

Fortalecimiento de finca panelera “Los trapiches” a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsan su sostenibilidad ambiental y económica



Alba Lucía Gañán Pérez

Alberto Pinzón Valero

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Julio de 2025

Fortalecimiento de finca panelera “Los Trapiches” a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen su sostenibilidad ambiental y económica

Alba Lucía Gañán Pérez

Alberto Pinzón Valero

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Magíster en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Julio de 2025

Contenido

Contenido	3
Lista de tablas	5
Lista de figuras	6
Lista de anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.3 Objetivos de investigación	16
1.4 Justificación de la investigación	16
2. MARCO REFERENCIAL	19
2.1. Marco de Antecedentes	19
2.2. Marco teórico	23
2.2.1 Ruralidad, pobreza energética y negocios rurales	23
2.2.2 Sostenibilidad	26
2.2.3 Metodologías de la gerencia de proyectos	29
2.3. Marco normativo	34
2.3.1 Normativa en Colombia	34
2.3.2 Normativa y acuerdos internacionales	35
3. METODOLOGÍA	36
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	36
3.3 Instrumentos de recolección de datos	38
3.4. Descripción de procedimientos	38
3.5 Análisis de información	42
3.6. Consideraciones éticas	42
4. RESULTADOS	45
4.1 Caracterización de la finca panelera Los trapiches	45
4.2 Selección de la metodología en gerencia de proyectos	65
4.2.1 Proceso de selección de la metodología en gerencia de proyectos	65
4.3 Formulación de estrategias para fomentar la sostenibilidad económica y ambiental de finca panelera Los Trapiches	76
4.3.1 Estrategia Scrum	77
4.3.2 Roles Scrum definidos	78
4.3.3. Principios Scrum aplicados	78

4.3.4. Backlog del Producto (Product Backlog)	79
4.3.4. Planificación de Sprints	80
4.3.4. Implementación de Sprints según fases del proyecto	81
4.3.4. Resultados esperados	83
5. CONCLUSIONES	84
6. REFERENCIAS	87
7. ANEXOS	96

Lista de tablas

Tabla 1. Fases del análisis documental y su aplicación al proyecto.....	40
Tabla 2. Caracterización general de la finca panelera Los Trapiches en su contexto rural.....	46
Tabla 3. Caracterización específica de la finca panelera Los trapiches respecto a su sostenibilidad económica.....	56
Tabla 4. Caracterización específica de la finca panelera Los trapiche respecto a su sostenibilidad ambiental	60
Tabla 5. Análisis de metodologías tradicionales de Gerencia de Proyectos (predictivas).....	66
Tabla 6. Análisis de metodologías ágiles de gerencia de proyectos (adaptativas).....	68
Tabla 7. Análisis comparativo entre metodologías para decidir la mejor para el negocio rural...72	
Tabla 8. Roles scrum en el proyecto de fortalecimiento de la sostenibilidad económica y ambiente de la finca panelera Los trapiches	78
Tabla 9. Product Backlog del proyecto de fortalecimiento de la sostenibilidad económica y ambiente de la finca panelera Los trapiches	79
Tabla 10. Sprints del proyecto para el fortalecimiento de la sostenibilidad económica y ambiente de la finca panelera Los trapiches.....	80

Lista de figuras

- Figura 1.** Gráfico Radial Caracterización general de la finca panelera Los Trapiches en su contexto rural.....54
- Figura 2.** Gráfico Radial Caracterización específica de la finca panelera Los trapiches en el ámbito económico.....59
- Figura 3.** Gráfico Radial Caracterización específica de la finca panelera Los trapiches en el ámbito ambiental.....63

Lista de anexos

Anexo 1. Declaración de consentimiento informado personas participantes.....	96
Anexo 2. Autorización para investigar al interior de la finca panelera	97

Resumen

La finca panelera Los Trapiches, en Anapoima (Cundinamarca), enfrenta limitaciones productivas por la falta de servicios públicos básicos. Esta investigación propuso estrategias para mejorar su sostenibilidad ambiental y económica mediante la metodología ágil SCRUM, elegida por su adaptabilidad a contextos rurales. Se planteó la instalación de un biodigestor para aprovechar el bagazo de caña y paneles solares, concluyendo que el uso de metodologías ágiles, tecnologías limpias y capacitación puede mejorar significativamente la eficiencia y sostenibilidad de pequeños emprendimientos rurales.

