la población en el uso de energías alternativas autosostenibles con el uso del biodigestor, su conocimiento sobre el tema y el aprovechamiento de las materias orgánicas que se generan actualmente por los animales de la zona, donde se producen sin ningún beneficio.

Fuentes secundarias:

A continuación, se presentan las fuentes secundarias basadas en artículos y proyectos muy relacionados con la temática del proyecto, específicamente sobre posibles implementaciones de biodigestores en Colombia y países cercanos.

Tabla 11. Relación de Fuentes secundarias

Autor	Título	Descripción
Grace Berenice Bravo Tipantaxi Kevin Stevan Simba Cruz	DISEÑO Y SIMULACIÓN TÉRMICA DE UN BIODIGESTOR CON CAPACIDAD DE 100 L/DÍA PARA CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA	El proyecto consiste en el diseño y simulación térmicamente de un biodigestor con capacidad de calentamiento de agua sanitaria en el sector de Píntag, Quito, Ecuador.
Janneth Esperanza Mesa Jiménez Oscar Javier Ceballos Fandiño	PROYECTO PUEBLO VERDE	El proyecto consiste en la realización de un modelo productivo para el aprovechamiento de Residuos sólidos Orgánicos del Hogar mediante la técnica de compostaje, lumbricultura y Abonos Orgánicos en municipios de máximo 20.000 habitantes, los cuales se vean influenciados por los proyectos de infraestructura del Grupo Empresarial Oasis.
Rosa Yolima Acosta Fandiño Angie Viviana Garzón Leguizamón Karen Vanessa Delgado Daza	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS LIMPIAS CON BASE EN EXCRETAS ANIMALES EN CARURÚ- VAUPÉS	El proyecto consiste en diseñar e implementar un proyecto de energías limpias a base de biogás como herramienta para garantizar la prestación del servicio de energía eléctrica a fin de mejorar la calidad de vida en la población del municipio de Carurú, departamento del Vaupés.
Melvin Acosta Pabuena Jorgelina Cecilia Pasqualino	POTENCIAL USO DE BIOGÁS EN COLOMBIA	En el artículo se presentan los proyectos actuales de producción de biogás en Colombia y el potencial existente, teniendo en cuenta estudios previos y zonas rurales donde se han implementado pequeños sistemas con biodigestores.
María Sofia Salcedo Juan Esteban Mendoza Juan Diego Narváez	PROPUESTA PARA EL FILTRADO Y COMERCIALIZACIÓN DE BIODIGESTORES DE BAJO COSTO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE EXCRETAS EN LA VEREDA DE PIAMONTE	Describe la oportunidad de mejorar la calidad de vida de fincas agropecuarias en la vereda de Piamonte, Cundinamarca, al instalar biodigestores que les permitan producir energía y biofertilizante para su sostenibilidad
Lina María Patarroyo Moreno	DISEÑO DE BIODIGESTOR A PARTIR DE PORCINAZA	Diseño conceptual de un biodigestor a partir de porcinos, para la producción de biogás y biofertilizante, como un valor agregado a las

		granjas pequeñas con las productoras de carne de cerdo.
Camilo Antonio Rodríguez Becerra	LOS BIODIGESTORES: FUENTE DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y CALIDAD DE VIDA EN COMUNIDADES RURALES DE COLOMBIA	El proyecto se basa en experiencias que se han llevado a cabo con biodigestores en comunidades rurales de Colombia como fuente de desarrollo sostenible y mejoramiento en la calidad de vida.

Fuente: Elaboración propia

1.5.4. Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado

Se identificaron los siguientes supuestos del proyecto:

- Se supone que el dimensionamiento del tanque del biodigestor es acorde a la necesidad presentada en la vereda Calandaima.
- Se supone que los planes de gestión del presente proyecto cumplen con los requerimientos establecidos para su correcta gestión y administración.
- Se supone que se contará con los permisos, autorizaciones y demás necesarios para la implementación del biodigestor ante la comunidad.
- Se cumplirá con los tiempos establecidos en el cronograma para la ejecución del proyecto.
- El presupuesto establecido abarcara todos los requerimientos físicos, humanos y tecnológicos requeridos para cumplir con el objetivo del proyecto.
- El personal administrativo y operativo del proyecto contará con los conocimientos y experiencia necesarios y acordes al proyecto.

Por otra parte, se validan las siguientes restricciones:

- Exceder el tiempo estimado y proyectado ante la comunidad para la ejecución del proyecto.
- El lugar de implementación del proyecto se encuentra en una zona de difícil acceso por falta de vías y accesibilidad.
- Exceder el presupuesto establecido por la dirección del proyecto.
- Falta de claridad en los requerimientos para el ensamble e instalación del biodigestor.
- Contratiempos operativos por condiciones climáticas o agentes externos.
- Contar con un acceso limitado a los recursos estimados en el presente documento.

2. Estudios y evaluaciones

2.1. Estudio de Mercado

2.1.1. Población

La población beneficiada con la ejecución del presente proyecto se ubica en el departamento de Santander en el municipio de Gambita, es una población con aproximadamente 606 km cuadrados de extensión formando parte de la provincia comunera, cuenta con 5044 habitantes donde 390 habitantes corresponden a las zonas urbanas, el restante se encuentra en las zonas rurales 20 veredas y el centro poblado La Palma. De acuerdo al esquema de ordenamiento territorial de Gambita (EOT-2002) el sector de la Palma cuenta con 6 veredas, entre ellas la vereda Calandaima, la cual cuenta con un área estimada de 39.81 km², su principal actividad económica es la ganadería, muy significativa para el municipio y sus alrededores, sin mayor información adicional o representativa que permita determinar los parámetros para la ejecución del proyecto, se optó por realizar visitas in situ en la vereda y con ello mantener contacto con todos los habitantes de esta y así tener un panorama abierto de las necesidades y falencias presentadas a lo largo y ancho de la vereda. (Santander, 2002)

2.1.2. Dimensionamiento demanda

Se focaliza la problemática identificada en la Vereda Calandaima, Gambita en el departamento de Santander, donde se identificaron a los residentes de la vereda constituida por una población de 24 personas distribuidas en 6 casas a lo largo de la extensión de la vereda, los cuales comparten la misma problemática en cuanto a la ineficiencia en los servicios de servicios públicos básicos como la energía eléctrica y gas, lo anterior se debe a que en la zona no hay una instalación estable de electricidad que garantice de manera permanente el servicio, adicionalmente por las características climatológicas se presentan recurrentemente fuertes lluvias, lo cual ocasiona que la energía eléctrica deje de funcionar adecuadamente, por otra parte, en las casas o fincas ubicadas en la vereda, no existe a la fecha una instalación de gas natural que brinde de manera óptima y segura este servicio, esto incide en que los residentes deban realizar actividades de cocción entre otras con leña.



Figura 5. Características de la población

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, los habitantes de la vereda realizan actividades ganaderas con aproximadamente 60 cabezas de ganado, lo cual nos brinda la oportunidad de realizar el aprovechamiento de los recursos que estos animales generan y así suplir las necesidades de servicios básicas de la población, de acuerdo con información recolectada se conoce que no realizan ninguna actividad de reutilización de desechos ni conocen sus beneficios.

Con el fin de dar a conocer y entender las necesidades expuestas anteriormente para la vereda Calandaima, se realizaron encuestas a las personas residentes del sector buscando la causa raíz de la falencia en los servicios de energía y gas actuales, se realizaron con un nivel de satisfacción o escala de 1 a 5, donde 5 es "totalmente satisfecho" y 1 es "totalmente insatisfecho".

- Muy insatisfecho (a) — 1
- Algo insatisfecho (a) — 2
- Ni satisfecho (a), ni insatisfecho (a) — 3
- Algo satisfecho (a) — 4
- Muy satisfecho (a) — 5

Véase Anexo 1. Tabulación de encuestas a la comunidad

De acuerdo con los resultados obtenidos, detallamos que la comunidad encuestada de la Vereda Calandaima, posee gran insatisfacción en relación con la empresa prestadora del servicio público de energía eléctrica y con la compra de cilindros de gas para la cocción de alimentos, se puede observar con base en los resultados de las

encuestas que la comunidad se ve afectada por la intermitencia del servicio, de igual modo el nivel de satisfacción en relación con los cilindros de gas propano es muy bajo esto a razón del precio por la adquisición del producto, la poca confiabilidad referente a la seguridad del cilindro y el constante traslado que deben realizar para poder adquirir el producto.

En cuanto a las preguntas abiertas realizadas en la encuesta se describe lo siguiente:

Tabla 12. Análisis de las encuestas

ITEM	PREGUNTA	RESULTADOS OBTENIDOS
1.	¿Con que frecuencia se presentan fallas en el sistema eléctrico?	De acuerdo con las respuestas incluidas por los encuestados de la Vereda, aproximadamente cada 15 días se presenta una falla de intermitencia del servicio de energía eléctrica, dejando a la comunidad sin el servicio.
2.	¿Cuándo se presentan fallas, ¿Cuánto tiempo dura el restablecimiento del servicio?	De acuerdo con las respuestas incluidas por los encuestados de la Vereda, aproximadamente de 3 a 5 días, evidenciando una falencia de la entidad prestadora del servicio
3.	¿Se debe trasladar fuera de la vereda para adquirir los cilindros de gas?	De acuerdo con las respuestas incluidas por los encuestados de la Vereda, todo afirmaron que se deben trasladar hacia el corregimiento de la Palma para realizar la compra del cilindro de gas
4.	¿Cada cuánto tiempo debe realizar el cambio de cilindro de gas?	De acuerdo con las respuestas incluidas por los encuestados de la Vereda, los habitantes deben hacer el cambio de cilindro cada 3 meses, por ello pueden presentar intermitencia en el suministro de gas ya que dependen de que el proveedor tenga material disponible para la venta (no todos los días el proveedor se dirige hacia el corregimiento, sino realiza ventas periódicamente en el corregimiento)
5.	¿Cuál es el costo promedio anual en compra de cilindros de gas?	De acuerdo con las respuestas incluidas por los encuestados de la Vereda, el promedio anual de compra de cilindros oscila entre los \$560.000 y \$570.000, estos valores sin incluir el precio que se genera del traslado de estos desde el corregimiento hacia cada hogar.
6.	¿Qué opina sobre la implementación de energías alternativas sostenibles en la vereda Calandaima?:	De acuerdo con las respuestas incluidas por los encuestados de la Vereda, la totalidad de personas encuestadas está de acuerdo con que se implementen alternativas de solución a lo que ya existe dentro de la vereda, esto a razón de la insatisfacción que se evidencia dentro de la comunidad

Fuente: Elaboración propia

La comunidad se ve en un estado de vulnerabilidad por la cantidad de días que se ven sin poder hacer uso de la energía eléctrica, esto genera que la comunidad haga uso de veladoras y otras fuentes de iluminación, adicionando que no pueden hacer uso de electrodomésticos (nevera, televisor, etc.), provocando así que alimentos que requieren

de refrigeración se vean dañados o se vean en la necesidad de arrojarlos a los animales para así evitar su pérdida y del mismo modo no puedan realizar la carga a sus celulares que es un medio fundamental de comunicación, por el escaso acceso que se tiene hacia la vereda y por las vías en estado de deterioro lo que genera aún más estos se vean incomunicados. El escaso apoyo que reciben por parte de la entidad prestadora del servicio se evidencia en los resultados de la encuesta ya que la comunidad se ve en dificultades cada vez que se presenta un daño en la red de distribución, por la ineficacia de solución al problema presentado generando así insatisfacción de los consumidores. En cuanto al precio cobrado al consumidor (habitante de la vereda), se detalla que la comunidad tampoco encuentra un beneficio en este por el continuo daño que se genera a la red de distribución, aproximadamente cada 15 días se genera algún tipo de fallo.

En cuanto a la compra de los cilindros de gas propano se detalla de acuerdo con la encuesta realizada que el grado de confiabilidad que tiene la comunidad es bajo, a razón que el nivel de seguridad percibido en los cilindros es malo, el constante traslado y el precio, hacen que la comunidad se encuentre insatisfecha y se vean en la necesidad de utilizar alternativas de solución a la cocción de alimentos como lo es la estufa de leña; aunado a ello se detalla en la encuesta realizada que la calidad del gas percibida por la comunidad no es óptima esto a razón que los alimentos cocinado mediante el gas adquirido puede ahumarse, en concordancia con las respuestas de la misma comunidad. Del mismo modo la comunidad se puede ver afectada en el momento en que se les acabe el gas adquirido y tengan que trasladarse hacia el corregimiento para adquirir el producto nuevo, en razón a que no se tiene un punto fijo de compra, sino el proveedor se dirige esporádicamente con cierta cantidad de mercancía para la venta y eso genera muchas veces que la cantidad de producto ofertado se vea insuficiente en relación con la cantidad de producto demandado por la comunidad.

El uso de estufas de leña puede afectar la salud de los que hacen uso de ella porque estas tienen como característica una gran generación de humo producto de la quema de la leña, este humo generalmente es aspirado y es bastante nocivo para los pulmones de quien hace uso de estas estufas, como ejemplo personal, familiares que usaban la estufa de leña sufrieron de enfermedades pulmonares a causa de los muchos años de inhalación de este.

Se observa una comunidad en estado de insatisfecha por las siguientes razones:

1. La continua intermitencia del servicio eléctrico
2. La falta de solución oportuna a los daños presentados a la red de distribución de energía
3. La poca comunicación que tiene la empresa prestadora con los consumidores
4. La poca confiabilidad que percibe la comunidad con su entidad prestadora del servicio de energía
5. La baja percepción de calidad y seguridad de los cilindros de gas
6. El continuo traslado para adquirir los cilindros de gas
7. El constante cambio que realiza la comunidad de los cilindros de gas
8. El precio cobrado no está acorde a las necesidades de la comunidad (energía eléctrica y cilindros de gas propano).

En conclusión y con la última pregunta realizada a la comunidad en la encuesta, se detalla que de las 7 personas encuestadas, las 7 estuvieron a favor de implementar alternativas de solución a los problemas presentados y expuestos anteriormente, el nivel de aceptación fue unánime, por esto la idea planteada de solución (implementación del Biodigestor en la vereda), tiene completo apoyo de la comunidad, y con ello innovar en una región donde los accesos a recursos y mejoras se ven limitados por el gobierno y por la localización geográfica. Parte del beneficio de la implementación de este sistema, conlleva a que se pretenda suplir el servicio de energía eléctrica, donde la comunidad tenga de manera permanente la disponibilidad de este servicio, la mejora en las actividades de cocina con el uso del biogás evitando así riesgos para la vida humana y el daño ambiental al usar leña.

Con la implementación del biodigestor se espera tener beneficios en ámbitos sociales, ambientales y económicos, de esta forma se brindan nuevas alternativas de uso de los desechos y con ello obtener un beneficio para la comunidad, y del mismo modo generar ganancias para la empresa promotora del proyecto además de generar conciencia ambiental y brindar conocimiento en nuevas energías alternativas a las usadas comúnmente.

Las condiciones territoriales (alejado del casco urbano y vías terciarias de herradura) de la Vereda la aíslan de cualquier actualización de la tecnología disponible o mejora de

infraestructura existente en la misma vereda, en este caso la prestación del servicio de la red eléctrica tiene grandes falencias debido a la baja calidad de la red de distribución.

La demanda requerida con respecto a la energía eléctrica en la Vereda está dada por los consumos típicos en el sector residencial, es por ello por lo que no se tiene un consumo muy elevado que genere grandes cantidades de KW/h, con la implementación del Biodigestor se espera suplir con la totalidad de la demanda generada en la población de la Vereda.

Se realizó un censo determinando la cantidad de personas de la población objetivo y grupos por familias, se validó anteriormente la posibilidad de utilizar por medio estadístico el muestreo para la identificación de la información, sin embargo, por la cantidad de personas que habitan en la vereda, se toma la totalidad. Se tomará como una implementación piloto para mejorar significativamente la calidad de vida y los servicios públicos de la zona:

Tabla 13. Censo población objetivo

Grupo	Cantidad personas
Familia 1	4
Familia 2	2
Familia 3	5
Familia 4	3
Familia 5	6
Familia 6	4
TOTAL	24

Fuente: Elaboración propia

Las personas habitantes de la Vereda se conforman en 6 familias con la distribución que se muestra en la tabla adjunta, identificando 24 personas que se benefician de la implementación del sistema.

Se realizó la estimación de la demanda promedio en kW de la población teniendo en cuenta los electrodomésticos estándar usado por cada una de las familias obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 14. Promedio consumo mensual

Servicio	Promedio consumo mensual
Nevera	56,16 KW
Televisor	21,91 KW
Iluminación	34,16 KW

Otros	10 KW
TOTAL	122,23 kW / mensual

Fuente: Elaboración propia

Es decir, que el consumo promedio por familia es de 122.23 kW mensuales, proyectando entonces para las 6 familias un consumo promedio de energía eléctrica en la Vereda mensual de 733.38 kW.

Por otra parte, en cuanto al uso de cilindros de gas para actividades de cocción, se consultó que un cilindro de 40 libras actualmente tiene un costo promedio de \$140.000 pesos con un uso de aproximadamente 59.25 metro cubico (M³),

Tabla 15. Consumo de gas y metros cúbicos requeridos

Grupo	Promedio consumo diario (M3) de gas	M3 Requeridos para actividades de cocción
Familia 1	0,3	9
Familia 2	0,5	15
Familia 3	0,45	13,5
Familia 4	0,32	9,6
Familia 5	0,2	6
Familia 6	0,29	8,7
TOTAL	2,06	61,8

Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Dimensionamiento oferta

Se investigó en el mercado actual empresas que comercializan biodigestores en Colombia o cerca de la zona, se encontró que la oferta es bastante baja ya que este tipo de producto no se comercializa como un servicio completo, en su mayoría se ofertan los materiales ensamblados necesarios para el armado del sistema, sin embargo no se realiza de forma personalizada de acuerdo con la necesidad del consumidor, algunos oferentes presentan medidas ya determinadas y se debe realizar el estimado de consumo o producción que se requiere para la compra.

Tabla 16. Competencia en el mercado

Marca	Dimensión ofertada biodigestor (M³)	Valor en el mercado	Costo por M³	Garantía ofrecida (Años)	Observaciones
Rotoplast	40	\$ 10.000.000	\$ 250.000	10	Sin servicio de instalación y transporte
Atierra	8	\$ 1.300.000	\$ 162.500	10	
Atierra	20	\$ 2.100.000	\$ 105.000	5	
Homebiogas	45	\$ 17.500.000	\$ 388.889	2	

Fuente: Elaboración propia

Los oferentes encontrados se ubican en mediaciones del Tolima o de Valle del Cauca, no se encontraron directamente en Santander, para evitar costos de transporte elevados, se aclara que estos costos deben ser asumidos por el comprador, al igual que los costos asociados con la instalación en la zona sin tener en cuenta si es necesario realizar adecuaciones en la zona. Adicionalmente se encuentra que hay variaciones en precios estimados por metro cubico (M^3), no se encuentra un estándar en el mercado, dependerá de la garantía y la calidad en los materiales que ofrecen. La información anterior evidencia que el uso de energías renovables por medio de biodigestores es escaso por lo cual se proyecta una oportunidad en el mercado realizando concientización en el cuidado del medio ambiente y reutilización de desechos en zonas donde se cuenta con los mismos de manera inmediata y sin costos adicionales.

2.1.4. Competencia - Precios

El producto planteado pretende llegar a crear un impacto sobre el ambiente de manera positiva creando una estrategia de creación de conciencia en las personas por medio de la reutilización de desechos producidos evitando que estos generen gases de efecto invernadero lleguen a los principales cauces de los ríos en Colombia, es importante realizar campañas que potencien el uso de estos productos, donde al mismo tiempo se pueden ahorrar costos y disminuir considerablemente la huella de carbono que afecta en grandes proporciones al planeta, para esto se plantean las siguientes estrategias:

- **Promocionar los beneficios económicos:** Destaca los beneficios económicos de utilizar biogás y energía eléctrica en los hogares, en comparación con los costos de la energía y gas tradicionales.
- **Demostraciones prácticas:** Realizar demostraciones prácticas del uso del biogás y la energía eléctrica producto de la implementación del Biodigestor
- **Crear una red de distribución:** Establecer una red de distribución para llegar a la población objetivo promoviendo la venta de biogás y energía eléctrica de manera efectiva.
- **Promover la sostenibilidad:** Destaca cómo el uso del biogás y la energía eléctrica producidos por el biodigestor pueden contribuir a la sostenibilidad de la vereda.

- **Ofrecer financiamiento:** Ofrecer opciones de financiamiento atractivas para ayudar a los clientes a adquirir los equipos necesarios para utilizar biogás y energía eléctrica en sus hogares.

- **Capacitación a los usuarios:** Capacitar a los usuarios sobre cómo utilizar y mantener los equipos para el uso del biogás y la energía eléctrica de manera efectiva y segura.

- **Ofrecer garantía:** Ofrecer garantías en los equipos vendidos, para que los clientes se sientan seguros y confiados en su inversión.

- **Promocionar la seguridad:** Destaca la seguridad del uso del biogás y la energía eléctrica en los hogares, demostrando cómo estos productos son seguros y fiables.

- **Ofrecer descuentos:** Ofrecer descuentos especiales a los clientes que adquieran biogás y energía eléctrica en grandes cantidades.

- **Alianzas con la comunidad:** Establecer alianzas con la comunidad para promover el uso de biogás y energía eléctrica producidos por el biodigestor y fomentar el desarrollo sostenible de la vereda.

- **Alianzas con entidades gubernamentales:** Por medio del acercamiento a dichas entidades que preservan el cuidado ambiental, se pueden crear alianzas estratégicas para llegar a más personas y a zonas rurales donde es complicada la prestación del servicio de gas y energía, así se promueve el cuidado del ambiente y al mismo tiempo se mejora la calidad de vida de personas que tienen acceso limitado.

En la compañía BIO-ENERGYGAS, primero a que no se tiene competencia en el sector y por ello es un proyecto piloto en la vereda, tiene un enfoque más social que económico, pero se satisface la necesidad de una población en estado de vulnerabilidad.

2.1.5. Punto equilibrio oferta y la demanda

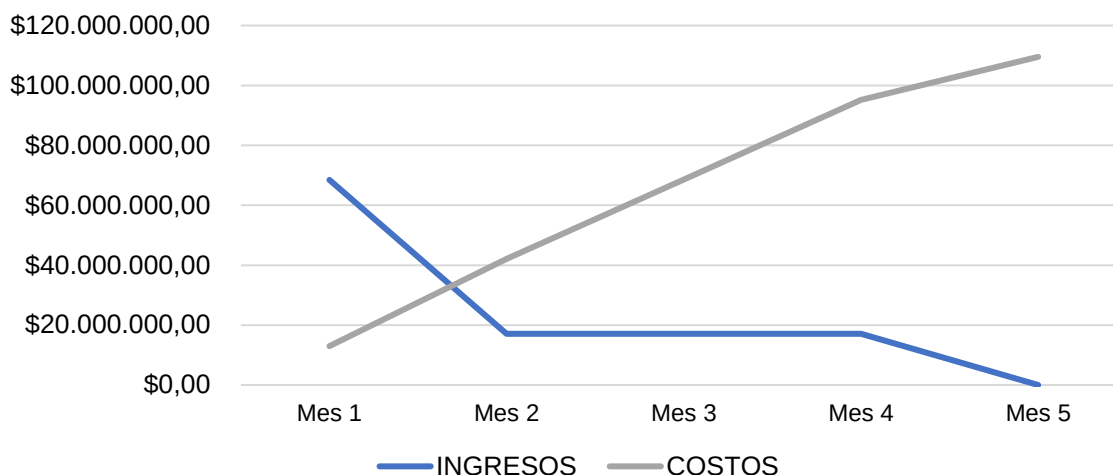


Figura 6. Punto de equilibrio

Fuente: Elaboración propia

El punto de equilibrio para este proyecto de carácter endógeno se establece en el momento que los ingresos y los costos de ejecución se cumple alrededor del segundo mes.

2.2. Estudio Técnico

Para el desarrollo de nuestro proyecto, se hace necesario contar con los siguientes recursos humanos, gerente general, gerente de proyecto, ingeniero industrial, contador, dibujante, coordinador logístico, profesional de gestión humana, abogado, coordinador operativo, técnico especialista en gas, técnico especialista en electricidad, maestro de obra, así mismo se requerirá de los materiales y herramientas (maquinarias), necesarias para la ejecución de este. En cuanto a recurso tecnológico se requerirá de un programa (software) de diseño el cual se tendrá contemplado en la primera etapa o entregable del proyecto.

2.2.1 Diseño conceptual del proceso o bien o producto

A continuación, se presenta el boceto correspondiente al proceso que realizará el biodigestor para cumplir con las soluciones que se seleccionaron para el proyecto.

Inicialmente se utilizará como insumo para la generación de energía y biogás dos tipos de materia orgánica, tales como desechos de frutas, vegetales y/o comida y desechos de excremento de los bovinos que permanecen en las fincas de la vereda.

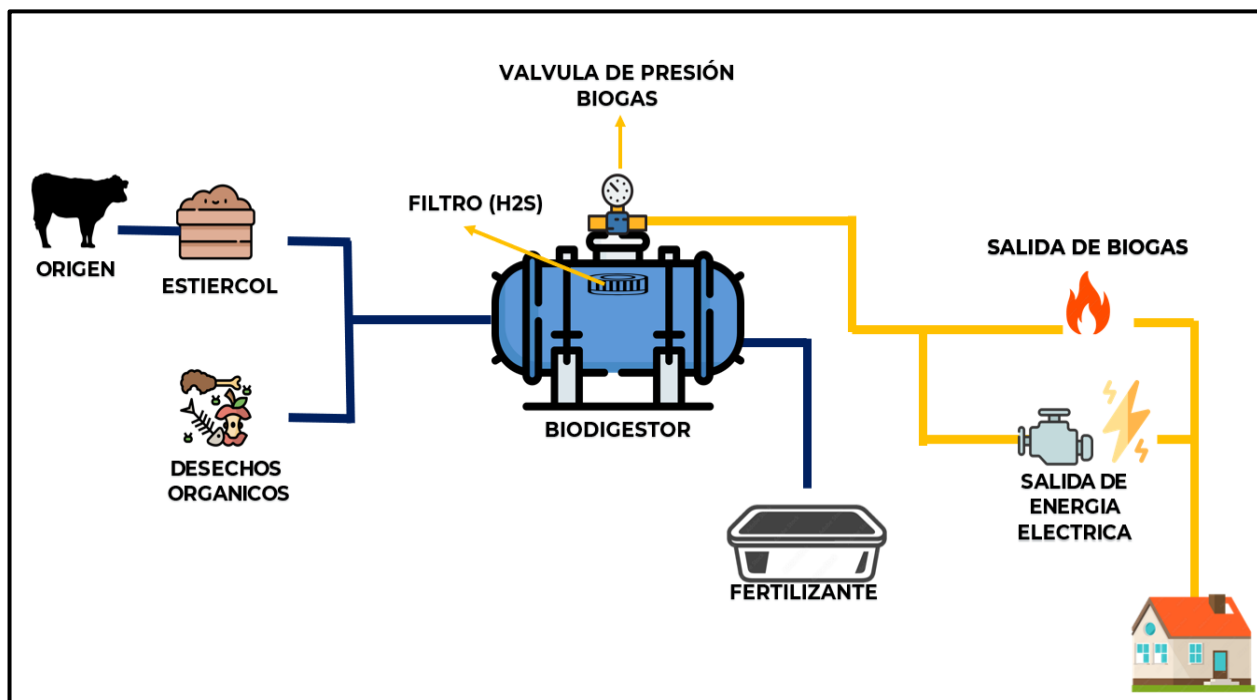


Figura 7. Boceto del producto

Fuente: Elaboración propia

Seguido de ello, se da paso al procesamiento de este material orgánico agregando agua en proporciones de un kilogramo de desechos por tres litros de agua, dependerá de la cantidad de materia orgánica que se produzca entre las fincas, esto por medio de la instalación de tubería que permitirá el flujo del material hacia el contenedor hermético (biodigestor), este a su vez se filtra por medio de una trampa de sólidos, para posteriormente dejar en reposo por aproximadamente 30 días, lo cual permite que a la ausencia de oxígeno, se genere fermentación anaeróbica generando gas metano, además de la generación de fertilizante.

Adicionalmente se controla la presión generada con una válvula instalada en la parte superior del contenedor y se instala un filtro de sulfuro de hidrogeno el cual puede llegar a ser corrosivo y averiar parte de la estructura del proceso.

2.2.1.1. Análisis y descripción del proceso o bien o producto o resultado que se desea obtener o mejorar con el desarrollo del proyecto.

1. Composición:

- El biogás es una mezcla de gases, siendo el metano el componente principal (alrededor del 60-70%)

2. Proceso de Producción:

- Se produce a través de la digestión anaeróbica de materia orgánica en el biodigestor. la materia orgánica se descompone y se genera biogás

3. Aplicaciones:

- El biogás tiene diversas aplicaciones, siendo una fuente versátil de energía. Puede ser utilizado para cocinar además de la generación de electricidad.

Generación de Energía Eléctrica:

1. Funcionamiento:

- El biogás puede ser utilizado como combustible en generadores para producir electricidad. Mediante una turbina de conversión.

2. Capacidad Energética:

- La capacidad de generación depende de la cantidad y tipo de materia orgánica disponible.

3. Beneficios Asociados al Uso por Parte de la Comunidad:

Acceso a Energía Asequible:

- Las comunidades que adoptan la generación de energía a partir del biogás tienen acceso a una fuente de energía asequible y sostenible, reduciendo la dependencia de fuentes convencionales más costosas.

Reducción de Costos en Cocina y Calefacción:

- El biogás se puede utilizar para cocinar y calentar agua, proporcionando ahorros significativos en comparación con métodos tradicionales, como la quema de leña o carbón.

Generación de Electricidad para Comunidades Aisladas:

- En áreas sin acceso a la red eléctrica convencional, la generación de electricidad a partir de biogás puede brindar a las comunidades aisladas la capacidad de iluminar hogares, alimentar electrodomésticos y cargar dispositivos electrónicos.

Beneficios Ambientales:

- La generación de electricidad a partir del biogás es una alternativa limpia y sostenible, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y disminuyendo la presión sobre los recursos naturales.

Fertilizante Orgánico como Subproducto:

- Además de la generación de energía, el proceso de digestión anaeróbica en el biodigestor produce un fertilizante orgánico valioso, que puede ser utilizado para mejorar la calidad del suelo en actividades agrícolas locales.

Empoderamiento de la Comunidad:

- Al adoptar la generación de energía a partir de biogás, las comunidades pueden asumir un papel activo en la gestión y sostenibilidad de su suministro de energía, promoviendo el empoderamiento y la autonomía.

2.2.1.2. Definición de las características técnicas y de aprovechamiento del proyecto

Características Técnicas del Biodigestor:

Capacidad: El biodigestor está diseñado para soportar una capacidad de residuos orgánicos para transformación a través de la digestión anaeróbica de manera periódica, asegurando una producción necesaria para satisfacer las necesidades de la comunidad.

Diseño del Sistema: Se implementa un sistema de digestión anaeróbica de flujo continuo, considerando la cantidad de residuos bovinos y orgánicos disponibles para su respectivo proceso.

Materiales y Construcción: Se utilizan materiales resistentes, duraderos y de alta calidad acorde a normatividad para la construcción del biodigestor, garantizando un óptimo funcionamiento.

Sistema de Alimentación: Se establece un sistema de alimentación controlado por diámetros de tubería de entrada para garantizar un óptimo proceso de digestión anaeróbica reduciendo posibles pérdidas por excesos de material.

Red de distribución: Se implementa un sistema de distribución continua para garantizar y satisfacer los requerimientos de la comunidad, entregando el producto sin intermitencia.

Características de Aprovechamiento:

Producción de Biogás: Se espera obtener biogás de alta calidad con un contenido significativo de metano para su aprovechamiento en diversas aplicaciones.

Generación de Energía Eléctrica: El biogás se utilizará en un generador para producir electricidad, contribuyendo a suplir las necesidades de energía en la comunidad.

Uso Doméstico del Biogás: Se fomentará el uso del biogás para cocinar, reduciendo la dependencia de fuentes tradicionales y costosas.

Aprovechamiento del lixiviado: El lixiviado, subproducto del proceso, se utilizará como fertilizante orgánico en actividades agrícolas locales, promoviendo la sostenibilidad.

Programas de Capacitación: Se llevarán a cabo programas de capacitación para la comunidad sobre el uso adecuado del biogás y la gestión eficiente del sistema.

Impacto Ambiental Positivo: El proyecto se diseñará con un enfoque sostenible, asegurando beneficios ambientales significativos, como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.1.2.1. Tamaño y Localización

✓ Tamaño del producto:

De acuerdo con la cantidad de animales que habitan en la vereda, se estima que la cantidad de materia orgánica producida por cada bovino es de aproximadamente 10 Kg diarios disponibles para el biodigestor. Además, teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, la proporción de agua por cada litro de materia orgánica, se obtiene la siguiente información:

Tabla 17. Cantidades de material orgánico.

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Cantidad de animales bovinos	60	Vacas
Litros Materia Orgánica por bovino	10	Kg / Día
Litros Materia Orgánica acumulada	600	Kg / Día
Litros Agua necesarios (1:3)	1.800	Litros
Total	2.400	Litros/Diarios

Fuente: Elaboración propia

Diariamente se puede llegar a producir 2.400 litros diarios de la mezcla el cual ingresará en el contenedor para llevar a cabo con el proceso de producción, teniendo

como referencia la espera necesaria del material en el contenedor, se proyecta que se realice la recolección de materia orgánica durante 10 días al mes, llegando a recoger aproximadamente **24.000 litros** de la mezcla.

El biodigestor que se instalará para la producción de biogás y energía eléctrica de acuerdo con la cantidad de personas y animales que habitan en la vereda tendrá las siguientes dimensiones:

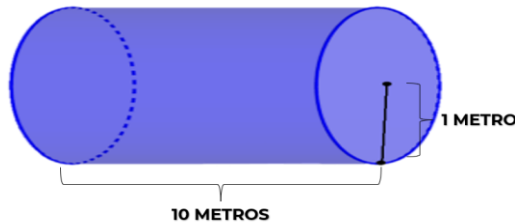


Figura 8. Cantidades de material orgánico

Fuente: Elaboración propia

Estas dimensiones se realizaron con referencia a la cantidad de vatios consumidos en promedio al día por la comunidad de la Vereda Calandaima, en el municipio de Gambita, Santander. La generación de biogás permitirá realizar la conversión de la energía eléctrica para su uso de acuerdo con los siguientes valores:

- Capacidad de diseño:

La capacidad de diseño proyectada se calculó con el volumen del tanque que será de forma cilíndrica con las dimensiones expuestas:

$$V = \pi r^2 * h$$

$$V = \pi(1)^2 * 10$$

$$V = 31,41592653589 \approx 32 \text{ m}^3$$

Pasamos el volumen del biodigestor a litros, quedando que:

$$\text{Si } \dots 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Litros}$$

$$32 \text{ m}^3 = 32.000 \text{ Litros}$$

Se obtiene que la capacidad de diseño del biodigestor es de 32.000 litros.

A continuación, se describen las capacidades calculadas para el contenedor

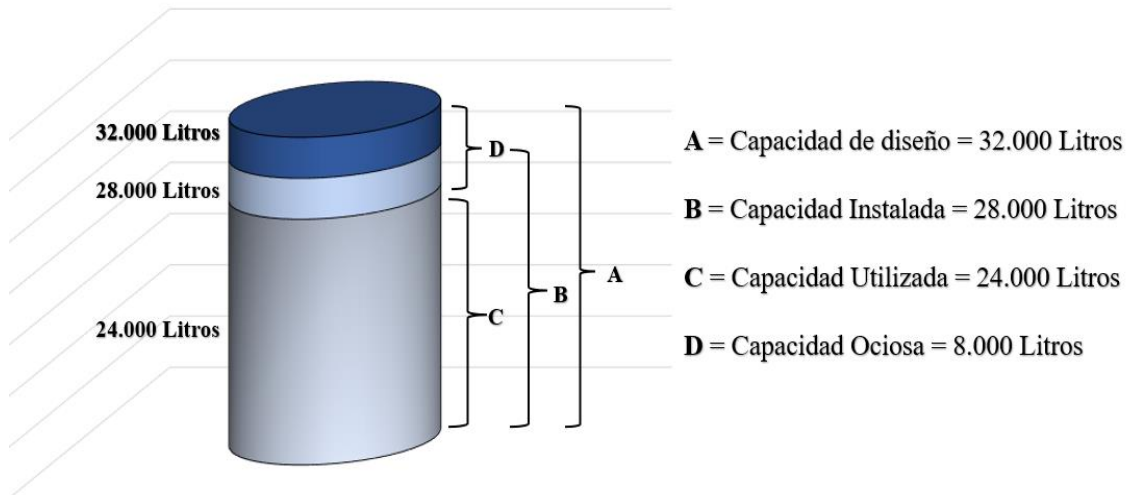


Figura 9. Capacidades del contenedor

Fuente: Elaboración propia

Con una capacidad utilizada de 24.000 litros de materia orgánica se puede llegar a producir aproximadamente 93,6 kW/hora, donde de acuerdo con investigaciones realizadas en cada una de las fincas consume aproximadamente 120kW de manera mensual, sin embargo, esta producción de energía está basada en el caso en que se usará en su totalidad solo para generación de energía eléctrica.

Sin embargo, la producción tendrá dos fines tal como se ha especificado en el inicio del presente documento, a su vez, con un contenedor de 24.000 litros se podrá llegar a generar por cada kilogramo generado de materia orgánica un rango entre 400 a 700 litros de gas propano.

✓ **Localización final y apropiada**

De acuerdo con el problema y la solución planteada, se determinó en función de una máxima utilidad y una mayor incidencia directa del proyecto, una localización optima de este en la vereda Calandaima, en el corregimiento de la Palma, municipio de Gambita, departamento de Santander.

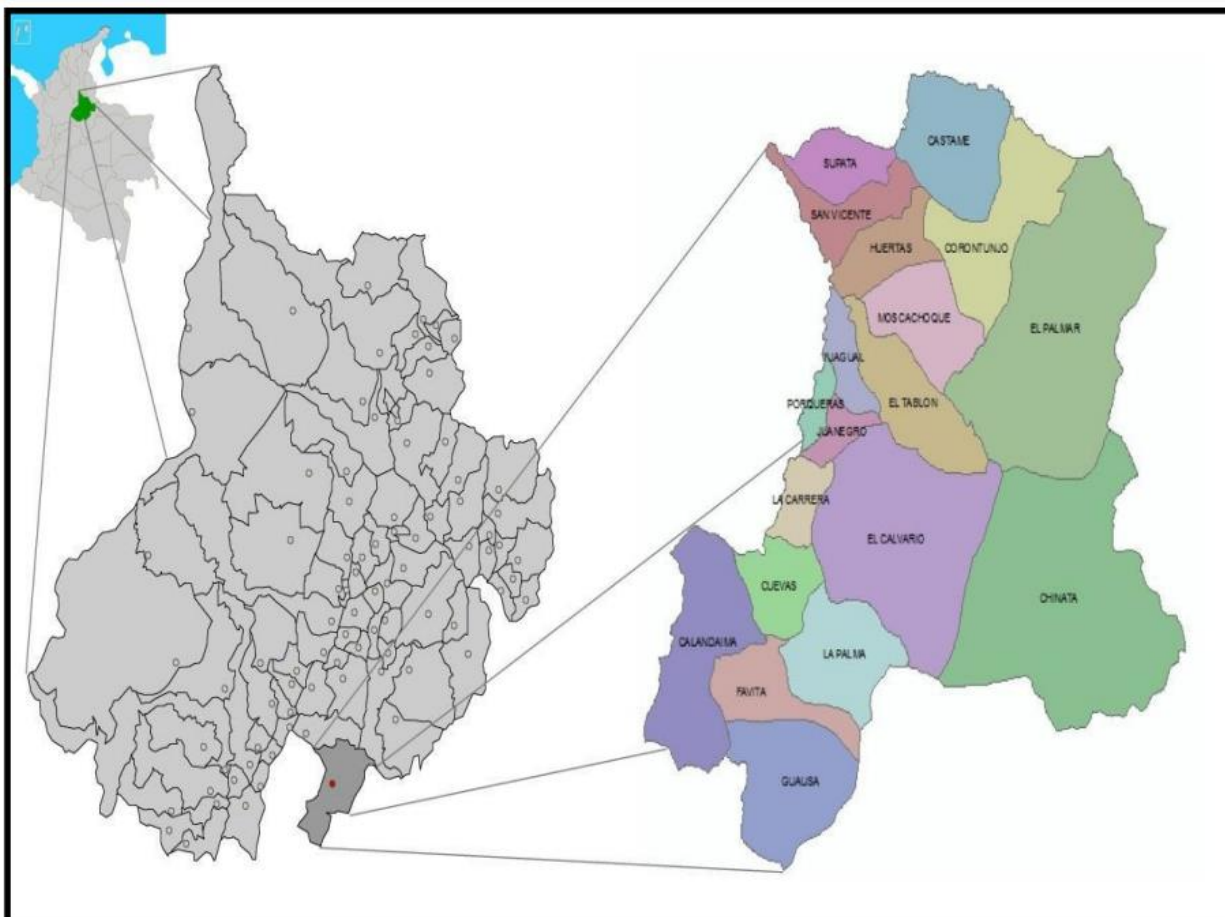


Figura 10. Municipio Gámbita

Fuente: (CMGRD-GÁMBITA, 2012)

2.2.5. Requerimiento para el desarrollo del proyecto

Para el correcto desarrollo del proyecto se requiere:

Tabla 18. Requerimientos del proyecto

ID	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN
BEG-01	Gerente General	Se requiere para llevar a cabo la ejecución del proyecto
BEG-02	Director de Proyecto	Se requiere para llevar a cabo la ejecución del proyecto
BEG-03	Ingeniero Industrial	Se requiere para administrar, gestionar, analizar y monitorear el avance general del proyecto
BEG-04	Coordinadores	Se requiere para supervisar las actividades propias en campo
BEG-05	Mano de obra	Se requiere para realizar las labores propias en campo (construcción y adecuación)
BEG-06	Herramienta menor	Se requieren para uso por parte de la mano de obra para poder ejecutar a cabalidad las actividades propuestas

BEG-07	Maquinaria pesada	Se requieren para aseguramiento de rendimientos de las actividades propuestas como la excavación y adecuación del terreno
BEG-08	Zona de instalación	Se requiere un terreno dispuesto para la instalación del biodigestor
BEG-09	Dibujante	Se requiere para la realización de los planos de diseño de detalle, arquitectónicos y estructurales del sistema
BEG-10	Materiales de obra civil	Se requiere para la ejecución de actividades como la placa de cimentación o la adecuación del terreno entre otras
BEG-11	Plástico de biodigestor	Se requiere para el funcionamiento del sistema, al interior del plástico se genera el proceso de producción del gas
BEG-12	Tanques de almacenamiento	Se requiere para el almacenamiento del producto (Gas y electricidad)
BEG-13	Elementos complementarios	Se requiere para generar conexiones y válvulas que permitan unir los diferentes componentes del sistema
BEG-14	Equipos de computo	Se requiere para la elaboración de informes, planos, recopilación de información y la administración del proyecto
BEG-15	Materiales de distribución eléctrica	Se requiere para la distribución del producto dirigido a la vivienda del cliente
BEG-16	Materiales de distribución de gas	Se requiere para la distribución del producto dirigido a la vivienda del cliente

Fuente: Elaboración propia

2.3. Estudio Económico-financiero

2.3.1. Estimación de costos de inversión del proyecto

El presupuesto del proyecto se determina a partir de los costos para la ejecución del proyecto teniendo en cuenta los costos de materia prima, personal administrativo y operativo, y de más costos que intervienen durante todo el desarrollo del proyecto de diseño, construcción e implementación de un biodigestor en la vereda Calandaima, Santander.