Palabras clave: gerencia de proyectos, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica, negocios rurales, Scrum.

Abstract

The panela-producing farm Los Trapiches, located in Anapoima (Cundinamarca), faces production limitations due to the lack of basic public services such as electricity and natural gas. This research proposed strategies to improve its environmental and economic sustainability using the agile SCRUM methodology, chosen for its adaptability to rural contexts. Strategies included installing a biodigester to utilize sugarcane bagasse and solar panels. It was concluded that the use of agile methodologies, clean technologies, and training can significantly enhance the efficiency and sustainability of small rural enterprises.

Keyword: Project management, environmental sustainability, economic sustainability, rural enterprises, Scrum.

Introducción

El suministro de energía en Colombia es precario para suplir las necesidades de los habitantes alejados de los centros urbanos. En Colombia se conoce como Zonas No Interconectadas (ZNI), aquellas a las cuales no llega un suministro de energía confiable para suplir la demanda del sector rural. La dificultad de un acceso confiable de suministro de energía para una vivienda rural se centra esencialmente en gas para la cocción de alimentos; energía para iluminación; comunicaciones y agua potable.

En cocción de alimentos, se utiliza la madera como fuente de energía; y para iluminación y comunicación se recurre a la compra de velas, compra de kerosene o gasolina para lámparas, pilas y baterías. Las necesidades diarias de energía se realizan a cuenta gotas, resultando en muchos casos muy onerosos por costo y disponibilidad (Pinilla Sepúlveda, 2016).

La finca panelera “Los Trapiches” es un negocio rural dedicado a la producción de panela ubicado en la vereda de Golconda (municipio de Anapoima, departamento de Cundinamarca). Esta propuesta de investigación busca solucionar las dificultades de acceso a servicios básicos como gas y energía eléctrica, aprovechando los residuos del bagazo en la producción de la panela, con el fin de reducir los costos de producción por la compra de gasolina para las calderas, reemplazándolo por el gas metano producto de un biodigestor, el biodiesel de las plantas de energía eléctrica por la energía eléctrica que genera el biodigestor, aumentando los ingresos de la producción y mejorando la calidad de vida del negocio.

Analizar estos retos presentados con el fin de proponer estrategias que fortalezcan la sostenibilidad ambiental y económica desde los modelos, metodologías y herramientas propias de la gestión de proyectos. En ese sentido, se utilizó un enfoque de investigación que permitió comprender, contextualizar y caracterizar al negocio rural, para a partir del análisis documental describir y proponer las mejores alternativas de la gerencia de proyectos para establecer soluciones a las problemática presentada.

Considerando lo anterior, existen tres enfoques principales de investigación: cuantitativo, cualitativo y mixto. La investigación cuantitativa se dedica al análisis de datos numéricos y

estadísticos, resultando pertinente para proyectos que requieren mediciones precisas. En contraste, la investigación cualitativa se centra en la comprensión profunda de los fenómenos a través de la experiencia y la interpretación del significado, siendo más adecuada para estudios de casos específicos. Por último, la investigación con métodos mixtos integra ambos enfoques, proporcionando una visión más completa y enriqueciendo el análisis (Hernández et al, 2014).

Debido a las características de este estudio, se adopta un enfoque cualitativo descriptivo desde el estudio de caso, pues este enfoque permite detallar, comprender y analizar a profundidad las características particulares de un proceso u organización en particular; con el fin de entenderlo y formular estrategias desde la gerencia de proyectos para dar respuesta a las problemáticas de sostenibilidad halladas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En 2015 las Naciones Unidas propusieron diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también llamados Objetivos Globales, estos tienen como fin la superación de la pobreza, la protección del planeta y garantizar un mundo en paz, equitativo y próspero para todas las personas en el año 2030.

El séptimo ODS propone “garantizar el acceso a energía asequible, segura, sostenible y moderna” (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015), este objetivo es clave para el desarrollo de sectores como la agricultura, las empresas, la educación, el transporte, entre otros; y en él subyacen dos apuestas claves, la primera es la generación y uso de más energías limpias y renovables, ya que el mayor consumo de energía sigue siendo de energías fósiles lo que representa más del 60% de las emisiones de efecto invernadero, convirtiéndose en la primera causa del cambio climático.