Tabla 19. Costos de inversión del proyecto

Rubro	Costo
Personal administrativo y operativo de planta	\$ 42.000.000
Personal Outsourcing (Contador, Administrador Financiero, Abogado, RRHH y planimetría)	\$ 14.000.000
Gastos administrativos	\$ 12.000.000
Planimetría	\$ 2.500.000
Evento de entrega final	\$ 800.000
Materiales, maquinaria y equipo	\$ 62.854.004
TOTAL IMPLEMENTACIÓN	\$ 134.154.004
Reserva de contingencia	\$ 10.953.385
TOTAL INVERSIÓN	\$ 145.107.389

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se tiene en cuenta un 10% de los costos totales un valor de reserva de contingencia como valor para responder a imprevistos que se presenten durante la ejecución del proyecto, los costos descritos anteriormente contemplan la totalidad desde la gerencia del proyecto hasta su entrega final a la comunidad beneficiada por lo cual cubren el 100% de los requerimientos administrativos, técnicos y operativos necesarios para culminar con éxito el proyecto.

2.3.2. Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto

Debido al alcance y la baja complejidad del proyecto, se detalla que los costos asociados a la operación del sistema serán soportados en su totalidad por el cliente (comunidad de la vereda Calandaima), lo anterior está sujeto a que posterior a la entrega final, el cliente asumirá la guarda física, jurídica y operativa del sistema. En virtud de lo expuesto anteriormente, se detalla los costos de mantenimiento que serán respaldados por el cliente, que será el encargado de ejecutar los mantenimientos y esquemas de reparaciones asociados al Biodigestor, todo esto basado en los manuales guía que serán entregados al cliente para validar la operatividad del sistema.

Tabla 20. Costos de mantenimiento

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Insumos de mantenimientos (Guantes, Botas, Cubrebocas, Ducto mezclador)	\$ 167.000	\$ 172.010	\$ 177.170	\$ 182.485	\$ 187.960
Personal de mantenimiento x 2 días (Obra labor)	\$ 150.000	\$ 154.500	\$ 159.135	\$ 163.909	\$ 168.826
Overol desechable Tyvek	\$ 42.000	\$ 43.260	\$ 44.557	\$ 45.894	\$ 47.271
Cal para desinfección al 10%	\$ 20.000	\$ 20.600	\$ 21.218	\$ 21.854	\$ 22.510
Revisión y mantenimiento operativo (Sistema eléctrico, gas y filtrado)	\$ 400.000	\$ 412.000	\$ 424.360	\$ 437.091	\$ 450.204

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior, se muestra un mantenimiento preventivo y predictivo con periodicidad anual donde se tienen en cuenta labores de mano de obra, insumos, limpiezas y demás requerido para su mantenimiento. En caso de requerirse elementos adicionales por posible daño o cambio por desgaste o indebida manipulación, este gasto adicional será asumido totalmente por el cliente.

2.3.3. Flujo de caja del proyecto caso

A continuación, se presenta el flujo de caja del proyecto donde se tuvieron en cuenta los costos y gastos en los cuales incurre el proyecto, incluyendo materiales, herramientas, personal de planta y servicios outsourcing, así mismo, valores administrativos de operación, transporte de materiales y del personal especializado a la zona de instalación del tanque, y finalmente se contempla el evento final de entrega del sistema funcional a la comunidad.

Tabla 21. Flujo de caja

	ANTICIPO		MES 1		MES 2		MES 3		MES 4	
SALDO INICIAL	\$	68.458.659,26	\$	55.483.504,51	\$	41.889.705,62	\$	30.795.906,73	\$	19.702.107,84
INGRESOS										
Ventas	\$	-	\$	17.114.664,82	\$	17.114.664,82	\$	17.114.664,82	\$	17.114.664,82
TOTAL INGRESOS	\$	68.458.659,26	\$	2.598.169,33	\$	9.004.370,44	\$	7.910.571,55	\$	6.816.772,66
EGRESOS										
Transporte	\$	-	\$	110.625,00	\$	110.625,00	\$	110.625,00	\$	110.625,00
Gastos administrativos	\$	-	\$	1.022.683,96	\$	1.022.683,96	\$	1.022.683,96	\$	1.022.683,96
Arriendo oficina	\$	-	\$	50.000,00	\$	450.000,00	\$	450.000,00	\$	450.000,00
Outsourcing Contable & Financiero	\$	-	\$	3.150.000,00	\$	3.150.000,00	\$	3.150.000,00	\$	3.150.000,00
Contratistas P. S	\$	-	\$	10.500.000,00	\$	10.500.000,00	\$	10.500.000,00	\$	10.500.000,00
Dibujante	\$	-	\$	2.500.000,00	\$	-	\$	-	\$	-
Materiales	\$	12.975.154,75	\$	12.975.154,75	\$	12.975.154,75	\$	12.975.154,75	\$	-
Capacitación final (incluye publicidad)	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	300.000,00
Evento de entrega	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	500.000,00
TOTAL EGRESOS	\$	12.975.154,75	\$	30.708.463,71	\$	28.208.463,71	\$	28.208.463,71	\$	16.033.308,96
FLUJO DE CAJA	\$	55.483.504,51	\$	41.889.705,62	\$	30.795.906,73	\$	19.702.107,84	\$	20.783.463,70
									Reserva de contingencia	\$ 10.953.385,00
									Utilidad	\$ 18.020.149,16

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos

Para la financiación del proyecto, se considera por medio de un acuerdo de pago con el patrocinador del proyecto un anticipo del 50% del valor de la inversión para iniciar con las fases de diseño estructural, eléctrico y de gas, posteriormente, el proyecto tiene una duración de ejecución de 5 meses los cuales le permitirán al patrocinador realizar el pago en los 4 meses siguientes de 50% restante en cuotas homogéneas.

Esto permite que no sea necesario recurrir a fuentes de financiamiento con entidades bancarias evitando así el pago de interés, donde desde la gerencia del proyecto y la propuesta comercial hacia el cliente es evitar la mayor cantidad de costos adicionales al proyecto, además, su beneficio social y ambiental fomentará que se eviten costos de energía eléctrica y de gas para la comunidad en un plazo mínimo de 10 años, permitiéndole así tanto al patrocinador como a la comunidad beneficiarse mejorando la calidad de vida de las personas y permitiendo abrir un nuevo campo de sostenibilidad y conciencia ambiental con el aprovechamiento de la materia orgánica que se produce permanentemente en la vereda.

2.3.5. Evaluación Financiera del proyecto (VPN, TIR o de beneficio-costos)

Debido a que el proyecto se caracteriza como un proyecto endógeno, se realiza la evaluación financiera del proyecto basada en el análisis costo-beneficio identificando así los costos directos e indirectos y los ingresos obtenidos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, de esta manera se busca definir la viabilidad económica y posible rentabilidad, en las proyecciones realizadas de los costos con variables como los materiales a utilizar, mano de obra operativa y administrativa, gastos varios administrativos, procesos de contratación de proveedores y recurso humano e interacciones directas con el cliente, adicionalmente se estiman los acuerdos de pago acordados en los meses de ejecución del proyecto.

El análisis de costo beneficio presenta los siguientes indicadores:

- $C/B = 1$ No hay ganancias ni pérdidas
- $C/B > 1$ Los ingresos son superiores a los costos generando así rentabilidad en el proyecto

- $C/B < 1$ Los ingresos son inferiores a los costos generando así pérdidas siendo no rentable el proyecto

De esta manera aplicando la siguiente fórmula se obtiene lo siguiente:

$$C/B = \frac{VA (\text{Ingresos Totales})}{VA (\text{Costos de inversión})}$$

$$C/B = \frac{VA (\$ 136.917.319)}{VA (\$ 120.487.241)}$$

$$\frac{C}{B} = 1.136363$$

El costo-beneficio del proyecto resulta un valor mayor a uno, lo cual hace que nos permita identificar que el proyecto genera una rentabilidad por encima de los costos asociados a la ejecución de este.

2.4. Estudio Social y Ambiental

2.4.1. Descripción y categorización de impactos ambientales

La implementación del biodigestor dentro de una comunidad que no tiene acceso a los servicios básicos del hogar de manera permanente afecta la calidad de vida de los habitantes, donde por medio de la materia orgánica producida en las fincas de la población objetivo se pueden generar beneficios para las familias. Esto implica que por medio de la implementación del biodigestor se evite que la materia orgánica genere gases de efecto invernadero siendo usados de manera eficiente además de la utilización del biogás en las fincas de la vereda. Por otra parte, los materiales que se usaran usarán en la conformación del biodigestor son materiales reutilizables y no generan emisiones de alto impacto para el ambiente, es un sistema auto sostenible y que no genera contaminantes que afecten la salud de la población ni de los animales de la zona. Adicionalmente, disminuye la deforestación y contaminación de ríos y terrenos haciendo así que la salud pública y ambiental sea protegida.

2.4.2. Definición de flujo de entradas y salidas

Para el presente proyecto, se identifican posibles impactos ambientales en cuanto a la generación de residuos en cada uno de los entregables proyectados:

1. Gerencia del proyecto

2. Diseño del biodigestor
3. Adquisiciones de recursos
4. Construcción e instalación del sistema
5. Entrega Final del biodigestor

En la definición de los entregables se estableció el primero donde se desarrollará toda la gestión del proyecto desde el ámbito gerencial, teniendo en cuenta la parte administrativa para los planes, informes, reuniones y seguimiento del proyecto.

El segundo entregable, se contempla con el diseño del biodigestor teniendo en cuenta el dimensionamiento del tanque y la capacidad de este, además de su completitud en trabajo de oficina, por lo cual los recursos expuestos en el diagrama a continuación tendrán un impacto ambiental que es manejado de acuerdo con el uso de los recursos disponibles para su ejecución.

A continuación, se identifica el flujo de las entradas y salidas caracterizadas por cada una de las fases planteadas:

Tabla 22. Flujo de entradas y salidas

Entradas		1. Gerencia del proyecto	Salidas
Energía		Pc, impresora, USB, plotter, servicios públicos	Calor
Internet			Cartuchos
Papel			Desechos electrónicos
Tinta			Papelería
Entradas		2. Diseño del biodigestor	Salidas
Energía		Pc, impresora, USB, plotter, servicios públicos	Calor
Internet			Cartuchos
Papel			Desechos electrónicos
Tinta			Papelería
Entradas		3. Adquisición de recursos	Salidas
Energía		Pc, impresora, USB, plotter, servicios públicos, gasolina	Calor
Internet			Cartuchos
Vehículos			Emisiones CO2
Papel			Desechos electrónicos
Tinta			Papelería
Entradas		4. Construcción e instalación del sistema	Salidas
Polietileno (Plástico)		Contenedor (Biodigestor) Tuberías de aducción y conducción, válvula de presión, filtro de H2S, vehículo de transporte y recubrimiento	Reciclaje
Acero			Acero
Gasolina			Emisiones CO2
PVC (Plástico)			Reciclaje
Materia Orgánica			Biogás y Fertilizante
Entradas		5. Entrega Final Biodigestor	Salidas
Energía		Contenedor (Biodigestor)Tuberías de aducción y conducción, válvula de presión, filtro de H2S, vehículo de transporte y recubrimiento, PC, Impresora, Plotter, USB	Calor
Tinta			Cartuchos
Gasolina			Emisiones CO2
Papel			Reciclaje
Materia Orgánica			Biogás y Fertilizante

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el tercer entregable, se identifican materiales que serán los necesarios para realizar el montaje del biodigestor teniendo en cuenta el material del contenedor principal, el recubrimiento, tuberías que serán de acero y PVC usadas para aducción y conducción, válvulas de presión y filtro de H₂S, y el material que ingresará como insumo para la producción del biogás para la posterior conversión a energía eléctrica, adicionalmente se tiene en cuenta el fertilizante como salida ya que será un beneficio extra que tendrá la vereda con la implementación del sistema. Además de la consecución de personal para la ejecución del proyecto, Por otra parte, se tiene en cuenta el combustible utilizado para el traslado de los materiales hasta el sitio donde se realizará la instalación. Posteriormente el uso de esos materiales en el entregable número cuatro, donde empieza como tal la construcción y funcionamiento del sistema.

2.4.3. Cálculo de impacto ambiental bajo criterios P5TM

Para establecer los posibles impactos que aplican sobre el proyecto y teniendo en cuenta la sostenibilidad de este, se realiza la matriz P5 se utilizó el estar el Estándar P5™ de GPM Global para la Sostenibilidad en la dirección de proyectos.

Se valoró los puntajes de acuerdo con el sistema de calificación (+) impacto negativo, (-) impacto positivo, calificando así las dos fases previstas para el proyecto y de este modo identificando los impactos que se pueden generar por las actividades dadas en cada una de ellas.

Véase Anexo 2. Matriz de impacto ambiental P5 TM.

Según los resultados obtenidos al finalizar la matriz se concluye que:

Después de la evaluación de las categorías de sostenibilidad (ambiental y social) se puede concluir que la mayoría de los elementos evaluados en el proyecto tienen un impacto ambiental y social positivo y de acuerdo con los impactos negativos se obtiene lo siguiente:

En el ámbito ambiental:

Viajes y transporte: debido a la naturaleza y localización geográfica del proyecto el transporte ya sea de insumos o materiales o los viajes requeridos por el personal técnico del proyecto son necesarios, sin embargo, se puede mitigar el impacto utilizando o contratación de vehículos de transporte eléctricos.

Energía: Tanto la oficina administrativa como la localización de instalación del proyecto, tienen y requieren consumo de energía, del mismo modo el impacto ambiental por la generación de dióxido de carbono por la energía usada, por ellos se hace necesario adoptar medidas correctivas como lo son:

- ✓ Utilizar energías renovables como la luz natural.
- ✓ Utilizar bombillos ahorradores de energía.
- ✓ Utilización de sistemas automatizados de apagado de equipos electrónicos cuando no se detecte movimiento.
- ✓ Utilización de herramientas e iluminación alimentadas por energía solar.

Agua: Debido a la naturaleza del proyecto se hace imperioso el uso del recurso hídrico para la creación del producto final, mediante un proceso llamado digestión anaeróbica, es por ello por lo que se debe adoptar medidas de mitigación del consumo excesivo del recurso hídrico a través de recolecciones de aguas lluvias y reutilización de aguas no contaminadas.

En el ámbito social:

Comportamiento ético: En razón a que se tiene un producto final para distribución dentro de la comunidad involucrada y este puede ser utilizado con fines lucrativos se puede generar cierto tipo de comportamientos antiéticos como lo son el soborno, corrupción y malversación de recursos, etc....; Es por ello que se hace necesario implementar medidas y estrategias de mitigación y control para evitar este tipo de inconvenientes y que la producción y distribución del producto se realice de manera transparente y legítima, de igual forma se ejecute un adecuado uso del presupuesto asignado al proyecto.

2.4.4. Cálculo de huella de carbono

Con base en la definición de entradas y salidas se realiza el cálculo de la huella de carbono que produce cada uno de los elementos que se relacionan con el proyecto, clasificando las etapas del proyecto se obtiene lo siguiente:

Tabla 23. Cálculo de huella de carbono por etapas

PROCESOS DE PROYECTO	TOTAL EMISIONES (TON CO ₂)
1. Gerencia del proyecto	0,109
2. Diseño del biodigestor	0,109

3. Adquisiciones de recursos	0,109
4. Construcción e instalación del sistema	0,029
5. Entrega Final Biodigestor	0,138
TOTAL CALCULO DE HUELLA DE CARBONO	0,493

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra de manera estadística el impacto de la huella de carbono en cada uno de los entregables del proyecto:

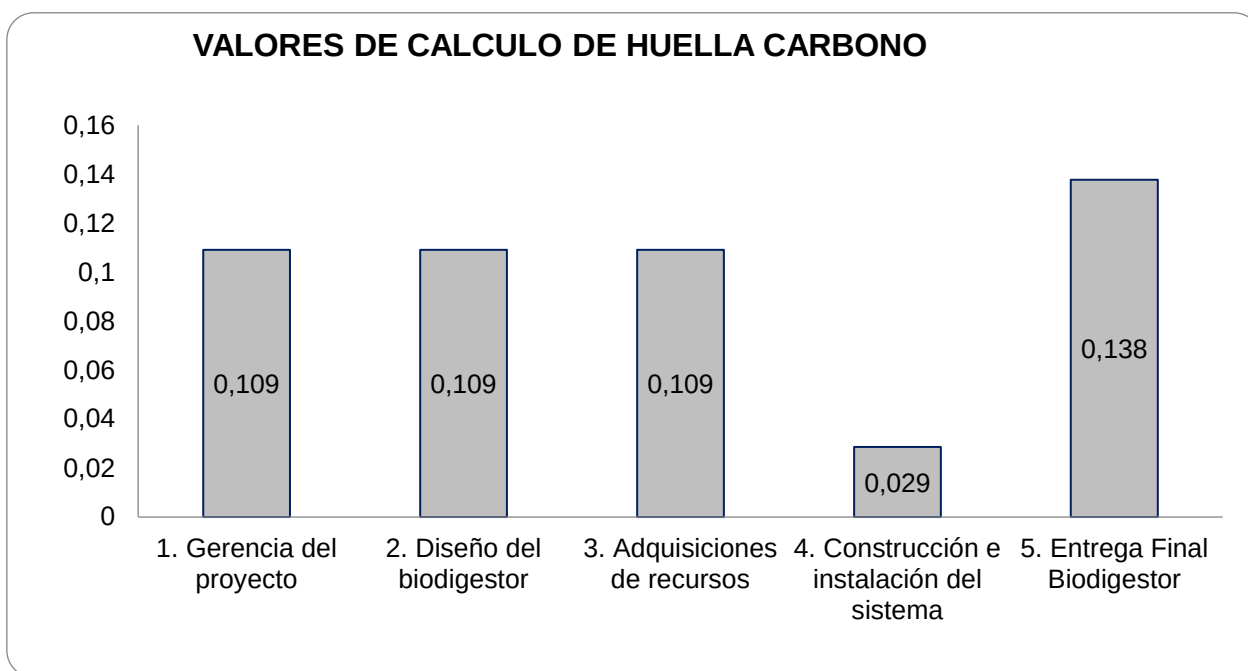


Figura 11. Resultados de la huella de carbono

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos, se evidencia que en la etapa inicial del proyecto donde se realizará el diseño y planificación es mayor la emisión ya que se utilizarán elementos tecnológicos como equipos de cómputo, impresoras, celulares e iluminación con un total de 0.493 TON de CO₂. Sin embargo, se proyecta realizar actividades como ahorro de energía y usar la mínima cantidad de tiempo y recursos los elementos calculados para evitar que la emisión pueda llegar a aumentar.

Por otro lado, la segunda fase de implementación y operación del biodigestor las emisiones serán menores en consideración con la primera fase, se contará con elementos que a futuro se pueden llegar a utilizar para reciclaje o reutilización de recursos como el acero, plástico y la materia orgánica. Se espera esta etapa dure alrededor de un mes.

2.4.5. Estrategias de mitigación de impacto ambiental

Se realizó la identificación de los riesgos clasificados por categoría donde se evidenciaron aspectos ambientales, socioculturales y tecnológicos primordiales que pueden afectar la ejecución del proyecto. Se evaluó cada riesgo de acuerdo con el grado de severidad y probabilidad de ocurrencia teniendo en cuenta aspectos de impacto a personas, daños a instalaciones, ambiente, económicos, programación de acuerdo con cronograma estimado, la imagen del producto y los clientes potenciales.

A continuación, se presenta la matriz de evaluación cuantitativa de riesgos que se tomó como base para la puntuación de riesgos identificados:

Tabla 24. Matriz de evaluación cuantitativa de riesgos

		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA				
		A	B	C	D	E
		<1%	1%-5%	5%-25%	25%-50%	>50%
SEVERIDAD		Insignificante	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
5	Muy Alto	23	26	27	29	30
4	Alto	20	21	22	25	28
3	Medio	15	16	18	19	24
2	Bajo	5	12	13	14	17
1	Insignificante	3	4	9	10	11
0	Nulo	1	2	6	7	8

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la calificación de riesgo se obtienen valoraciones para la identificación de posibles planes de acción para la mitigación o posible solución en caso de que su materialización.

Se muestran a continuación los riesgos con su correspondiente resultado:

Tabla 25. Matriz de evaluación cuantitativa de riesgos

VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD		
CATEGORÍA	RIESGO	VALORACIÓN GLOBAL
AMBIENTAL	Retrasos en la instalación por condiciones climáticas	M
AMBIENTAL	Explosión y fuga del residuo orgánico no estabilizado	VH
AMBIENTAL	Proceso lento con climas a bajas temperaturas	H
TECNOLOGIA	Corrosión del sistema por ácido sulfhídrico	H
SOCIOCULTURA L	Desconocimiento en el funcionamiento del sistema por parte de la comunidad	L

Fuente: Elaboración propia

Riesgo muy alto: Inicialmente se identifica un riesgo asociado al aspecto ambiental, es el riesgo catalogado con mayor valoración donde se evidencia que al realizar la instalación del biodigestor en la vereda Calandaima, existe la posibilidad que el sistema genere una explosión por la presión ejercida dentro del mismo, esto implicaría la fuga de residuos orgánicos no estabilizados, adicional posible fuga de sulfuro de hidrogeno donde se podría llegar a afectar a la población de la zona y daños ambientales. Para mitigar lo anterior se realizará la instalación de una válvula de presión que permita controlar los gases generados dentro del biodigestor, además de incluir un filtro de H₂S para evitar que en el sistema de genere corrosión.

Riesgo alto: En esta categoría se plantean dos posibles riesgos, uno relacionado con el aspecto ambiental debido a las condiciones climáticas de la zona, ya que se disminuiría considerablemente la generación de biogás esperada, esto debido a que es requerido que el biodigestor conserve una temperatura promedio de 25°C a 35°C para que la producción sea constante. Esto afectaría directamente a la comunidad al no proveer el recurso necesario para las actividades esperadas. Para este riesgo se espera contar con un plan de instalación de calefacción para el sistema en caso de que el riesgo sea materializado.

Por otra parte, en el aspecto de tecnología se identifica una posible corrosión del sistema por la generación de sulfuro de hidrogeno, esto implicaría gastos adicionales en nuevas instalaciones o cambio de materiales para subsanar la situación, sin embargo, se planea dentro de la instalación inicial dejar parte de la tubería en la instalación de material plástico además de incluir un filtro que permita eliminar este gas.

Riesgo moderado: Se identifica en esta categoría de riesgo, la posible afectación durante la instalación y adecuación del sistema por fuertes lluvias en la zona, lo anterior afectaría los tiempos planeados generando retrasos en el cronograma y costos adicionales por maquinaria y mano de obra, debido a esto se proyecta la instalación adicional de una estructura que cubra la zona de instalación del sistema, ya que al realizar excavaciones y termosellado del contenedor las filtraciones de agua estropearían el funcionamiento adecuado del sistema.

Riesgo bajo: Finalmente se identifica un riesgo de valoración baja en cuanto al posible desconocimiento del funcionamiento y utilidad del sistema que se instalará

relacionado con la población que habita la zona, para evitar incertidumbre en la comunidad se plantea la posible aplicación de capacitaciones y charlas donde se realice la socialización de los beneficios del sistema tanto para la generación de los servicios fallos en la vereda como en el impacto ecológico que tiene la reutilización de la materia orgánica generada en cada una de las fincas involucradas.

Se concluye que los riesgos asociados en su mayoría están relacionados con el ambiente, para lo anterior dentro de la planeación y ejecución del proyecto se contemplan acciones de mitigación que eviten en gran proporción un impacto al medio ambiente.

Con base en la identificación de impactos y factores que pueden incidir en el proyecto, se presenta la siguiente información con las estrategias de sostenibilidad:

Tabla 26. Estrategias de sostenibilidad

Nombre de la estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta
Programa para uso eficiente y ahorro de energía	1. Charlas motivacionales sobre el uso eficiente de la energía. 2. Uso de bombillos ahorradores. 3. Medición del consumo trimestral a través de la factura emitida por la empresa prestadora del servicio. 4. Uso de herramientas e iluminación alimentadas por energía solar. 5. Mantener herramientas y equipos apagados cuando no sea requerido su uso. 6. Uso de la luz solar del día.	Reducir, optimizar, ahorrar y mejorar el consumo de la energía de la organización y sus involucrados	Cumplimiento al 100% de las actividades para la estrategia de ahorro de energía durante las diferentes fases del proyecto.
Programa para Control, reducción y ahorro en el consumo de agua	1. Consientización del uso adecuado del agua. 2. Recolección de aguas lluvias. 3. Reutilización de aguas no contaminadas. 4. Charlas motivacionales sobre el ahorro de agua. 5. Formar al personal para adecuada utilización de recursos hídricos.	Creación de estrategias para la optimización en el uso adecuado del recurso hídrico y la recolección, reutilización de aguas	Cumplimiento al 100% de las actividades para la estrategia de ahorro de agua durante las diferentes fases del proyecto.
Programa de prevención de riesgos de soborno y corrupción	1. Generación de cultura empresarial basada en la integridad 2. Charlas sobre la inclusión en la cotidianidad de valores fundamentales. 3. Creación de un sistema de gestión antisoborno. 4. Políticas antisoborno en las que se incluyan a proveedores y terceros. 5. Controles del proceso y distribución del producto.	Creación de estrategias para una distribución adecuada, transparente y legítima del producto	Mitigación de posibles riesgos asociados a sobornos y corrupción
Programa de fortalecimiento del comportamiento ético	1. Implementación de políticas antiéticas. 2. Control periódico del presupuesto para una adecuada distribución de los recursos. 3. Charlas de desarrollo de aptitudes para la acción ética 4. Establecimiento de un código de conducta para la organización, proveedores y terceros.	Creación de medidas de mitigación para la malversación de recursos del proyecto.	Mitigación de posibles malversaciones de recursos

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de reducir los impactos ambientales analizados. A continuación, se indican cada una de las estrategias, desglosando las actividades requeridas, con base a un objetivo, con el fin de alcanzar una meta trazada, todo ello con base a la matriz de impactos P5:

- Programa para uso eficiente y ahorro de energía: Se establecen y desglosan las actividades para dar cumplimiento a la meta trazada, en donde se tiene como objetivo reducir, optimizar, ahorrar y mejorar el consumo de la energía de la organización y sus involucrados
- Programa para Control, reducción y ahorro en el consumo de agua: Se establecen y desglosan las actividades para dar cumplimiento a la meta trazada, en donde se tiene como objetivo la creación de estrategias para la optimización en el uso adecuado del recurso hídrico y la recolección, reutilización de aguas.
- Programa de prevención de riesgos de soborno y corrupción: Se establecen y desglosan las actividades para dar cumplimiento a la meta trazada, en donde se tiene como objetivo la creación de estrategias para una distribución adecuada, transparente y legítima del producto.
- Programa de fortalecimiento del comportamiento ético: Se establecen y desglosan las actividades para dar cumplimiento a la meta trazada, en donde se tiene como objetivo la creación de medidas de mitigación para la malversación de recursos del proyecto.

Con base en las consideraciones descritas anteriormente se tiene como propósito el aumentar la sostenibilidad a partir de las actividades y poder mitigar así los impactos detectados.

Por otra parte, se constituyeron los indicadores que permiten un correcto, oportuno seguimiento y control de las metas planteadas para mitigar de esta forma los impactos ambientales detectados. A continuación, se describe cada uno de los indicadores formulados para el plan de sostenibilidad del proyecto:

Tabla 27. Indicadores plan de sostenibilidad

Nombre del objetivo	Nombre del indicador	Unidad de medida	Formula	Periodicidad	Tipología
Reducir, optimizar, ahorrar y mejorar el consumo de la energía de la organización y sus involucrados	Indicador Consumo de Energía Eléctrica.	Porcentaje	$\frac{((\text{KW consumidos en el trimestre actual} - \text{KW consumidos en el trimestre anterior}) / (\text{KW consumidos en el trimestre anterior}))}{100}$	Trimestral	G: Gestión
Creación de estrategias para la optimización en el uso adecuado del recurso hídrico	Indicador Consumo de consumo de Agua.	Porcentaje	$\frac{(\text{Cantidad de Litros consumidos en el mes} / \text{cantidad de L programados en el mes})}{100}$	Mensual	G: Gestión
Recolección, reutilización de aguas	Indicador de recolección de agua	Porcentaje	$\frac{(\text{Cantidad de Litros recolectados en el mes} / \text{Cantidad de Litros consumidos en el mes})}{100}$	Mensual	G: Gestión
Creación de estrategias para una distribución adecuada, transparente y legítima del producto	Indicador de cumplimiento de distribución del producto	Porcentaje	$\frac{(\text{Cantidad del producto distribuido en el mes} / \text{Cantidad de producto proyectado para distribución en el mes})}{100}$	Mensual	G: Gestión
Creación de medidas de mitigación para la malversación de recursos del proyecto.	Indicador de cumplimiento del presupuesto	Porcentaje	$\frac{\text{Porcentaje de ejecución presupuestal en el mes}}{\text{\% de proyección del presupuesto para el mes}}$	Mensual	G: Gestión

Fuente: Elaboración propia

- Indicador Consumo de Energía Eléctrica: Busca reducir el consumo de energía eléctrica. El indicador permitirá medir el consumo que se genera en el trimestre anterior con el consumo del trimestre en curso, con el fin de mitigar el consumo excesivo de energía y de este modo ahorrar en gastos y ayudar en la sostenibilidad del proyecto
- Indicador Consumo de Agua: Busca reducir el consumo del recurso hídrico. El indicador permitirá medir el consumo que se genera en el mes con la programación de uso en el mes, con el fin de ahorro y uso eficiente del agua.
- Indicador de recolección de agua: Busca medir la cantidad de agua recolectada en el mes con fin de que sea usada en el proyecto y así de este modo disminuir y mitigar el uso del recurso hídrico; Con el fin que del total del consumo del mes del proyecto una parte sea usada de la recolección y reutilización de aguas no contaminadas.
- Indicador de cumplimiento de distribución del producto: Busca medir el cumplimiento de la distribución del producto en el mes. El indicador permitirá medir la cantidad de producto distribuido contra la cantidad de producto proyectado para distribución en el mes, con el fin de verificar una adecuada transparente y legítima distribución del producto
- Indicador de cumplimiento del presupuesto: Busca medir el % de ejecución presupuestal en el mes contra el % de proyección del presupuesto para el mes. El indicador permitirá medir la cantidad de recursos utilizados en el mes con el fin de evitar malversación de estos.

Todos los indicadores se verificarán con la misma periodicidad a excepción del consumo de energía eléctrica ya que el recibo del consumo se genera cada trimestre, teniendo en cuenta que es para lograr el cumplimiento de las metas propuestas en el proyecto; Se dará un continuo seguimiento a los indicadores propuestos para mitigar los impactos ambientales detectados. Se deja en claridad que el indicador de mayor influencia es el de **CONSUMO DE AGUA**, ya que para la generación del producto del proyecto una de las materias primas es el recurso hídrico, es por ello por lo que se propuso un indicador para recolección de aguas lluvias y reutilización de aguas no contaminadas para su uso dentro del proyecto y de este modo mitigar el uso inadecuado del recurso hídrico.

3. Inicio y planeación del proyecto

3.1. Aprobación del proyecto (Project Charter)

A continuación, se relaciona el acta de constitución para el proyecto en cuestión:

Tabla 28. Acta de Constitución

Nombre del proyecto:	PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE BIOGAS Y ENERGIA ELECTRICA EN LA VEREDA CALANDAIMA, SANTANDER.
Gerente de Proyecto:	Tania Katherine Ángel Molina, David Camilo Hernández Garavito, Julián Andrés Hernández Saldarriaga
Justificación:	
En la Vereda Calandaima, del municipio de Gambita- Santander, se presentan falencias en los servicios básicos del hogar, la red de energía eléctrica es intermitente, aunado a ello tampoco se tiene una red de distribución de gas natural, por esto las personas habitantes de la vereda tienen la necesidad de usar pipetas de gas o cocinar en estufas de leña lo cual trae consigo complicaciones la salud a causa de humo generado por la quema de leña, debido a esto, el propósito del proyecto realizar el aprovechamiento del estiércol de las cabezas de ganado que tienen los habitantes de la vereda a través de una propuesta para el diseño, construcción e instalación de un biodigestor para la generación de biogás y energía eléctrica para uso doméstico.	
Objetivos Estratégicos:	
• Incursionar en el mercado implementaciones de medios alternativos de generación de energía y biogás en Colombia. • Realizar actividades con beneficio social – ambiental en la recolección de residuos orgánicos y reutilizables. • Posicionar a la compañía con productos que permitan la generación amigable y sostenible de energías alternativas en Colombia.	
Breve descripción del proyecto:	
El proyecto realizará el diseño, construcción e instalación de un biodigestor para la generación de biogás en la vereda Calandaima en Gambita, Santander, por medio del aprovechamiento de la materia orgánica (estiércol) producida por las cabezas de ganado que pertenecen a los habitantes, de esta manera se convierte en un medio de generación de biogás sostenible y económico logrando suplir actividades de cocción evitando el uso de leña y pipetas de gas, y por otro lado, se realizará la instalación de un transformador de energía eléctrica, realizando la instalación de una red de distribución a cada uno de los hogares de manera segura y efectiva. La implementación del proyecto brinda un beneficio social y ambiental a la comunidad.	
Objetivos:	
Objetivo General:	
Realizar una propuesta para diseñar, construir e instalar un biodigestor para la producción de biogás para la generación de gas doméstico y energía eléctrica para la Vereda Calandaima en Gambita, Santander.	
Objetivos específicos:	
• Realizar un plan de dirección de proyecto acorde a las buenas prácticas del PMI. (OE1) • Realizar el diseño estructural, de la red eléctrica y de gas del biodigestor de acuerdo con la capacidad requerida para suplir la cantidad de biogás suficiente para la comunidad de la vereda (OE2) • Realizar los contratos de acuerdo con los estudios y validación pertinente de los proveedores y personal de mano de obra. (OE3) • Construir, instalar y entregar el sistema del biodigestor en la vereda Calandaima, Santander. (OE4)	

Requisitos del alto nivel del proyecto:	
Requisito	Criterio de Éxito
Diseño estructural y funcional del biodigestor	• Cumplir con las especificaciones físicas para instalar en la zona destinada en la vereda • Cumplir con las especificaciones técnicas de funcionamiento
Instalación del sistema en la Vereda	• Validación del espacio funcional disponible para la instalación • Verificación de materiales e insumos necesarios para realizar la instalación • Realizar la inspección periódica del avance de la instalación de acuerdo con las especificaciones esperadas • Realizar pruebas de funcionamiento con las medidas de seguridad pertinente • Realizar las adecuaciones físicas adicionales a la instalación del biodigestor
Pruebas Finales del sistema	• Identificación de 0 fugas o escapes • Pruebas de generación en las cantidades proyectadas • Pruebas de seguridad del sistema (válvulas, tuberías de entrada y salida, artefactos del sistema en correcto funcionamiento)
Hitos: ¿Cuándo?	
HITOS	FECHA DE ENTREGA
Entrega y aprobación de diseño del biodigestor	Mes 1 de ejecución
Adquisición de materiales, suministros e insumos	Mes 2 de ejecución
Prueba final a satisfacción de funcionamiento	Mes 4 de ejecución
Capacitación de la comunidad para el uso y cuidados del biodigestor	Mes 4 de ejecución
Entrega de la instalación final del biodigestor	Mes 5 de ejecución
Riesgos y/o amenazas iniciales:	
• Legislación que pueda crearse durante la ejecución del proyecto • Rotación de personal durante la ejecución del proyecto • Malas condiciones climáticas en la zona de instalación • Actividades por parte de la comunidad que puedan afectar la instalación del sistema • Falencias en los materiales no cumpliendo con la calidad esperada generando reprocesos • Posibles fallas en las pruebas finales • Acceso restringido por ser zona rural con maquinaria y materiales	
Costo preliminar estimado / Presupuesto:	
El costo estimado del proyecto es: \$ 145.107.389 pesos colombianos en un plazo máximo de 5 meses. (máximo presupuesto)	
Oportunidades identificadas del proyecto:	
• Mejoras en la calidad de vida de las familias de la vereda • Uso de energías limpias y renovables • Disminución en costos de pipetas de gas y consumo de energía eléctrica • Entregar servicios públicos de calidad a las familias habitantes de la vereda • La regulación del biogás no cambie durante la ejecución del proyecto • Personal calificado en la zona para la ejecución • Condiciones del suelo son adecuados para la instalación • El clima será favorable para el desarrollo del proyecto	
Interesados en el proyecto:	
Familias de Vereda	
Equipo de proyecto (Gerente de proyecto, ingenieros, coordinadores, personal mano de obra)	
Familias de veredas aledañas	
Proveedores	
Alcaldía de Gambita Área de planeación	
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que dependencia	

Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)	
Instituciones ONG - Movimiento Ambiental Colombiano	
Instituciones ONG - “Fundación naturaleza Colombia”	
EBSA (Compañía de Energía de Boyacá S.A E.S. P)	
CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas)	
UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética)	
Supuestos:	
• Contar con que el espacio físico determinado por la comunidad para la instalación del biodigestor y redes de distribución necesarias sea adecuado para la instalación. • Contar con la aprobación por parte de los habitantes de la comunidad • Contar con la disposición de la materia orgánica para el funcionamiento del sistema • Contar con los recursos económicos para la terminación a cabalidad del proyecto • Contar con el recurso humano adecuado y competente para la ejecución del proyecto • Contar con la disposición a nivel nacional de los proveedores del plástico del biodigestor	
Restricciones:	
• Ejecutar el proyecto en un tiempo máximo de 5 meses • Mantener el presupuesto proyectado de \$145.107.389 pesos • Normatividad Regulatoria del uso de gas en Colombia (CREG-030 2018 y la CREG-079 2012) • Normatividad Regulatoria en la generación o transformación de energía eléctrica en Colombia (NTC-2050, RETIE 2013) • Normatividad Regulatoria de construcción en Colombia (NSR-20)	
Patrocinador:	
Nombre	Cargo
Rodolfo Jiménez (presidente JAC)	Representante Junta de Acción Comunal Vereda
Autorización del proyecto:	
Nombre	Cargo
David Camilo Hernández Garavito	Gerente de proyecto

Fuente: Elaboración propia

3.2. Plan de dirección del proyecto

3.2.1. Gestión de interesados

a. Identificación y categorización de interesados

Se identificaron los principales interesados durante el ciclo de vida del proyecto teniendo en cuenta grupos de interés como el cliente, proveedores, gobierno, normativa ambiental, medio ambiente, gestión de proyectos y personal operativo, además del entorno en el que se realizará la implementación del biodigestor y el impacto que el mismo podría tener:

✓ **Familias de Vereda:** Referente a la población objetivo, son aquellas personas que habitan en la vereda Calandaima, en Gambita, Santander. Estas personas serán los directamente beneficiados con el uso de los servicios de biogás y energía eléctrica por medio del biodigestor. El sistema se instalará en el lugar estratégico para suplir los servicios a todas las familias.