La segunda apuesta de este objetivo se orienta a la superación de pobreza, puesto que parece existir una correlación en el acceso a la energía y la pobreza, “parece claro que superar la pobreza y mejorar los niveles de desarrollo humano de la población en el mundo es una meta que tendrá que ir acompañada con el aumento en el consumo de energía per cápita” (García, 2014, p. 7). En este sentido, se puede hablar del concepto de pobreza energética, un hogar se encuentra en pobreza energética de acuerdo con García (2014):

cuando las personas que lo habitan no satisfacen las necesidades de energía absolutas, las cuales están relacionadas con una serie de satisfactores y bienes económicos que son considerados esenciales, en un lugar y tiempo determinados, de acuerdo a las convenciones sociales y culturales (p. 17).

De acuerdo con Villamizar (2023) en Colombia se han realizado estudios para medir la pobreza energética a través del Índice de Pobreza Energética Multidimensional (IPEM), en este índice mide y evalúa las deficiencias energéticas que afectan a un hogar o a una persona, a partir de la revisión de cinco dimensiones que agrupan los servicios básicos de uso de la energía:

- Combustible de cocción moderno y contaminación interior → Cocción
- Acceso a electricidad → Iluminación
- Electrodomésticos (Nevera) → servicios derivados de las tecnologías
- Tecnologías para entretenimiento (Televisión) → Entretenimiento y educación
- Medios de telecomunicaciones (Celulares) → Comunicación.

A partir de estas mediciones, se ha concluido que “la pobreza energética es significativamente mayor en las zonas rurales, en especial a lo que se refiere con falta de acceso a internet, adquisición de un computador y suministro de energía eléctrica” (García, 2023, p. 13).

Sin embargo, la experiencia ha demostrado que existen otro tipo de zonas, que por una u otra razón no pueden ser clasificadas como alguna de estas áreas especiales, y en el que hay usuarios conectados, a quienes el sostenimiento del servicio no es garantizable, principalmente porque son zonas alejadas de difícil acceso, lo cual hace que los costos de prestación del servicio sean considerablemente más altos que el costo medio de comercialización aprobado por la empresa comercializadora.

Unido a lo anterior, los usuarios conectados suelen tener bajos consumos y muchas veces baja capacidad de pago, aunque los problemas de cartera están más relacionados con la dificultad de traslado para llegar a los sitios establecidos para cancelar la factura, pues muchas veces el costo de ese traslado es superior al costo mismo de la factura (CREG, 2017).

1.1.1 Contextualización del objeto de estudio

En la vereda la Golconda en el municipio de Anapoima del departamento de Cundinamarca, la finca Los Trapiches se destaca por la producción de panela para su consumo local y a nivel nacional mejorando la economía y la calidad de vida de los campesinos que trabajan con el cultivo de la caña de azúcar

Sin embargo, el contexto en el que opera no está exento de desafíos. En la zona donde está ubicada la finca no cuenta con los servicios públicos básicos de energía eléctrica y gas natural de forma permanente, lo que dificulta la cadena de producción de la panela aumentando los costos de

producción, teniendo en cuenta dicha necesidad la presente investigación pretendió diseñar una solución para minimizar los tiempos muertos por la falta de cobertura de los servicios públicos básicos de energía eléctrica y gas, que pueda ser ambientalmente sostenible, como el uso de los desechos orgánicos que queda en el proceso de la trituración de la caña de azúcar, el bagazo, que puede ser utilizado para la producción de gas metano y energía eléctrica.

Por otro lado, la finca de Los Trapiches tiene la oportunidad de aprovechar las tendencias globales hacia el consumo de productos orgánicos y de comercio justo. La creciente demanda de panela sostenible y ético en mercados internacionales puede abrir nuevas oportunidades para la finca, siempre y cuando se implementen estrategias adecuadas de gerencia de proyectos. Estas estrategias deben enfocarse en mejorar la infraestructura, acceder a tecnologías modernas y fortalecer las capacidades de gestión empresarial de los productores. Al mismo tiempo, es crucial abordar las debilidades internas, como la falta de capacitación y recursos financieros, para asegurar que la finca pueda adaptarse y prosperar en un entorno competitivo y en constante cambio.