✓ **Equipo de proyecto:** Son las personas que realizan toda la estructuración del proyecto realizando actividades de diseño, administración y gestión en cada una de las etapas del proyecto, realizarán supervisión y control durante la ejecución del proyecto y serán los responsables del resultado del proyecto.

✓ **Personal de mano de obra:** Son las personas que realizarán directamente la adecuación, instalación y verificación del funcionamiento del biodigestor en la vereda Calandaima, tendrán una labor importante ya que garantizarán que los elementos fueron instalados correctamente de la mano del equipo de proyecto, brindando el servicio de acuerdo con lo proyectado, seguridad para la comunidad y cumpliendo con lo esperado en el sistema.

✓ **Familias de veredas aledañas:** Las personas que habitan cerca a la vereda Calandaima, se valoran como interesados del proyecto ya que se presenta la misma problemática siendo deficiente el servicio de energía eléctrica, sin embargo, se pueden convertir a futuro en clientes potenciales posibles como en las veredas: Favita, Cuevas, La Palma, Calvario, Tablón, Huertas)

✓ **Proveedores:** Aquellas compañías o empresas donde se comprarán los materiales necesarios para instalar el biodigestor, es importante que el material suministre la calidad y el tamaño del diseño de acuerdo con los estándares establecidos para proporcionar de acuerdo con la producción esperada de metros cúbicos de biogás. Los proveedores son importantes para garantizar el éxito de la implementación y para cumplir el cronograma de instalación.

✓ **Alcaldía de Gambita:** A nivel gubernamental, en la alcaldía del municipio se puede generar interés por el uso de energías alternativas, nuevas estrategias por parte de la alcaldía hacia la comunidad, además de promover el uso de energía limpia para obtener visualización y apoyo de pares territoriales, teniendo en común la problemática del deficiente servicio eléctrico de la zona.

✓ **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:** El ministerio se puede ver muy involucrados e interesados en el proyecto, ya que la contaminación global aumenta día a día a grandes escalas y se generan cantidades de residuos que se pueden reutilizar para la creación de entornos limpios y energía eco amigable con el medio ambiente.

✓ **Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS):** Su foco está dirigido al desarrollo sostenible en Santander, articulando la Política Nacional Ambiental. Pueden estar involucrados con el uso de residuos y materias primas para su reutilización y generación de alternativas sostenibles para el medio ambiente

✓ **Movimiento ambiental colombiano:** Es una organización que promueve la preservación y protección del medio ambiente, desde una perspectiva territorial y de derechos. Pueden participar activamente en la mejora de la calidad de vida de los habitantes y uso óptimo de los recursos disponibles para la preservación del medio ambiente.

✓ **Instituciones ONG - “Fundación naturaleza Colombia”:** Puede ser un interesado positivo para el proyecto ya que se puede involucrar mucho y así poder impulsar la iniciativa para posibles implementaciones en otros lugares y darnos a conocer en el mercado.

✓ **EBSA (Compañía de Energía de Boyacá S.A E.S. P):** Es la empresa que actualmente suministra el servicio de energía eléctrica en la vereda Calandaima.

✓ **CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas):** La comisión puede tener mucho interés en el proyecto, ya que, con los datos obtenidos después de la implementación, se puede generar la base para una regulación a través de estándares de biogás.

✓ **UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética):** La unidad puede estar muy involucrada en el proyecto, porque en el campo técnico y sustentable se pueden implementar bases para regular la producción y distribución de biogás en el mercado local.

Posteriormente, se realizó la clasificación de los involucrados teniendo en cuenta si hacen parte interna o externa del proyecto, y si son actores positivos o negativos para el proyecto.

Tabla 29. Categorización de interesados

Involucrados	Siglas	Interno/Externo	Positivo	Negativo
Familias de vereda	FV	Interno	x	
Equipo de proyecto	EP	Interno	x	
Personal de mano de obra	MO	Interno	x	

Familias de veredas aledañas	FA	Interno	x
Proveedores	PR	Externo	x
Alcaldía de Gambita	AG	Externo	x
Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible	MADS	Externo	x
Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)	CAS	Externo	x
Movimiento Ambiental Colombiano	MAC	Externo	x
Instituciones ONG - "Fundación naturaleza Colombia"	FNC	Externo	x
EBSA (Compañía de Energía de Boyacá S.A. E.S.P.)	EBSA	Externo	x
CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas)	CREG	Externo	x
UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética)	UPME	Externo	x

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene que de los interesados identificados solo se cuenta con la Compañía de Energía de Boyacá S.A E.S. P. (EBSA) como negativo, esto debido a que es la empresa que actualmente suministra la energía eléctrica en la vereda objetivo, con la implementación del biodigestor es posible que a futuro varias de las familias que utilizarán las ventajas del éxito del proyecto, decidan prescindir de los servicios por parte de la entidad, minimizando un porcentaje de sus clientes y evitando que sea necesario su uso. Se detalla que la mayoría de interesados están involucrados positivamente en el proyecto, esto a razón que es un proyecto Piloto e innovador en la zona que tiene un enfoque social, ambiental y es sostenible; las ONG, entidades, organizaciones políticas y comunidades encuentran atractivo el proyecto puesto que con este se solventan falencias que presentan comunidades en estado de vulnerabilidad; Por otro lado el impacto del proyecto de biodigestor en la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica se debe principalmente a que este sistema generará energía renovable y económica que podrá ser utilizada por la comunidad, disminuyendo así su necesidad de consumo de energía eléctrica convencional suministrada por la empresa. En consecuencia, se espera que la implementación del biodigestor resulte en una disminución de la demanda de energía eléctrica suministrada por la empresa, lo que a su vez se traducirá en una disminución en los ingresos generados por la venta de energía eléctrica. Además, la disminución en la base de clientes que opten por utilizar el biodigestor también puede tener un impacto negativo en los ingresos de la empresa, ya

que su fuente de ingresos se verá reducida. Así mismo, se evidencia el involucramiento de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto de la siguiente manera:

Tabla 30. Involucramiento de interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto

Ciclo de vida/ Involucrados	Viabilidad	Diseño	Construcción	Prueba	Despliegue	Cierre
Familias de vereda	X	X	X	X	X	X
Equipo de proyecto	X	X	X	X	X	X
Personal de mano de obra			X	X	X	
Familias de veredas aledañas				X	X	X
Proveedores		X	X			
Alcaldía de Gambita	X		X		X	X
Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible					X	X
Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)					X	X
Movimiento Ambiental Colombiano					X	X
Instituciones ONG - "Fundación naturaleza Colombia"					X	X
EBSA (Compañía de Energía de Boyacá S.A. E.S.P.)					X	X
CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas)					X	X
UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética)	X		X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior tanto el equipo del proyecto como la comunidad de la vereda se ve involucrada en la totalidad del ciclo de vida del proyecto desde su concepción hasta la entrega a satisfacción del producto; el personal encargado de la construcción del Biodigestor se ve involucrado en la construcción, prueba y despliegue del proyecto a razón que son ellos los encargados de una óptima instalación y puesta en marcha del sistema; las familias aledañas se verán interesadas en las etapas finales del proyecto ya que detallaran el funcionamiento del proyecto y se verán interesados en la implementación o no de este sistema en sus correspondientes veredas ya que en este territorio se presentan las mismas falencias que en la vereda seleccionada; los

proveedores se verán interesados en las etapas de diseño y construcción porque son ellos los encargados de suministrar los materiales requeridos para la ejecución y construcción del Biodigestor; La alcaldía municipal puede verse involucrada en la viabilidad y construcción del proyecto puesto que al ser un proyecto enfocado al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad puede tomar partido y de este modo generar un apoyo al mismo, y en las etapas finales del proyecto para determinar su funcionamiento y de este modo observar su funcionamiento; organizaciones como lo son Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), Movimiento Ambiental Colombiano, EBSA (Compañía de Energía de Boyacá S.A E.S. P), UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética), Instituciones ONG - “Fundación naturaleza Colombia”, se ven involucradas o interesadas en las etapas finales del ciclo de vida del proyecto, esto a razón que pueden verificar el funcionamiento y puesta en marcha del sistema y de este modo generar información que pueda ser usada a futuro en otras regiones del país o para apoyar el proyecto y finalmente entidades como CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas), se ven involucrada en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto puesto que al no tener aun regulado dicho sistema se puede crear informes, alertas, datos que permitan la concepción de normas y parámetros para la implementación de este tipo de sistemas en otras regiones del país y así mejorar la calidad de vida de la población que se ven en la misma situación de vulnerabilidad que la comunidad de la vereda Calandaima.

b. Matriz de interesados (Poder-Interés, Poder- Influencia)

Por medio de la matriz de interesados Interés Poder (Influencia) se logró analizar, clasificar y conocer el tipo de influencia sobre el proyecto de cada uno de los interesados identificados, además de evaluar su rol en cada una de las etapas del proyecto y si pueden llegar a tener algún tipo de afectación con la ejecución del proyecto. Se realizó la clasificación bajo tres parámetros: Alto (A), Medio (M) y Bajo (B) para cada uno de los aspectos para tener en cuenta:

Tabla 31. Matriz Poder-Interés

Involucrados	Poder (A, M, B)	Interés (A, M, B)	Influencia (A, M, B)
Familias de vereda	A	A	A
Equipo de proyecto	A	A	A

Personal de mano de obra	M	M	A
Familias de veredas aledañas	B	M	M
Proveedores	M	M	B
Alcaldía de Gambita	M	M	M
Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible	B	B	B
Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)	B	B	B
Movimiento Ambiental Colombiano	B	B	B
Instituciones ONG - "Fundación naturaleza Colombia"	B	B	B
EBSA (Compañía de Energía de Boyacá S.A. E.S.P.)	B	B	B
CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas)	B	B	B
UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética)	B	B	B

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se visualiza a continuación gráficamente para interpretar mejor la clasificación:

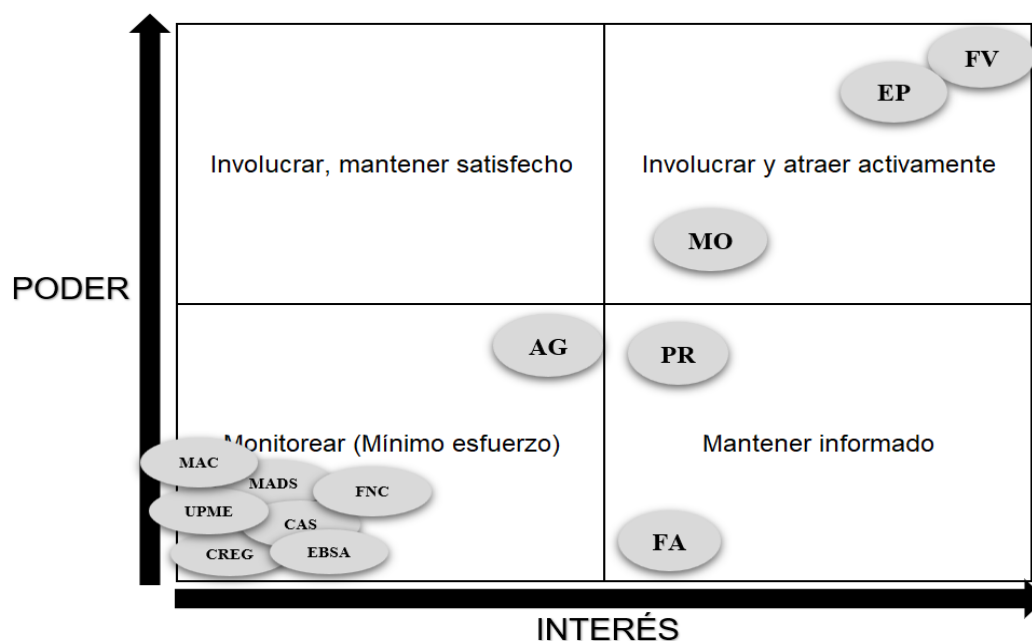


Figura 12. Estrategia de interesados

Fuente: Elaboración propia

c. Formato de resolución de conflictos y gestión de expectativas

A continuación, se muestra el formato a utilizar en los casos que se presenten conflictos internos entre las partes:

Véase Anexo 3. Formato de resolución de conflictos

Finalmente, se muestra el plan de gestión de los interesados, en el cual detalladamente se observan los procedimientos a seguir para realizar una adecuada gestión y monitoreo del involucramiento de los interesados del proyecto.

Véase *Anexo 4. Plan de gestión de los interesados*

3.2.2. Gestión de alcance

a. Plan de gestión del alcance

A continuación se detalla el plan de gestión del alcance, en el cual se detalla el proceso y procedimiento para ejecutar el proyecto dando los lineamientos para elaborar el enunciado del alcance, EDT, diccionario de EDT, validar y controlar el alcance de este.

Tabla 32. Plan de gestión del alcance

PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE	
PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE BIOGAS Y ENERGIA ELECTRICA EN LA VEREDA CALANDAIMA, SANTANDER	
Patrocinador: Rodolfo Jiménez (presidente JAC)	
PROCESO PARA ELABORAR EL ENUNCIADO DEL ALCANCE: Se inicia con la identificación del propósito del proyecto, llevando a cabo una reunión con todo el equipo del proyecto para comprender los objetivos y detallar el alcance del trabajo a realizar. Posteriormente, se recopilan requisitos a través de entrevistas y encuestas con la comunidad de la vereda para detectar las falencias y los requisitos que se hacen necesarios para la creación del proyecto. El siguiente paso implica la definición clara de entregables, estableciendo tiempos de entrega tentativos. Con ello se comienza a delegar funciones y roles dentro del proyecto. Se valida esta documentación con los interesados (comunidad-Calandaima), recopilando comentarios para su respectivo perfeccionamiento; Finalmente se obtiene la aprobación formal, la cual se distribuye al equipo de proyecto y a los interesados, asegurando una comprensión y detallando los límites y el alcance definido para el proyecto.	
PROCESO PARA ELABORAR LA EDT: El proceso de elaboración de la Estructura de Desglose del Trabajo, se comienza con la identificación de los entregables principales del proyecto y con ello lograr su descomposición en elementos más pequeños y trabajables para cumplir con todos los requerimientos del proyecto. Todo el equipo del proyecto colabora para definir claramente los paquetes de trabajo. La aprobación de la EDT implica una revisión minuciosa por parte del equipo de proyecto involucrando a los interesados para lograr una alta precisión en todo el desglose del trabajo a realizar. Con la EDT aprobada sirve como un marco de referencia de referencia para la planificación y ejecución del proyecto cumpliendo la regla del 100%.	
PROCESO PARA CREAR EL DICCIONARIO DE LA EDT: Se comienza reuniendo al equipo del proyecto, donde este colabora para especificar y detallar claramente el responsable, la descripción del entregable, los criterios de aceptación, los recursos asignados, riesgos asociados y cualquier restricción o aspecto relacionado con cada elemento de trabajo abarcando todos los ítems dispuestos en la EDT; se valida en reuniones regulares de revisión y planificación para tener armonía en la definición de cada paquete de trabajo. La aprobación del Diccionario de la EDT requiere la validación de todo el equipo de proyecto incluyendo a los interesados (comunidad). Este documento detallado sirve como una fuente crucial de información para la ejecución del proyecto a lo largo del tiempo, estableciendo claramente y al detalle cada paquete de trabajo relacionado con el proyecto para su debida ejecución.	
PROCESO PARA VALIDAR EL ALCANCE: El proceso de validación del alcance implica la revisión y aceptación de los entregables por parte de la comunidad para garantizar la conformidad con los requisitos incluidos en el proyecto. El equipo de proyecto realiza revisiones exhaustivas de los	

entregables en colaboración con la comunidad de la vereda, evaluando su alineación con los objetivos trazados para la ejecución del proyecto. La aceptación formal de los entregables se logra mediante la aprobación integral del cliente, indicando que se cumplen satisfactoriamente los requisitos acordados. Lo anterior garantiza una comprensión entre el equipo de proyecto y el cliente, fortaleciendo la transparencia y la satisfacción del cliente en cada fase del proyecto, hasta la entrega final y a disposición del cliente.

PROCESO PARA CONTROLAR EL ALCANCE: El proceso para controlar el alcance implica una gestión proactiva, continua y detallada de los cambios mediante la identificación, registro y procesamiento del alcance a lo largo de la ejecución del proyecto. El gerente de Proyectos monitorea de manera periódica el progreso del proyecto y con ello identificar cualquier desviación que se origine al alcance original. Cuando se detecta un cambio, se debe registrar al detalle, especificando la razón, impacto en el alcance y en términos de tiempos de ejecución, recursos o costos. Estos cambios se someten a evaluación y aprobación. Este proceso se lleva a cabo de manera oportuna, permitiendo una gestión eficiente de los cambios y garantizando que el alcance evolucione de manera controlada y alineada con los objetivos del proyecto, conllevando a una eficiente finalización del proyecto con una toma de decisiones alineadas a la gestión de cambios.

Fuente: Elaboración propia

b. Documento de requisitos

A continuación, se muestran la recolección de los requisitos aportados por los diferentes actores involucrados en el proyecto (stakeholders), clasificando su relevancia.

Véase Anexo 5. Documento de requisitos

c. Matriz de trazabilidad de requisitos

A continuación, se detalla la matriz de trazabilidad de requisitos, donde se exponen los requisitos generados para el proyecto en cuestión; Aunado a ello se describen las siglas representativas de los objetivos específicos del proyecto plasmados en la matriz.

Véase Anexo 6. Convenciones Matriz de trazabilidad

Véase Anexo 7. Matriz de trazabilidad

d. Acta de cierre del proyecto o fase

Para realizar el cierre respectivo del proyecto, se plantea el siguiente formato de acta de cierre para la gerencia del proyecto especificando así la información necesaria para el aval final del cliente:

Véase Anexo 8. Formato de acta cierre de proyecto

e. Línea base de alcance

A continuación, se detalla el enunciado del alcance abarcando los requisitos incluidos y los excluidos y demás parámetros definidos a continuación para darle un mayor entendimiento al alcance del proyecto

Tabla 33. Enunciado del alcance

Proyecto:	PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE BIOGAS Y ENERGIA ELECTRICA EN LA VEREDA CALANDAIMA, SANTANDER
1. Descripción (propósito y justificación): En la Vereda Calandaima, del municipio de Gambita- Santander, se presentan falencias en los servicios básicos del hogar, la red de energía eléctrica es intermitente, aunado a ello tampoco se tiene una red de distribución de gas natural, por esto las personas habitantes de la vereda tienen la necesidad de usar pipetas de gas o cocinar en estufas de leña lo cual trae consigo complicaciones la salud a causa de humo generado por la quema de leña, debido a esto, el propósito del proyecto realizar el aprovechamiento del estiércol de las cabezas de ganado que tienen los habitantes de la vereda a través de una propuesta para el diseño, construcción e instalación de un biodigestor para la generación de biogás y energía eléctrica para uso doméstico.	
2. Objetivos: General: Realizar una propuesta para diseñar, construir e instalar un biodigestor para la producción de biogás para la generación de gas doméstico y energía eléctrica para la Vereda Calandaima en Gambita, Santander Específicos: • Realizar un plan de dirección de proyecto acorde a las buenas prácticas del PMI. (OE1) • Realizar el diseño estructural, de la red eléctrica y de gas del biodigestor de acuerdo con la capacidad requerida para suplir la cantidad de biogás suficiente para la comunidad de la vereda (OE2) • Realizar los contratos de acuerdo con los estudios y validación pertinente de los proveedores y personal de mano de obra. (OE3) • Construir, instalar y entregar el sistema del biodigestor en la vereda Calandaima, Santander. (OE4)	
3. Alcance detallado a nivel de producto: El alcance del producto se detalla a razón de que en las áreas rurales (fincas) se caracterizan por disponer de grandes cantidades de residuos orgánicos además de desechos animales (estiércol), provenientes de las actividades cotidianas que allí se desarrollan, estos pueden ser convertidos en productos como el biogás o la generación de energía eléctrica para el uso cotidiano de los habitantes. Este proceso se genera mediante un tanque llamado Biodigestor (tanque cerrado), en el cual se almacena los residuos y en combinación con agua y mezclado con cierto tipo de bacterias y en un ambiente controlado en ausencia de aire (condición anaeróbica), se genera un proceso llamado digestión anaeróbica, que consiste principalmente en que las bacterias al alimentarse con los residuos (orgánicos y estiércol) la transforman en biogás (que este también es usado para la generación de energía eléctrica), en virtud de lo expuesto anteriormente el producto será diseñado bajo planimetría en 2D y 3D, para su posterior instalación y construcción de acuerdo con los requerimientos técnicos normativos. Alcance detallado a nivel de proyecto: El alcance del proyecto se centra en la propuesta para el diseño, construcción e instalación de un biodigestor de flujo continuo en la Vereda Calandaima, Santander, lo anterior con el propósito de generar biogás y energía eléctrica a partir de residuos orgánicos locales (bovinos y orgánicos). Este biodigestor se diseñará para procesar residuos recolectados por la comunidad, asegurando una producción eficiente de biogás. La generación de energía eléctrica se llevará a cabo mediante una turbina alimentada por el biogás generado. Se estima la utilización del producto como uso doméstico del biogás en actividades como la cocina y el uso de la electricidad generada para diferentes usos caseros. De este modo abordar las falencias de la comunidad, mejorando la calidad de vida de la comunidad.	
4. No está incluido en el Alcance (exclusiones) • Instalar los postes de la distribución de la red eléctrica • Garantizar el secado del fertilizante mediante una caldera • Generar energía en corriente alterna desde el biodigestor • Generar producción para veredas aledañas	

● Realizar mantenimientos preventivos del sistema ● Verificar químicamente que el fertilizante cumpla con la calidad esperada
5. Supuestos: ● Contar con que el espacio físico determinado por la comunidad para la instalación del biodigestor y redes de distribución necesarias sea adecuado para la instalación. ● Contar con la aprobación por parte de los habitantes de la comunidad ● Contar con la disposición de la materia orgánica para el funcionamiento del sistema ● Contar con los recursos económicos para la terminación a cabalidad del proyecto ● Contar con el recurso humano adecuado y competente para la ejecución del proyecto ● Contar con la disposición a nivel nacional de los proveedores del plástico del biodigestor
6. Restricciones: ● Ejecutar el proyecto en un tiempo máximo de 5 meses ● Mantener el presupuesto proyectado de \$145.107.389 pesos ● Normatividad Regulatoria del uso de gas en Colombia (CREG-030 2018 y la CREG-079 2012) ● Normatividad Regulatoria en la generación o transformación de energía eléctrica en Colombia (NTC-2050, RETIE 2013) ● Normatividad Regulatoria de construcción en Colombia (NSR-20)
7. Criterios de aceptación: ● El tanque debe cumplir con las especificaciones físicas para instalar en la zona destinada ● El tanque debe cumplir con las especificaciones técnicas de funcionamiento ● Los materiales e insumos necesarios para realizar la instalación deben estar acordes a normatividad vigente ● El sistema no contará con fugas o escapes ● El sistema integro (válvulas, tuberías de entrada y salida, artefactos del sistema) contarán con una funcionalidad acorde a sus especificaciones ● El Biodigestor debe ser capaz de almacenar los residuos producto de las actividades cotidianas de la comunidad para su respectiva transformación ● El tanque debe cumplir con la generación mínima esperada de producción de Biogás y energía eléctrica ● El sistema debe cumplir con todos los aspectos legales y normativos a nivel nacional y regional ● El sistema debe cumplir con todos los requisitos de calidad requeridos para un proyecto de esta índole. ● El sistema debe culminar las pruebas de funcionamiento de una manera óptima. ● El sistema debe contar con un procedimiento de operación y mantenimiento para garantizar su correcto funcionamiento a lo largo de su vida útil.
8. Entregables principales: ● Gerencia del proyecto ● Diseño del sistema ● Adquisición de recursos ● Construcción e instalación del biodigestor ● Entrega final Biodigestor
9. Hitos del Proyecto: ● Entrega y aprobación de diseño del biodigestor- Mes 1 de ejecución ● Adquisición de materiales, suministros e insumos- Mes 2 de ejecución ● Prueba final a satisfacción de funcionamiento- Mes 4 de ejecución ● Capacitación de la comunidad para el uso y cuidados del biodigestor- Mes 4 de ejecución ● Entrega de la instalación final del biodigestor- Mes 5 de ejecución
10. Presupuesto estimado del proyecto: El costo estimado del proyecto es: \$ 145.107.389 pesos colombianos
Director del Proyecto Nombre: David Camilo Hernández Garavito
Patrocinador

Nombre: Rodolfo Jiménez (presidente JAC)

Fuente: Elaboración propia

EDT

A continuación, se relaciona la estructura de desglose de trabajo por entregables y paquetes de entregables, facilitando la organización y estructura para controlar la correcta y eficaz ejecución del proyecto permitiendo identificar y abarcar todos los parámetros hasta su entrega final:

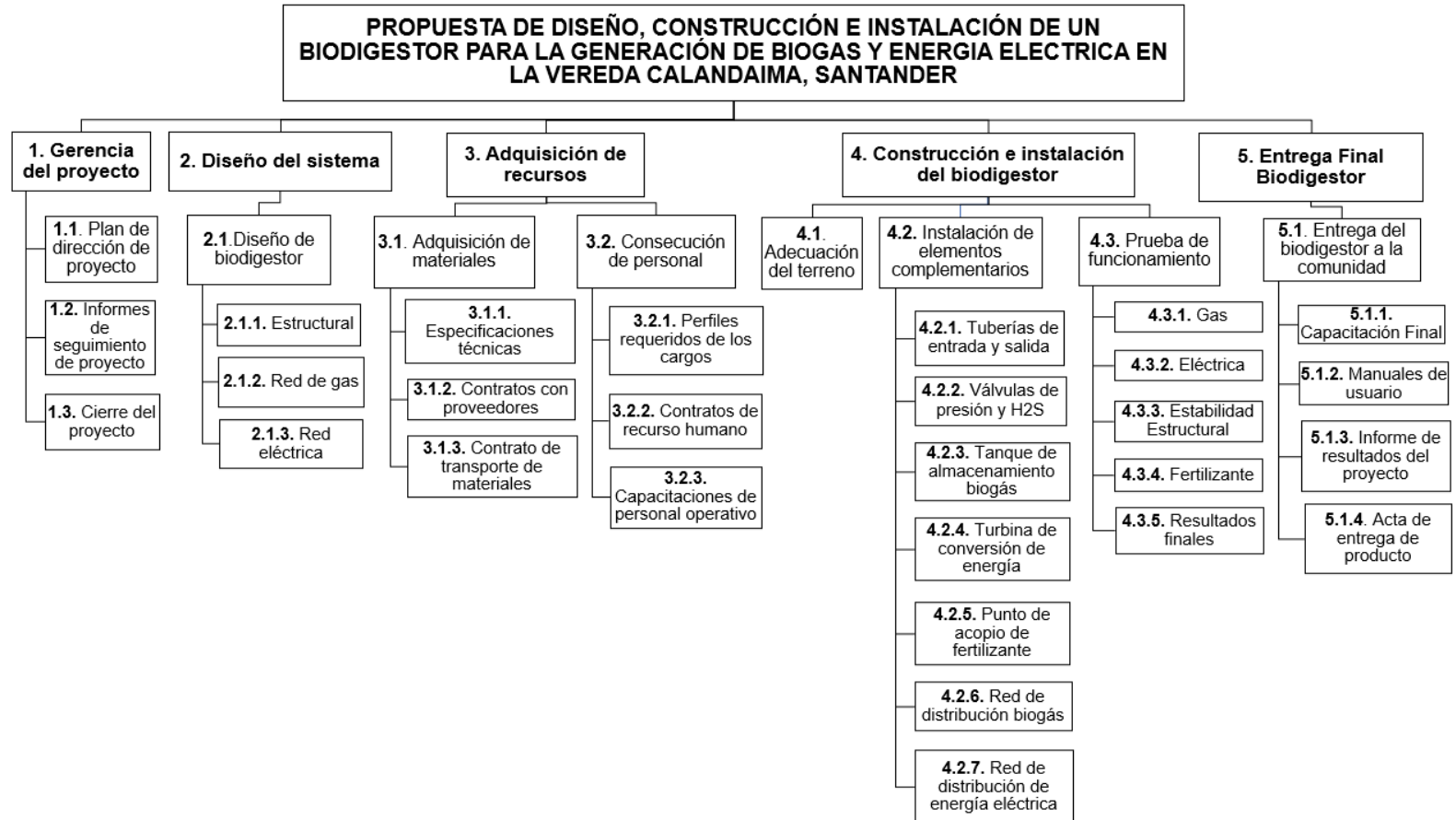


Figura 13. Estructura de desglose de trabajo EDT

Fuente: Elaboración propia

Diccionario de la WBS

Posteriormente se plantea el diccionario de cada ítem descrito en la EDT con su información pertinente:

Gerencia de proyectos:

Tabla 34. Diccionario EDT (BEG-01)

Identificador	BEG-01
Nombre / Número del paquete de trabajo	1.1 PLAN DE DIRECCIÓN DE PROYECTO
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO
Criterios de aceptación	Validar la debida ejecución del plan de dirección acorde a los lineamientos del PMI Validar que cada uno de los procesos incluidos en el plan estén acordes a normatividad local vigente Validar especificaciones técnicas, dimensiones y acorde a pliego de condiciones
Riesgos	Recopilación de la información errada Incorrectas estimaciones Indebido cálculo de presupuesto Poca aceptación por parte del cliente
Costos	\$ 26.359.562

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Diccionario EDT (BEG-02)

Identificador	BEG-02
Nombre / Número del paquete de trabajo	1.2 INFORMES DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO
Criterios de aceptación	Validar la información con la actualidad física del proyecto Porcentajes de avance acorde a la realidad del proyecto Seguimientos acordes a lo establecido en comités periódicos Informes con información relevante, pertinente y actualizada
Riesgos	Información errónea Mala toma de datos y resultados Incorrecta interpretación de datos obtenidos
Costos	\$ 4.316.490

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Diccionario EDT (BEG-03)

Identificador	BEG-03
Nombre / Número del paquete de trabajo	1.3 CIERRE DEL PROYECTO
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO
Criterios de aceptación	Contener toda la información pertinente del proyecto Contener los avances y seguimientos realizados a lo largo de la ejecución del proyecto Contener una estructura acorde a los lineamientos y buenas prácticas del PMI Manuales operativos explicadas al detalle con sus respectivas indicaciones Contener información final detallando aspectos importantes y mejoras detectadas
Riesgos	No tener un repositorio para almacenamiento y recopilación final de la información Poco entendimiento de la información aportada Incorrecta interpretación de datos obtenidos indebida creación de manuales de funcionamiento
Costos	\$ 2.127.306

Fuente: Elaboración propia

Diseño del sistema:

Tabla 37. Diccionario EDT (BEG-04)

Identificador	BEG-04
Nombre / Número del paquete de trabajo	2.1 DISEÑO DEL BIODIGESTOR
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	DISEÑO DEL BIODIGESTOR
Criterios de aceptación	Diseño del biodigestor de acuerdo con pliego de condiciones especificaciones técnicas y dimensiones: 20 m3.
Riesgos	No contar con la información necesaria y pertinente para llevar a cabo el diseño adecuado Realizar un dimensionamiento equivocado respecto a la producción necesaria y la producción real No tener las especificaciones técnicas del sistema para su funcionamiento
Costos	\$ 1.975.242

Fuente: Elaboración propia

Adquisición de recursos:

Tabla 38. Diccionario EDT (BEG-05)

Identificador	BEG-05
Nombre / Número del paquete de trabajo	3.1 ADQUISICIÓN DE MATERIALES
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	ADQUISICIÓN DE MATERIALES
Criterios de aceptación	Cantidad de materiales adquiridos sea el 100% de los materiales recibidos. El costo total de los materiales adquiridos no tenga una desviación mayor al 2% del presupuesto proyectado.
Riesgos	Adquisición de materiales de baja calidad Demoras de los proveedores e incumplimiento de tiempos de entrega del material e insumos Adquisición de materiales que no cumplan con las especificaciones necesarias para el funcionamiento de sistema
Costos	\$ 4.681.533

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Diccionario EDT (BEG-06)

Identificador	BEG-06
Nombre / Número del paquete de trabajo	3.2 CONSECUCCIÓN DE PERSONAL
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	CONSECUCCIÓN DE PERSONAL
Criterios de aceptación	Cumplimiento $\geq 70\%$ de los estudios requeridos para el perfil a contratar Cumplimiento $\geq 80\%$ de la experiencia requerida para el perfil a contratar
Riesgos	Personal sin la experiencia necesaria para el proyecto Tiempos extensos de consecución de personal que afectan el cronograma del proyecto Rotación de personal durante la ejecución del proyecto
Costos	\$ 3.686.614

Fuente: Elaboración propia

Construcción e instalación del biodigestor:

Tabla 40. Diccionario EDT (BEG-07)

Identificador	BEG-07
Nombre / Número del paquete de trabajo	4.1 ADECUACIÓN DEL TERRENO
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	ADECUACIÓN DEL TERRENO
Criterios de aceptación	Estabilidad de taludes de acuerdo con normatividad vigente Cerramientos perimetrales de acuerdo con normas SST Adecuación del terreno de acuerdo con NSR-10
Riesgos	Indebida excavación sin protección Mal clima de la zona a intervenir Uso indebido de maquinaria para excavación Calculo erróneo de la estabilidad del talud
Costos	\$ 9.650.910

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Diccionario EDT (BEG-08)

Identificador	BEG-08
Nombre / Número del paquete de trabajo	4.2 INSTALACIÓN DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	INSTALACIÓN DE ANEXOS PARA EL SISTEMA Y FUNCIONAMIENTO
Criterios de aceptación	Cumplimiento $\geq 90\%$ pruebas de presión y fugas Cumplimiento $> 80\%$ flujo proyectado
Riesgos	Presencia de cambios en las placas que conforman el suelo donde se implementara el proyecto que puede retrasar la construcción
Costos	\$ 49.281.672

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Diccionario EDT (BEG-09)

Identificador	BEG-09
Nombre / Número del paquete de trabajo	4.3 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	PRUEBA FINAL DE FUNCIONAMIENTO
Criterios de aceptación	Cumplimiento $\geq 95\%$ capacidad optima diseñada Cumplimiento $= 100\%$ regulación normativa
Riesgos	Resultados de obtención del biogás deficientes respecto a lo esperado, fugas en el sistema, evidencia miento de instalaciones inadecuadas
Costos	\$ 5.917.848

Fuente: Elaboración propia

Entrega Final del Biodigestor:

Tabla 43. Diccionario EDT (BEG-10)

Identificador	BEG-10
Nombre / Número del paquete de trabajo	5.1 ENTREGA DEL BIODIGESTOR A LA COMUNIDAD
Responsable	GERENTE GENERAL
Descripción del entregable del paquete de trabajo	ENTREGA DEL BIODIGESTOR A LA COMUNIDAD
Criterios de aceptación	Cumplimiento=100% requerimientos cliente Cumplimiento>=95% operatividad diseñada Cumplimiento>=98% de funcionamiento diseñado
Riesgos	Cambios en las especificaciones esperadas por parte del cliente, fallas en el sistema a la hora de la entrega.
Costos	\$ 3.830.724

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Gestión de comunicaciones

a. Plan de gestión de comunicaciones

El plan de gestión de comunicaciones establece los métodos, procesos y lineamientos requeridos para administrar, gestionar e implementar asertivamente las comunicaciones durante cada una de las etapas del proyecto, adicionalmente se establece la estrategia para garantizar la correcta ejecución y desarrollo de las actividades dentro del proyecto teniendo en cuenta los requerimientos del proyecto.

Véase Anexo 9. Matriz de comunicaciones

Flujograma de comunicaciones

A continuación, se presenta el flujograma donde se detalla y se identifican las comunicaciones respecto a la información para cada uno de los interesados involucrados en el proyecto:

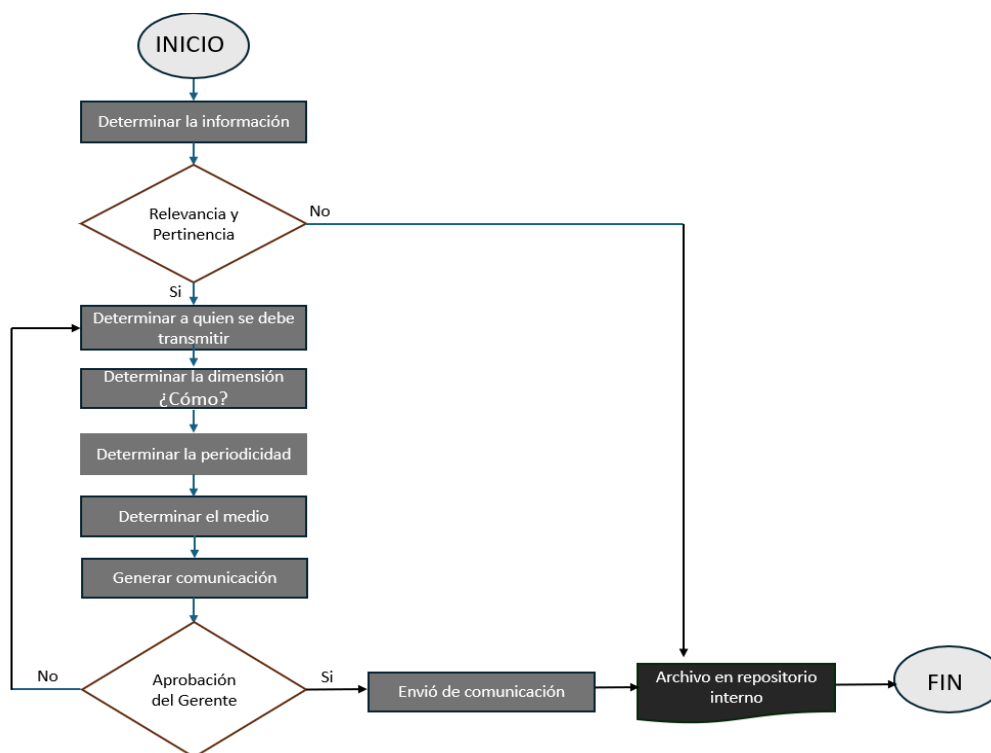


Figura 14. Flujograma de las comunicaciones

Fuente: Elaboración propia

Glosario de terminología común

Biodigestor: Es un recipiente o tanque (cerrado herméticamente) que se carga con residuos orgánicos. En su interior se produce la descomposición de la materia orgánica para generar biogás. (Cervi, 2011)

Materia Orgánica: La materia orgánica es aquella que está elaborada con compuestos orgánicos que provienen de restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, es decir, plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural. Por tanto, la materia orgánica está formada por materia inerte y energía. (Masmóvil, 2024)

Digestión Anaerobia: Es un proceso biológico que tiene lugar en ausencia de oxígeno, en el que parte de la materia orgánica se transforma, mediante la acción de los microorganismos, en una mezcla de gases (biogás), constituido principalmente por metano y dióxido de carbono y otros gases en pequeñas cantidades (amoníaco, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, etc.). (catalunya, 2009)

Fertilizante: Es cualquier tipo de sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el

contenido de estos elementos en el suelo, mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo de las plantas, etc. (C.V., 2024)

Energía Eléctrica: La energía eléctrica es aquella que se origina de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados, que se ponen en contacto a través de un transmisor eléctrico. Este contacto genera una corriente eléctrica basada en la transmisión de cargas negativas (llamadas, más comúnmente, electrones) hasta su punto de consumo. (BBVA Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, 2024)

Biogás: Es un gas renovable compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono obtenido a partir de la digestión anaerobia –sin oxígeno– de residuos orgánicos. (BBVA Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, BBVA Sostenibilidad que es el biogas, 2024)

Energía Renovable: Son fuentes de energía que se regeneran naturalmente con el tiempo y no se agotan. Son la parte más importante de la transición hacia un sistema energético que abandone los combustibles fósiles, contrarrestando así el calentamiento global. Y son energías limpias que protegen la salud humana y el medioambiente. (Power, s.f.)

Vereda: Una vereda es una localidad o población, caracterizado por ser uno de los centros de división de una ciudad, municipio o corregimiento de mayor magnitud, principalmente es una ubicación rural en ocasiones compuesto por un centro micro urbano, comúnmente una vereda posee, entre 50 y 1200 habitantes, aunque en algunas (Ecloniq, 2022)

Cilindro de gas: Es un tanque de metal diseñado para contener materiales gaseosos bajo altos niveles de presión, los cilindros son llenados a alta presión, comprimiendo el gas en el reducido espacio interior del cilindro. La fuerza ejercida por el gas sobre las paredes del recipiente al tratar de conservar su volumen en condiciones naturales; Una vez los cilindros pasan por este proceso son distribuidos a hogares y comercios para su uso seguro. (lipigas, 2024)

Red de distribución de energía eléctrica: Es la parte del suministro eléctrico que se encarga de suministrar electricidad desde la subestación (instalación principal de una zona) hasta los usuarios finales: hogares, empresas, fábricas o industrias. (Energía, 2021)

Estrategias de comunicación

Para las estrategias de comunicación del proyecto, se realizarán enfocadas a la responsabilidad social, buscando por medio de la utilización de energías renovables el impacto sobre comunidades y poblaciones con recursos que pueden aprovechar, dando el producto a conocer por medio de campañas de sensibilización del cuidado del medio ambiente, el equipo de proyecto tiene la responsabilidad de realizar el acercamiento con los diferentes entes gubernamentales para promover estas prácticas que están del mismo modo sufriendo con una necesidad de las comunidades donde se implemente el biodigestor.