1.1.2. Problemática central identificada

En la actualidad, el cálculo de viviendas sin servicio de energía nace por la metodología del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura (PIEC) liderada por la Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, que combina fuentes de información como el Censo Nacional de Población y Viviendas, proyectos de energización presentados por Operadores de Red ante dicha entidad, entre otros.

Con esta iniciativa, Colombia reafirma su compromiso con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y contribuye al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) que busca el acceso a energía asequible y no contaminante, en Cundinamarca la experiencia afrontada permitió ver como un problema de carácter humanitario el riesgo para la vida de la población que habita en viviendas precarias ubicadas en zonas peligrosas, cerca del 75% de los casos visitados (DAPC, 2004: 9).

La industria panelera presenta el problema ambiental del uso inapropiado de los residuos sólidos producidos como el bagazo, bagacillo, cachaza, cenizas, esto produce contaminación de la atmósfera por las emisiones atmosféricas de Monóxido de carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno

(NOX), Óxidos de Azufre (SO_x), Material particulado (MP) y, el uso de llantas usadas como combustible para las calderas que además de contaminar, genera compuestos cancerígenos (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR], 2019).

En los países con clima tropical, la caña de azúcar es un recurso valioso para su economía y desarrollo. Se estima que este cultivo se siembra en, al menos, 200 países. Además, Suramérica contribuye con el 33% de la producción mundial (Rivera-Cadavid et al., 2019). Específicamente en Colombia, la cosecha de la caña de azúcar aporta un 2.9% del PIB agrícola nacional. Este cultivo representa, además, el 24.7% del PIB agrícola del Valle del Cauca, el 15.1% del Cauca y el 1.8% de Risaralda (Asocaña, 2020). Por lo tanto, la producción de caña es una actividad económica influyente para el país, tanto en la producción de panela para consumo local como para exportación (Manotas y Manyoma, 2022).

Uno de los desafíos para el mercado de la energía renovable en Colombia es el suministro de energía en regiones apartadas. Si bien Colombia ha tenido iniciativas en la promoción de energía renovable, actualmente existen regiones que carecen de suministro de electricidad. La falta de infraestructura y suministro de electricidad conlleva problemas relacionados con el número de usuarios cubiertos, desarrollo industrial y condiciones ambientales que afectan la competitividad de las regiones.

1.2 La pregunta de investigación

¿Qué herramientas y metodologías de la gerencia de proyectos son más adecuadas para optimizar el acceso a energía eléctrica y gas en la finca Los Trapiches que impulse su sostenibilidad ambiental y económica?

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer estrategias encaminadas a fortalecer la finca panelera Los trapiches a partir de las herramientas y metodologías de gerencia de proyectos más adecuadas con el fin de garantizar su sostenibilidad ambiental y económica.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la finca panelera Los trapiches y su entorno con el fin de determinar variables clave que influyen en su sostenibilidad ambiental y económica.
- Evaluar diferentes metodologías y herramientas de gerencia de proyectos considerando las necesidades específicas de la finca panelera Los trapiches, para determinar cuáles son las apropiadas para impulsar su sostenibilidad a largo plazo.
- Diseñar estrategias basadas en herramientas y metodologías de la gerencia de proyectos que fomenten la sostenibilidad ambiental y económica de la finca panelera Los trapiches.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se centra en la **finca panelera Los trapiches** con el objetivo de caracterizar su entorno y determinar las variables clave que influyen en su sostenibilidad ambiental y económica. Este estudio es fundamental debido a la creciente necesidad de promover prácticas sostenibles en los negocios rurales, que son esenciales para el desarrollo económico y social de las comunidades rurales en Colombia.

La investigación es crucial para la comunidad científica porque aborda un problema significativo: la falta de sostenibilidad en los negocios rurales. Al caracterizar la **finca panelera Los trapiches** y su entorno, se podrán identificar las variables clave que afectan su sostenibilidad.

Esto no solo contribuirá al conocimiento académico sobre la gerencia de proyectos aplicada en los negocios rurales, sino que también proporcionará datos empíricos que pueden ser utilizados para desarrollar políticas y estrategias efectivas.

El problema de la sostenibilidad en los negocios rurales es investigado debido a su impacto directo en la economía rural y la calidad de vida de las comunidades. Los negocios rurales enfrentan desafíos únicos, como el acceso limitado a recursos, tecnología y mercados, así como la vulnerabilidad a los cambios climáticos y económicos. Estos factores hacen que la investigación sea esencial para encontrar soluciones que puedan mejorar la resiliencia y sostenibilidad de estos tipos de organización.

Particularmente, para la finca panelera Los trapiches, los retos de desarrollar estrategias que les permita ampliar su suministro de energía para la producción y al mismo tiempo garantizar que estas fuentes de energía sean renovables y aprovechen los recursos propios de la finca; esto requiere especial atención dado que garantiza la sostenibilidad ambiental y económica del proyecto, y minimiza la dependencia del suministro de gas y energía para producir, por eso, una de las soluciones que se evaluó es la de construir un biodigestor que se alimente del bagazo y los residuos que genera la producción de caña de azúcar.

El desarrollo del presente proyecto permitirá a la finca panelera Los trapiches beneficiarse directamente de las estrategias diseñadas, que mejorarán su sostenibilidad y competitividad. Esto puede traducirse en una mayor eficiencia energética, reducción y aprovechamiento de los residuos, asimismo puede reducir los gastos en el pago de energía. De igual manera, la comunidad rural en la que opera también se beneficiará, ya que la mejora en la sostenibilidad del negocio puede generar empleo y promover el desarrollo económico local.

Desde el punto de vista académico, los autores del presente trabajo afianzarán conocimientos de investigación aplicada basados en metodologías de gerencia de proyectos y en la investigación de campo, enriqueciendo así la formación académica y profesional, además de contribuir con hallazgos relevantes y aplicados que pueden ser utilizados como referencia para futuros estudios y proyectos derivados de la Especialización en Gerencia de Proyectos de

UNIMINUTO Virtual, contribuyendo así con su compromiso misional de aportar al desarrollo sostenible y la innovación en el ámbito rural.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco de Antecedentes

La formulación de propuestas para solucionar el déficit de energía en zonas rurales se viene implementando en diferentes lugares desde hace más de 20 años. En el caso argentino, esta iniciativa se ha llevado a cabo desde el “Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales, más conocido por su sigla PERMER, que se lleva adelante desde la Secretaría de Energía del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios” (Santiago Russo, 2009, p. 41). Este proyecto se ha concentrado en electrificar zonas rurales dispersas a través de la instalación y generación de energía fotovoltaica o eólica, asimismo, han desarrollado otras formas de energía para satisfacer las necesidades energéticas donde opera el proyecto, así lo describe Santiago Russo (2009):

Nos referimos al calentamiento de agua, cocción de alimentos y calefacción de ambientes. El Proyecto ha incorporado un nuevo componente que financia cocinas y hornos solares, calefactores solares de agua sanitaria y eventualmente sistemas de calefacción solar (aunque estos últimos aún no se han implementado dadas las dificultades que entrañan los edificios energéticamente ineficientes).

En los años de ejecución del proyecto se ha electrificado a más de 4000 viviendas rurales dispersas, a 1300 escuelas y a 112 servicios públicos (hospitales, puestos policiales, dispensarios de salud, etc.). Asimismo, han instalado aproximadamente 100 cocinas, hornos y calefones solares en escuelas y puestos sanitarios; y 20 miniredes (sistemas colectivos) que alimentan a pequeñas localidades aisladas con diferentes formas de generación. Este proyecto muestra como la inversión estatal puede ayudar a solventar dos problemas, uno social y el otro ambiental, el primero es la falta de acceso a servicios como la energía eléctrica en zonas rurales dispersas y mayoritariamente empobrecidas (Cadena, 2006); y el segundo asunto es la reducción de emisiones de efecto invernadero a partir de la producción y uso de energías limpias y renovables.