La primera estrategia de comunicación con la comunidad de la vereda será realizar el acercamiento a las familias de la vereda y las familias aledañas dando un alcance inicial sobre los beneficios de la implementación del biodigestor por medio de campañas de sensibilización y capacitaciones en el uso de energías renovables y mejoramiento del medio ambiente donde al mismo tiempo se está sufriendo la necesidad en la falencia de los servicios públicos de energía y gas.

La segunda estrategia es garantizar por medio de la implementación del biodigestor que las personas harán parte del equipo de trabajo e instalación del sistema obteniendo capacitaciones en el uso y funcionamiento del tanque, materiales para su uso, y producción de biogás, así mismo la realización de las pruebas internas del sistema se realicen de manera satisfactoria. Adicionalmente los proveedores deben ser elegidos de acuerdo con las necesidades del proyecto junto con el equipo de trabajo para garantizar el correcto funcionamiento, lo anterior requiere que el equipo de trabajo y las familias de la vereda tengan comités de revisiones en cuanto a la calidad, precio, disponibilidad y tiempos de entrega para iniciar con la implementación del biodigestor.

La tercera estrategia tiene que ver con la conexión con entes gubernamentales y organizaciones ambientales que promuevan el cuidado del medio ambiente, por medio de redes sociales y videos de los beneficios en el uso del biodigestor, además de ser una actividad que promueve el mejoramiento de la calidad de vida de comunidades con acceso limitado a recursos básicos, adicionalmente evitar usar combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica y disminución en la afectación de la calidad de vida de las personas.

3.2.4. Gestión del cronograma

a. Plan de gestión de cronograma

Herramientas por utilizar

Con el fin de llevar a cabo un oportuno seguimiento y supervisión del cronograma durante la ejecución del proyecto, se ha decidido utilizar el paquete de Microsoft 365 que incluye aplicaciones como Word y Excel, para la creación de tablas y la generación de informes de manera periódica o cada que se requieran. Además, se ha optado por emplear el programa Microsoft Project 2016 para la elaboración del cronograma general del proyecto. Esta elección se ha realizado con el propósito de contar con las herramientas necesarias para llevar a cabo un seguimiento detallado y oportuno del progreso del proyecto.

Unidades de medida

Las unidades de medida que se emplearan en el proyecto son las siguientes:

Tabla 44. Unidades de medida de tiempo

Detalle	Descripción
Unidad de medida	Hora, Día
Formato de fecha	dd/mm/aa
Días laborables	Lunes a viernes
Horario de jornada laboral	8:00:00 a. m. - 5:00:00 p.m.
Duración estimada	5 meses

Fuente: Elaboración propia

Secuencia de actividades

Para llevar a cabo la ejecución del proyecto, se establece la adopción del método de diagramación por procedencia (PDM), aplicando las siguientes relaciones lógicas: Fin-Comienzo (FC), donde una actividad sucesora no puede comenzar hasta que finalice una actividad predecesora; y Comienzo-Comienzo (CC), donde una actividad sucesora no puede comenzar hasta que haya iniciado otra actividad predecesora. A través de esta estimación, podemos identificar y distribuir de manera coherente las actividades del proyecto, asegurando una secuencia lógica y eficiente en su ejecución.

Umbrales de control

Con el objetivo de asegurar la ejecución adecuada del proyecto, se ha establecido un punto de referencia para el monitoreo y control del cronograma proyectado, permitiendo

una variación máxima del 5% antes de que sea necesario implementar acciones correctivas. Esta medida busca garantizar que el proyecto se mantenga dentro de los límites establecidos brindando la oportunidad de tomar medidas preventivas y correctivas en caso de que se supere dicho límite.

Técnica para estimación de duraciones

Para calcular las duraciones de las actividades, se empleará la técnica de juicio de especialistas. Se tomará en cuenta la estimación de tres valores diferentes (Pesimista, Más probable y Optimista). A partir de estos valores, se obtendrá la duración estimada de cada actividad. Este método de estimación es conocido como técnica PERT.

Técnica para controlar el cronograma

Cada integrante del equipo del proyecto deberá asumir la responsabilidad de generar información pertinente de avance a lo largo de la ejecución del proyecto. Finalmente, corresponderá al Gerente de Proyectos recopilar, unificar y consolidar la información generada por los profesionales, manteniendo de esta forma un control efectivo sobre el cronograma del proyecto mediante la aplicación de la técnica de valor ganado la cual es una herramienta esencial para evaluar el rendimiento del proyecto, logrando monitorear constantemente el progreso, evaluando posibles decisiones o toma de medidas para asegurar que el proyecto permanezca dentro de los límites presupuestados en el cronograma maestro. Con ello, facilitamos la detección a tiempo de posibles desviaciones producto de situaciones imprevistas. La aplicación de esta técnica genera una gestión financiera efectiva y aumenta las posibilidades de terminar el proyecto a cabalidad. Esta técnica nos permitirá determinar lo siguiente:

- Variación del cronograma (SV).
- $SV = EV - PV$
- Índice de desempeño del cronograma (SPI).
- $SPI = EV / PV$

Reportes o informes

Los informes y reportes que se generarán durante la ejecución del proyecto para realizar seguimiento, control y monitoreo del cronograma se deberán entregar y generar de manera periódica; entre ellos se encuentran:

- Informes semanales con porcentajes de avance en tiempos ejecutados de acuerdo con planificación
- Reportes de hallazgos detectados para revisión y seguimiento del cronograma
- Seguimiento semanal o mensual de cronograma y tiempos asociados al proyecto
- Actas de reunión y seguimiento de alto nivel para gestión de cronograma
- Informes con estimaciones de tiempo vs ejecución real.

Roles y responsabilidades

Los responsables y encargados de realizar y generar la información pertinente para seguimiento y control del cronograma, se detallan a continuación:

Coordinador operativo: Es el encargado de reportar el avance real in situ de la obra en cuanto a tiempo de ejecución acorde a cronograma

Ingeniero Industrial: Es el encargado de recopilar, consolidar y filtrar la información aportada por el coordinador operativo con el fin de generar tableros de control para un mayor entendimiento de la información

Director de Proyecto: Es el encargado de verificar y validar la información, con ello determinar oportunidades de mejora o generar alertas que permitan mitigar cualquier desviación de cronograma detectado.

Gerente General: Es el encargado de aprobar e implementar las medidas preventivas y correctivas determinadas por el director de proyecto para mantener en línea con el cronograma aprobado.

b. Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas con uso de la distribución PERT beta-normal

De acuerdo con las actividades planteadas para la ejecución del proyecto, se realizan las estimaciones utilizando el método de la ruta crítica por medio de la fórmula PERT, se aplicó la fórmula establecida para este método identificando el tiempo más optimista, más probable y pesimista aplicando la siguiente fórmula: $(O + (4 \times MP) + P) \div 6$, obteniendo lo siguiente:

Tabla 45. Estimación de actividades PERT

EDT	Letra	Nombre la actividad	Duración Optimista	Duración más probable	Duración Pesimista	PERT
1.		1.Administrar y gestionar la gerencia del proyecto	147,3	148	153,3	148,8
1.1.	A	1.1. Crear el plan de dirección de proyecto	12,0	15	18,0	15,0
1.2.	B	1.2. Generar periódicamente informes de seguimiento del proyecto	2,0	5	8,0	5,0
1.3.	C	1.3. Realizar el cierre administrativo y operativo	1,0	2	5,0	2,3
2.		2. Diseñar el sistema de generación	3,0	6	9,0	6,0
2.1.		2.1. Diseñar el tanque del biodigestor	3,0	6	9,0	6,0
2.1.1.	D	2.1.1. Realizar el diseño estructural	1,0	2	5,0	2,3
2.1.2.	E	2.1.2. Realizar el diseño de la red de distribución de gas	1,0	2	5,0	2,3
2.1.3.	F	2.1.3. Realizar el diseño de la red de distribución eléctrica	1,0	2	5,0	2,3
3.		3. Realizar la adquisición de recursos	10,0	7	16,0	9,0
3.1.		3.1. Gestionar la adquisición de materiales	3,0	6	9,0	6,0
3.1.1.	G	3.1.1. Definir las especificaciones técnicas	1,0	2	5,0	2,3
3.1.2.	H	3.1.2. Definir los contratos con proveedores	1,0	2	5,0	2,3
3.1.3.	I	3.1.3. Realizar el contrato de transporte de materiales	1,0	2	5,0	2,3
3.2.		3.2. Realizar la consecución de personal	4,0	7	10,0	7,0
3.2.1.	J	3.2.1. Dimensionar los perfiles requeridos de los cargos	1,0	1	4,0	1,5
3.2.2.	K	3.2.2. Realizar la selección, evaluación y contratación de personal	1,0	4	7,0	4,0
3.2.3.	L	3.2.3. Programar y realizar las capacitaciones de personal operativo	1,0	2	5,0	2,3
4.		4. Construcción e instalación del biodigestor	103,3	114	109,3	111,4
4.1.	M	4.1. Adecuar el terreno para instalar el sistema	27,0	30	33,0	30,0
4.2.		4.2. Realizar la instalación de elementos complementarios	41,3	48	47,3	46,8
4.2.1.	N	4.2.1. Instalar las tuberías de entrada y salida	1,0	2	5,0	2,3
4.2.2.	O	4.2.2. Instalar las válvulas de presión y H2S	1,0	2	5,0	2,3
4.2.3.	P	4.2.3. Instalar el tanque de almacenamiento biogás	1,0	2	5,0	2,3
4.2.4.	Q	4.2.4. Instalar la turbina de conversión de energía	1,0	2	5,0	2,3
4.2.5.	R	4.2.5. Instalar el punto de acopio de fertilizante	1,0	2	5,0	2,3
4.2.6.	S	4.2.6. Instalar la red de distribución biogás	3,0	5	8,0	5,2
4.2.7.	T	4.2.7. Instalar la red de distribución de energía eléctrica	30,3	33	36,3	33,1
4.3.		4.3. Programar y realizar la prueba de funcionamiento	29,0	36	35,0	34,7
4.3.1.	U	4.3.1. Comprobar la red de distribución de gas	4,0	7	10,0	7,0
4.3.2.	V	4.3.2. Comprobar la red de distribución eléctrica	2,0	5	8,0	5,0
4.3.3.	W	4.3.3. Comprobar la estabilidad estructural del sistema	17,0	20	23,0	20,0
4.3.4.	X	4.3.4. Realizar pruebas de la generación de fertilizante	1,0	2	5,0	2,3
4.3.5.	Y	4.3.5. Evaluar y consolidar los resultados finales	1,0	2	5,0	2,3
5.		5. Realizar la entrega Final Biodigestor	5,0	40	11,0	29,3
5.1.		5.1. Realizar la entrega oficial del biodigestor a la comunidad	5,0	40	11,0	29,3
5.1.1.	Z	5.1.1. Programar y realizar la capacitación final	1,0	2	5,0	2,3
5.1.2.	AA	5.1.2. Elaborar y entregar los manuales de usuario	1,0	2	5,0	2,3
5.1.3.	AB	5.1.3. Generar los informes de resultados del proyecto	0,0	3	6,0	3,0
5.1.4.	AC	5.1.4. Redactar y entregar el acta de entrega de producto	1,0	1	4,0	1,5

Fuente: Elaboración propia

C. Diagrama de red

A continuación, se presenta el diagrama de red plasmando las actividades planeadas con su respectiva estimación de la duración, se identifica de esta manera la ruta crítica del diagrama detectando así las actividades críticas del proyecto:

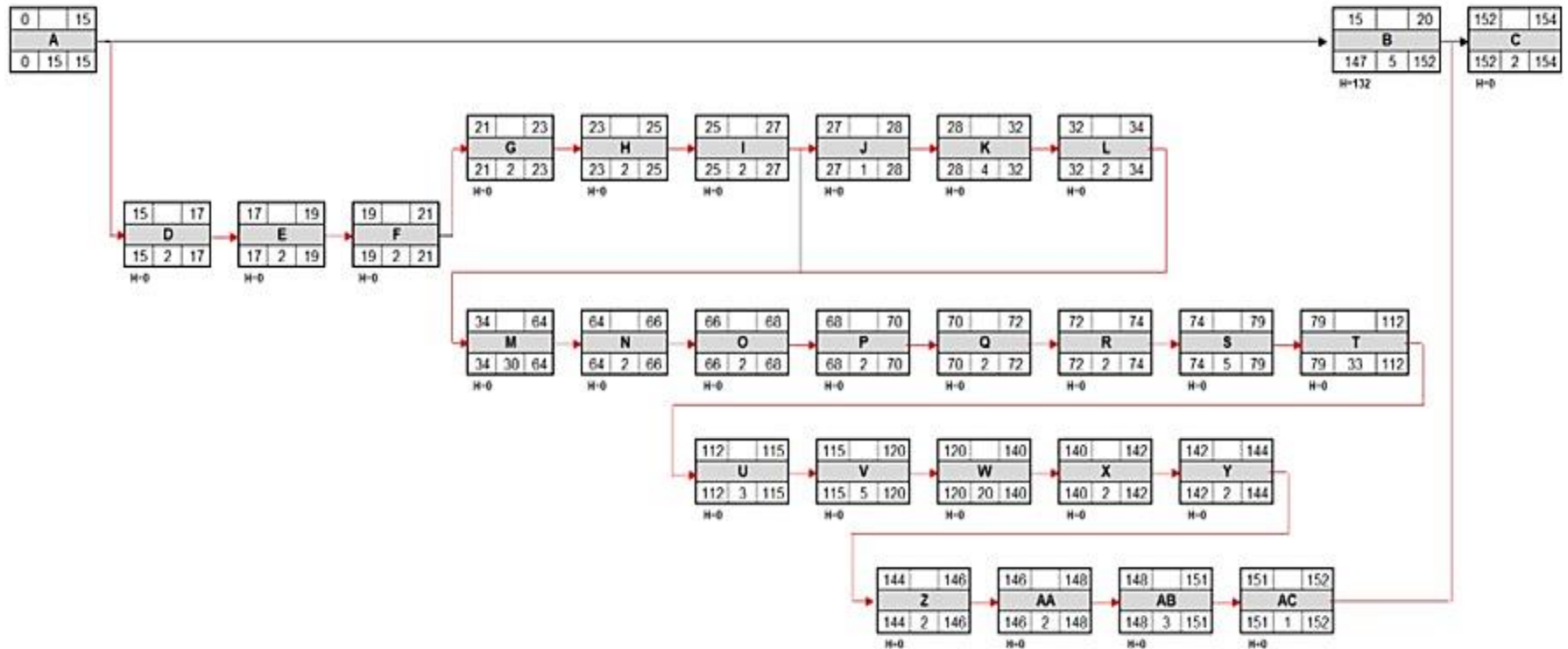


Figura 15. Diagrama de red del proyecto

Fuente: Elaboración propia

d. Línea base de cronograma

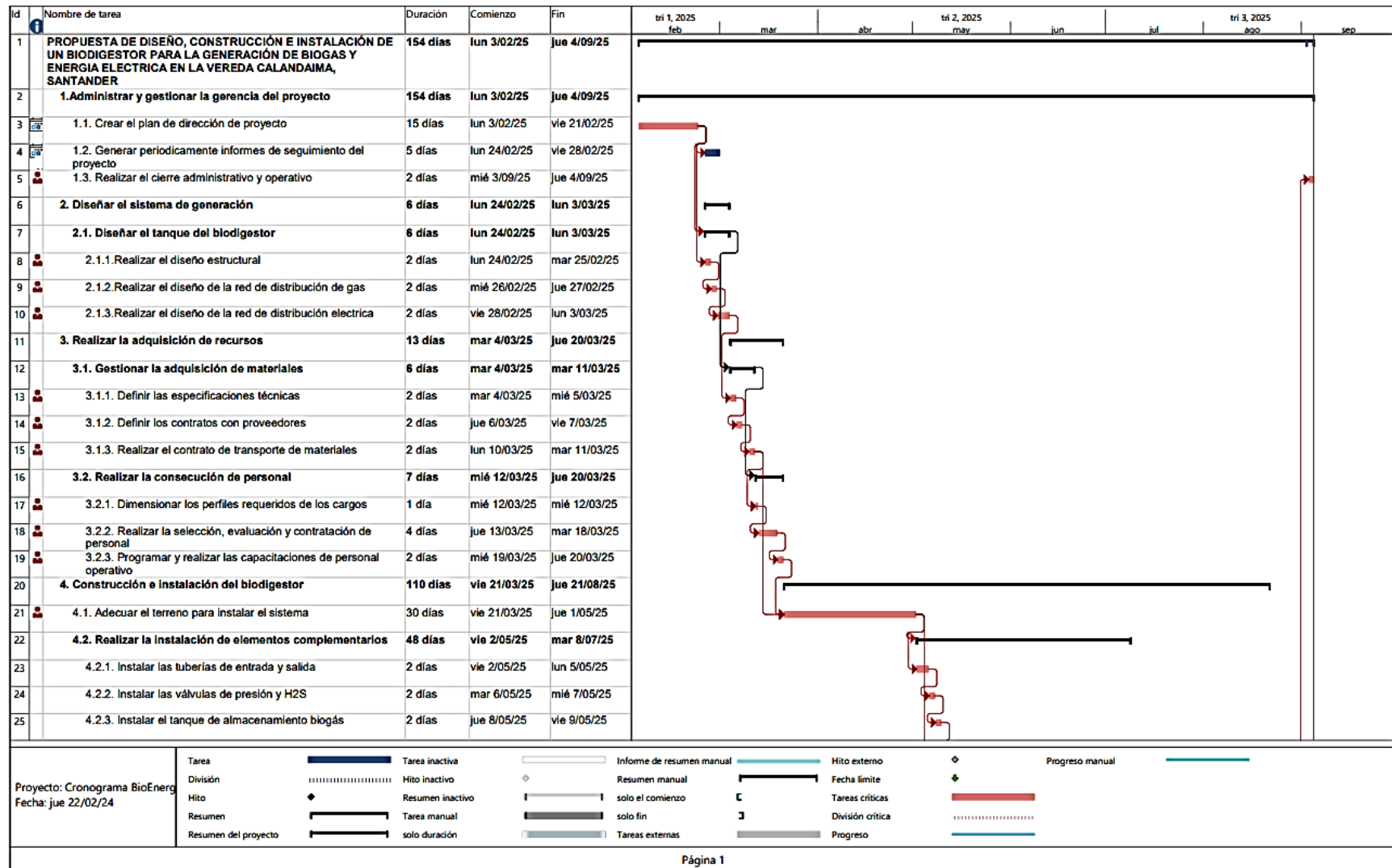


Figura 16.Línea base de cronograma

Fuente: Elaboración propia

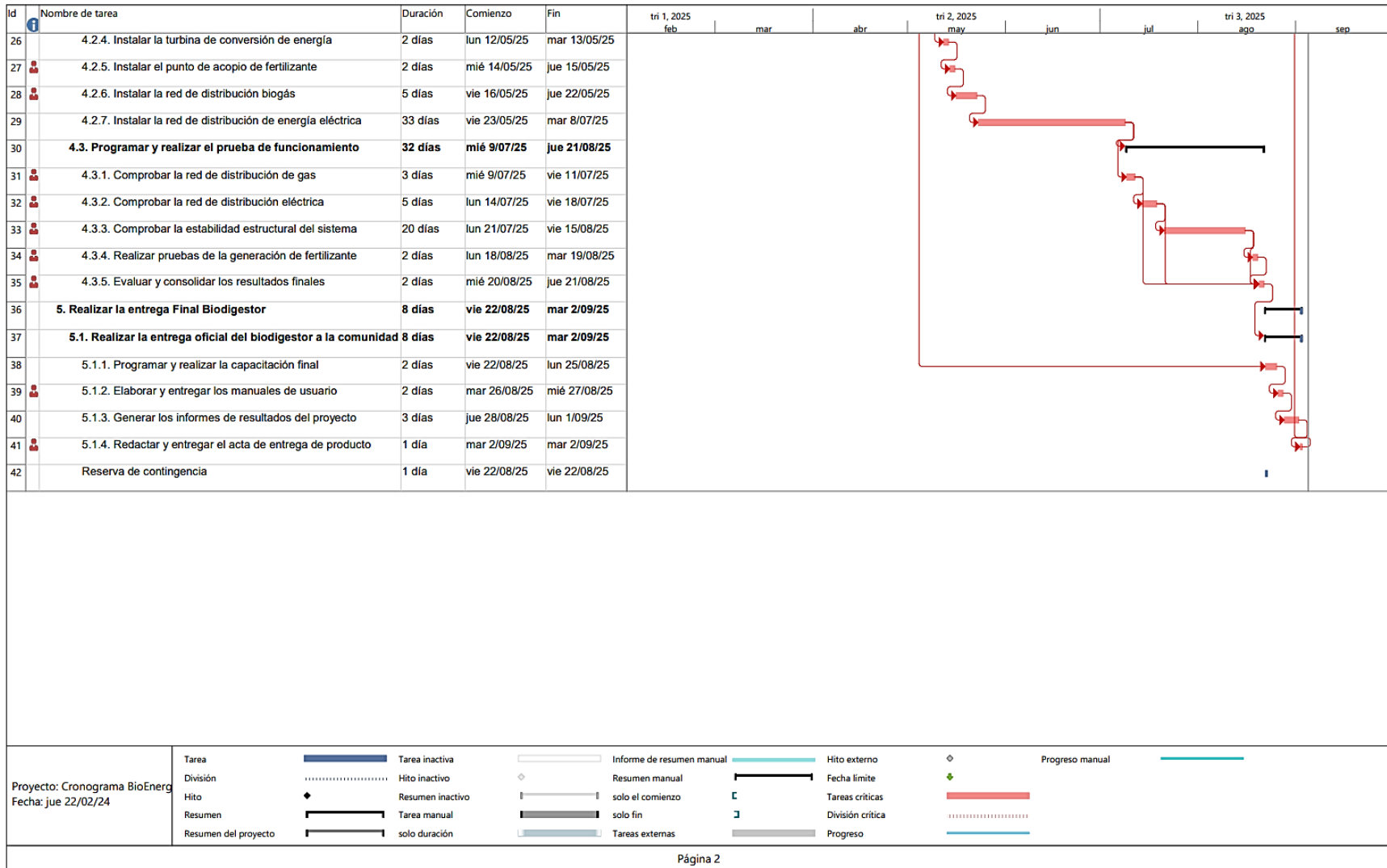


Figura 17.Línea base de cronograma

Fuente: Elaboración propia

e. Nivelación de recursos y uso de recursos

Con la programación de las actividades por medio de Ms Project 2016, se establece la duración en días del proyecto estimado con base en la EDT, se establecen las actividades predecesoras, asignación de recursos, y definición de duración de cada una de las actividades, se obtiene la siguiente programación:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE BIOGAS Y ENERGIA ELECTRICA EN LA VEREDA CALANDAIMA, SANTANDER	154 días	lun 3/02/25	jue 4/09/25
1.Administrar y gestionar la gerencia del proyecto	154 días	lun 3/02/25	jue 4/09/25
2. Diseñar el sistema de generación	6 días	lun 24/02/25	lun 3/03/25
3. Realizar la adquisición de recursos	13 días	mar 4/03/25	jue 20/03/25
4. Construcción e instalación del biodigestor	110 días	vie 21/03/25	jue 21/08/25
5. Realizar la entrega Final Biodigestor	8 días	vie 22/08/25	mar 2/09/25

Figura 18. Programación de Ms Project antes de nivelación

Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

Sin embargo, con la programación proyecta la siguiente sobreasignación de personal:

Nombre del recurso	Trabajo
Gerente General	148 horas
Director de proyecto	280 horas
Ingeniero Industrial	792 horas
Coordinador Operativo	720,8 horas
Coordinador Logistico	760,8 horas
Contador	168 horas
Abogado	128 horas
Administrador financiero	168 horas
Profesional RRHH	176 horas
Técnico Especialista en Gas	104,8 horas
Técnico Especialista Eléctrico	144,8 horas
Maestro de obra	480 horas

Figura 19. Sobreasignación de recursos

Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

Los cargos sobreasignados se presentan de la siguiente manera en el gráfico de recursos:

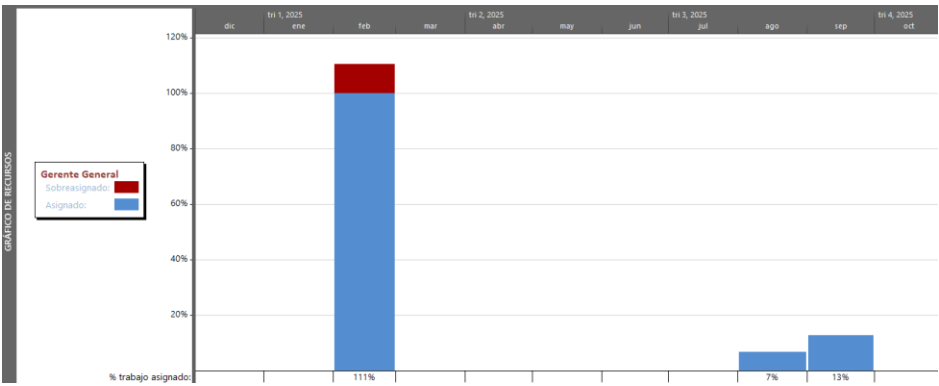


Figura 20. Gráfico de recursos sobreasignados Gerente General
Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

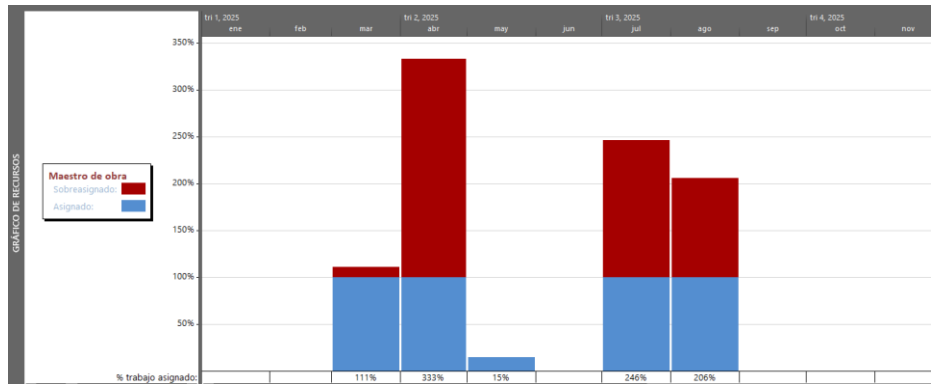


Figura 21. Gráfico de recursos sobreasignados Maestro de obra
Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

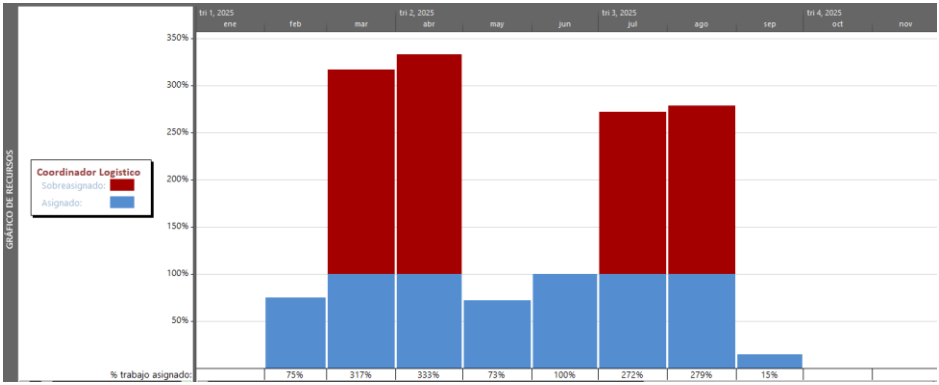


Figura 22. Gráfico de recursos sobreasignados Coordinador Logístico
Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

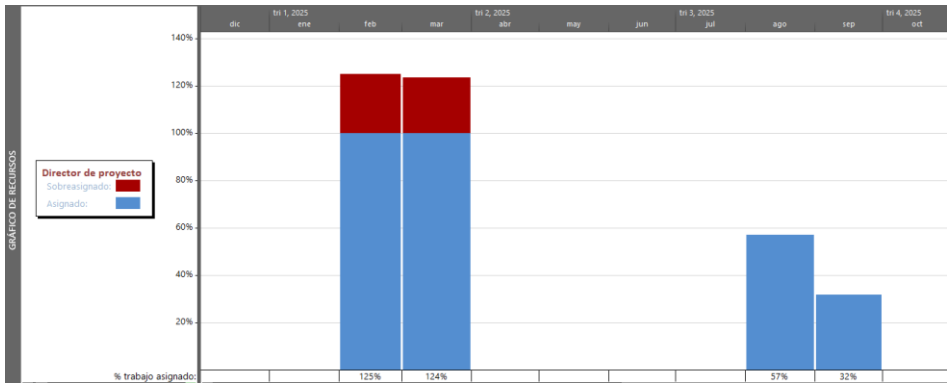


Figura 23. Gráfico de recursos sobreasignados Director de proyecto
Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

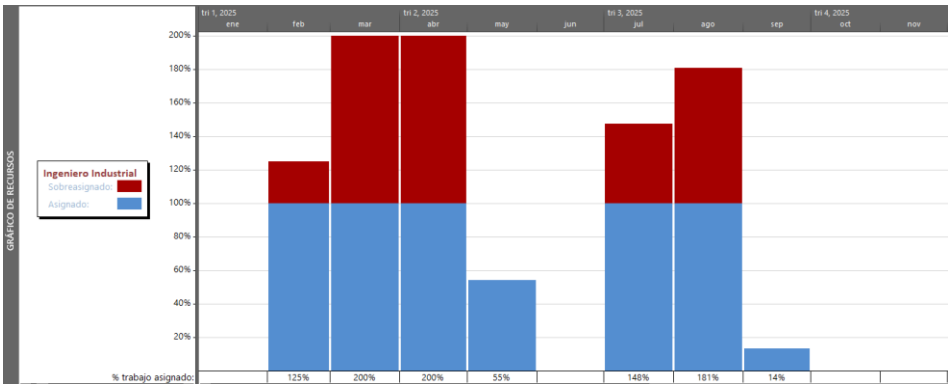


Figura 24. Gráfico de recursos sobreasignados Ingeniero Industrial
Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

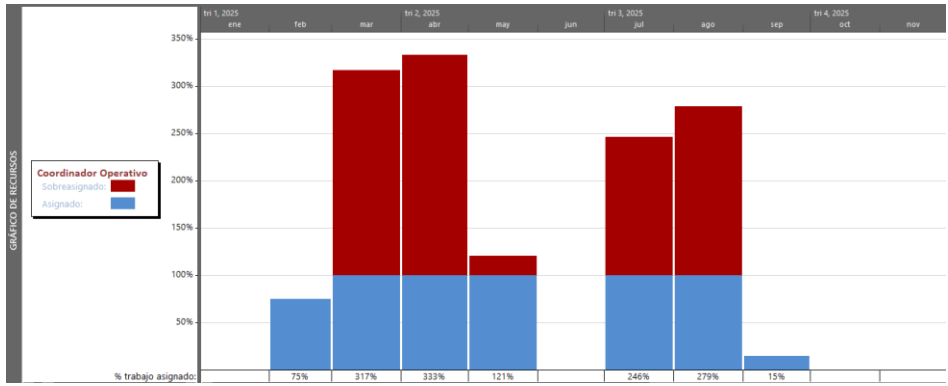


Figura 25. Gráfico de recursos sobreasignados Coordinador Operativo
Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

Los recursos mencionados anteriormente poseen una sobreasignación sobre las siguientes actividades:

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE BIOGÁS Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA VEREDA CALANDAIMA, SANTANDER	154 días	lun 3/02/25	jue 4/09/25
2	1. Administrar y gestionar la gerencia del proyecto	154 días	lun 3/02/25	jue 4/09/25
3	1.1. Crear el plan de dirección de proyecto	15 días	lun 3/02/25	vie 21/02/25
4	1.2. Generar periódicamente informes de seguimiento del proyecto	5 días	lun 24/02/25	vie 28/02/25
5	1.3. Realizar el cierre administrativo y operativo	2 días	mié 3/09/25	jue 4/09/25
6	2. Diseñar el sistema de generación	6 días	lun 24/02/25	lun 3/03/25
7	2.1. Diseñar el tanque del biodigestor	6 días	lun 24/02/25	lun 3/03/25
8	2.1.1. Realizar el diseño estructural	2 días	lun 24/02/25	mar 25/02/25
9	2.1.2. Realizar el diseño de la red de distribución de gas	2 días	mié 26/02/25	jue 27/02/25
10	2.1.3. Realizar el diseño de la red de distribución eléctrica	2 días	vie 28/02/25	lun 3/03/25
11	3. Realizar la adquisición de recursos	13 días	mar 4/03/25	jue 20/03/25
12	3.1. Gestionar la adquisición de materiales	6 días	mar 4/03/25	mar 11/03/25
13	3.1.1. Definir las especificaciones técnicas	2 días	mar 4/03/25	mié 5/03/25
14	3.1.2. Definir los contratos con proveedores	2 días	jue 6/03/25	vie 7/03/25
15	3.1.3. Realizar el contrato de transporte de materiales	2 días	lun 10/03/25	mar 11/03/25
16	3.2. Realizar la consecución de personal	7 días	mié 12/03/25	jue 20/03/25
17	3.2.1. Dimensionar los perfiles requeridos de los cargos	1 día	mié 12/03/25	mié 12/03/25
18	3.2.2. Realizar la selección, evaluación y contratación de personal	4 días	jue 13/03/25	mar 18/03/25
19	3.2.3. Programar y realizar las capacitaciones de personal operativo	2 días	mié 19/03/25	jue 20/03/25
20	4. Construcción e instalación del biodigestor	110 días	vie 21/03/25	jue 21/08/25
21	4.1. Adecuar el terreno para instalar el sistema	30 días	vie 21/03/25	jue 1/05/25
22	4.2. Realizar la instalación de elementos complementarios	48 días	vie 2/05/25	mar 8/07/25
23	4.2.1. Instalar las tuberías de entrada y salida	2 días	vie 2/05/25	lun 5/05/25
24	4.2.2. Instalar las válvulas de presión y H2S	2 días	mar 6/05/25	mié 7/05/25
25	4.2.3. Instalar el tanque de almacenamiento biogás	2 días	jue 8/05/25	vie 9/05/25
26	4.2.4. Instalar la turbina de conversión de energía	2 días	lun 12/05/25	mar 13/05/25
27	4.2.5. Instalar el punto de acopio de fertilizante	2 días	mié 14/05/25	jue 15/05/25
28	4.2.6. Instalar la red de distribución biogás	5 días	vie 16/05/25	jue 22/05/25
29	4.2.7. Instalar la red de distribución de energía eléctrica	33 días	vie 23/05/25	mar 8/07/25
30	4.3. Programar y realizar el prueba de funcionamiento	32 días	mié 9/07/25	jue 21/08/25
31	4.3.1. Comprobar la red de distribución de gas	3 días	mié 9/07/25	vie 11/07/25
32	4.3.2. Comprobar la red de distribución eléctrica	5 días	lun 14/07/25	vie 18/07/25
33	4.3.3. Comprobar la estabilidad estructural del sistema	20 días	lun 21/07/25	vie 15/08/25
34	4.3.4. Realizar pruebas de la generación de fertilizante	2 días	lun 18/08/25	mar 19/08/25
35	4.3.5. Evaluar y consolidar los resultados finales	2 días	mié 20/08/25	jue 21/08/25
36	5. Realizar la entrega Final Biodigestor	8 días	vie 22/08/25	mar 2/09/25
37	5.1. Realizar la entrega oficial del biodigestor a la comunidad	8 días	vie 22/08/25	mar 2/09/25
38	5.1.1. Programar y realizar la capacitación final	2 días	vie 22/08/25	lun 25/08/25
39	5.1.2. Elaborar y entregar los manuales de usuario	2 días	mar 26/08/25	mié 27/08/25
40	5.1.3. Generar los informes de resultados del proyecto	3 días	jue 28/08/25	lun 1/09/25
41	5.1.4. Redactar y entregar el acta de entrega de producto	1 día	mar 2/09/25	mar 2/09/25
42	Reserva de contingencia	1 día	vie 22/08/25	vie 22/08/25

Figura 26. Actividades con sobreasignación

Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

Para nivelar los recursos del proyecto que se encuentran con sobreasignación, se evalúan los riesgos y posibles afectaciones a la ejecución planeada del proyecto; inicialmente se ajustan la asignación de las actividades de carácter operativo, las cuales estaban directivos de alto nivel a cargo de estas, al realizar el análisis a profundidad, se determinó entregar la responsabilidad de estas al coordinador operativo y logístico ya

que los cargos directivos deben tener un rol de aprobadores y ser informados para la toma de decisiones.

Adicionalmente, mediante la revisión exhaustiva de las actividades predecesoras y las responsabilidades asignadas a cada actividad ejecutable del proyecto, tomando en cuenta factores como recursos y tiempos de ejecución y con el fin de nivelar cargas laborales, se determinó la entrega de la responsabilidad de actividades no críticas a los roles contratados en el outsourcing, teniendo en cuenta que el nivel de criticidad es bajo.

Por otra parte, actividades no críticas fueron reprogramadas para dar así holgura entre la asignación de recursos que se encontraban con carga de trabajo excesiva, de esta manera disminuye 2 días el cronograma.

Se evalúa la posibilidad de contratar recurso humano adicional, sin embargo, realizando la proyección, este excedería el presupuesto inicial del proyecto descartando esa opción por completo, sin embargo, con la estrategia de reasignación de tareas el presupuesto si incrementa controladamente manteniéndose dentro de lo presupuestado, sin afectar la reserva de contingencia ni reevaluar costos internos del proyecto, como resultado se obtiene que:

- El tiempo de ejecución del proyecto disminuye 6 días
- El costo del proyecto incrementa en \$ 6.423.357,77 sin embargo no se excede el presupuesto inicial aprobado.

Finalmente la nivelación de recursos visualizada en el cronograma se presenta de la siguiente manera:

 Nombre de tarea	Duració	Comienzo	Fin
▲ PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE BIOGAS Y ENERGIA ELECTRICA EN LA VEREDA CALANDAIMA, SANTANDER	148 días	lun 3/02/25	mié 27/08/25
▷ 1.Administrar y gestionar la gerencia del proyecto	148 días	lun 3/02/25	mié 27/08/25
▷ 2. Diseñar el sistema de generación	6 días	lun 24/02/25	lun 3/03/25
▷ 3. Realizar la adquisición de recursos	7 días	mar 4/03/25	mié 12/03/25
▷ 4. Construcción e instalación del biodigestor	114 días	jue 13/03/25	mar 19/08/25
▷ 5. Realizar la entrega Final Biodigestor	40 días	mar 1/07/25	lun 25/08/25

Figura 27. Cronograma de nivelación de recursos

Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

Por otra parte, los recursos ya no presentan sobreasignación de actividades dentro del nuevo cronograma:

	Nombre del recurso ▼	Trabajo ▼
	▷ Gerente General	84 horas
	▷ Director de proyecto	80 horas
	▷ Ingeniero Industrial	152 horas
	▷ Coordinador Operativo	223,2 horas
	▷ Coordinador Logistico	132 horas
	▷ Contador	136 horas
	▷ Abogado	160 horas
	▷ Administrador financiero	152 horas
	▷ Profesional RRHH	176 horas
	▷ Técnico Especialista en Gas	64,8 horas
	▷ Técnico Especialista Eléctrico	136,8 horas
	▷ Maestro de obra	124,8 horas

Figura 28. Estado de los recursos después de nivelación

Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

3.2.5. Gestión del costo

a. Plan de gestión de costos

Unidades de medida

Las unidades de medidas a utilizar en la estimación de los costos para la ejecución de proyecto y plasmados en el presupuesto general, son los siguiente:

Tabla 46. Unidades de medida

Unidad	Descripción
KW	Kilovatio
H	Hora
ML	Metro Lineal
M2	Metro Cuadrado
M3	Metro cubico
L	Litro
KG	Kilogramo
UN	Unidad
M	Metro

Fuente: Elaboración propia

Nivel de precisión

La técnica de redondeo para la estimación de costos será la usada en la ejecución del proyecto para tener un alto nivel de precisión, lo cual nos indica que los valores se ajustarán hacia arriba si son iguales o superiores a 0.50, y del mismo modo se ajustaran hacia abajo si están por debajo de este umbral de control.

Umbrales de control

Con el objetivo de asegurar la ejecución adecuada del proyecto, se ha establecido un punto de referencia para el monitoreo y control del presupuesto proyectado, permitiendo una variación máxima del 4% antes de que sea necesario implementar acciones correctivas. Esta medida busca garantizar que el proyecto se mantenga dentro de los límites financieros establecidos brindando la oportunidad de tomar medidas preventivas y correctivas en caso de que se supere dicho límite.