Este asunto de la energización y electrificación de zonas rurales como una forma de desarrollo social y ambiental es revisado por Ladino (2011) en su análisis sobre el caso de la vereda Carupana, municipio de Tauramena, departamento de Casanare (Colombia), encontró que la implantación de la energía fotovoltaica promovió resultados positivos para la población como:

Centro de salud, (iluminación, refrigeración de medicinas, vacunas; comunicaciones vía celular, atención de emergencias en la noche); en las viviendas rurales (aumento de iluminación nocturna, acceso a las comunicaciones por radio y televisión), la escuela (bombeo de agua y manejo de aguas residuales), etc. (p. 108)

Sin embargo, aún se requiere programas y proyectos que hagan seguimiento y mantenimiento a los sistemas de Energía Fotovoltaica (EFV) para evitar su obsolescencia antes de cumplir su ciclo de vida y que permitan su sostenibilidad y perdurabilidad en el tiempo. Asimismo, este estudio encontró que una familia rural de este territorio no puede acceder a energías no convencionales como la fotovoltaica con recursos propios, por el elevado costo que tiene su implementación sin contar con el mantenimiento (2500 dólares aproximadamente) “solo con programas sociales subsidiados por el estado se puede acceder a esta tecnología” (Ladino, 2011, p.110).

En términos ambientales, este proyecto a un debe trabajar en la recolección y manejo de los residuos posconsumo, como las baterías y otros aparatos que se utilizan para la generación de EFV, puesto que las grandes distancias a los centros de acopio no facilitan que la comunidad traslade estos residuos, este es un asunto muy importante a la hora de decidir qué tipo de energías es más conveniente para un territorio y como abordar todos los impactos (positivos y negativos) que dicha forma de energía puede traer. Por último, el sistema fotovoltaico empleado en Carupana:

está limitado para uso doméstico; a nivel productivo en las fincas y faenas agrarias está restringido el uso energético con EFV, debido que se requiere verificar la relación costo beneficio, que es bien alta, porque el sistema de energía solar existente para mover motores trifásicos o incluso bifásicos a 220V es muy reducido y no hay inversores en el mercado en Colombia (Ladino, 2011, p.111).

Esto último, pone de manifiesto la importancia de comprender y medir la cantidad de energía que es necesaria para sostener una actividad productiva en una zona rural determinada, y elegir el sistema de energía renovable más adecuado. En este sentido, Marín y Quintero (2017) proponen una metodología para el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica y de eficiencia energética en el sector rural del eje cafetero; este trabajo parte de una revisión de las diferentes tecnologías renovables, las cuales se pueden categorizar de acuerdo con su nivel de desarrollo y los costos que presentan en:

- Tecnologías maduras de bajo costo: aquellas tecnologías renovables con costos de generación más bajos y con menor recorrido en disminución de costos debido a la madurez de la tecnología.
- Tecnologías en desarrollo: aquellas tecnologías con elevados costos de generación en la actualidad, pero con gran recorrido de reducción de costos (ej. solar fotovoltaica y termoeléctrica).
- Otras tecnologías maduras, con opciones limitadas de reducción de costo, sin embargo, con costos más competitivos que las tecnologías en desarrollo, pero menos competitivos que las energías renovables líderes en costos (ej. biomasa).
- Tecnologías con alto nivel de incertidumbre respecto a su viabilidad comercial, (ej. marina), donde los avances que se alcancen en los próximos años serán claves para que alcancen escala comercial. (Marín y Quintero, 2017, p. 7)

Asimismo, este estudio se decanta por la energía fotovoltaica porque “presenta un gran campo de aplicaciones para pequeños consumos, como fuente de electricidad en el mismo lugar de la demanda. Por esta razón los sistemas fotovoltaicos son una buena opción para la electrificación de sitios aislados de la red de interconexión eléctrica, principalmente en las zonas rurales” (Marín y Quintero, 2017, p. 7). También entre sus ventajas se encuentra que no generan contaminación ambiental, son silenciosos, resistentes a climas extremos y de bajo mantenimiento. Entre sus limitaciones se encuentra la moderación que deben hacer los usuarios en el consumo, al igual que el uso de aparatos eficientes para el consumir la energía, otro aspecto es el costo y el tamaño de los paneles solares que frenan su expansión, debido a que se requiere una superficie

amplia de paneles para mayor captación. Lo antes expuesto son razones para considerar al decidir qué tipo de tecnología energética implementar.

En esta misma línea, Muñoz-Sarria y Bueno-López (2022) proponen una metodología para seleccionar la tecnología más adecuada para un proyecto de energización rural, examinando los diferentes métodos multicriterio más usados en proyectos energéticos (ELECTRE, PROMETHEE, AHP, MAUT, TOPSIS y VIKOR) para determinar el más apropiado y disminuir al máximo la subjetividad a la hora de elegir una determinada tecnología, teniendo en cuenta “aspectos técnicos, económicos, sociopolíticos y ambientales con el fin de considerar toda la información que permita elegir la mejor alternativa de generación para una zona no interconectada que garantice el desarrollo sostenible” (p. 85).

Con el método seleccionado se realizó una validación a partir de un caso de estudio real en el resguardo indígena Calle Santa Rosa, en Timbiquí (Cauca), a partir de los criterios establecidos y la implementación del método multicriterio AHP (Proceso Analítico Jerárquico). A partir de este método se logró identificar que la mejor solución energética es la energía solar fotovoltaica, seguida de la biomasa. La selección de este método se dio debido a que involucra criterios tanto cualitativos como cuantitativos, asimismo, en comparación con los otros métodos presenta las siguientes ventajas:

Presenta un sustento matemático a partir de la formulación que involucra a los factores de decisión.

- Permite desglosar y analizar un problema por partes.
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común.
- Incluye la participación de diferentes personas o grupos de interés, y genera un consenso.
- Permite verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es el caso.
- Genera una síntesis y da la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.
- Es de fácil uso y permite que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización. (Muñoz-Sarria y Bueno-López, 2022, p. 89).

Los anteriores estudios presentan perspectivas importantes a revisar a la hora de identificar la tecnología energía renovable más adecuada para el territorio en donde se espera desarrollar el proyecto.

2.2. Marco teórico

2.2.1 Ruralidad, pobreza energética y negocios rurales

Ruralidad se refiere al conjunto de características, condiciones y formas de vida asociadas a los espacios geográficos situados fuera de los centros urbanos, donde predominan actividades relacionadas con la agricultura, la ganadería y otros usos del territorio ligados a recursos naturales. La ruralidad implica no solo aspectos demográficos o económicos, sino también dimensiones sociales, culturales y ambientales que definen la identidad y las dinámicas propias de las comunidades rurales.

Este concepto abarca la organización del territorio, el acceso a servicios básicos, infraestructura, niveles de desarrollo, así como las relaciones sociales y culturales que configuran la vida en estas zonas. La ruralidad es un fenómeno dinámico que ha ido transformándose en el tiempo, influenciado por procesos de globalización, urbanización y políticas públicas orientadas al desarrollo territorial (Cepal, 2019; Rojas y Gómez, 2021).

La pobreza energética es una problemática significativa en las zonas rurales de Colombia, donde afecta casi 48% de la población, en contraste con solo un 4.3% en áreas urbanas (Asociación de Fundaciones Familiares y Empresariales [AFE], 2024). El Índice Multidimensional de Pobreza Energética (IPME), diseñado por el Departamento Nacional de Planeación [DNP], mide esta pobreza en cuatro dimensiones: acceso y calidad de la energía, vivienda funcional, acceso a tecnologías de comunicación y equipamiento del territorio para el bienestar.

Esta condición limita el acceso a fuentes de energía eléctrica y combustibles limpios, obligando a muchas familias rurales a depender de leña, carbón y desechos para cocinar, lo que genera altos niveles de emisiones contaminantes y afecta la salud pública (Villamizar, 2023). La pobreza energética, por tanto, no solo restringe el desarrollo económico, sino que también

representa un reto ambiental y social en el contexto rural, evidenciando la necesidad de promover energías limpias y alternativas para mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad en estas zonas.

Por otra parte, un negocio rural se define como una unidad económica ubicada en territorios rurales que aprovecha los recursos naturales, saberes locales y capacidades sociales para generar valor agregado, ingresos sostenibles y empleo. Estos negocios abarcan una amplia gama de actividades, incluyendo la producción agropecuaria, agroindustria, ecoturismo, artesanía y servicios ambientales, entre otros (FAO, 2021; Pérez, 2010).

Desde una perspectiva de desarrollo sostenible, los negocios rurales no solo buscan rentabilidad económica, sino también el fortalecimiento del tejido social y la protección del entorno ambiental. Esto implica una visión integradora en la que las actividades económicas estén articuladas con los valores culturales del territorio, la equidad social y la gestión responsable de los recursos naturales (CEPAL, 2024). De hecho, se reconoce que este tipo de negocios son actores fundamentales para lograr la revitalización del campo, reducir la pobreza rural, enfrentar la migración hacia las ciudades y aportar a la resiliencia climática (FAO, 2024).