Técnica para controlar costos

Cada integrante del equipo del proyecto deberá asumir la responsabilidad de generar información pertinente de avance a lo largo de la ejecución del proyecto. Finalmente, corresponderá al Gerente de Proyectos recopilar, unificar y consolidar la información generada por los profesionales, manteniendo de esta forma un control efectivo sobre los costos del proyecto mediante la aplicación de la técnica de valor ganado la cual es una herramienta esencial para evaluar el rendimiento del proyecto, logrando monitorear constantemente el progreso financiero evaluando posibles decisiones o toma de medidas para asegurar que el proyecto permanezca dentro de los límites presupuestales de acuerdo a contrato. Con ello, facilitamos la detección a tiempo de posibles desviaciones en los costos producto de situaciones imprevistas. La aplicación de esta técnica genera una gestión financiera efectiva y aumenta las posibilidades de terminar el proyecto a cabalidad.

Esta técnica nos permitirá determinar lo siguiente:

$$\text{Variación del costo (CV)} = \text{EV} - \text{AC}$$

Dónde: EV = Valor ganado

AC= Costo real

$$\text{Índice de desempeño del costo (CPI)} = \text{EV} / \text{AC}$$

Dónde: EV=Valor ganado

AC=Costo real

Estimado del costo total del proyecto $EAC=BAC/CPI$

Dónde: BAC= Presupuesto total del proyecto

CPI= Índice de desempeño del costo

Estimación del CPI a partir de la fecha $TCPI = (BAC-EV) / (BAC-AC)$

Dónde: BAC = presupuesto total del proyecto

EV = Valor ganado a costo del presupuesto

AC = Costo real

Estimado para completar $ETC = EAC - AC$

Dónde: EAC= Estimación a la conclusión

AC=Costo Real

Reportes o informes para generar

Los informes y reportes que se generarán durante la ejecución del proyecto para realizar seguimiento, control y monitoreo de los costos se deberán entregar y generar de manera periódica; entre ellos se encuentran:

- Informes semanales con porcentajes de avance ejecutados de acuerdo con planificación
- Reportes de hallazgos detectados para revisión y seguimiento
- Seguimiento semanal o mensual de los costos y tiempos asociados al proyecto
- Actas de reunión y seguimiento de alto nivel para gestión de costos
- Informes con estimaciones vs ejecución real.

Fuentes de financiación

La estructura de financiación del proyecto se establecerá por el siguiente plan: inicialmente, se proporcionará un adelanto del 50% del costo total del proyecto. Este adelanto será entregado por el representante de la comunidad, Rodolfo Jiménez, tras la firma del acta de inicio de actividades. Respecto al saldo restante, este será abonado en 4 cuotas mensuales, cada uno equivalente al 12.5% del costo total del proyecto. El primer pago se efectuará en el transcurso del segundo mes desde el inicio de las actividades del proyecto. Los pagos restantes se efectuarán mensualmente hasta la terminación estimada del proyecto. Eso se ha diseñado para asegurar una distribución equitativa de

los recursos financieros a lo largo del tiempo y para garantizar la entrega a satisfacción del cliente.

Establecimiento de reservas

El proyecto se encuentra en un rango medio de riesgo en el cual se tiene un porcentaje de contingencia de reservas alrededor de 10% del presupuesto total.

Para la estimación de costos del proyecto se utilizó como referencia el “Sistema de información de precios unitarios de referencia del IDU”, la publicación “ConstruData” y las diferentes cotizaciones aportadas por los proveedores, con ello se utilizó la técnica de APU (análisis de Precios Unitarios) para una evaluación adecuada y segura mediante un modelo matemático sencillo, el cual nos permite estimar el costo por unidad de medida, tomando en cuenta costo unitario, cantidad requerida, equipos, maquinaria y mano de obra.

b. Estimación de costos de las actividades

De acuerdo con la organización de las actividades programadas en Ms. Project, se detalla a continuación el costo por cada una de estas actividades desglosadas, después de la nivelación de recursos, considerando el valor total del proyecto con la reserva de contingencia descrita:

Tabla 47. Costos por actividad

ACTIVIDADES	COSTO
PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA GENERACIÓN DE BIOGAS Y ENERGIA ELECTRICA EN LA VEREDA CALANDAIMA, SANTANDER	\$ 142.898.129,21
1.Administrar y gestionar la gerencia del proyecto	\$ 49.914.990,00
1.1. Crear el plan de dirección de proyecto	\$ 45.675.290,00
1.2. Generar periódicamente informes de seguimiento del proyecto	\$ 3.067.850,00
1.3. Realizar el cierre administrativo y operativo	\$ 1.171.850,00
2. Diseñar el sistema de generación	\$ 3.063.000,00
2.1. Diseñar el tanque del biodigestor	\$ 3.063.000,00
2.1.1. Realizar el diseño estructural	\$ 1.021.000,00
2.1.2. Realizar el diseño de la red de distribución de gas	\$ 1.021.000,00
2.1.3. Realizar el diseño de la red de distribución eléctrica	\$ 1.021.000,00
3. Realizar la adquisición de recursos	\$ 7.134.558,00
3.1. Gestionar la adquisición de materiales	\$ 2.773.042,00
3.1.1. Definir las especificaciones técnicas	\$ 207.050,00
3.1.2. Definir los contratos con proveedores	\$ 1.198.026,00

3.1.3. Realizar el contrato de transporte de materiales	\$ 1.367.966,00
3.2. Realizar la consecución de personal	\$ 4.361.516,00
3.2.1. Dimensionar los perfiles requeridos de los cargos	\$ 2.853.688,00
3.2.2. Realizar la selección, evaluación y contratación de personal	\$ 982.602,00
3.2.3. Programar y realizar las capacitaciones de personal operativo	\$ 525.226,00
4. Construcción e instalación del biodigestor	\$ 68.463.737,04
4.1. Adecuar el terreno para instalar el sistema	\$ 8.961.491,50
4.2. Realizar la instalación de elementos complementarios	\$ 52.279.881,54
4.2.1. Instalar las tuberías de entrada y salida	\$ 15.605.241,00
4.2.2. Instalar las válvulas de presión y H2S	\$ 382.050,00
4.2.3. Instalar el tanque de almacenamiento biogás	\$ 2.288.788,54
4.2.4. Instalar la turbina de conversión de energía	\$ 612.066,50
4.2.5. Instalar el punto de acopio de fertilizante	\$ 282.366,00
4.2.6. Instalar la red de distribución biogás	\$ 15.253.069,50
4.2.7. Instalar la red de distribución de energía eléctrica	\$ 17.856.300,00
4.3. Programar y realizar la prueba de funcionamiento	\$ 7.222.364,00
4.3.1. Comprobar la red de distribución de gas	\$ 1.428.028,50
4.3.2. Comprobar la red de distribución eléctrica	\$ 2.006.428,50
4.3.3. Comprobar la estabilidad estructural del sistema	\$ 2.630.428,50
4.3.4. Realizar pruebas de la generación de fertilizante	\$ 158.428,50
4.3.5. Evaluar y consolidar los resultados finales	\$ 999.050,00
5. Realizar la entrega Final Biodigestor	\$ 2.890.400,00
5.1. Realizar la entrega oficial del biodigestor a la comunidad	\$ 2.890.400,00
5.1.1. Programar y realizar la capacitación final	\$ 795.050,00
5.1.2. Elaborar y entregar los manuales de usuario	\$ 207.050,00
5.1.3. Generar los informes de resultados del proyecto	\$ 1.323.850,00
5.1.4. Redactar y entregar el acta de entrega de producto	\$ 564.450,00

Fuente: Elaboración propia

c. Presupuesto del proyecto

El presupuesto definido para el proyecto se realizó teniendo en cuenta el desglose de entregables en la EDT, se tienen en cuenta los costos asociados a la parte administrativa del proyecto, el diseño, adquisición de recursos, contratación de personal, compra y transporte de materiales, recurso humano y cierre final de carácter operativo y técnico:

Tabla 48. Presupuesto del proyecto

RUBROS	COSTO
Entrega Final del sistema	\$ 800.000,00
Gastos Administrativos	\$ 12.602.000,00
Materiales, herramientas e insumos	\$ 51.303.237,04

Personal de planta	\$ 51.261.600,00
Personal Outsourcing	\$ 15.499.848,00
Reserva de contingencia	\$ 11.431.444,17
Total general	\$ 142.898.129,21

Fuente: Elaboración propia

d. Estructura de desagregación de costos CBS

A continuación, se detalla la estructura de desagregación de costos, en la cual se muestra el costo de cada entregable con sus respectivos paquetes de trabajo acorde a la EDT propuesta para el proyecto, facilitando la identificación de los costos detallados, en donde también se incluye el costo total de inversión.

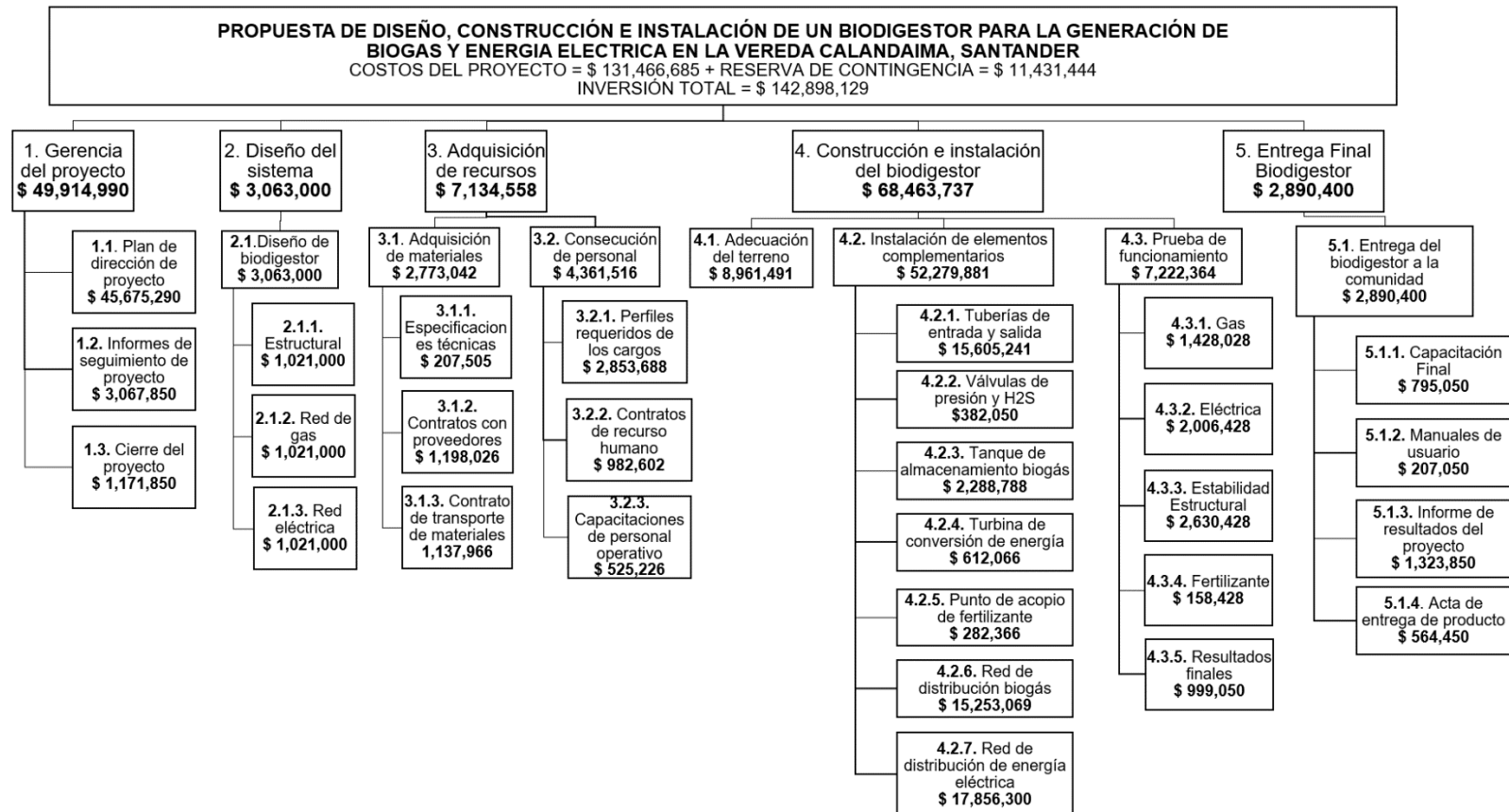


Figura 29. Estructura de desagregación de costos

Fuente: Elaboración propia

e. Línea base de costos con curva S

A continuación, se muestra la curva S, realizando una medición del progreso respecto a los costos y rendimiento del proyecto.

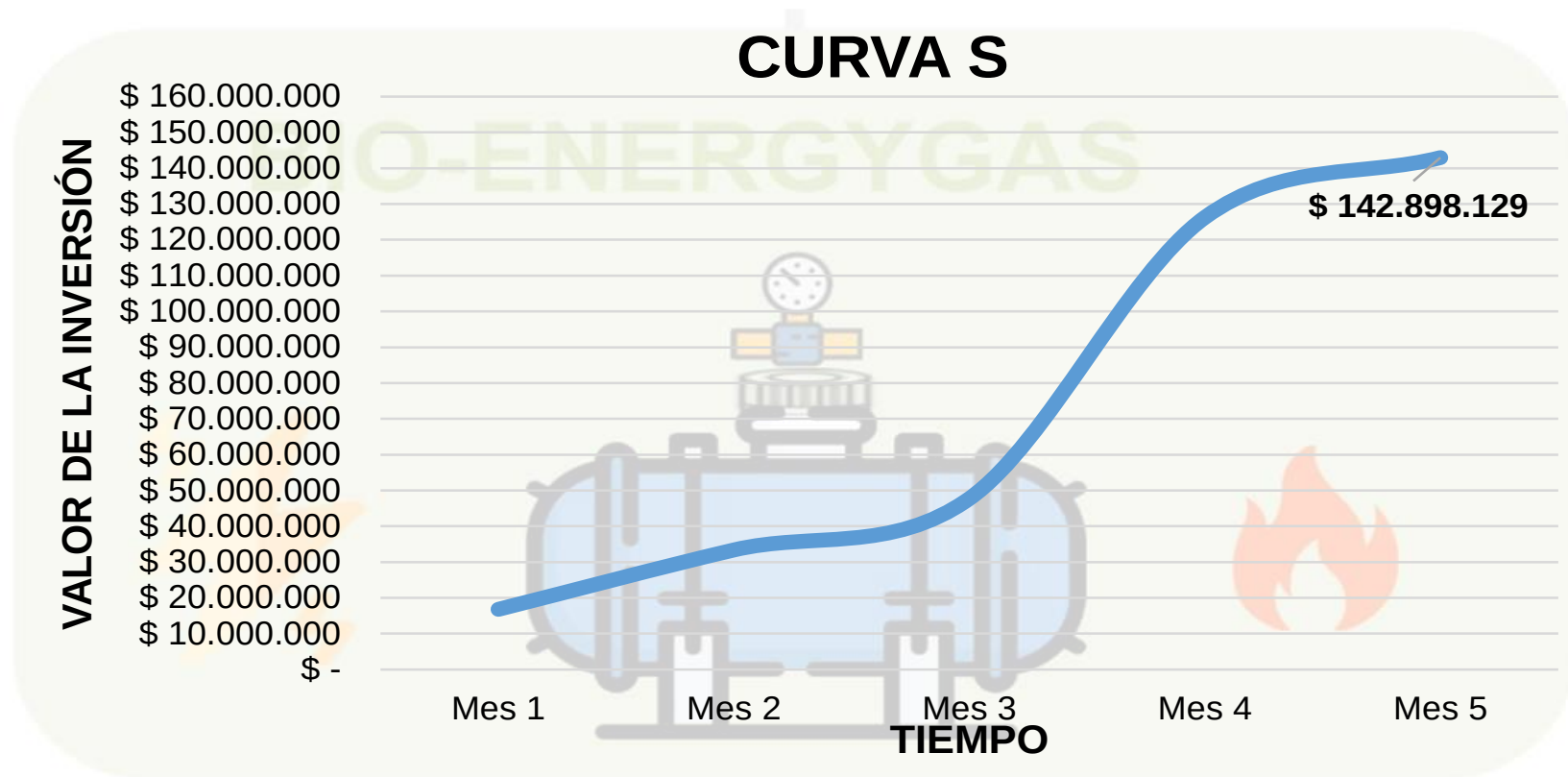


Figura 30. Curva S

Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Gestión de calidad

a. Plan de gestión de calidad

Objetivos de calidad del proyecto

- Generar como mínimo una potencia de energía de 3 KW/DIA por predio de forma constante conforme al inicio del funcionamiento del biodigestor
- Garantizar la recolección de mínimo 50 Kg diarios de desechos orgánico para la producción del biogás en la vereda.
- Garantizar un alto grado de satisfacción percibida por el usuario, de al menos 8/10, según las encuestas realizadas a las comunidades beneficiarias y otros interesados clave.
- Garantizar que el proyecto cumpla con el 100% de las regulaciones y permisos ambientales requeridos por las autoridades locales y estatales antes de la fecha de inicio de la operación.
- Mantener los costos del proyecto dentro del presupuesto asignado, con un margen de desviación no superior al 5% en cualquier partida de gastos.
- Cumplir con el tiempo establecido para la ejecución del proyecto, de acuerdo con lo definido contractualmente, con un margen de desviación no superior al 5%
- Realizar un mantenimiento preventivo programado cada 3 meses para garantizar el rendimiento óptimo del biodigestor y minimizar el tiempo de inactividad no planificado.
- Capacitar al menos al 90% de la comunidad en el uso y mantenimiento adecuado del biodigestor en los primeros 12 meses.
- Aumentar la aplicación de lodo de digestión en al menos 20 hectáreas de tierras de cultivo en las comunidades beneficiarias durante el primer año de operación del biodigestor.

Tabla 49. Indicadores de calidad

Factor de Calidad Relevante	Objetivo de Calidad	Indicador (Método de medición)	Fuente de Información	Meta	Frecuencia de Medición	Responsable de Medición y de Análisis
Desempeño del Proyecto	Cumplir con los costos presupuestados para la ejecución del proyecto	Índice rendimiento de costo (CPI)	Excel / Project Informes	CPI >= 0.95	Frecuencia: Mensual	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Cumplir con el tiempo establecido para la ejecución del proyecto	Índice rendimiento de cronograma (SPI)	Excel / Project Informes	SPI >= 0.95	Frecuencia: Mensual	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Cumplir con la generación mínima de potencia eléctrica por hogar	Indicador de cumplimiento de producción mínima (PM)	Informes de rendimiento Y producción	PM >= 3 KW/DIA	Mensual	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Garantizar la recolección mínima de 50 Kg diarios de materia orgánica	Indicador de cumplimiento de recolección de materia orgánica (RM)	Informes de rendimiento y producción; Bitácora	RM >= 50KG /DIA	Diario	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Garantizar un alto grado de satisfacción percibida por el usuario	Indicador de satisfacción del usuario (SU)	Encuestas de satisfacción	SU >= 80%	Mensual	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Garantiza el cumplimiento normativo y legal del proyecto	Indicador de cumplimiento normativo (CN)	Normatividad legal, técnica, ambiental aplicable	CN=100%	Única vez	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Garantizar un mantenimiento trimestral para detallar el rendimiento óptimo	Indicador de mantenimiento trimestral (MT)	Manual de usuario	MT=100%	Trimestral	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Garantizar la capacitación al menos el 90% de la comunidad usuaria (CC)	Indicador de capacitación a la comunidad	Manual de usuario	CC >= 90% población	Única vez	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto
Desempeño del Proyecto	Garantizar el uso de lodo de digestión en al menos 20 hectáreas de tierras de cultivo	Indicador de uso de lodo de digestión (UL)	Informe de rendimiento y producción	UL >= 20 Ha	Anual	Gerente de proyectos / Equipo del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Roles y responsabilidades

Tabla 50. Roles y responsabilidades de calidad

Cargo	Responsabilidad	Frecuencia
Ingeniero Industrial	Es el encargado de analizar la información generada por los formatos de inspección, de esta forma analizar posibles desviaciones del proyecto, realizando un análisis causa-raíz para posterior implementar un plan de acción que de forma preventiva se logre con el éxito de las actividades realizadas con la mayor calidad cumpliendo estándares y normativa vigente	Quincenal
Coordinador Operativo	Es el encargado de realizar las inspecciones a las actividades realizadas según el formato de inspecciones declarado en el proyecto.	Semanal
Técnico Especialista Gas	Realizar las actividades asociadas a la instalación del sistema de gas del biodigestor con el cumplimiento de la norma CREG-030	Diario
Técnico Especialista Eléctrico	Realizar las actividades asociadas a la instalación del sistema eléctrico del biodigestor con el cumplimiento de la norma NTC-2050, RETIE y normas de la comercializadora del departamento	Diario
Maestro de obra	Realizar las actividades asociadas a la instalación de la mampostería y parte civil del biodigestor con el cumplimiento de la normativa vigente colombiana	Diario

Fuente: Elaboración propia

Formatos de inspección

A continuación se presenta el formato para realizar la inspección de calidad del sistema garantizando su funcionamiento y seguridad:

Véase Anexo 10. Formato de inspección de calidad

Formatos de auditoría

A continuación se presenta el formato para llevar a cabo la auditoria durante la ejecución del proyecto, garantizando así la gestión de la calidad del sistema a implementar:

Véase Anexo 11. Formato de auditoría de calidad

Herramientas de control de calidad, listas de verificación de entregables (producto/servicio).

A través del siguiente formato se realizará la verificación de cumplimiento para los criterios de aceptación de las etapas de construcción del biodigestor, de esta manera se garantizará la adecuada ejecución y funcionamiento adecuado del sistema:

Véase Anexo 12. Formato de lista de verificación de calidad

3.2.7. Gestión de recursos

a. Plan de gestión de recursos

Identificación y adquisición de recursos

El proyecto planteado se centra en la implementación de biodigestores para la generación de biogás a partir de desechos orgánicos producidos por poblaciones de zonas rurales de Colombia, donde el acceso a los servicios públicos básicos es bastante limitado, el objetivo es que a partir de los desechos de animales como vacas, cerdos y/o caballos u otros animales se realice recolección en una zona de acopio, la cual llevará a la consolidación de esta materia orgánica, donde por medio del biodigestor se realiza una actividad anaeróbica la cual crea biogás por medio de la generación de bacterias, este producto puede ser usado como gas natural para actividades de cocina o actividades comunes del hogar, a su vez a través de un conversor de energía se puede proveer el servicio de energía eléctrica de manera natural y completamente gratuita.

Se pretende realizar una implementación inicial en la vereda Calandaima en el departamento de Santander, donde la principal problemática es la falencia de energía eléctrica por condiciones climatológicas, se presentan frecuentemente fuertes lluvias provocando que la calidad del servicio sea intermitente, adicionalmente en la actualidad se utilizan pipetas de gas, donde se expone la seguridad e integridad de la comunidad, además de generar costos elevados en la compra y transporte de los cilindros.

La comunidad realiza actividades de ganadería, siendo una ventaja para la utilización e implementación del biodigestor. Es necesario realizar la gestión adecuada de los recursos ya que la zona a la que se desea llegar es retirada de la zona urbana, además se debe realizar una planeación estratégica del diseño y dimensiones adecuadas del tanque para el biodigestor, realizar la correcta planificación de recursos antes de la implementación evitaría costos adicionales y elevados para el proyecto, es de recalcar que el proyecto tiene un enfoque social por lo que es necesario realizar la mayor optimización de recursos para minimizar costos y sobreutilización de los mismo. Adicionalmente, los recursos físicos y humanos serán específicos para el tipo de implementación a realizar, y no constantes, lo cual hace que se deba realizar una correcta distribución y asignación, conociendo las dimensiones y esfuerzos necesarios.

A continuación, se desglosan todos los recursos necesarios para la ejecución del proyecto clasificados por entregable identificado, identificando la unidad y la cantidad de este.

De acuerdo con los recursos necesarios para la gerencia del proyecto y la adquisición de recursos, se menciona el transporte necesario para el personal administrativo y operativo para visitas propias de sus actividades a proveedores, a la vereda, entre otros. Adicionalmente se tienen en cuenta los gastos administrativos los cuales son transversales a toda la ejecución del proyecto, entre ellos se encuentran los gastos de servicios públicos de la oficina, elementos de papelería, utensilios de aseo y cafetería, equipos de cómputo y demás. Por otra parte, el recurso humano requerido en esta etapa se clasifica en outsourcing que se encargara de adquirir el personal para tercerizar la gestión y contratistas por prestación de servicios los cuales apoyarán la ejecución del proyecto, se determina esta adquisición de personal a causa de la duración estimada.

Tabla 51. Recursos Gerencia de Proyectos

GERENCIA DE PROYECTOS / ADQUISICIÓN DE RECURSOS			
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
1	Transporte	und	150
2	Gastos administrativos	N/A	Varios
3	Arriendo oficina	und	1
4	Outsourcing Contable & Financiero	und	4
5	Contratistas P. S	und	4

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los recursos necesarios para el diseño del sistema, se tiene presupuestado la adquisición bajo contratación de outsourcing un dibujante certificado en proyectos de construcción, el cual en colaboración con el equipo del proyecto será el encargado de realizar la planimetría o planos necesarios para la construcción del biodigestor acorde a especificaciones, dimensiones, requerimientos técnicos y normativos; para ello será necesario el uso de la herramienta tecnológica AUTOCAD 2020 para 2D y REVIT 2020 para 3D; aunado a ello los requerimientos técnicos serán evaluados bajo la NSR-20 (Norma Sismo Resistente).

Tabla 52. Recursos Diseño del sistema

DISEÑO DEL SISTEMA			
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
1	Planimetría	und	1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los recursos necesarios para construcción e instalación del biodigestor, se detallan los elementos para realizar la obra civil como lo son el cemento, agregados pétreos, geomalla, malla de cerramiento; Los elementos para la instalación del biodigestor como lo son la bolsa plástica, el tanque de almacenamiento, el acopio de fertilizante, tuberías de entrada y salida; los elementos de la infraestructura eléctrica como lo son el conversor Inversor Dc 12v, Cable Eléctrico Encauchado, Turbina generadora de energía, Tablero de transferencia, Breaker monofásico; Los elementos de la infraestructura de distribución de gas como lo son la Válvula de seguridad de presión, Llave de paso, Tubería Cobre, Válvula de H₂S; Adicionalmente se detalla el transporte de todos los materiales provenientes de los diferentes proveedores y los viajes de los profesionales para realizar supervisión y control a la obra; Finalmente se requiere realizar capacitaciones a la comunidad con la finalidad de entender el funcionamiento del sistema.

Tabla 53. Recursos de construcción e instalación del biodigestor

CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR			
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
1	Plástico de bolsa biodigestor	m2	30
2	Válvula de seguridad de presión	und	1
3	Válvula de H ₂ S	und	1
4	Tanque de almacenamiento de biogás	und	1
5	Llave de paso	und	8
6	Tubería PCV	m	4
7	Tubería Cobre	m	1383
8	Turbina generadora de energía	m	1
9	Malla de cerramiento	m2	1
10	Geomalla	und	1
11	Acopio de fertilizante	und	1
12	Cemento x 50 kilos	und	10
13	agregado pétreo	m3	5
14	Herramienta menor	und	1
16	Capacitaciones	und	2

17	adecuación de terreno	und	1
18	Topografía	und	1
19	Transporte de materiales	und	4
20	Placa de cimentación	und	1
21	Viajes	und	6
22	Tablero de transferencia de uso residencial	und	6
23	Contactador de corriente alterna	und	12
24	Breaker monofásico de 50 A	und	18
25	Tubo Metálico IMC Conduit Galvanizado De 3-4 Pulgadas X 3 Metros Con Unión	m	12
26	Tablero Monofásico Para Breaker Enchufable 6 Circuitos Al-Cu100A - AL-CU	und	1
27	Cable Eléctrico Encauchado 2x10 Awg Negro	m	1000
28	Conversor Inversor Dc 12v A Ac 110v De 1500w Portátil	und	6
29	Varilla Coperwell Puesta Tierra Cobre 95% 2.40 Mts 1/2	m	7
30	Conector Bronce Para Varilla Copperweld Polo A Tierra X 1pc	und	7
31	Tubo Conduit Emt ½ Galvanizado 3 Metros	m	6

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los recursos necesarios para la entrega final del biodigestor se prevé adquirir un coordinador logístico en conjunto con el equipo del proyecto para realizar un evento final de entrega, en el cual participarán alcaldía, comunidad y equipo de proyecto; Con ello realizar la entrega de manuales de funcionamiento realizados por el equipo y avalados por el gerente general de la empresa y demás informes relacionados para entendimiento, mantenimiento y cuidado del biodigestor. Finalmente realizar una capacitación final donde se detalle todo el proceso para facilitar la utilización por parte de la comunidad beneficiada con el proyecto.

Tabla 54. Recursos de entrega final del biodigestor

ENTREGA FINAL DEL BIODIGESTOR			
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
1	Capacitación final (incluye publicidad)	und	1
2	Evento de entrega	und	1

Fuente: Elaboración propia

Resource breakdown structure (RBS)

A continuación, se presenta el desglose de los recursos humanos y tecnológicos clasificado por etapas de ejecución del proyecto de acuerdo con la necesidad de cada una de las actividades proyectadas:

Etapa 1: Diseños del sistema:

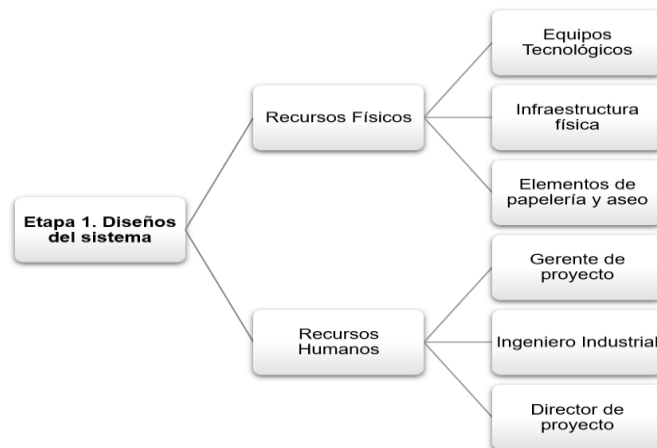


Figura 31.RBS Etapa 1

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2: Consecución de personal – adquisición de recursos e instalación del sistema:

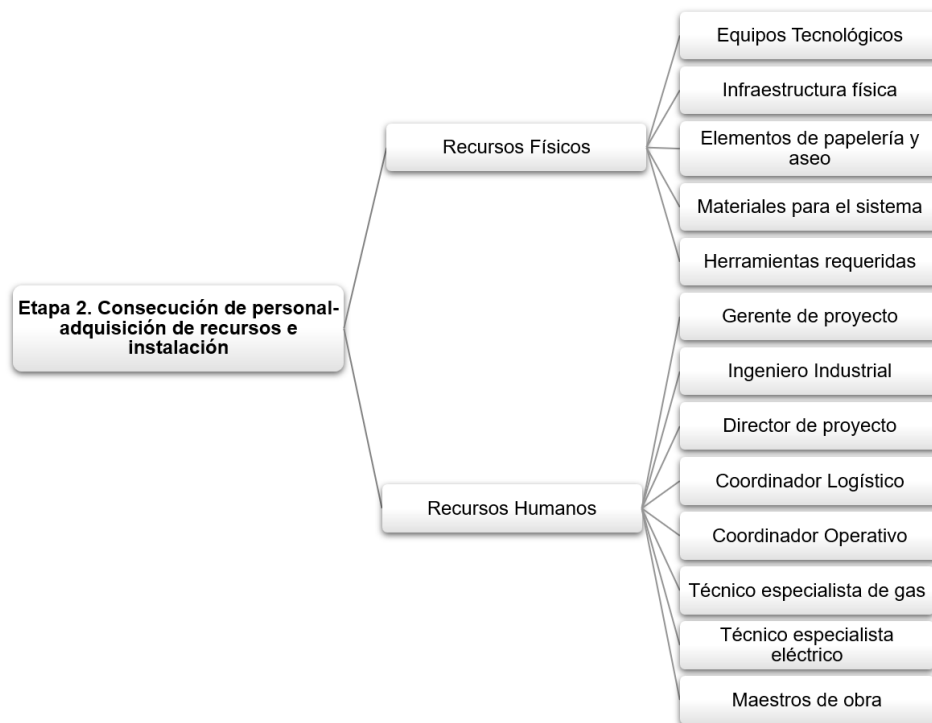


Figura 32. RBS Etapa 2

Fuente: Elaboración propia

Etapa 3: Entrega Final del sistema:

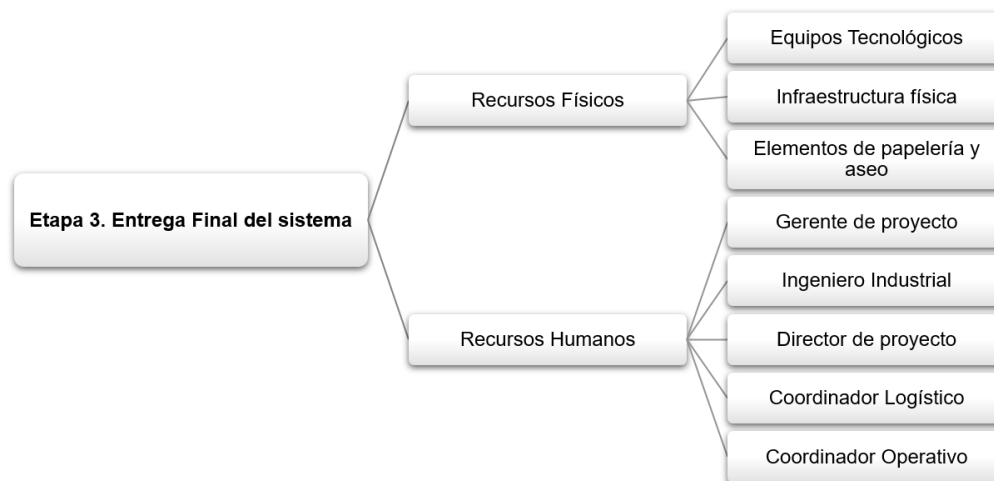


Figura 33. RBS Etapa 3

Fuente: Elaboración propia

Definición de roles, responsabilidades y competencias del equipo

A continuación, se muestra el análisis realizado para la asignación de roles, responsabilidades y competencias del equipo de proyecto, evaluando los perfiles requeridos para la adecuada supervisión y ejecución de este:

Véase Anexo 13. Roles, responsabilidades y competencias del equipo

Organigrama del proyecto

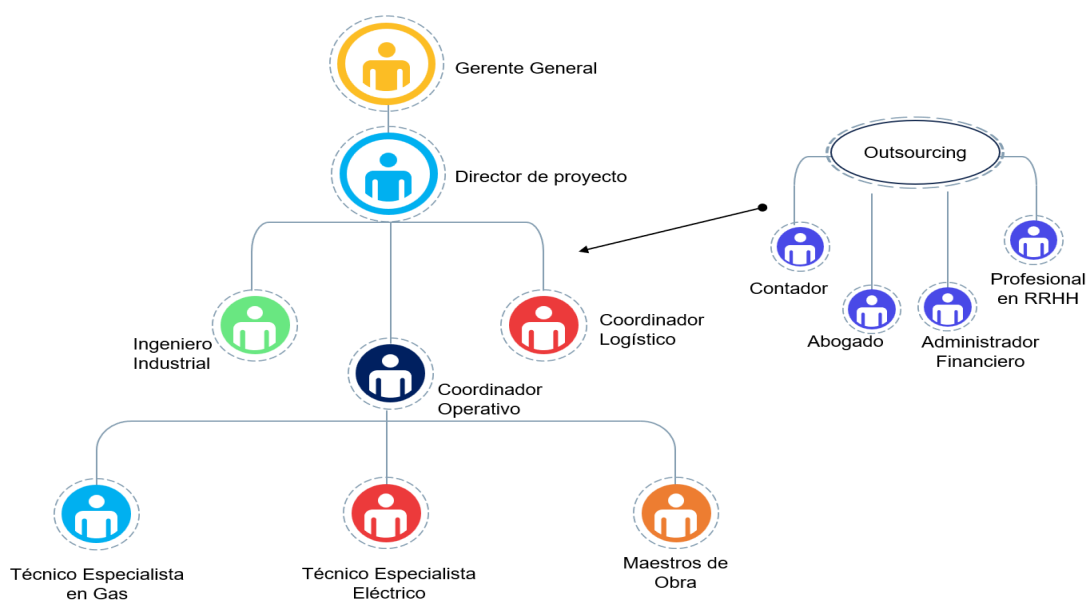


Figura 34. Organigrama

Fuente: Elaboración propia

Matriz de asignación de responsabilidades (RACI) a nivel de paquete de trabajo

A continuación, se muestra el análisis realizado mediante la matriz de asignación RACI, donde se encuentra plasmado por cada paquete de trabajo la jerarquización establecida como lo es: responsable, aprobador, consultado o informado para cada integrante del proyecto, dejando la salvedad que solo se tiene en cuenta a los encargados de alto nivel

Véase Anexo 14. Matriz de asignación de responsabilidades RACI

Histograma y horario de recursos

Se presenta el histograma de los recursos humanos asignados al proyecto teniendo en cuenta su participación en horas dentro de la ejecución del proyecto en las diferentes etapas de desarrollo de la implementación:

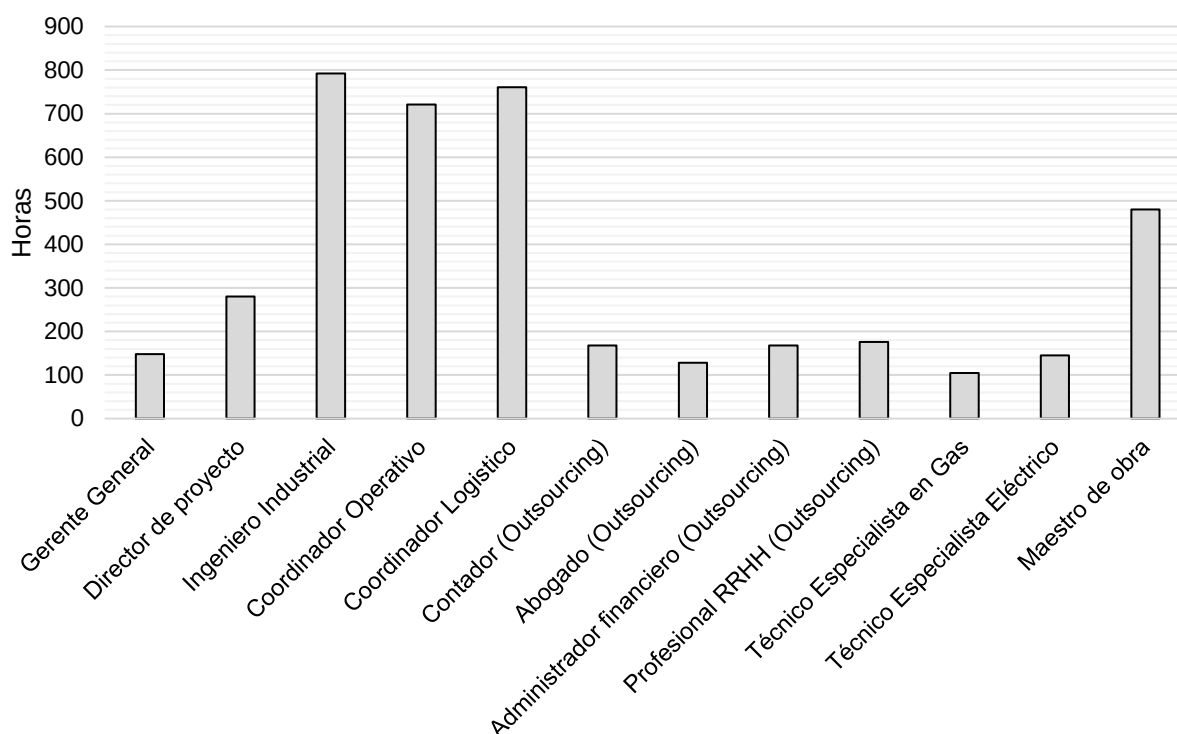


Figura 35. Histograma de recursos

Fuente: Elaboración propia

El horario laboral está comprendido de lunes a viernes de 08:00 a.m. a 05:00 p.m., sin embargo, los días de viaje para el transporte de materiales y de traslado de personal se tendrán que coordinar con la gerencia del proyecto dependiendo su disponibilidad y el

acceso a la vereda, adicionalmente los alquileres de maquinaria y demás herramientas para llevar a cabo de manera exitosa y cumplir así el cronograma esperado del proyecto.

Mediante las siguientes figuras se representa la asignación del recurso humano en relación con el tiempo de ejecución del proyecto:

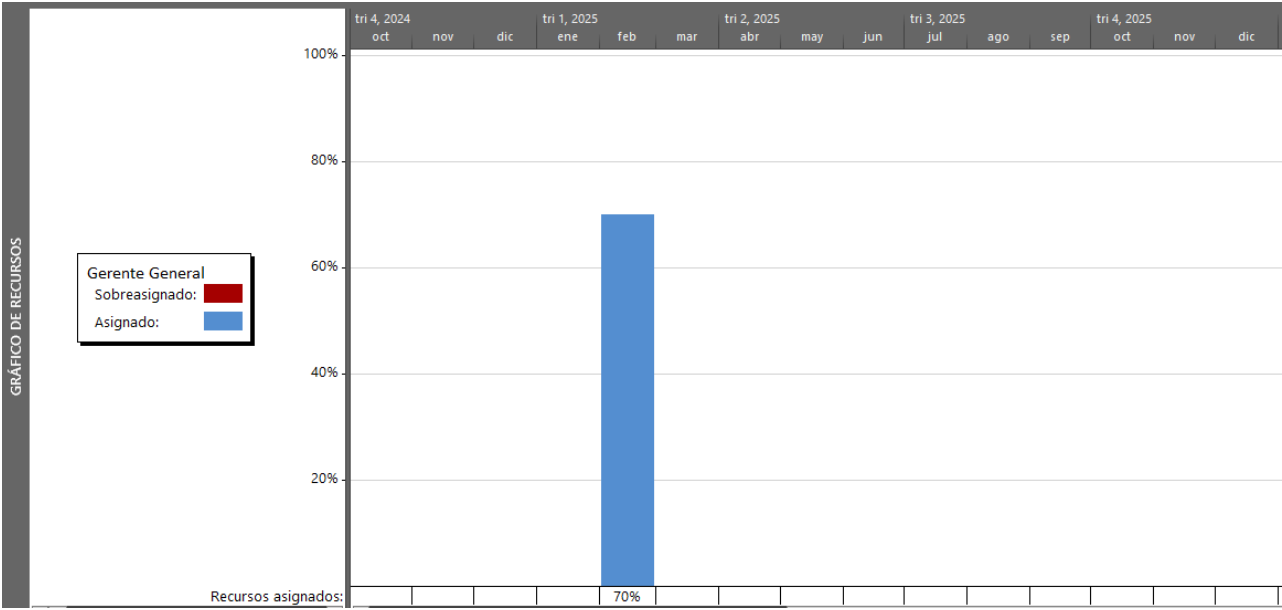


Figura 36. Asignación gerente de proyecto

Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

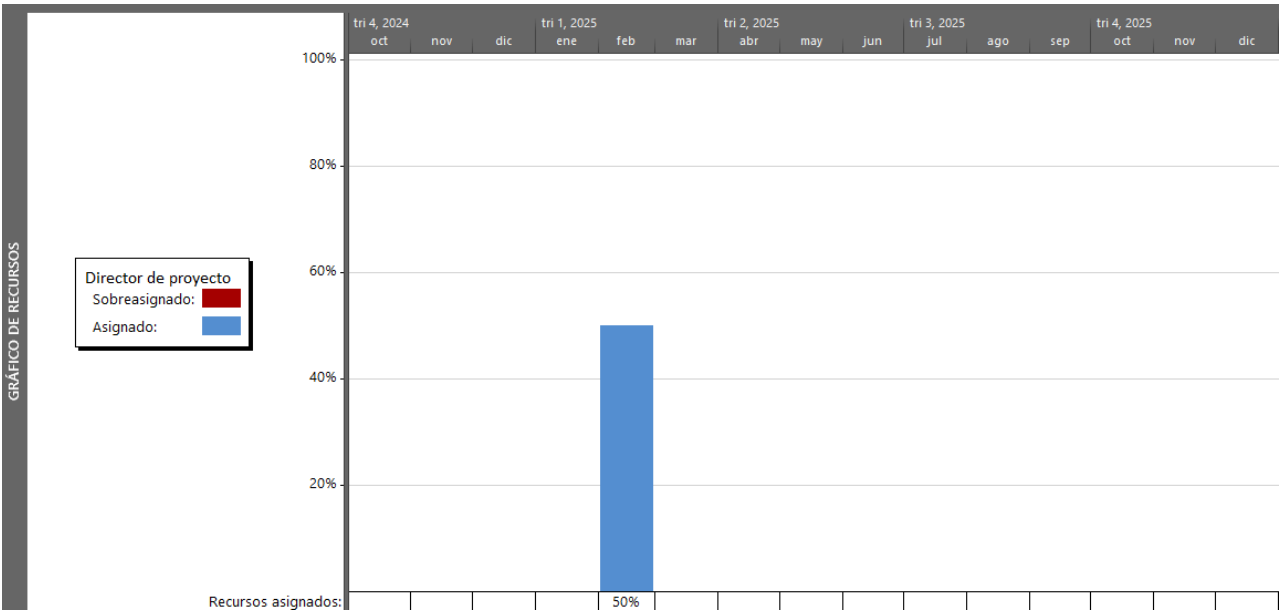


Figura 37. Asignación Director de proyecto

Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

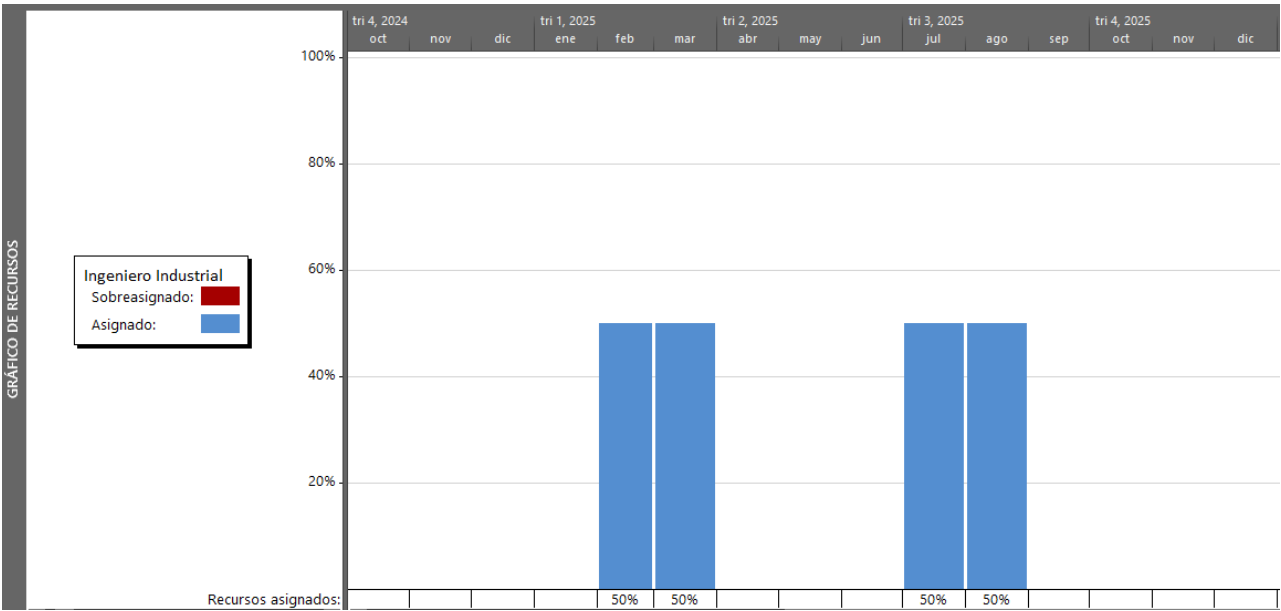


Figura 38. Asignación Ingeniero Industrial
Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

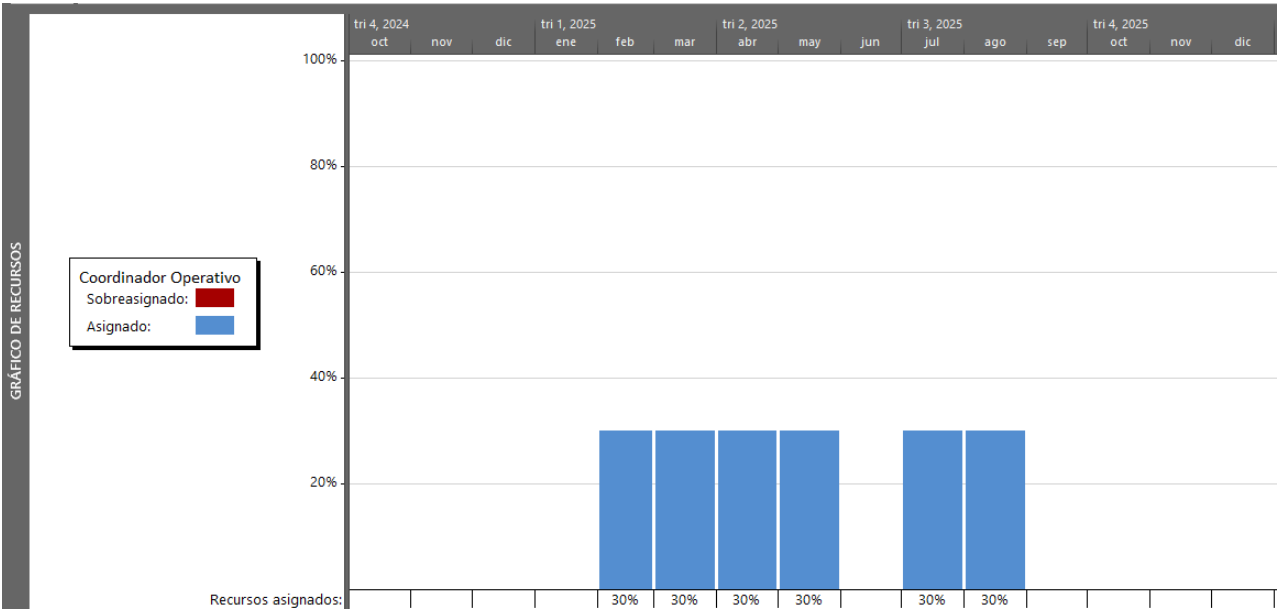


Figura 39. Asignación Coordinador Operativo
Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

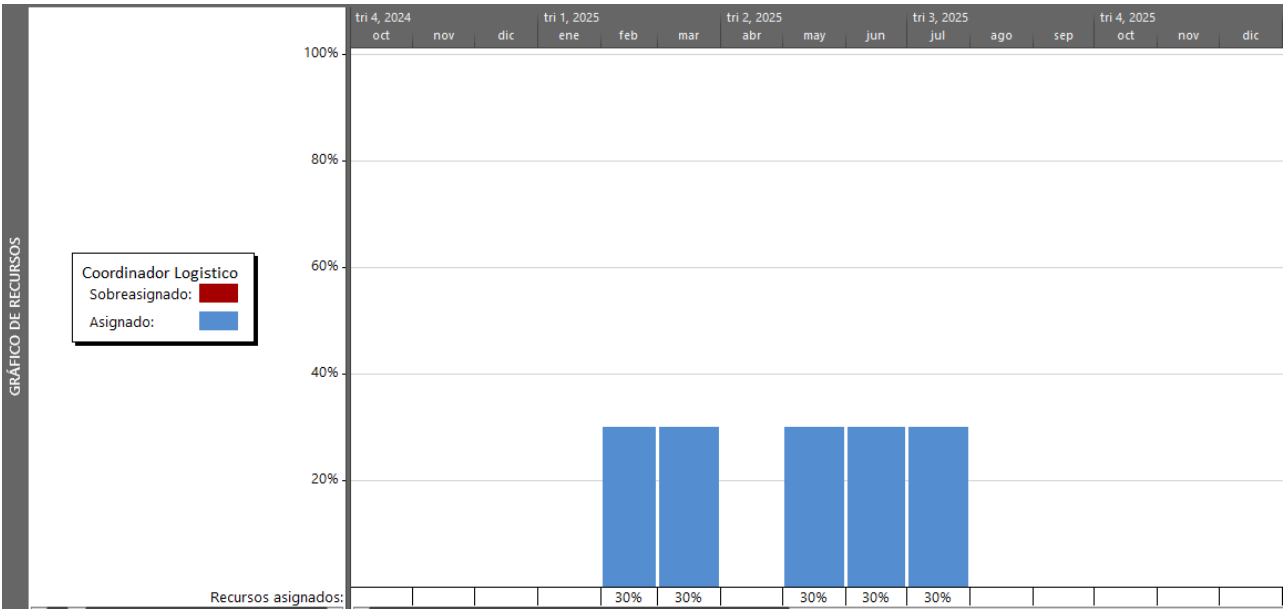


Figura 40. Asignación Coordinador Logístico

Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

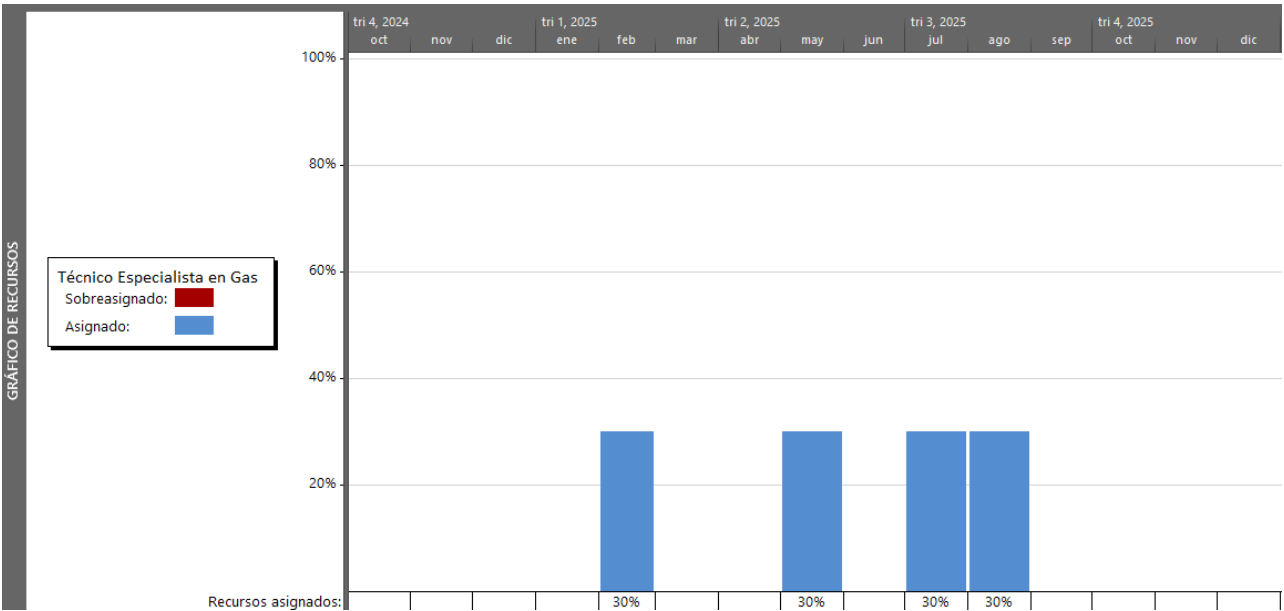


Figura 41. Asignación Técnico especialista en gas

Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

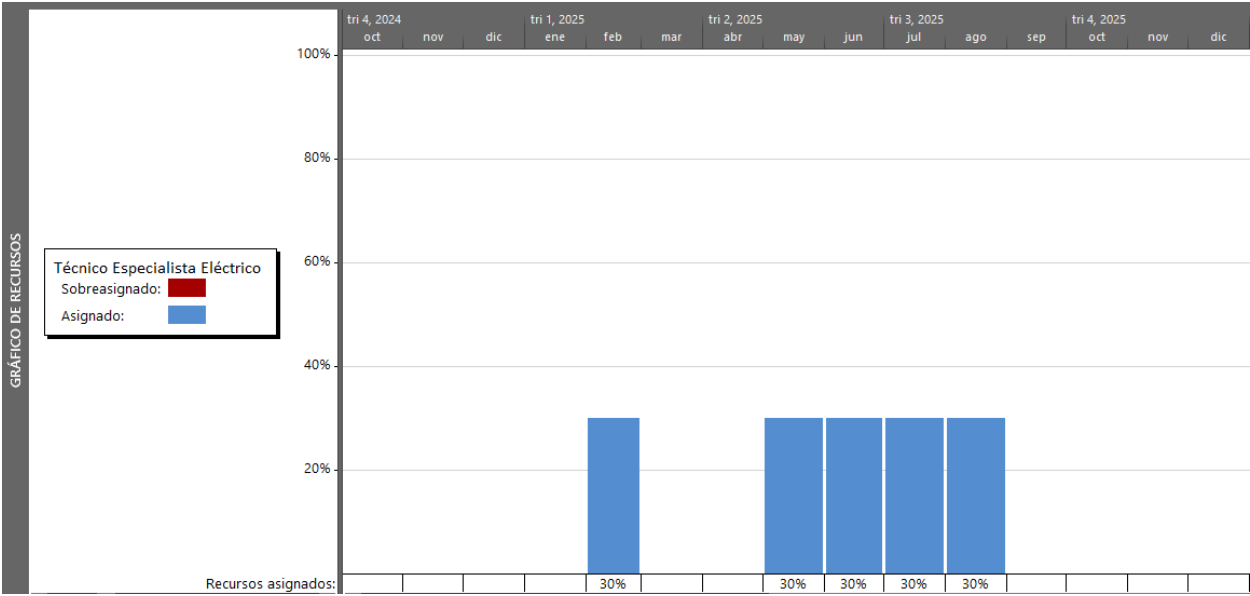


Figura 42. Asignación Técnico especialista eléctrico
Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

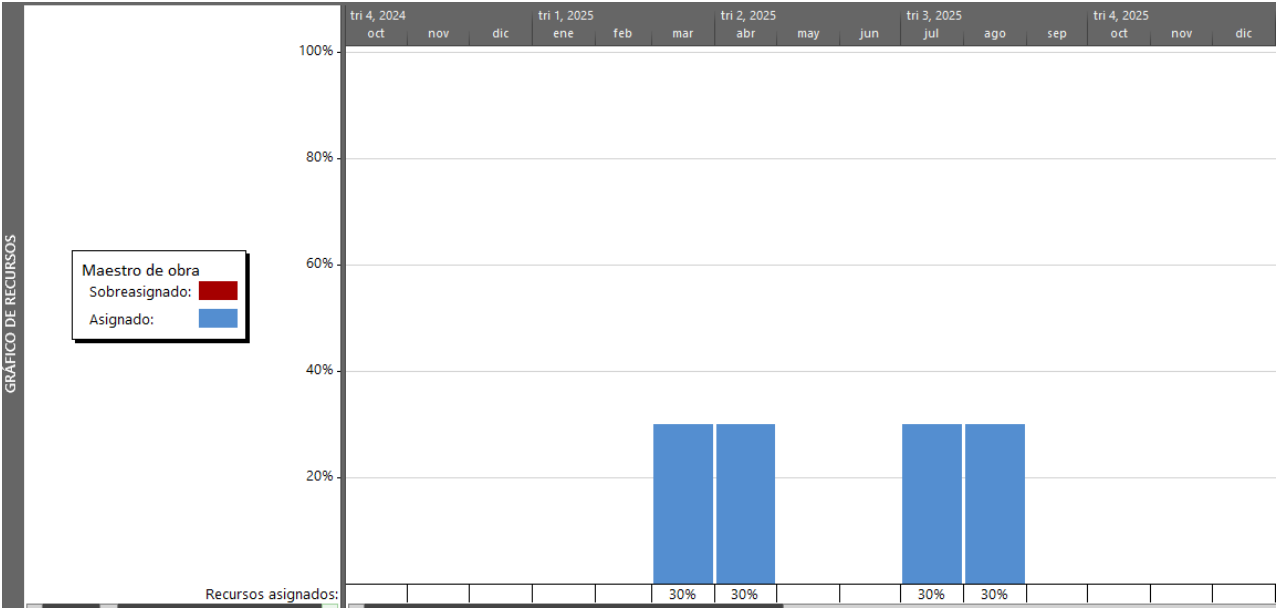


Figura 43. Asignación de maestro de obra
Fuente: Fuente: Cronograma BioEnergyGas Ms Project 2016

Plan de capacitación y desarrollo del equipo

El plan de capacitación teniendo en cuenta las capacitaciones proyectadas tanto para el equipo técnico operativo del proyecto como para la parte administrativa, se proyecta el siguiente cronograma de capacitaciones:

Tabla 55. Cronograma de capacitaciones

CRONOGRAMA CAPACITACIONES BIO-ENERGYGAS				2025					
Temática	Responsable	Dirigida a	Hora Programada	4 FEB	10 FEB	03 MAR	12 MAR	01 JUL	01 JUL
Reunión de inicio del proyecto	Gerente General	Stakeholders y equipo administrativo	07:00 am - 09:00 am						
Capacitación teórica del funcionamiento biodigestor	Ingeniero Industrial	Equipo operativo y administrativo	09:00 am - 11:00 am						
Capacitación dimensionamiento de materiales y características	Ingeniero Industrial	Equipo Administrativo	02:00 pm - 04:00 pm						
Capacitaciones buenas prácticas y ética profesional	Ingeniero Industrial	Equipo operativo y administrativo	07:00 am - 09:00 am						
Capacitación de seguridad y salud en el trabajo	Profesional RRHH	Equipo Operativo	09:00 am - 11:00 am						
Capacitación operativa de implementación	Ingeniero Industrial	Equipo Operativo	02:00 pm - 04:00 pm						
Capacitación de funcionamiento Biodigestor Comunidad	Coordinador Operativo	Equipo Operativo	07:00 am - 09:00 am						

Fuente: Elaboración propia

Definición de indicadores de medición de desempeño del equipo y esquema de incentivos y recompensas

Por otro lado, para evaluar a los colaboradores, se pueden usar un sistema de evaluación de desempeño basado en los equipos, al tener una comprensión única de cómo se está desempeñando el empleado en sus actividades diarias, sin embargo es positivo saber sobre las actividades y su rendimiento sobre actividades que no están directamente ligadas con la gerencia, por medio de la evaluación del desempeño laboral centrada en los objetivos del equipo podemos recopilar información también de unos colaboradores a otros y así poder realizar una evaluación integral de nuestros equipos de trabajo.

Véase Anexo 15. Formato de autoevaluación de desempeño laboral

Esquema de reconocimiento y recompensa

Tabla 56. Esquema de reconocimiento y recompensa

ROL	OBJETIVO	SALARIO EMOCIONAL
GERENTE GENERAL	Buscar y mantener buenas relaciones comerciales con el fin de hacer extensivo el servicio y que cada vez se abarquen más proyectos a nivel nacional.	Viaje una vez al año al exterior.
GERENTE DE PROYECTO	Establecer y hacer cumplir el cronograma en los tiempos en los que la empresa tiene establecido realizar sus operaciones.	Un periodo adicional de vacaciones, es decir 30 al año.
INGENIERO INDUSTRIAL	Cumplir en tiempo y forma los cronogramas establecidos por la compañía.	Bono en Gimnasio BodyTech.
COORDINADOR LOGISTICO	Seleccionar los mejores proveedores y mantener la operación logística operando de manera continua para la correcta prestación del servicio.	Trabajo Home Office
COORDINADOR OPERATIVO	Trabajar y mantener la operación al día con las tareas que se tienen designadas en el día a día logrando alcanzar los objetivos propuestos.	Bono trimestral para redimir en almacenes Éxito.
TECNICO ESPECIALISTA EN GAS	Realizar de manera oportuna y en tiempos las actividades designadas.	Bono para redimir en restaurante Trimestral
TECNICO ESPECIALISTA EN ELECTRICIDAD	Ejecutar de manera oportuna y en tiempos las actividades designadas.	Bono para redimir en restaurante Trimestral
MAESTRO DE OBRA	Desempeñar de manera oportuna y en tiempos las actividades designadas.	Bono para redimir en restaurante Trimestral

Fuente: Elaboración propia

3.2.8. Gestión de riesgos

a. Plan de gestión de riesgos

Para el plan de gestión de riesgos del presente proyecto, inicialmente se identificaron los riesgos teniendo en cuenta los entregables y el alcance definido en el presente documento, se detalla la identificación con la descripción de cada uno de los riesgos identificados, categorizándolos, asignando su probabilidad e impacto, en su porcentaje de ocurrencia y en una escala de 1 a 10 respectivamente. De este modo, se calcula la importancia de cada uno de los riesgos, y rango de importancia.

Posteriormente se determinan las estrategias de respuesta individualmente, ubicándolos en un mapa de calor determinando los riesgos de mayor relevancia y los que deben atacarse de manera prioritaria, se crean por medio de la matriz de riesgos los planes de contingencia teniendo en cuenta su posible materialización o reparación en caso tal.

Metodología

La metodología que se implementará y se desarrollará en la ejecución del proyecto para la adecuada y correcta Gestión de los riesgos será la aportada y sugerida por la guía PMBOK 6 edición, en la cual contiene los siguientes pasos a seguir:

- Planificar la gestión de los riesgos: Proceso en el cual se agrupan todas las actividades, procesos y procedimientos requeridos para la adecuada gestión de los riesgos del presente proyecto.
- Identificación de riesgos: Proceso mediante el cual el equipo del proyecto se reúne, recopila e identifica los riesgos que pueden verse involucrados en la ejecución del proyecto y de esta forma documentarlos.
- Análisis cualitativo de riesgos: Proceso mediante el cual se realiza una priorización de los riesgos evaluando el impacto multiplicado por la probabilidad de ocurrencia, de esta manera categorizamos los riesgos de acuerdo con la prioridad de cada uno de estos.
- Análisis cuantitativo de riesgos: Proceso mediante el cual se realiza un análisis numérico de los riesgos, evaluando su efecto en la ejecución del proyecto.
- Planificar la respuesta a los riesgos: Proceso mediante el cual se desarrollan las acciones correctivas y de mejora en pro de mitigar el impacto generado por la materialización o prevención de un riesgo identificado del proyecto en cuestión.

- Implementar planes de acción o de choque a los riesgos: Proceso mediante el cual se determina la acción correctiva a implementar posterior a la materialización de algún riesgo con el fin de mitigar cualquier impacto negativo y de esta forma minimizar el daño o afectación generada al proyecto
- Control y monitoreo de los riesgos: proceso mediante el cual se controla, vigila y monitorea los riesgos identificados, recopilando en tiempo real información de la evolución y avances a través del tiempo de estos, con ello documentarlo y de esta manera obteniendo información actualizada del estado de cada riesgo, permitiendo tener un control de los riesgos residuales y secundarios del proyecto.

Finalmente, los riesgos identificados, clasificados y evaluados cualitativa y cuantitativamente, son reevaluados para determinar los riesgos residuales para ser registrados en el desarrollo del presente proyecto.

Roles y responsabilidades

Con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del equipo del proyecto:

Tabla 57. Roles y responsabilidades gestión del riesgo

Cargo	Responsabilidad	Frecuencia
Gerente General	Es el encargado de autorizar que se utilice la reserva de contingencia en los casos de que se materialicen los riesgos asociados al proyecto.	Quincenal
Director de proyecto	Es el encargado de realizar los planes de acción junto con el ingeniero industrial sobre las muestras tomadas de las inspecciones realizadas, así mismo de validar el seguimiento de forma semanal sobre el cumplimiento de los planes ejecutados en los casos que se materialice algún riesgo asociado al proyecto o de forma preventiva mitigar que se concrete algún riesgo que afecte el éxito del proyecto.	Semanal
Ingeniero Industrial	Es el encargado de analizar la información generada por los formatos de inspección y muestras realizadas durante la ejecución del proyecto, de esta forma analizar posibles desviaciones de este, realizando un análisis causa-raíz de los riesgos analizados por medio de las muestras, para posterior implementar planes de acción que de forma preventiva se logre mitigar los posibles riesgos que puedan afectar el éxito del proyecto.	Diario
Coordinador operativo	Es el encargado de ejecutar los planes de acción asociados a los riesgos materializados desde el área operativa, así mismo es el encargado de que dichas actividades se logren con el éxito esperado.	Diario

Fuente: Elaboración propia

Definiciones de probabilidad

Probabilidad de ocurrencia:

La probabilidad de ocurrencia es ponderada en una escala de porcentaje donde 80% es el nivel más alto y 10% es el nivel más bajo:

Tabla 58. Matriz de calor de probabilidad

PROBABILIDAD	10%	30%	50%	60%	80%
Muy baja					
Baja					
Media					
Alta					
Muy Alta					

Fuente: (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK. (PMI, 2017)

Impacto:

El impacto de cada riesgo sobre el proyecto es calificado en una escala de 1 a 10 donde 10 es el nivel más alto y 1 el nivel más bajo:

Tabla 59. Matriz de calor de impacto

IMPACTO	1	3	5	8	10
Muy bajo					
Bajo					
Medio					
Alto					
Muy Alto					

Fuente: (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK. (PMI, 2017)

Matriz de impacto

Se establecen los siguientes parámetros para las mediciones del impacto de cada uno de los riesgos:

Tabla 60. Parámetros de medición de impacto

Objetivo del proyecto	Impacto muy Bajo	Impacto Bajo	Impacto Moderado	Impacto Alto	Impacto Alto
Tiempo	Atraso manejable en las holguras	Atraso del 5% del cronograma	Atraso del 10% del cronograma	Atraso del 20% del cronograma	Atraso mayor al 20% del cronograma
Alcance	Requiere ajustes en algunas tareas	Control de cambios en áreas secundarias	Control de cambios en objetivos principales	Detiene el proyecto o requiere decisiones alto nivel	Cancela el proyecto o inutiliza el producto del proyecto
Costo	Sobrecosto manejable con ajustes menores	Sobre costo dentro de la reserva de contingencia	Sobrecosto entre el 10% y el 20%	Sobrecosto entre el 20% y 30%	Sobrecosto mayor al 30%

Calidad	Degradación manejable	Afectación en requisitos que requiere ajuste	Requiere aprobación del patrocinador	Requiere cambios mayores proyecto	El producto es inutilizable o el desempeño es inaceptable
---------	-----------------------	--	--------------------------------------	-----------------------------------	---

Fuente: (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK. (PMI, 2017)

Matriz probabilidad impacto

Teniendo en cuenta los riesgos identificados se ponderan de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia en un porcentaje hasta 100% y el impacto evaluado de 1 a 10, obteniendo el siguiente mapa de calor:

Tabla 61. Matriz probabilidad - impacto

ID Riesgo	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Importancia	Nivel
R-01	Cambios de las normas regulatorias nacionales energía y gas	30%	8	2,4	Medio
R-02	Habitantes de la vereda no accedan al uso del biodigestor	10%	10	1	Medio
R-03	Dimensionamiento errado de los costos asociados en materiales, mano de obra y maquinaria	30%	5	1,5	Medio
R-04	Mejoramiento por parte de entidades gubernamentales de los servicios públicos de la vereda	10%	10	1	Medio
R-05	Estimación equivocada de los tiempos de ejecución de las etapas del proyecto (diseño, Instalación y pruebas)	30%	5	1,5	Medio
R-06	Escasez en la adquisición de materiales necesarios para el biodigestor	10%	3	0,3	Leve
R-07	Objetivos iniciales del proyecto no definidos claramente	10%	1	0,1	Leve
R-08	Falencias en la comunicación del equipo de trabajo	10%	3	0,3	Leve
R-09	Mala planificación de los recursos	30%	8	2,4	Medio
R-10	Error u omisión en el momento de la definición del alcance	10%	10	1	Medio
R-11	Incompatibilidad en el diseño con los requisitos	30%	10	3	Crítico

Fuente: Elaboración propia

Como resultado, se obtiene que los riesgos del proyecto no contemplan ninguno en nivel extremo, se obtienen 2 riesgos en nivel alto, 5 en nivel medio y 3 para el nivel bajo. De esta manera se realiza la definición de los planes de contingencia pertinentes para evitar en la mayor medida posible su impacto en la materialización en caso de que ocurriera.

Acciones/ estrategias de acuerdo con puntaje del riesgo

Se presentan las siguientes recomendaciones en cuanto al tratamiento referente al resultado obtenido de cada uno de los riesgos calificados:

Tabla 62. Parámetros para estrategias de riesgos

NIVEL	IMPORTANCIA	RESPUESTA
Severo	Mayor o igual a 5	Requiere acciones de prevención, plan de contingencia y plan de respaldo
Critico	Entre 3 y 4,9	Requiere acciones de prevención, plan de contingencia
Medio	Entre 1,1 y 2,9	Requiere acciones de prevención
Leve	Menor o igual a 1	Monitoreo periódico por cambios

Fuente: (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK. (PMI, 2017)

Estructura de desglose del riesgo (RBS o Risk breakdown structure)

A continuación, se relaciona la estructura de desglose de los riesgos, facilitando la organización, estructura y entendimiento de estos, abarcando los parámetros necesarios para tener en cuenta:

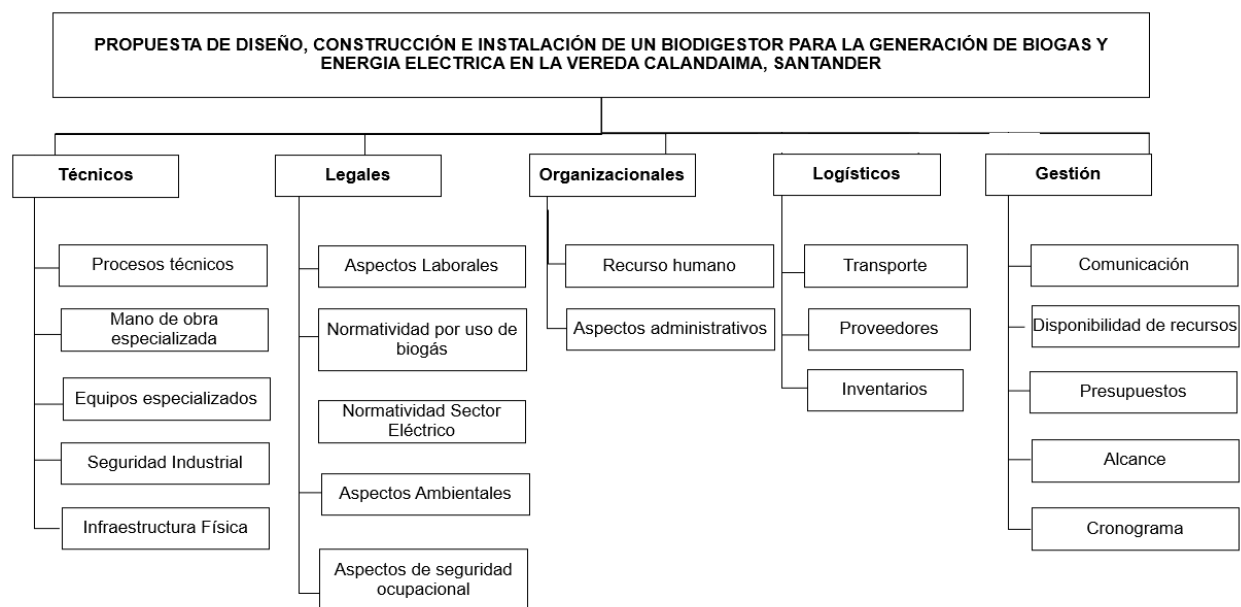


Figura 44. Risk breakdown structure (RBS)

Fuente: Elaboración propia

Actividades de seguimiento y control

✓ Realizar reuniones de seguimiento de manera quincenal de los riesgos materializados y no materializados teniendo en cuenta que los planes de contingencia sean acordes a la mitigación de este.

✓ Evaluar al finalizar cada entregable la pertinencia de mantener los riesgos y los planes vigentes durante las diferentes etapas de la ejecución del proyecto.

✓ Reevaluar en las reuniones de seguimiento quincenal la pertinencia de crear nuevos riesgos de acuerdo con las actividades que se han completado y las pendientes que se encuentren en dicho momento.

Formato del registro de riesgos

Para la identificación de riesgos se plantean las siguientes variables para tener en cuenta en el registro de riesgos:

Identificación				
Evento	Causa	Impacto	Categoría	Disparador/Indicador

Respecto al análisis cualitativo y cuantitativo se determina de la siguiente manera:

Análisis Cualitativo				
Probabilidad	Impacto	Argumentos que justifican el valor del impacto propuesto.		Importancia
				Nivel

Análisis Cuantitativo				
Impacto en costo	en tiempo	Impacto en tiempo	Valor Monetario esperado (costo)	Valor Monetario esperado (tiempo)
				Base para Estimación

Con referencia a los planes de respuesta:

Plan de Respuesta			
Estrategia de Respuesta (antes de que ocurra)	¿En qué consiste la estrategia de respuesta?	Plan de Contingencia (si ocurre)	Responsable

Para realizar el monitoreo constante de los riesgos de manera quincenal durante la ejecución del proyecto, se plantea lo siguiente:

Monitoreo	
Estado	Seguimiento

b. Registro de riesgos

Identificación de riesgos

A continuación, se listan los riesgos identificados para el proyecto y se ubican en la matriz correspondiente, donde se tienen en cuenta desde el aspecto administrativo durante todo el ciclo de vida del proyecto y su ejecución enfocado a la gerencia del proyecto y por otro lado los riesgos probables para las actividades operativas:

Tabla 63. ID Riesgos

ID	RIESGO
R-01	Cambios de las normas regulatorias nacionales energía y gas
R-02	Habitantes de la vereda no accedan al uso del biodigestor
R-03	Dimensionamiento errado de los costos asociados en materiales, mano de obra y maquinaria
R-04	Mejoramiento por parte de entidades gubernamentales de los servicios públicos de la vereda
R-05	Estimación equivocada de los tiempos de ejecución de las etapas del proyecto (diseño, Instalación y pruebas)
R-06	Escasez en la adquisición de materiales necesarios para el biodigestor
R-07	Objetivos iniciales del proyecto no definidos claramente
R-08	Falencias en la comunicación del equipo de trabajo
R-09	Mala planificación de los recursos
R-10	Error u omisión en el momento de la definición del alcance
R-11	Incompatibilidad en el diseño con los requisitos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Identificación de riesgos

Identificación				
ID	Causa	Impacto	Categoría	Disparador/Indicador
R-01	Cambios de las normas regulatorias nacionales energía y gas	Cambios en el alcance por posibles restricciones, cronograma y costos del proyecto	Externos	Cambio de gobierno próximo o actualización de normas con entidades regulatorias
R-02	Habitantes de la vereda no accedan al uso del biodigestor	Posible cancelación o suspensión del proyecto, o cambio de alcance del proyecto.	Externos	Desconocimiento de las personas en los beneficios y uso del biodigestor
R-03	Dimensionamiento errado de los costos asociados en materiales, mano de obra y maquinaria	Cambio en el alcance o cancelación del proyecto	De la Organización	Levantamiento ineficiente de los materiales, mano de obra y maquinaria requeridos para el proyecto, no contemplar las fechas de ejecución por cambios de precios en el mercado
R-04	Mejoramiento por parte de entidades gubernamentales de los servicios públicos de la vereda	Cambio de alcance, posible cancelación o suspensión del proyecto.	Externos	Cambio de gobierno, donde la nueva administración enfoque su objetivo al mejoramiento de la calidad de vida de la vereda Calandaima
R-05	Estimación equivocada de los tiempos de ejecución de las etapas del proyecto (diseño, instalación y pruebas)	Cambios en el cronograma establecido del proyecto	De gerencia del Proyecto	No tener personas en el equipo de trabajo como asesores que conozcan temas de ingeniería civil, químicos e ingenieros ambientales}
R-06	Escasez en la adquisición de materiales necesarios para el biodigestor	Cambios en los cronogramas y costos del proyecto	Técnicos	No realizar la validación de proveedores disponibles y tipos de materiales comerciales para la ejecución de la instalación
R-07	Objetivos iniciales del proyecto no definidos claramente	Cambio en el alcance del proyecto	De gerencia del Proyecto	Definiciones equivocadas e ideas no claras durante el desarrollo del proyecto
R-08	Falencias en la comunicación del equipo de trabajo	Desinformación y directrices poco claras dentro del desarrollo del proyecto	De gerencia del Proyecto	Responsabilidades confusas y desacuerdos entre el equipo de trabajo
R-09	Mala planificación de los recursos	Ordenes perdidas, la entrega tardía de proyectos y empleados improductivo, sobrecostos en el presupuesto del proyecto.	De gerencia del Proyecto	La comunicación ineficaz entre empleados y departamentos
R-10	Error u omisión en el momento de la definición del alcance	Perdida de interés de los clientes y costos mayores	De la Organización	Los entregables del proyecto exceden el alcance
R-11	Incompatibilidad en el diseño con los requisitos	Cancelación del proyecto	De gerencia del Proyecto	Un levantamiento de requisitos de forma incorrecta, no haber realizada la prefactibilidad

Fuente: Elaboración propia

Análisis de riesgos del proyecto (cualitativo y cuantitativo)

Análisis Cualitativo

A continuación, se detalla el análisis cualitativo a los riesgos identificados del proyecto, mediante el cual se realiza una priorización evaluando el impacto multiplicado por la probabilidad de ocurrencia.

Tabla 65. Análisis Cualitativo de los Riesgos

Análisis Cualitativo					
ID	Probabilidad	Impacto	Argumentos que justifican el valor del impacto propuesto.	Importancia	Nivel
R-01	30%	8	Impacto Alto: Alcance: Detiene el proyecto o requiere decisiones alto nivel	2,4	Medio
R-02	10%	10	Impacto Muy Alto: Alcance: Cancela el proyecto o inutiliza el producto del proyecto	1	Medio
R-03	30%	5	Impacto Alto: Costo: Sobrecosto entre el 20% y 30%	1,5	Medio
R-04	10%	10	Impacto Muy Alto: Alcance: Cancela el proyecto o inutiliza el producto del proyecto	1	Medio
R-05	30%	5	Impacto Moderado: Alcance: Control de cambios en objetivos principales	1,5	Medio
R-06	10%	3	Impacto Bajo: Costo: Sobrecosto dentro de la reserva de contingencia	0,3	Leve
R-07	10%	1	Impacto Muy Bajo: Alcance: Requiere ajustes en algunas tareas	0,1	Leve
R-08	10%	3	Impacto Bajo: Alcance: Control de cambios en áreas secundarias	0,3	Leve
R-09	30%	8	Impacto Muy Alto: Costo: Sobrecosto mayor al 30%	2,4	Medio
R-10	10%	10	Impacto Alto: Alcance: Detiene el proyecto o requiere decisiones alto nivel	1	Medio
R-11	30%	10	Impacto Muy Alto: Alcance: Cancela el proyecto o inutiliza el producto del proyecto	3	Crítico

Fuente: Elaboración propia

Análisis Cuantitativo

A continuación, se detalla el análisis numérico de los riesgos, evaluando su efecto en la ejecución del proyecto, resultado de este análisis se obtiene como producto la base para la estimación de la reserva de contingencia.

Tabla 66. Análisis Cuantitativo de los Riesgos

Análisis Cuantitativo					
ID	Impacto en costo	Impacto en tiempo (días)	Valor Monetario esperado (costo)	Valor Monetario esperado (tiempo)	Base para Estimación
R-01	\$5.800.000	3	\$1.740.000	0,9	El costo significa volver a ejecutar parte de la etapa de diseño y etapa de ejecución para realizar los cambios dependiendo los ajustes en las regulaciones si ocurren
R-02	\$2.000.000	3	\$200.000	0,3	El costo del personal y traslado al sitio para las capacitaciones y campañas de incentivación requieren además publicidad y tiempo de dedicación de los colaboradores
R-03	\$4.000.000	2	\$1.200.000	0,6	Se realiza la estimación asignada debido a los sobrecostos generados por reevaluación de recursos a usar
R-04	\$3.220.000	0	\$322.000	0	La estimación asignada se debe a la baja probabilidad de que los entes gubernamentales realicen mejoras en la infraestructura eléctrica existente
R-05	\$2.000.000	15	\$600.000	4,5	Se realiza esta estimación debido a que se debe asignar un profesional competente para la ejecución adecuada en la estimación de recursos.
R-06	\$2.200.000	5	\$220.000	0,5	Se realiza esta estimación debido al reproceso en la búsqueda de nuevos proveedores.
R-07	\$1.000.000	4	\$100.000	0,4	Se realiza esta estimación debido al tiempo adicional que se requiere para reestructurar los objetivos
R-08	\$800.000	2	\$80.000	0,2	Se realiza esta estimación debido a las reuniones que se realizarán de manera periódica para fomentar cohesión del equipo.
R-09	\$6.100.000	5	\$4.500.000	1,5	Retraso en cronograma y compras implica mover la fecha de entrega por lo cual para la generación del biogás es necesario esperar a la reacción anaeróbica y obtención del biogás, todo el cronograma se movería mínimo 5 días, adicional desperdicio del material por mal uso de estos recursos.
R-10	\$4.400.000	3	\$440.000	0,3	Se realiza esta estimación debido al ajuste del plan de trabajo del proyecto para reestructurar los hallazgos encontrados en la omisión de la definición inicial del alcance.
R-11	\$6.200.000	7	\$1.860.000	2,1	Se realiza esta estimación elevada de costos debido al ajuste total del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Planes de respuesta al riesgo

A continuación, se detallan las acciones correctivas, planes de respuesta y de mejora en pro de mitigar el impacto generado por la materialización o prevención de un riesgo identificado del proyecto en cuestión, determinando el tipo de estrategia, el plan de contingencia y el responsable de cada uno de estos.

Véase Anexo 16. Planes de respuesta de riesgos

3.2.9. Gestión de adquisiciones

a. Plan de gestión de adquisiciones

Criterios de valoración de proveedores

Para la selección de proveedores se clasificarán inicialmente en tipos de proveedores, proveedores de tipo operativos y de tipo administrativos, donde los operativos tendrán la característica que serán materiales, suministros e insumos específicamente para la etapa de instalación del biodigestor, teniendo en cuenta el listado de elementos desglosado durante el diseño del sistema, por otra parte los proveedores de tipo administrativo serán aquellos que proporcionen elementos del día a día como la papelería y elementos de aseo necesarios para la ejecución del proyecto, adicionalmente software y demás licencias o herramientas informáticas necesarias dentro del proyecto.

Debido a lo anterior, para los proveedores de tipo operativo se tendrá unos criterios de selección específicos ya que los materiales, suministros e insumos serán los que deben cumplir con los estándares mínimos para garantizar la usabilidad, seguridad y operatividad correcta del sistema cuando se entregue a la comunidad.

Los criterios por evaluar para estos proveedores son:

✓ **Calidad:** La calidad ofrecida por los proveedores tendrá que cumplir con unos parámetros mínimos requeridos en cada uno de los elementos que se requieren para la instalación del biodigestor, la gran mayoría son elementos que soportarán el funcionamiento del sistema donde es importante tener una alta calidad para garantizar a la comunidad el aseguramiento del sistema y de las personas que habitan en la zona.

✓ **Servicio al cliente:** El servicio que ofrezca el proveedor deberá ser de cumplimiento oportuno y entrega de los elementos solicitados que cumplan con los acuerdos previos, adicionalmente es importante que este servicio cumpla con los tiempos

requeridos, calidad esperada y en caso de presentar alguna novedad se tenga seguridad en la correcta corrección de lo ocurrido.

✓ **Precio:** Los valores ofertados por los proveedores entrarán en criterios de evaluación ya que de esto dependerá el costo final del producto, al ser un proyecto donde el producto es para un beneficio social y ambiental, se buscará equilibrar este criterio con los demás expuestos para lograr el mejor escenario posible para la adquisición de lo necesarios.

✓ **Garantía:** Es importante que el proveedor estipule un tiempo definido de garantía para cada elemento ya que es para uso de un sistema que es necesario sea manejado bajo medidas estrictas de seguridad, la garantía y posible respuesta del proveedor debe ser efectiva y que cumpla con normas y leyes regulatorios en el uso de dichos elementos.

Cada uno de estos criterios se evaluará bajo una ponderación dada de la siguiente manera:

Tabla 67. Criterios de selección de proveedores

Criterio de selección	Ponderación
Calidad	50%
Servicio al cliente	10%
Precio	20%
Garantía	20%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, para garantizar que la selección de dichos proveedores es eficaz, se manejará un mínimo de 3 cotizaciones de cada uno de los elementos que sean requeridos para el proyecto, así, se podrá garantizar que han sido seleccionados teniendo en cuenta varias ofertas del mercado y abriendo más el horizonte de clasificación en las compras.

Selección y tipificación de contratos

Para los contratos de prestación de servicios profesionales, para el personal operativo y profesional que ejecutará las labores de diseño, instalación y pruebas finales se tendrá en cuenta lo siguiente:

- ✓ Verificación de experiencia en el rol necesario
- ✓ Validación de documentación al día en caso de requerir certificaciones o permisos de trabajo

✓ Validación de conocimiento por medio de una prueba técnica de conocimiento
(Según corresponda)

✓ Disponibilidad del candidato

Tipo de contrato: Tiempos y materiales

Para los contratos de adquisición de materiales y elementos requeridos para instalaciones se tendrá en cuenta lo siguiente:

✓ Validación de posibles proveedores en cuanto a documentación legal actualizada

✓ Ubicación geográfica U opciones de entrega del proveedor

✓ Recopilación de cotizaciones

✓ Selección de proveedores de acuerdo con los criterios de clasificación

✓ Disponibilidad de los recursos

✓ Tiempos de entrega acordadas

Tipo de contrato: Precio Fijo

Para los contratos de adquisición de herramientas ofimáticas y licencias para diseño del biodigestor se tendrá en cuenta lo siguiente:

✓ Validación de posibles proveedores en cuanto a documentación legal actualizada

✓ Recopilación de cotizaciones

✓ Selección de proveedores de acuerdo con los criterios de clasificación

✓ Disponibilidad de los recursos

✓ Tiempos de entrega acordadas

Tipo de contrato: Precio Fijo

Criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos

Para recursos humanos:

El candidato tiene en su haber suficientes recursos de personal y experiencia para hacer frente al contrato propuesto. La capacidad técnica y profesional del candidato podrá acreditarse mediante uno o varios de los documentos siguientes en caso de que aplique:

✓ Títulos académicos y profesionales del empresario y de los directivos de la empresa y, en particular, del responsable o responsables de la ejecución del contrato, así como de los técnicos encargados directamente de la misma, siempre que no se evalúen como un criterio de adjudicación.

✓ Lista de los principales servicios y suministros efectuados recientemente. La acreditación de la solvencia técnica o profesional se efectuará mediante la relación de los principales servicios efectuados

✓ Una descripción del equipo técnico, herramientas y material utilizados en la ejecución de un contrato de servicios o de obras.

Los candidatos quedarán excluidos de los procedimientos de adjudicación si no cumplen los criterios de selección.

Para contratos de adquisiciones de materiales:

Los criterios de selección deben ser claros para evaluar si el proveedor dispone de suficiente capacidad financiera, económica, técnica y profesional para ejecutar las tareas del contrato. La capacidad financiera y económica podrá acreditarse mediante uno o varios de los documentos siguientes, por ejemplo:

✓ Declaraciones bancarias apropiadas

✓ En los casos en que resulte apropiado, justificante de la existencia de un seguro de responsabilidad civil por riesgos profesionales por importe igual o superior al exigido en el anuncio de licitación o en la invitación a participar en el procedimiento.

✓ La acreditación de este requisito se efectuará por medio de certificado expedido por el asegurador, en el que consten los importes y riesgos asegurados y la fecha de vencimiento del seguro, y mediante el documento de compromiso vinculante de suscripción, prórroga o renovación del seguro, en los casos en que proceda.

✓ La solvencia económica y financiera requerida deberá resultar proporcional al objeto contractual

Documentación legal vigente para expedición de factura electrónica válida ante la DIAN.

Cronograma de compras con la asignación de responsable

A continuación se detalla el cronograma de las compras estimadas para el proyecto de acuerdo con la lista de materiales e insumos necesarios para la ejecución del proyecto:

Véase Anexo 17. Cronograma de Adquisiciones

Conclusiones y recomendaciones

- La dirección del presente proyecto se basó en las buenas prácticas del PMI para efectuar una gestión efectiva y correcta del tiempo, costo y alcance siguiendo los lineamientos estipulados por la guía PMBOK.
- Acorde a los diseños proyectados del sistema se satisface la demanda requerida para suplir las necesidades de servicios básicos como gas y energía eléctrica.
- De acuerdo con los recursos físicos, humanos, materiales e insumos requeridos definidos en el presente proyecto, se da cobertura y cumplimiento a los requisitos estipulados para su ejecución.
- Con la adquisición de recursos y contratación de personal se garantiza una correcta construcción e instalación del sistema, ofreciendo una red de distribución de gas y energía eléctrica de calidad para la comunidad de la vereda Calandaima.
- Durante la definición de la problemática de la comunidad y el reconocimiento de las partes interesadas, se analiza a través del presente proyecto el cumplimiento de las necesidades de gas y energía eléctrica en la vereda Calandaima; adicionalmente se genera un impacto positivo al medio ambiente reutilizando desechos orgánicos y sobre el ámbito social se mejora la calidad de vida de las personas.

Bibliografía

- Angelica, B. A. (07 de 06 de 2017). *CIDETEQ REPOSITORIO*. Obtenido de CIDETEQ REPOSITORIO: <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1021/186>
- BBVA Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, S. (2024). *BBVA Sostenibilidad que es el biogas*. Obtenido de BBVA Sostenibilidad que es el biogas: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-biogas-como-se-obtiene-y-para-que-se-utiliza/>
- BBVA Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, S. (2024). *BBVA Sostenibilidad que es la energia electrica*. Obtenido de BBVA Sostenibilidad que es la energia electrica: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-electrica/>
- biodigestores, M. d. (27 de 09 de 2019). *Santa fe.gob.ar*. Obtenido de Santa fe.gob.ar: <https://www.santafe.gob.ar/ms/academia/wp-content/uploads/sites/27/2019/09/Manual-de-uso-de-biodigestores-1000l.pdf>
- Bonilla, V. M. (30 de 11 de 2016). *Plan para el desarrollo Energético en Colombia repositorio uniandes*. Obtenido de Plan para el desarrollo Energético en Colombia repositorio uniandes: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/c4a00929-64a1-4304-939d-ffb17722028b/content>
- C.V., 2. C. (2024). *hydroenv*. Obtenido de hydroenv: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=249
- catalunya, A. d. (09 de 09 de 2009). *gencat*. Obtenido de gencat: https://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/valoritzacio_reciclatge/instal_lacions_de_gestio/tractament_biologic/digestio_anaerobia/
- Cervi, R. G. (2011). *Argentina.gob.ar*. Obtenido de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/accion/biodigestores>
- CMGRD-GÁMBITA. (Julio de 2012). *http://gestiondelriesgo.gov.co*. Obtenido de <http://gestiondelriesgo.gov.co>:

<http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/365/ESTR%20Gambita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Corona Zúñiga, I. (2007). *Biodigestores*. Obtenido de Biodigestores.: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/362/1/Biodigestores.pdf>

Ecloniq. (05 de 12 de 2022). *Ecloniq*. Obtenido de Ecloniq: <https://ecloniq.com/que-es-una-vereda-check-it-out-vereda-significado/>

Energía, A. (27 de 08 de 2021). *Aura Energía*. Obtenido de Aura Energía: <https://www.aura-energia.com/red-distribucion-energia-electrica/>

González Salcedo, L. O., & Olaya Arboleda, Y. (2009). *Virtual PRO*. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/biblioteca/fundamentos-para-el-diseno-de-biodigestores>

Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK. (PMI, E. (. (2017). www.PMI.org. Obtenido de www.PMI.org: https://www.pmi.org/?s_kwcid=AL!8620!3!471721687571!p!!g!!pmi&utm_job_number=36&utm_campaign_name=branded_sem&utm_region_name=latin_america&utm_program_origin=planned_campaign&utm_program_type=continuous_campaign&utm_campaign_intent=acquisition&utm_funnel

lipigas. (2024). *Gas País*. Obtenido de Gas País: <https://gaspais.com.co/que-es-y-como-funciona-un-cilindro-o-tanque-de-gas/>

Masmóvil, G. (2024). *energygo*. Obtenido de energygo: <https://blog.energygo.es/glosario/definicion-materia-organica/>

Melvin Acosta Pabuena, J. P. (10 de 12 de 2014). *Dialnet*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6382641.pdf>

Ministerio Federal de Alimentación, A. y. (2010-2013). *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) Internet: www.fnr.de*. Obtenido de Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) Internet: [www.fnr.de: https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/leitfadenbiogas-es-2013.pdf](https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/leitfadenbiogas-es-2013.pdf)

PEÑA, J. E. (5 de 04 de 2018). *REInI Repositorio Institucional de Investigación*. Obtenido de REInI Repositorio Institucional de Investigación: <http://reini.utcv.edu.mx/handle/123456789/401>

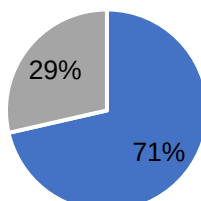
Power, E. G. (s.f.). *Enel Green Power Energías renovables*. Obtenido de Enel Green Power Energías renovables: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables>

Santander, A. M. (2002). *GOV.CO EOT*. Obtenido de GOV.CO EOT: <http://www.gambita-santander.gov.co/>

Anexos

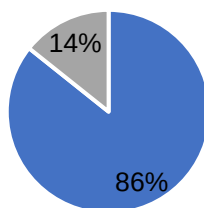
Anexo 1. Tabulación de encuestas a la comunidad

1) Como habitante de la Vereda Calandaima y como usuario del servicio de energía eléctrica prestado por la EBSA (Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S. P), como percibe la calidad del servicio prestado, en cuanto al suministro de energía sin interrupció



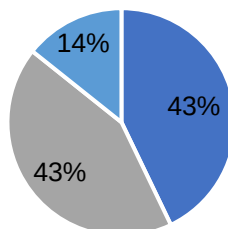
- 5 personas encuestadas respondieron el nivel 3 de satisfacción
- 2 personas encuestadas respondieron el nivel 2 de satisfacción

2) Como habitante de la Vereda Calandaima y como usuario del servicio de energía eléctrica prestado por la EBSA (Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S. P), como percibe la calidad del servicio prestado, en cuanto a la agilidad en la reanudación del servici



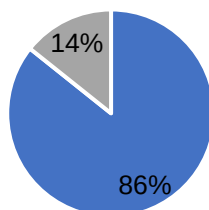
- 6 personas encuestadas respondieron el nivel 1 de satisfacción
- 1 personas encuestadas respondieron el nivel 2 de satisfacción

3.Como habitante de la Vereda Calandaima y como usuario del servicio de energía eléctrica prestado por la EBSA (Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S. P), como percibe la calidad del servicio prestado, en cuanto a la facilidad de contactar a la empresa



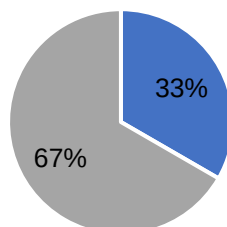
- 3 personas encuestadas respondieron el nivel 3 de satisfacción
- 3 personas encuestadas respondieron el nivel 2 de satisfacción
- 1 personas encuestadas respondieron el nivel 1 de satisfacción

4.Como habitante de la Vereda Calandaima y como usuario del servicio de energía eléctrica prestado por por la EBSA (Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S. P), como percibe la calidad del servicio prestado, en cuanto al precio cobrado en relación con la calidad



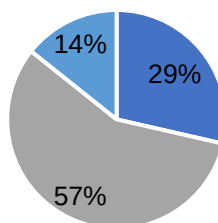
- 5 personas encuestadas respondieron el nivel 2 de satisfacción
- 2 personas encuestadas respondieron el nivel 3 de satisfacción

5.Como habitante de la vereda Calandaima y como usuario comprador de cilindros de gas propano para la cocción de alimentos, como percibe la calidad de este, en cuanto a la seguridad del cilindro.



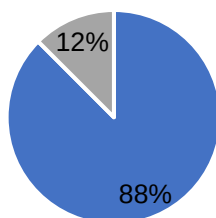
- 2 personas encuestadas respondieron el nivel 4 de satisfacción
- 4 personas encuestadas respondieron el nivel 3 de satisfacción

6. Como habitante de la vereda Calandiana y como usuario comprador de cilindros de gas propano para la cocción de alimentos, como percibe la calidad de este, en cuanto a la duración de uso del cilindro.



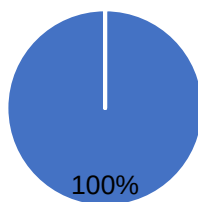
- 2 personas encuestadas respondieron el nivel 4 de satisfacción
- 4 personas encuestadas respondieron el nivel 3 de satisfacción
- 1 personas encuestadas respondieron el nivel 2 de satisfacción

7. Como habitante de la vereda Calandiana y como usuario comprador de cilindros de gas propano para la cocción de alimentos, como percibe la calidad de este, en cuanto a la calidad del gas (No ahuma los alimentos).



- 6 personas encuestadas respondieron el nivel 3 de satisfacción
- 1 personas encuestadas respondieron el nivel 4 de satisfacción

8. Como habitante de la vereda Calandiana y como usuario comprador de cilindros de gas propano para la cocción de alimentos, como percibe la calidad de este, en cuanto al precio cobrado en relación con la calidad del producto adquirido.



- 7 personas encuestadas respondieron el nivel 1 de satisfacción

Anexo 2. Matriz de impacto ambiental P5 TM

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub-Categorías	Elementos	Fase 1	Justificación	Fase 2	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto / Proceso	Objetivos y metas / Impactos	Sostenibilidad ambiental	Transporte	Proveedores locales	0	N/A	-1	Se considera la compra de los materiales por parte de algún proveedor local necesarios para la instalación y puesta en funcionamiento del sistema.	-1	Se realiza la compra de los insumos a proveedores aledaños al proyecto para mejoramiento de economía
				Comunicación digital	0	N/A	0	N/A	0	N/A
				Viajes	0	N/A	2	Los desplazamientos se realizan de manera periódica orientada a la supervisión del proyecto	2	Por medio de un encargado que sea habitante de la comunidad se delega la supervisión, y que este realice entregas periódicas de informes de estado del proyecto
				Transporte	1	Asociado a traslados del equipo técnico de investigación	2	El transporte de los insumos necesarios para la construcción del Biodigestor	3	Contratación de vehículos de transporte amigables con el medio ambiente, para reducción de emisiones de CO2

Fuente: Elaboración propia

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub-Categorías	Elementos	Fase 1	Justificación	Fase 2	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto / Proceso	Objetivos y metas / Impactos	Sostenibilidad ambiental	Energía	Energía usada	2	Se hace necesario el uso de equipos electrónicos como lo son: computadores, impresoras, plotter, los cuales usan energía eléctrica	2	Se hace necesario el uso de herramienta menor como taladros e iluminación en la zona de la instalación del proyecto	4	Uso de herramientas de iluminación alimentadas por energía solar
					1	Por el uso de energía eléctrica por los equipos electrónicos se generan emisiones de CO2	2	Por el uso de energía eléctrica a causa de herramienta menor e iluminación en el punto de instalación del proyecto	3	Uso de energía eléctrica alimentada por energía solar (panel solar)
				Retorno de energía limpia	0	N/A	-3	Se genera energía limpia luego del proceso de digestión anaeróbica dentro del biodigestor el cual producto de este proceso genera biogás y a través de esta energía eléctrica	-3	N/A

Fuente: Elaboración propia

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub-Categorías	Elementos	Fase 1	Justificación	Fase 2	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto / Proceso	Objetivos y metas / Impactos	Sostenibilidad ambiental	Residuos	Reciclaje	-2	Uso de papel reciclado y del mismo modo en los planos por parte del equipo técnico en la etapa de diseños	-3	El reciclado de materia orgánica para generación de energías limpias	-5	N/A
					-2	Reutilización de residuos generados a causa de la investigación	-3	Reutilización de materia orgánica y desechos de animal para la generación de Biogás	-5	N/A
				Reusabilidad	-3	Los planos y la investigación generada funcionan para su uso varias veces de la implementación en otras veredas	0	N/A	-3	N/A
				Energía incorporada	0	N/A	0	N/A	0	N/A
				Residuos	2	Generación de residuos reciclables y no reciclables.	-3	Conversión de residuos en energías limpias	-1	N/A
				Calidad del agua	0	N/A	0	N/A	0	N/A
			Agua	Consumo del agua	2	Se genera un consumo de acuerdo con la utilización por parte del equipo técnico con fines de hidratación	3	El consumo de agua de acuerdo con la cantidad de materia orgánica que se disponga en el momento	5	La reutilización de aguas lluvias para uso dentro del sistema del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub-Categorías	Elementos	Fase 1	Justificación	Fase 2	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto / Proceso	Objetivos y metas / Impactos	Sostenibilidad social	Prácticas laborales y trabajo decente	Empleo	0	N/A	-2	Se genera empleo en función de la instalación e implementación del Biodigestor	-2	Generación de empleo con la misma comunidad involucrada
				Relaciones laborales	0	N/A	0	N/A	0	N/A
				Salud y seguridad	0	N/A	-3	El uso e implementación de las políticas y reglamentos aplicables por la CREG.	-3	Cumplir a cabalidad los lineamientos y políticas que emitan las entidades competentes
				Educación y capacitación	-2	Se realiza una capacitación del equipo técnico de la mano con la generación de la etapa de investigación del proyecto	-3	Se capacita al personal encargado de la instalación y operación del biodigestor	-5	Capacitaciones periódicas al personal encargado
				Aprendizaje organizacional	-2	Investigación y concepción del proyecto se genera un esquema organizacional	0	N/A	-2	Realizar un manual de lecciones aprendidas para un mejor entorno organizacional
				Diversidad e igualdad de oportunidades	0	N/A	-3	Se va a facilitar el acceso a servicios básicos para la comunidad y del mismo modo una mejoría en la calidad de vida de ellos.	-3	Búsqueda de una mejor inclusión social a través de charlas participativas que involucre a toda la comunidad de la vereda generando más visibilidad y participación en el proyecto

Fuente: Elaboración propia

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub-Categorías	Elementos	Fase 1	Justificación	Fase 2	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto / Proceso	Objetivos y metas / Impactos	Vida útil del producto - Servicio posventa del producto/ Madurez del proceso - Eficiencia y estabilidad del proceso	Derechos humanos	No discriminación	0	N/A	-3	El proyecto se enfoca en las necesidades de la Vereda generando inclusión social	-3	N/A
				Libre asociación	0	N/A	0	N/A	0	N/A
				Trabajo infantil	0	N/A	0	N/A	0	N/A
				Trabajo forzoso y obligatorio	0	N/A	0	N/A	0	N/A
			Sostenibilidad social	Apoyo de la comunidad	-3	La comunidad apoya el proyecto y se hace necesario la implementación de una nueva alternativa a la baja calidad de servicios prestados.	-3	Por las necesidades evidenciadas de la comunidad, esta genera participación, aceptación y apoyo hacia la puesta en operación del proyecto	-6	N/A
				Políticas públicas/ cumplimiento	-1	El estudio y concepción del proyecto se basa en las políticas y reglamentos aplicables por la CREG.	0	N/A	-1	N/A
				Salud y seguridad del consumidor	-2	El estudio se basa en las políticas y reglamentos aplicables por la CREG.	-3	El estudio se basa en las políticas y reglamentos aplicables por la CREG.	-5	Realización de controles de calidad de manera periódica
			Sociedad y consumidores							

Fuente: Elaboración propia

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub-Categorías	Elementos	Fase 1	Justificación	Fase 2	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto / Proceso	Objetivos y metas / Impactos	Sostenibilidad social	Sociedad y consumidores	Etiquetas de productos y servicios	0	N/A	0	N/A	0	N/A
				Mercadeo y publicidad	0	N/A	-2	Se divulga en las juntas de acción comunal, y en los comités de la comunidad	-2	Mejor divulgación mediante material visual (panfletos, pancartas, folletos)
				Privacidad del consumidor	0	N/A	-2	Cada habitante de la vereda tendrá un acceso privado a la red de distribución del Biodigestor	-2	N/A
				Prácticas de inversión y abastecimiento	0	N/A	-3	Otras comunidades repliquen el uso de energías renovables	-3	N/A
				Soborno y corrupción	0	N/A	2	El producto sea distribuido y vendido de manera fraudulenta para enriquecimiento personal.	2	La comunidad realice controles del proceso y distribución del producto para que sea transparente su distribución
				Comportamiento antiético	0	N/A	2	Los recursos destinados a la elaboración del proyecto sean malversados	2	Realización de un control del presupuesto (costos y gastos) para una óptima de distribución de los recursos
				TOTAL	-9		-25		-34	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Formato de resolución de conflictos

Acta de resolución de conflictos para partes interesadas		FR-001 
Fecha:		
Tipo de interesado:		
Dirección o sede:		
A continuación, se realizarán diferentes preguntas en donde el objetivo final es identificar el motivo que ocasiono el conflicto generado entre las partes interesadas:		
1. SITUACION		
Descripción de la situación presentada entre las partes interesadas:		
Tipificación de la falta conforme a los reglamentos internos de trabajo y a las leyes estipuladas en la constitución colombiana:		
Descargo del interesado:		
Descargo del representante y/o acusado del proyecto:		
Alternativas de solución o expectativas de este trámite realizado:		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Plan de gestión de interesados

ID	Stakeholders	Objetivo	Nivel Dependencia	Nivel Influencia	Acciones Posibles		Estrategia	Nivel de participación
					Impacto positivo	Impacto Negativo		
1	Comunidad de la Vereda	Verificar y validar la entrega a satisfacción del biodigestor para el uso por parte de estos	Alto	Alto	Dar viabilidad al proyecto y financiación de este	Establecer restricciones o la no aceptación del proyecto	1.Reuniones de Capacitación para fácil entendimiento 2.Retroalimentación continua para una mejor entrega de información 3.Participación proactiva y continua en la toma de decisiones 4.Mantener un canal de comunicación abierto en todo momento	Alto
2	Equipo del proyecto	Diseñar, construir y colocar en marcha un biodigestor generador de energía y gas	Alto	Alto	Materializar la idea de proyecto con todos sus requisitos	Desviaciones en el cumplimiento de entregables con sus requisitos respectivos	1.Reuniones de seguimiento a los entregables en cada etapa 2. Cumplimiento del cronograma 3. Cumplimiento del SGI con sus respectivos análisis causas raíz e implementación de planes de acción. 4. Informes al cliente 5. Control de gastos y costos del proyecto	Alto
3	Personal de mano de obra	Construir desde la parte técnica y operativa el biodigestor en la vereda Calandaima	Alto	Alto	Dar funcionamiento del biodigestor con sus normas técnicas legales	El no cumplimiento de la normatividad vigente y desconocimiento de procedimientos técnicos	1. Capacitaciones al personal técnico 2. Revisiones periódicas de la ejecución de las actividades	Alto

4	Familias de veredas aledañas	Influir sobre el aprovechamiento del uso del biodigestor	Bajo	Medio	Aceptación por parte de la comunidad a futuro siendo posibles clientes	Influenciarse de forma negativa del uso de los biodigestores en la región.	1. Realizar campañas sobre los beneficios del uso del biodigestor	Bajo
5	Proveedores	Suministrar los materiales necesarios al proyecto con el cumplimiento de la calidad requerida	Alto	Alto	Materiales de buena calidad y duraderos	Materiales deficientes y de poca duración	1. Realizar una lista de verificación de materiales según precio, marca, homologación etc. 2. Realizar una comparación de costos entre proveedores.	Alto
6	Alcaldía de gambita	Invertir en el proyecto social para la vereda Calandaima	Alto	Alto	Aporte social a las comunidades más afectadas de los servicios públicos	Desinterés por el proyecto a implementar en la vereda	1. Mostrar los beneficios que conllevara implementar el biodigestor a las familias de la vereda Calandaima costo vs beneficio, así mismo dar la posibilidad de generar este mismo proyecto a las demás veredas interesadas	Alto
7	Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible	Permitir este tipo de proyecto analizando la contribución ambiental que genera la implementación de este	Medio	Medio	Mostrar interés en el proyecto de la vereda	Restringir la implementación y uso del biodigestor	1. Mostrar los beneficios y la contribución ambiental que genera el proyecto en la vereda	Baja
8	Corporación Autónoma regional de Santander (CAS)	Contribuir como posible inversionista en el proyecto	Bajo	Bajo	Invertir en el proyecto	Desinterés y no ser posible patrocinador del proyecto	1. Campañas de las cuales se muestre los beneficios sociales que se generan con estas familias afectadas por la falta de suministro de los servicios públicos	Baja
9	Movimiento ambiental colombiano	Contribuir como posible inversionista en el proyecto	Bajo	Bajo	Mostrar interés en el proyecto de la vereda	Desinterés y no ser posible patrocinador del proyecto	1. Campañas de las cuales se muestre los beneficios sociales que se generan con estas familias afectadas por la falta de suministro de los servicios públicos	Baja

10	Instituciones ONG - "Fundación naturaleza Colombia"	Contribuir como posible inversionista en el proyecto	Bajo	Bajo	Mostrar interés en el proyecto de la vereda	Desinterés y no ser posible patrocinador del proyecto	1. Campañas de las cuales se muestre los beneficios sociales que se generan con estas familias afectadas por la falta de suministro de los servicios públicos	Baja
11	EBSA (Compañía de energía de Boyacá S.A. E.S. P	Hacer cumplir con la normativa vigente en las instalaciones eléctricas del departamento	Alto	Medio	Aceptación de las instalaciones eléctricas construidas	Rechazar las instalaciones eléctricas construidas	1. Realizar la instalación eléctrica cumpliendo con la NTC 2050 y RETIE	Medio
12	CREG (Comisión de regulación de Energía y Gas)	Hacer cumplir con la normativa vigente en las instalaciones de Gas construidas	Alto	Medio	Aceptación de las instalaciones de gas	Rechazar las instalaciones de gas construidas	1. Realizar la instalación de gas cumpliendo con la CREG 030	Medio
13	UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética)	Contribuir como posible inversionista en el proyecto	Bajo	Bajo	Mostrar interés en el proyecto de la vereda	Desinterés y no ser posible patrocinador del proyecto	1. Campañas de las cuales se muestre los beneficios sociales que se generan con estas familias afectadas por la falta de suministro de los servicios públicos	Baja

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Documento de requisitos

ID	DESCRIPCIÓN DEL REQUISITO	PRIORIDAD	FUENTE
1	Realizar una gestión, control y monitoreo del proyecto	MEDIA	Gerente General
2	Realizar seguimientos periódicos de la ejecución del proyecto	MEDIA	Director de Proyecto
3	Realizar de manera ordenada el cierre financiero, administrativo, técnico, operativo del proyecto	MEDIA	Gerente General
4	Realizar el diseño del biodigestor de acuerdo con la normativa y requerimientos gubernamentales vigentes	ALTA	CREG-Min Ambiente
5	Realizar un diseño que cumpla con la capacidad optima acorde a la materia orgánica disponible para la producción de biogás	ALTA	Director de Proyecto
6	Diseño de sistema de acuerdo con la norma sismorresistente NSR20	ALTA	NSR-20
7	Diseño de la red de distribución eléctrica a cada una de las viviendas de la vereda cumpliendo con la normal NTC 2050 y RETIE de 2013	ALTA	NTC 2050-RETIE
8	Diseño de la red de distribución de biogás seguro por medio de la normatividad CREG-079 de 2012	ALTA	CREG 079
9	Diseño de la red de distribución de biogás seguro por medio de la normatividad CREG-030 de 2018	ALTA	CREG 030
10	Contar con una adquisición integral de acuerdo con lo requerido para el sistema del biodigestor en cuanto a materiales, insumos y suministros.	ALTA	Director de Proyecto
11	Garantizar que los materiales adquiridos cumplan con los requisitos técnicos requeridos	ALTA	Director de Proyecto
12	Evaluar y seleccionar adecuada de proveedores de materiales que cumplan con los requisitos del sistema de gestión integral ISO 9001 de 2015	ALTA	Director de Proyecto
13	Contar con la herramienta, maquinaria y equipos necesarios para la ejecución que cumplan con los estándares de calidad, seguridad y funcionamiento	ALTA	Director de Proyecto
14	Contar con personal que cumpla con los perfiles de acuerdo con la experiencia y conocimiento para cada rol de la ejecución del proyecto	ALTA	Director de Proyecto
15	Realizar un proceso de selección de personal cumpliendo con los perfiles	MEDIA	Director de Proyecto
16	Realizar un perfilamiento del talento humano aplicando técnicas de evaluaciones técnicas y psicológicas	MEDIA	Director de Proyecto
17	Contratar al personal idóneo acorde a resultados de evaluaciones propuestas para los perfiles con tipo de contrato prestación de servicios	MEDIA	Director de Proyecto
18	Realizar un plan de capacitaciones dentro del marco del sistema de calidad de la organización	MEDIA	Director de Proyecto
19	Contar con el espacio necesario para la instalación del sistema	ALTA	Cliente
20	Disponer de las herramientas y maquinaria necesarias para la adecuación del terreno	ALTA	Director de Proyecto
21	Validar las propiedades geotécnicas del terreno a intervenir	ALTA	Director de Proyecto

22	Verificar la estabilidad del terreno	ALTA	Director de Proyecto
23	Realizar un análisis de todos los elementos complementarios requeridos dentro del proyecto	ALTA	Director de Proyecto
24	Verificar el diámetro requerido para el transporte de la materia orgánica hacia el biodigestor	ALTA	Director de Proyecto
25	Instalar la tubería de entrada de la materia orgánica bajo tierra para evitar corrosión y cristalización	ALTA	Cliente
26	Garantizar que la tubería es del material especializado para la conducción de la materia organiza y del biogás	ALTA	Cliente
27	Instalar tuberías certificadas para la seguridad de la comunidad	ALTA	Cliente
28	Garantizar que las válvulas reguladoras estén instaladas de acuerdo con la normatividad	ALTA	Cliente
29	Garantizar que la presión generada este dentro de los parámetros requeridos	ALTA	Director de Proyecto
30	Garantizar que el tanque tenga resistencia a altas presión	ALTA	Cliente
31	Garantizar que el tanque cumpla con las condiciones resistentes a la intemperie	ALTA	Director de Proyecto
32	Cumplir con el tamaño acorde a la generación esperada de biogás	ALTA	Director de Proyecto
33	Verificar que la turbina genere energía eléctrica en los niveles de tensión acordes	ALTA	Director de Proyecto
34	Validar que la turbina cumpla con la capacidad de energía necesaria	ALTA	Cliente
35	Instalar un tanque para la recolección de lixiviados de acuerdo con diseños	BAJA	Cliente
36	Hay que asegurar que el lixiviado llegue a un compartimiento comprimido	BAJA	Cliente
37	Garantizar que las válvulas reguladoras estén instaladas de acuerdo con la normatividad	ALTA	CREG-Min Ambiente
38	Instalar manómetros que indiquen cuando sea necesario realizar el llenado del tanque	MEDIA	Cliente
39	Cumplir con el nivel de tensión mínimo requerido	ALTA	Cliente
40	Cumplir con los calibres de los conductores cumplan con la capacidad de distribución de energía eléctrica	ALTA	Director de Proyecto
41	Garantizar cumplir con los requisitos normativos de acuerdo con la normatividad existente en la zona (Estructuras para sostener líneas eléctricas)	MEDIA	NTC 2050-RETIE
42	Asegurar los parámetros establecidos de seguridad y funcionalidad del sistema	ALTA	Director de Proyecto
43	Realizar revisiones que permitan identificar fallas en el sistema	ALTA	Director de Proyecto
44	Afianzar las pruebas acordes a los parámetros de presión en cada uno de los hogares de la comunidad	ALTA	Director de Proyecto
45	Realizar pruebas de fugas en la distribución	ALTA	Cliente
46	Dar cumplimiento a los niveles de tensión establecidos tanto en la generación como en la amplificación de energía	ALTA	Director de Proyecto
47	Revisar la frecuencia y amplitud de la onda generada para evitar daños a los electrodomésticos	ALTA	Director de Proyecto
48	Verificar por medio de mediciones la llegada de energía a cada uno de los hogares	ALTA	Director de Proyecto
49	Realizar una auditoría de la estabilidad estructural del tanque	ALTA	Cliente

50	Garantizar que haya una producción mínima de fertilizante	BAJA	Cliente
51	Hay que asegurar que los resultados obtenidos de las pruebas al biodigestor sean satisfactorios	ALTA	Cliente
52	Dar garantía y cumplimiento a lo establecido según acuerdos con la comunidad	ALTA	Cliente
53	Capacitar a la comunidad en el funcionamiento	ALTA	Director de Proyecto
54	Generar un AD HOC del funcionamiento y capacitaciones del sistema	MEDIA	Director de Proyecto
55	Entregar un manual o instructivo que le permita a la comunidad tener información específica del sistema	MEDIA	Director de Proyecto
56	Entregar un informe con indicadores de desempeño, producto final entregado e información relevante del sistema	MEDIA	Director de Proyecto
57	Generar un acta de entrega a satisfacción del sistema instalado y en funcionamiento	MEDIA	Director de Proyecto
58	Instalar los postes de la distribución de la red eléctrica	BAJA	Cliente
59	Garantizar el secado del fertilizante mediante una caldera	BAJA	Cliente
60	Generar energía en corriente alterna desde el biodigestor	BAJA	Cliente
61	Generar producción para veredas aledañas	BAJA	Cliente
62	Realizar mantenimientos preventivos del sistema	BAJA	Cliente
63	Verificar químicamente que el fertilizante cumpla con la calidad esperada	BAJA	Cliente

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Convenciones Matriz de trazabilidad

OBJETIVO ESPECIFICO	SIGLAS
OE1	Realizar un plan de dirección de proyecto acorde a las buenas prácticas del PMI.
OE2	Realizar el diseño estructural, de la red eléctrica y de gas del biodigestor de acuerdo con la capacidad requerida para suplir la cantidad de biogás suficiente para la comunidad de la vereda
OE3	Realizar los contratos de acuerdo con los estudios y validación pertinente de los proveedores y personal de mano de obra.
OE4	Construir, instalar y entregar el sistema del biodigestor en la vereda Calandaima, Santander.

Anexo 7. Matriz de trazabilidad

ID	DESCRIPCIÓN DEL REQUISITO	OBJETIVO ESPECIFICO DEL PROYECTO	ID WBS	ENTREGABLE DE LA WBS QUE LO RESUELVE
1	Realizar una gestión, control y monitoreo del proyecto	OE1	1.1.	Plan de dirección de proyecto
2	Realizar seguimientos periódicos de la ejecución del proyecto	OE1	1.2.	Informes de seguimiento de proyecto
3	Realizar de manera ordenada del cierre financiero, administrativo, técnico, operativo del proyecto	OE1	1.3.	Cierre del proyecto

4	Realizar el diseño del biodigestor de acuerdo con la normativa y requerimientos gubernamentales vigentes	OE1	2.1.	Diseño del sistema	
5	Realizar un diseño que cumpla con la capacidad optima acorde a la materia orgánica disponible para la producción de biogás	OE1	2.1.	Diseño del sistema	
6	Diseño de sistema de acuerdo con la norma sismorresistente NSR20	OE1	2.1.1.	Estructural	
7	Diseño de la red de distribución eléctrica a cada una de las viviendas de la vereda cumpliendo con la normal NTC 2050 y RETIE de 2013	OE1	2.1.2	Red Eléctrica	
8	Diseño de la red de distribución de biogás seguro por medio de la normatividad CREG-079 de 2012	OE1	2.1.3.	Red de gas	
9	Diseño de la red de distribución de biogás seguro por medio de la normatividad CREG-030 de 2018	OE1	2.1.3.	Red de gas	
10	Contar con una adquisición integral de acuerdo con lo requerido para el sistema del biodigestor en cuanto a materiales, insumos y suministros.	OE2	3.1.	Adquisición materiales	de
11	Garantizar que los materiales adquiridos cumplan con los requisitos técnicos requeridos	OE2	3.1.1.	Especificaciones técnicas	
12	Evaluar y seleccionar adecuada de proveedores de materiales que cumplan con los requisitos del sistema de gestión integral ISO 9001 de 2015	OE2	3.1.2.	Contratos proveedores	con
13	Contar con la herramienta, maquinaria y equipos necesarios para la ejecución que cumplan con los estándares de calidad, seguridad y funcionamiento	OE2	3.1.3.	Contratos de transporte de materiales y herramientas	
14	Contar con personal que cumpla con los perfiles de acuerdo con la experiencia y conocimiento para cada rol de la ejecución del proyecto	OE2	3.2.1.	Perfiles requeridos para los cargos	
15	Realizar un proceso de selección de personal cumpliendo con los perfiles	OE3	3.2.	Consecución personal	de
16	Realizar un perfilamiento del talento humano aplicando técnicas de evaluaciones técnicas y psicológicas	OE3	3.2.	Consecución personal	de
17	Contratar al personal idóneo acorde a resultados de evaluaciones propuestas para los perfiles con tipo de contrato prestación de servicios	OE3	3.2.2.	Selección, evaluación y contratación de personal	
18	Realizar un plan de capacitaciones dentro del marco del sistema de calidad de la organización	OE3	3.2.3.	Capacitación personal operativo	de

19	Contar con el espacio necesario para la instalación del sistema	OE4	4.1.	Adecuación del terreno
20	Disponer de las herramientas y maquinaria necesarias para la adecuación del terreno	OE4	4.1.	Adecuación del terreno
21	Validar las propiedades geotécnicas del terreno a intervenir	OE4	4.1.	Adecuación del terreno
22	Verificar la estabilidad del terreno	OE4	4.1.	Adecuación del terreno
23	Realizar un análisis de todos los elementos complementarios requeridos dentro del proyecto	OE4	4.2	Instalación de elementos complementarios
24	Verificar el diámetro requerido para el transporte de la materia orgánica hacia el biodigestor	OE4	4.2.1.	Tuberías de entrada y salida
25	Instalar la tubería de entrada de la materia orgánica bajo tierra para evitar corrosión y cristalización	OE4	4.2.1.	Tuberías de entrada y salida
26	Garantizar que la tubería es del material especializado para la conducción de la materia organiza y del biogás	OE4	4.2.1.	Tuberías de entrada y salida
27	Instalar tuberías certificadas para la seguridad de la comunidad	OE4	4.2.1.	Tuberías de entrada y salida
28	Garantizar que las válvulas reguladoras estén instaladas de acuerdo con la normatividad	OE4	4.2.2.	Válvulas de presión y H2S
29	Garantizar que la presión generada este dentro de los parámetros requeridos	OE4	4.2.2.	Válvulas de presión y H2S
30	Garantizar que el tanque tenga resistencia a altas presión	OE4	4.2.3.	Tanque almacenamiento de biogás
31	Garantizar que el tanque cumpla con las condiciones resistentes a la intemperie	OE4	4.2.3.	Tanque almacenamiento de biogás
32	Cumplir con el tamaño acorde a la generación esperada de biogás	OE4	4.2.3.	Tanque almacenamiento de biogás
33	Verificar que la turbina genere energía eléctrica en los niveles de tensión acordes	OE4	4.2.4.	Turbina de conversión de energía
34	Validar que la turbina cumpla con la capacidad de energía necesaria	OE4	4.2.4.	Turbina de conversión de energía
35	Instalar un tanque para la recolección de lixiviados de acuerdo con diseños	OE4	4.2.5.	Punto de acopio del fertilizante
36	Hay que asegurar que el lixiviado llegue a un compartimiento comprimido	OE4	4.2.5.	Punto de acopio del fertilizante
37	Garantizar que las válvulas reguladoras estén instaladas de acuerdo con la normatividad	OE4	4.2.6.	Red de distribución del biogás
38	Instalar manómetros que indiquen cuando sea necesario realizar el llenado del tanque	OE4	4.2.6.	Red de distribución del biogás
39	Cumplir con el nivel de tensión mínimo requerido	OE4	4.2.7.	Red de distribución de energía eléctrica

40	Cumplir con los calibres de los conductores cumplan con la capacidad de distribución de energía eléctrica	OE4	4.2.7.	Red de distribución de energía eléctrica
41	Garantizar cumplir con los requisitos normativos de acuerdo con la normatividad existente en la zona (Estructuras para sostener líneas eléctricas)	OE4	4.2.7.	Red de distribución de energía eléctrica
42	Asegurar los parámetros establecidos de seguridad y funcionabilidad del sistema	OE4	4.3.	Pruebas de funcionamiento
43	Realizar revisiones que permitan identificar fallas en el sistema	OE4	4.3.	Pruebas de funcionamiento
44	Afianzar las pruebas acordes a los parámetros de presión en cada uno de los hogares de la comunidad	OE4	4.3.1.	Gas
45	Realizar pruebas de fugas en la distribución	OE4	4.3.1.	Gas
46	Dar cumplimiento a los niveles de tensión establecidos tanto en la generación como en la amplificación de energía	OE4	4.3.2.	Eléctrica
47	Revisar la frecuencia y amplitud de la onda generada para evitar daños a los electrodomésticos	OE4	4.3.2.	Eléctrica
48	Verificar por medio de mediciones la llegada de energía a cada uno de los hogares	OE4	4.3.2.	Eléctrica
49	Realizar una auditoría de la estabilidad estructural del tanque	OE4	4.3.3.	Estabilidad del tanque
50	Garantizar que haya una producción mínima de fertilizante	OE2	4.3.4.	Fertilizante
51	Hay que asegurar que los resultados obtenidos de las pruebas al biodigestor sean satisfactorios	OE4	4.3.5.	Resultados Finales
52	Dar garantía y cumplimiento a lo establecido según acuerdos con la comunidad	OE2	5.1.	Entrega del biodigestor a la comunidad
53	Capacitar a la comunidad en el funcionamiento	OE4	5.1.1.	Capacitación final
54	Generar un AD HOC del funcionamiento y capacitaciones del sistema	OE4	5.1.1.	Capacitación final
55	Entregar un manual o instructivo que le permita a la comunidad tener información específica del sistema	OE4	5.1.2.	Manuales de usuario
56	Entregar un informe con indicadores de desempeño, producto final entregado e información relevante del sistema	OE4	5.1.3.	Informe de resultado del proyecto
57	Generar un acta de entrega a satisfacción del sistema instalado y en funcionamiento	OE4	5.1.4.	Acta de entrega de producto
58	Instalar los postes de la distribución de la red eléctrica	N/A		N/A
59	Garantizar el secado del fertilizante mediante una caldera	N/A		N/A

60	Generar energía en corriente alterna desde el biodigestor	N/A	N/A
61	Generar producción para veredas aledañas	N/A	N/A
62	Realizar mantenimientos preventivos del sistema	N/A	N/A
63	Verificar químicamente que el fertilizante cumpla con la calidad esperada	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Formato de acta cierre de proyecto

Acta de cierre del proyecto			FR-002 	
DETALLES				
Nombre del proyecto:		Fecha fin obra:		
Fecha inicio obra:		Ubicación:		
Cliente:				
Objetivo del proyecto:				
PARTICIPANTES				
NOMBRE	EMPRESA	CORREO		
Entregable	Cumple SI	Cumple NO	Observaciones	
Observaciones y recomendaciones:				
Las partes suscriben la presente acta, mediante la cual se da cierre formal al proyecto, donde se evidencia la aceptación por parte del cliente el cumplimiento de lo definido contractualmente para el presente proyecto. Las partes se declaran mutuamente a paz y salvo, y por lo tanto manifiestan con la suscripción del presente documento que renuncian a cualquier acción judicial o administrativa relacionado con el objeto contractual del presente proyecto. Para constancia, se firma la presente acta en original y una copia por las personas que en ella intervinieron a los ____ días del mes de ____ del año ____				
Firmas:				
Firma cliente		Firma Gerente General BYOENERGYGAS		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Matriz de comunicaciones

Qué información	Quién la transmite	A quién debe transmitirse	Cómo (dimensiones)										Periodicidad	Medio (Tecnología)				Método		Quién autoriza la transmisión	¿Dónde se conserva?	Restricciones		
			Interna	Externa	Formal	Informal	Ascendente	Descendente	Oficial	No Oficial	Oral	Escrita	Eventual	Diaria	Semanal	Correo Físico	Correo electrónico	Presentación virtual	Presentación y reunión interactivo				Push	Pull
Gerencia de Proyecto																								
Establecimiento de requerimientos	Cliente	Gerente General			X					X		X						X	X			Gerente General	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; familias de veredas aledaña
Definición de estrategia de trabajo	Gerente General	Gerente de Proyecto	X		X			X		X		X						X		X		Gerente General	Plan de gestión de proyecto	Familias de vereda
Kick off Meeting	Gerente de Proyecto	Equipo de proyecto	X		X			X	X		X		X					X		X		Gerente General	Repositorio interno del proyecto	Familias de vereda; (CAS); Equipo de proyecto; (MAC)
Seguimiento de avance del proyecto	Ingeniero Industrial	Gerente de Proyecto					X		X			X			X		X					Gerente de Proyecto	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; Equipo del proyecto
Diseño, adquisición de recursos y construcción del biodigestor																								
Diseño final y aprobado del biodigestor	Equipo del proyecto	Ingeniero industrial		X	X		X		X			X	X			X						Gerente de Proyecto	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; Equipo del proyecto
Definición de especificaciones de materiales	Ingeniero Industrial	Cliente		X			X				X	X	X				X			X		Ingeniero Industrial	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; Equipo del proyecto
Adquisición oficial de materiales	Ingeniero Industrial	Equipo del proyecto	X			X	X					X	X					X		X		Ingeniero Industrial	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; Equipos de proyecto; Personal de mano de obra; Proveedores
Entrega oficial al equipo de trabajo de insumos	Ingeniero Industrial	Equipo del proyecto	X		X		X					X	X					X				Ingeniero Industrial	Repositorio interno del proyecto	Familias de vereda; Equipos de Proyecto; Personal de

																mano de obra			
Informes de avance de instalación	Equipo del proyecto	Ingeniero Industrial	X			X	X			X		X			X	Ingeniero Industrial	Repositorio interno del proyecto	Familias de vereda; Equipos de Proyecto; Personal de mano de obra	
Pruebas parciales de funcionamiento	Equipo del proyecto	Ingeniero Industrial		X	X		X			X		X			X	Ingeniero Industrial	Repositorio interno del proyecto	Equipos de Proyecto; Personal de mano de obra	
Seguimiento avance del proyecto	Ingeniero Industrial	Gerente de proyecto	X		X					X		X			X	Gerente de Proyecto	Repositorio interno del proyecto	Equipos de Proyecto; Personal de mano de obra	
Entrega Final y cierre del proyecto																			
Pruebas finales de funcionamiento	Equipo del proyecto	Ingeniero industrial	X			X				X				X		X	Ingeniero Industrial	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; Equipo del proyecto
Presentación final del producto a la comunidad	Ingeniero industrial	Cliente		X	X					X				X		X	Gerente de Proyecto	Cliente	Familias de la vereda; Equipo del proyecto
Entrega de manuales y documentación final	Ingeniero industrial	Cliente		X	X					X				X			Gerente de Proyecto	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; Equipo del proyecto
Cierre administrativo con paz y salvos	Ingeniero industrial	Equipo del proyecto	X							X				X		X	Gerente de Proyecto	Repositorio interno del proyecto	Equipo de proyecto
Informe ejecutivo del proyecto	Ingeniero industrial	Gerente de Proyecto	X	X	X					X				X		X	Gerente de Proyecto	Repositorio interno del proyecto	Familias de la vereda; Equipo del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Formato de inspección de calidad

Formato de inspección							FR-003 
Aspecto por evaluar	S	N	N/A	Calificación			Observaciones
				A	B	C	
¿Se realizó la instalación de los anexos en el sistema?							
¿Las tuberías de entrada y salida fueron correctamente ajustadas al sistema?							
¿Se realizó el ajuste de las válvulas de presión y H ₂ S?							
¿Se realizó la instalación del tanque de almacenamiento del biogás?							
¿Se instaló la turbina de conversión de energía?							
¿Se adecuaron los puntos de acopio del fertilizante?							
¿Se instaló la red de distribución del biogás hasta el usuario final según normatividad vigente CREG 030?							
¿Se instaló la red de distribución de energía hasta el usuario final según normatividad vigente CREG 030, RETIE y NTC 2050?							
¿Se llenó el terreno y espacios con material granular e impermeabilizado?							
¿Se realizó el desmonte del encerramiento provisional?							
¿Se realizaron las mediciones de tensiones y corrientes antes y después de la puesta en marcha del sistema eléctrico??							
¿Se realizaron pruebas en vacío del sistema eléctrico antes de energizar los usuarios finales?							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Formato de auditoría de calidad

Formato de auditoria					FR-004 
Fecha de realización de la auditoria:					
Organización Auditada:					
Responsable de la auditoria:		Cargo:			
Equipo Auditor:					
Objetivo de la auditoria:					
Alcance:					
Horario Dia/Mes	Fase del proyecto	Criterio de aceptación	Cumple (Si – No)	Auditor	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Formato Lista de verificación de calidad

Formato Lista de Verificación de Calidad				FR-005 	
Responsable de verificación					
Verificación de Características del producto					
ASPECTO A EVALUAR	VERIFICACION	CUMPLIMIENTO		OBSERVACION	
		Si	No		
1. Instalación del biodigestor					
1.1 Adecuación del terreno y levantamiento de requisitos	¿Se realizó la topografía para validar el terreno?				
	¿Se realizó la adecuación del terreno?				
	¿Se realizó la excavación del terreno?				
	¿Se realizó el cercamiento provisional?				
1.2 Construcción de la base	¿Se realizó la estabilización del terreno				
	¿Se realizó la instalación de la geomalla?				
	¿Se fundió la placa de cimentación de forma correcta?				
1.3 Instalación tanque	¿Se realizó la instalación del tanque del biodigestor sin novedades?				
2. Instalación de anexos para el funcionamiento					
2.1 Anexos del sistema de gas	¿Se realizó la instalación de tuberías de entrada y salida?				
	¿Se realizó la adecuación de válvulas de presión y H ₂ S?				
	¿Se instaló la red de distribución del biogás hasta los usuarios finales cumpliendo normatividad vigente?				
	¿Se instaló el sistema de almacenamiento del biogás?				
2.2 Anexos del sistema eléctrico	¿Se instaló la turbina de generación de energía?				
	¿Se instaló la red de distribución de energía hasta los usuarios finales cumpliendo la normatividad vigente?				
	¿Se instaló los convertidores de energía de DC a AC en los predios a energizar?				
2.3 Anexos del fertilizante	¿Se adecuó el punto de acopio del fertilizante?				
3. Prueba final y funcionamiento					
3.1 Recolección materia orgánica	¿Se realizó la recolección del material orgánico suficiente para la generación del biogás y energía?				
	¿Se realizó el mezclado y llenado del tanque biodigestor?				
	¿Prueba de patógenos?				

Formato Lista de Verificación de Calidad				FR-005 	
Responsable de verificación					
Verificación de Características del producto					
ASPECTO A EVALUAR	VERIFICACION	CUMPLIMIENTO		OBSERVACION	
		Si	No		
3.2 Pruebas sistema de gas	¿Se realizó el tiempo de espera de la producción del biogás?				
	¿Se analizaron los resultados obtenidos de la generación del biogás?				
3.3 Pruebas sistema eléctrico	¿Se verificó la frecuencia generada a 60 Hz según la normatividad colombiana vigente?				
	¿Se realizó la toma de tensiones antes y después de la puesta en marcha del sistema eléctrico?				
	¿Se hicieron pruebas en vacío del sistema generador de energía?				
3.4 Análisis fertilizante	¿Se verificó la cantidad de fertilizante obtenido luego del proceso anaeróbico?				
Evaluación general:					
El producto cumple con los estándares y requisitos especificados (Si/No)					
Observaciones adicionales					
Firma del Evaluador:					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Roles, responsabilidades y competencias del equipo

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Habilidades	Perfil
Administrativo	Gerente General	N/A	1. Garantizar el cumplimiento de los requerimientos y necesidades de los clientes	Ingeniero civil o profesiones afines, con maestría en Gerencia de proyectos o similar, con experiencia en gestión empresarial, con conocimientos en economía, finanzas y mercado, con experiencia laboral de más de 15 años en el sector
			2. Diseñar la estrategia y fijar objetivos para el crecimiento.	
			3. Consecución de nuevos clientes para el crecimiento empresarial.	
			4. Mantener y optimizar los recursos financieros y físicos de la empresa	
			5. Representación de la empresa ante los clientes.	
			6. Aprobar entregables	
Administrativo	Gerente de proyectos	Gerente General	1. Garantizar la ejecución del proyecto dentro de los lineamientos dentro del alcance establecido.	Ingeniero civil o profesiones afines, especialización en Gerencia de proyectos o similar, con experiencia en gestión empresarial. Con experiencia laboral de más de 4 años en el sector
			2. Gestionar y mitigar los riesgos asociados al proyecto	
			3. Garantizar la debida ejecución presupuestal	
			4. Desarrollar a nivel organizacional las buenas prácticas	
			5. Administrar y controlar eficientemente los recursos	
			6. Efectuar la comunicación asertiva con accionistas y stakeholders.	
			7. Realizar control y seguimiento del avance y resultados del proyecto.	
			8. Aprobar entregables	
			8. Resolución de problemas.	
			9. Gestión de recursos.	
			10. Gestión de stakeholders.	
Administrativo	Ingeniero Industrial	Gerente de proyectos	1. Supervisar y coordinar la debida ejecución de las actividades	Ingeniero industrial, con experiencia en ejecución de proyectos y conocimientos del mercado, con visión
			2. Verificar la calidad de los entregables	
			3. Consultar juicio de expertos	
			4. Aprobar entregables	
			5. Revisar y controlar el cronograma	

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Habilidades	Perfil	
Administrativo		6. Solicitar adicionales	6. Gestión de la cadena de suministro.	y capacidad de liderazgo, orientado a la sostenibilidad y medio ambiente, experiencia mínima de 2 años en el sector.	
		7. Reportar novedades o desviaciones del proyecto	7. Optimización de procesos.		
	8. Gestión de calidad.				
	9. Análisis de datos				
	10. Trabajo en equipo				
		11. Gestión del proyecto.			
	Coordinador logístico	Gerente de proyectos	1. Gestionar la adquisición y manejo de materiales	1. Gestión de la cadena de suministro.	Titulo superior en transportes y logística, con visión y capacidad de liderazgo con habilidades de comunicación y relaciones públicas. Experiencia mínima de dos años.
			2. Gestionar la subcontratación de servicios requeridos	2. Habilidades de negociación y comunicación	
			3. Organizar y coordinar eventos asociados al proyecto.	3. Planificación y organización.	
			4. Informar las restricciones que se presenten oportunamente	4. Gestión del proyecto.	
			5. Solicitar adicionales	5. Gestión de inventario	
6. Gestionar el personal asignado			6. Orientación al cliente y proveedor		
			7. Coordinación de transporte.		
		8. Pensamiento analítico			
Administrativo	Profesional en gestión humana	Gerente de proyectos	1. Captar los perfiles requeridos del personal para la ejecución del proyecto	1. Gestión de talento.	Psicólogo con especialización en RR. HH o similar, con habilidades de comunicación y relaciones públicas. Experiencia mínima de dos años.
			2. Seleccionar el personal adecuado	2. Administrar equipos.	
			3. Gestionar y solucionar PQRS	3. Capacidad de escucha	
			4. Gestionar los contratos del personal	4. Relaciones interpersonales.	
			5. Realizar el seguimiento del personal contratado	5. Desarrollo y capacitación.	
			6. Garantizar el cumplimiento de los requerimientos legales	6. Resolución de conflictos.	
	7. Administración del desempeño				
	8. Conocimiento legal y normativo				
	9. Pensamiento estratégico.				
	Administrativo	Abogado	Gerente de proyectos	1. Garantizar la debida ejecución legal del proyecto	1. Conocimiento legal
2. Garantizar la debida ejecución contractual del proyecto				2. Analisis legal	
3. Gestionar los requerimientos legales de entidades públicas y privadas.				3. Asesoramiento legal.	

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Habilidades	Perfil
Administrativo	Contador	Gerente de proyectos	4. Desarrollar políticas y procedimientos internos.	Título en Licenciatura en contaduría pública. Con experiencia mínima de dos años
			5. Asesorar a la empresa en la correcta implementación de las políticas vigentes.	
			4. Redacción y elaboración de contratos	
			5.Revision de documentos legales.	
			6. Gestión de permisos y licencias.	
			7. Comunicación efectiva.	
			8. Mediación legal.	
			1. Administrar el flujo de efectivo de la empresa.	
			2. Elaborar estados financieros cuando se requiera.	
			3. Cumplir con las obligaciones fiscales de la empresa.	
Administrativo	Administrador financiero	Gerente de proyectos	4. Realizar auditorías internas.	Título en administración de empresas, economista o afines. Experiencia mínima de dos años
			5. Registrar en libros contables los movimientos.	
			1. Planificar los presupuestos	
			2. Optimizar los recursos empresariales	
			3. Prevenir pérdidas de capital.	
			4. Administrar dividendos.	
			5. Generar informes sobre estados financieros.	
			6. Determinar la dirección de las inversiones.	
			1. Analisis financiero.	
			2. Análisis de datos	
Operativo	Coordinador operativo	Ingeniero Industrial	3. Gestion financiera	Ingeniero industrial o afines. Experiencia mínima de dos años
			4. Supervisión de contratos a proveedores.	
			5. Planificación y presupuestación.	
			6. Gestión de riesgos financieros.	
			7. Conocimiento de inversiones.	
			8. Comunicación efectiva	
			9. Actualización constante.	
			10. Comunicación efectiva.	
			1. Pensamiento estratégico	
			2. Delegación de tareas.	
			3. Capacidad de resolución de controversias	
			4. Toma de decisiones.	
			5. Planificación y organización	

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Habilidades	Perfil
Operativo	Técnico especialista en gas	Coordinador operativo	6. Gestionar el tiempo del equipo a su cargo.	Técnico en gas. Experiencia mínima de dos años
			7. Controlar los recursos de la actividad en ejecución.	
			6. Gestion del tiempo	
			7. Implementación de soluciones.	
			8. Comunicación efectiva.	
			9. Liderazgo y trabajo en equipo.	
			1. Revisar a detalle los planos y requisitos técnicos de la instalación gas.	
			2. Construir el sistema de gas del proyecto.	
			3. Acatar los lineamientos del supervisor.	
			4. Cumplir con todos los SIG	
			5. Realizar pruebas exhaustivas del sistema de gas.	
Operativo	Técnico especialista en electricidad	Coordinador operativo	6. Realizar el mantenimiento regular del sistema	Técnico electricista con matrícula contec o tecnólogo electricista con matrícula conatel. Experiencia mínima de dos años
			7. Realizar la coordinación y colaboración con los otros especialistas del equipo	
			1. Conocimientos técnicos	
			2. Conocimientos en normatividad	
			3. Habilidades de diagnóstico.	
			4. Habilidades manuales.	
			5. Comunicación interpersonal.	
			6. Actualización y aprendizaje continuo	
			7. Gestión de tiempo y organización.	
			8. Resolución de problemas	
			9. Adaptabilidad y trabajo bajo presión	
Operativo	Técnico especialista en electricidad	Coordinador operativo	10. Ética profesional	Técnico electricista con matrícula contec o tecnólogo electricista con matrícula conatel. Experiencia mínima de dos años
			11. Conciencia medioambiental.	
			1. Revisar a detalle los planos y requisitos técnicos de la instalación eléctrica.	
			2. Construir el sistema eléctrico del proyecto.	
			3. Acatar los lineamientos del supervisor.	
			4. Cumplir con todos los SIG.	
			5. Realizar pruebas exhaustivas del sistema eléctrico.	
			6. Realizar el mantenimiento regular del sistema	
			7. Realizar la coordinación y colaboración con los otros especialistas del equipo	
			7. Conocimiento de sistemas y equipos eléctricos	
			8. Resolución de problemas	
			9. Adaptabilidad y trabajo bajo presión	

Rol	Autoridad	Responsabilidad	Habilidades	Perfil
Operativo	Maestro de obra	Coordinador operativo	10. Ética profesional	Técnico en obra civil y construcción. Experiencia mínima de dos años
			11. Conciencia medioambiental.	
			1. Revisar e interpretar los planos y requisitos técnicos de la obra civil.	
			1. Conocimientos técnicos	
			2. Construir la obra civil del proyecto cumpliendo con las especificaciones técnicas.	
			2. Conocimientos en normatividad	
			3. Acatar los lineamientos del supervisor.	
			3. Habilidades de diagnóstico.	
			4. Cumplir con todos los SIG.	
			4. Habilidades manuales.	
			5. Realizar la coordinación y colaboración con los otros especialistas del equipo.	
			5. Comunicación interpersonal.	
			6. Coordinar el personal y los recursos de la ejecución de las actividades.	
			6. Actualización y aprendizaje continuo	
			7. Mantener una correcta comunicación sobre avances, problemas y soluciones al supervisor.	
			7. Resolución de problemas	
			8. Organizar los espacios de trabajo, cargue y descargue de material.	
			8. Adaptabilidad y trabajo bajo presión	
			9. Ética profesional	
			10. Conciencia medioambiental.	
			11. Liderazgo	

Fuente: Elaboración propia

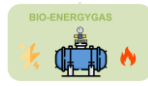
Anexo 14. Matriz de asignación de responsabilidades RACI

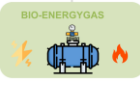
No	Paquete	Equipo del proyecto				
		Gerente General	Director de Proyecto	Ingeniero Industrial	Coordinador logístico	Coordinador operativo
1.1	Plan de Dirección de proyecto	A	R	C	I	I
1.2	Informes de seguimiento de proyecto	A	R	C	I	I
1.3	Cierre del proyecto	A	R	C	I	I
2.1	Diseño del Biodigestor	A	R	C	I	I
2.1.1	Estructural	I	R	A	I	C
2.1.2	Red eléctrica	I	R	A	I	C
2.1.3	Red de gas	I	R	A	I	C
3.1	Adquisición de materiales	A	R	C	I	I
3.1.1	Especificaciones técnicas	I	I	A	I	R
3.1.2	Contratos con proveedores	I	A	C	R	I
3.1.3	Contrato de transporte de materiales	I	A	C	R	I
3.2	Consecución de personal	A	R	A	I	I
3.2.1	Perfiles requeridos de los cargos	I	A	C	R	I
3.2.2	Selección, evaluación y contratación de personal	I	A	C	R	I
3.2.3	Capacitaciones de personal operativo	I	A	C	R	I
4.1	Adecuación de terreno	I	R	A	I	C
4.2	Instalación de elementos complementarios	A	R	C	I	I
4.2.1	tuberías de entrada y salida	I	A	R	I	C
4.2.2	válvulas de presión y H ₂ S	I	A	R	I	C
4.2.3	Tanque de almacenamiento Biogás	I	A	R	I	C
4.2.4	Turbina de conversión de energía	I	A	R	I	C
4.2.5	Punto de acopio de fertilizante	I	A	R	I	C
4.2.6	Red de distribución de Biogás	I	A	R	I	C
4.2.7	Red de distribución de energía eléctrica	I	A	R	I	C
4.3	Prueba de funcionamiento	A	R	C	I	I
4.3.1	Eléctrica	I	R	A	I	C
4.3.2	Gas	I	R	A	I	C
4.3.3	Estabilidad estructural	I	R	A	I	C
4.3.4	Fertilizante	I	R	A	I	C

4.3.5	Resultados finales	I	R	A	I	C
5.1	Entrega del biodigestor a la comunidad	A	R	C	I	I
5.1.1	Capacitación final	I	R	A	C	C
5.1.2	Manuales de usuario	I	R	A	C	C
5.1.3	Informe de resultados del proyecto	I	R	A	C	C
5.1.4	Acta de entrega de producto	A	R	C	I	I

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Formato de autoevaluación de desempeño laboral

Formato Autoevaluación de desempeño laboral		FR-006 
NOMBRE DEL EVALUADO:		
CARGO:		
FECHA:		
Valoraciones: Malo (1) - Regular (2) - Bueno (3) - Muy bueno (4) - Excelente (5)		
DESEMPEÑO		VALORACIÓN
Responsabilidad: Grado de compromiso que asume para el cumplimiento de las metas y/o grado de tranquilidad que le genera a su superior		
Calidad y exactitud en el trabajo: Coherencia entre el trabajo solicitado y el efectivamente realizado Grado de perfeccionismo que demuestra en el trabajo El trabajo realizado cumple con lo requerido y además es de buena calidad.		
Sentido común: Grado de cumplimiento de las normas, procedimientos y políticas existentes		
Cumplimiento de los procedimientos existentes: Grado de cumplimiento de las normas, procedimientos y políticas existentes		
Grado de conocimiento técnico: Conocimiento de las distintas herramientas necesarias para desarrollar sus labores		
FACTOR HUMANO – ACTITUDES		VALORACIÓN
Actitud hacia la empresa: Capacidad de defender los intereses de la empresa y adherirse a sus lineamientos Lealtad para con la empresa Disponibilidad para extender el horario de trabajo ante una necesidad puntual		
Actitud hacia los superiores: Relación con los superiores inmediatos y no inmediatos Reconocimiento y respeto Lealtad, Sinceridad y colaboración		
Actitud hacia los compañeros: Forma en la que se maneja con sus compañeros Se considera una relación más allá de lo estrictamente laboral		
Cooperación con el equipo: Colaboración en el desarrollo de trabajo entre compañeros Trabajo en equipo Capacidad de compartir conocimiento y habilidades		
Capacidad de aceptar críticas: Capacidad de recibir críticas constructivas de forma abierta Grado de adaptación a las mismas Inteligencia Emocional y recepción de críticas constructivas		
Presentación Personal: Uso adecuado del uniforme de trabajo		
Predisposición. Se muestra predispuesto hacia la tarea Manifiesta una actitud positiva ante los diferentes requerimientos Entusiasmo y motivación		

Formato Autoevaluación de desempeño laboral		FR-006 
NOMBRE DEL EVALUADO:		
CARGO:		
FECHA:		
Valoraciones: Malo (1) - Regular (2) - Bueno (3) - Muy bueno (4) - Excelente (5)		
Puntualidad: Horario laboral y reuniones		
HABILIDADES		VALORACIÓN
Iniciativa y creatividad: Inquietud por avanzar y mejorar Facilidad para ofrecerse como ejecutor de sus propuestas		
Respuesta bajo presión: Capacidad de mantener la calma y trasmitirla a sus compañeros Capacidad de tomar decisiones correctas bajo presión Capacidad de sacar provecho de situaciones adversas		
Capacidad de manejar múltiples tareas: Mantiene en orden sus tareas incluso cuando maneja múltiples temas Tiempo que toma entre un tema y otro		
Liderazgo y coordinación: Carisma, Liderazgo Natural, Capacidad de mediar en los conflictos internos y capacidad de mediar en los conflictos con los clientes		
Potencial y capacidad de aprendizaje: Tiene perfil funcional Inquietud y capacidad para conocer las distintas herramientas necesarias para el trabajo		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Planes de respuesta de Riesgos

Plan de Respuesta				
ID	Estrategia de Respuesta	¿En qué consiste la estrategia de respuesta?	Plan de Contingencia (si ocurre)	Responsable
R-01	Aceptar	N/A	N/A	Gerente de proyecto
R-02	Mitigar	Realizar capacitaciones y campañas de incentivación para brindar la información necesaria a la comunidad para el uso y beneficios de la implementación de un biodigestor	Reunión de emergencia evaluando varias veredas alternas que cumplan con los criterios de viabilidad ya sea acceso, necesidades y aceptación de la comunidad, etc. Verificando costos, beneficios, apoyo, etc.; llevado a cabo a través de una matriz DOFA, para su respectiva reevaluación en otro sitio	Gerente de proyecto
R-03	Mitigar	Realizar un estudio de mercado que permita identificar los puntos críticos en la adquisición de materiales y mano de obra para así crear un plan de adquisiciones eficientes y que correspondan al presupuesto e indicaciones técnicas del producto	Realizar una revisión minuciosa de los dimensionamientos incorrectos, para definir el impacto en el presupuesto asignado; consiguiendo realizar un ajuste al diseño o al alcance del proyecto y determinar una reevaluación de costos con el fin de actualizar el presupuesto, asignar funciones para darle cumplimiento a lo pactado contractualmente	Gerente de proyecto
R-04	Mitigar	Realizar un plan de alianza con la gobernación para brindar un servicio de manera gratuita y mejoramiento de la calidad de vida de las personas con una inversión menor a la de la instalación de un servicio público general	Realizar un enfoque del proyecto, de ser necesario se ajustará el alcance y los objetivos trazados para el proyecto y de esta forma asegurar que siga siendo beneficios, relevante y eficiente para la comunidad, colocando como prioridad la debida g gestión de residuos orgánicos y la autosuficiencia energética producida por el biodigestor, adicionalmente la producción de fertilizante para los cultivos de las comunidades	Gerente de proyecto
R-05	Evitar	Realizar una investigación sobre antecedentes de otras implementaciones para evaluar posibles tiempos extendidos en actividades, adicionalmente realizar la selección de personal con base en perfiles predefinidos para determinar la experiencia y conocimiento para cada cargo y necesidad del proyecto	Realizar una reevaluación minuciosa de tiempos teniendo en cuenta lecciones aprendidas de otros proyectos y tiempos más realistas. Del mismo modo realizar un ajuste al cronograma y reasignar recursos según los ajustes realizados al cronograma con la finalidad de garantizar que el proyecto se ejecute de acuerdo con lo estipulado	Gerente de proyecto
R-06	Mitigar	Realizar un estudio de mercado que permita identificar la disponibilidad y acceso a proveedores existentes y con	buscar fuentes de proveedores alternativos que estén disponibles y sean compatibles con los requerimientos y especificaciones técnicas requeridas. Del mismo modo	Coordinador Operativo

		trayectoria en el mercado para así crear un plan de adquisiciones eficientes y que correspondan al presupuesto e indicaciones técnicas del producto	hacer una reevaluación de los costos asociados a estos nuevos proveedores y con esto ajustar el presupuesto y con ello actualizar el proceso de adquisiciones para incluir estos nuevos proveedores de suministros. Por último, establecer un sistema de control del inventario para un continuo monitoreo de los materiales disponibles en obra	
R-07	Escalar	Realizar un comité de evaluación de alcance con el gerente general para evaluar los objetivos reales y alcanzables del proyecto de acuerdo con las especificaciones del cliente	Se llevará a cabo una revisión, involucrando a los interesados, para definir el alcance del proyecto y con ello efectuar los cambios pertinentes, en cuanto a presupuesto y cronograma; para así determinar el nuevo alcance de acuerdo con la reestructuración de los objetivos y así actualizar el cronograma y presupuesto de acuerdo con la nueva asignación de tiempos y costos para cumplir a cabalidad la finalidad del proyecto	Gerente de proyecto
R-08	Mitigar	Crear comités de seguimiento periódicos para evaluar e identificar alertas y desarrollo correcto del proyecto donde intervengan todos los actores clave del proyecto.	Realizar una identificación de problemas de comunicación con el equipo para determinar en qué puntos se tienen falencias, de esta forma realizar una reorganización del equipo del proyecto asignando nuevos roles, responsabilidades para mejorar la comunicación; Con ellos fomentar e implementar herramientas de comunicación a través de capacitaciones, reuniones periódicas para facilitar la debida interacción del equipo de trabajo	Gerente de proyecto
R-09	Mitigar	Realizar un estudio de mercado que permita identificar los puntos críticos en la adquisición de materiales y mano de obra para así crear un plan de adquisiciones eficientes y que correspondan al presupuesto e indicaciones técnicas del producto	Realizar cambios en el presupuesto para reflejar las nuevas necesidades de recursos. Con ello definir roles adecuados que garanticen que los trabajadores adecuados estén asignados correctamente de acuerdo con sus competencias. Del mismo modo identificar áreas para optimizar recursos y suplir las falencias detectadas, finalmente ajustar el cronograma en función de las nuevas asignaciones presupuestales	Gerente de proyecto
R-10	Escalar	Realizar un comité de evaluación de alcance con el gerente general para evaluar los objetivos reales y alcanzables del proyecto de acuerdo con las especificaciones del cliente	Realizar una inspección detallada de los documentos clave del proyecto como el alcance, plan de trabajo y demás documentos relacionados; con base en estos hallazgos efectuar una definición de alcance acorde con las necesidades del proyecto y de las partes interesadas. Con ello realizar un ajuste al plan de trabajo del proyecto, incluyendo cronograma y presupuesto para reflejar el nuevo	Gerente de proyecto

		alcance definido y así dar cumplimiento a las necesidades del cliente		
R-11	Mitigar	Realizar un estudio de prefactibilidad y viabilidad, donde de acuerdo con la necesidad de la comunidad se evalúe si el diseño que se proyecta cumple con los requisitos de funcionalidad pertinentes	Realizar un levantamiento adecuado de los requisitos con personal adecuado y capacitado. Con ello actualizar el alcance y realizar cambios en el plan de trabajo trazado, incluyendo el cronograma, el presupuesto y los recursos, para cumplir a cabalidad con las expectativas generadas por el cliente.	Gerente de proyecto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Cronograma de adquisiciones

Producto o Servicio Para Adquirir	Código EDT	Descripción de la adquisición	Cronograma de adquisición			Responsable
			Cotización	Requisición/ Orden de Compra	Entrega/Inicio	
Papelería	1	Compra de papelería para cumplimiento de labores técnicas administrativas asociadas a la ejecución del proyecto	2 días antes		Por demanda	Área administrativa
Útiles de Aseo y cafetería	1	Compra de implementos de aseo y cafetería para uso de los profesionales y directivos dentro del proyecto	Durante toda		Por demanda	Área administrativa
Plástico Bolsa biodigestor	3.1.2	Compra de la bolsa de plástico especial del biodigestor que servirá como recipiente del proceso de producción	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Tanque almacenamiento Biogás	4.2.3	Compra del tanque de almacenamiento para acopio del producto generado	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Malla de cerramiento	4.1	Compra de malla perimetral para cerramiento provisional del terreno a usar	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Geomalla	4.1	Compra de malla para estabilización de taludes	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Acopio de fertilizante	4.2.5	Compra de tanque de almacenamiento del producto del proceso de producción	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Cemento x 50 Kilos	4.1	Compra de cemento para la generación de concreto para la ejecución de la placa de cimentación	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Agregado Pétreo	4.1	Compra de grava para la generación de concreto para la ejecución de la placa de cimentación	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial

Herramienta Menor	4	Adquisición de herramienta menor para el uso e instalación de los productos adquiridos para la implementación del sistema	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Adecuación de terreno	4.1	Contratar el alquiler de maquinaria pesada para actividades relacionadas con el movimiento de tierras del proyecto, de acuerdo a diseños	17/04/2025	19/04/2025	21/04/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Topografía	4.1	Contratar el suministro de 1 topógrafo para la planimetría, con el fin de localizar puntos de operaciones apropiadas	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Placa de cimentación	4.1	Contratar mano de obra para la ejecución e instalación la placa de cimentación acorde a diseños	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Arena	4.1	Compra para la generación de concreto para la ejecución de la placa de cimentación	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Válvula de seguridad de Presión	4.2.2	Compra de válvulas reguladoras de presión para estabilización	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Válvula de H2S	4.2.2	Compra de válvulas reguladoras de presión para estabilización	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Llave de paso	4.2.1	Compra de llave de paso para cerrar, abrir o regular la trayectoria del producto	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Tubería PVC	4.2.1	Compra de tubería para regular el curso de la materia prima dentro del plástico Biodigestor	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Tubería Plástica Gas	4.2.1	Compra de tubería especializada en el transporte de gas para su adecuada instalación en el biodigestor	28/02/2025	2/03/2025	4/03/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Red de distribución electricidad	4.2.7	Compra de materiales requeridos para la red de distribución del producto dirigido al cliente	8/05/2025	10/05/2025	12/05/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial

red de distribución gas	4.2.6	Compra de materiales requeridos para la red de distribución del producto dirigido al cliente	8/05/2025	10/05/2025	12/05/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Turbina de conversión	4.2.4	Compra de turbina para la conversión de gas en electricidad	8/05/2025	10/05/2025	12/05/2025	Coordinador operativo/ingeniero industrial
Evento de entrega	5.1	Adquisición de materiales e insumos para llevar a cabo el evento final con su respectiva logística y publicidad	8/05/2025	10/05/2025	12/05/2025	Coordinador logístico

Fuente: Elaboración propia