En el contexto colombiano, los negocios rurales han cobrado una relevancia particular por su potencial para dinamizar economías locales, frenar la migración campo-ciudad y contribuir a la consolidación de la paz territorial. Según Rodríguez y Ortega (2020), su fortalecimiento depende no solo del acceso a mercados y financiamiento, sino también de la implementación de metodologías de gestión que permitan planificar, monitorear e innovar dentro de los procesos productivos. En este sentido, la gerencia de proyectos ofrece un marco técnico y metodológico útil para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y escalabilidad de este tipo de iniciativas.

Con respecto al sector en que se desenvuelven el negocio rural estudiado, el sector panelero es una de las actividades agroindustriales más representativas del país, no solo por su aporte económico, sino por su profundo arraigo cultural, social y territorial. Este sector se basa en la producción de panela, un endulzante natural derivado de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), que se elabora de forma artesanal o semiindustrial en trapiches rurales, y que representa una fuente de ingresos y empleo para más de 350.000 familias campesinas (Fedepanela, 2023).

La actividad panelera se encuentra distribuida en más de 565 municipios de 29 departamentos, siendo especialmente significativa en Santander, Cundinamarca, Antioquia, Boyacá, Nariño y Cauca. Se estima que existen cerca de 70.000 unidades productivas y aproximadamente 20.000 trapiches, lo que refleja una fuerte presencia de pequeñas explotaciones familiares (Fedepanela, 2022). Esta agroindustria cumple un papel estratégico en la seguridad alimentaria, la economía campesina y la permanencia de comunidades en zonas rurales con alta vulnerabilidad social y ambiental (Agrosavia, 2023; Guevara y Martínez, 2021).

Sin embargo, el sector enfrenta múltiples desafíos, entre ellos la baja tecnificación, el envejecimiento de la población productora, la debilidad en la articulación comercial, los impactos del cambio climático y la competencia desleal de productos sustitutos. A esto se suman las dificultades para cumplir con estándares de calidad e inocuidad exigidos por los mercados internacionales (Fedepanela, 2023; Rincón y García, 2021).

No obstante, también existen oportunidades significativas para su fortalecimiento. Entre ellas se encuentran la diversificación de presentaciones y usos de la panela, la expansión en mercados diferenciados como el sector Horeca (hoteles, restaurantes y cafeterías), el aprovechamiento de certificaciones orgánicas, y la promoción de prácticas sostenibles tanto en la producción agrícola como en la transformación (Universidad de los Andes, 2023).

Como lo resalta Agrosavia (2023), el fortalecimiento del sector requiere la implementación de modelos productivos sostenibles, innovación tecnológica y mejores prácticas de gestión empresarial. Así mismo, la articulación con políticas públicas y el apoyo institucional son fundamentales para garantizar la competitividad y sostenibilidad del sector panelero en el largo plazo.

Por otra parte, una finca panelera es una unidad de producción agropecuaria ubicada generalmente en zonas rurales de ladera, dedicada al cultivo de caña de azúcar y su transformación artesanal o semiindustrial en panela, un producto no centrifugado altamente representativo de la tradición alimentaria colombiana. Esta finca integra dos componentes clave: el cultivo de la caña y el funcionamiento de un trapiche panelero, donde se procesa el jugo de caña para su cocción, evaporación y moldeo, hasta obtener bloques sólidos de panela (Agrosavia, 2023; Fedepanela, 2023).

Desde una perspectiva económica y sociocultural, las fincas paneleras constituyen la base productiva del sector panelero colombiano, siendo operadas en su mayoría por familias campesinas. Estas unidades productivas suelen ser de pequeña escala, con bajos niveles de tecnificación, escasa mecanización y fuerte dependencia de la mano de obra familiar (Guevara y Martínez, 2021). En muchos casos, estas fincas tienen un sistema de producción diversificado que incluye cultivos de subsistencia o animales menores, lo que refuerza su rol en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales.

Además, la finca panelera cumple una función clave en la preservación de prácticas tradicionales y el sostenimiento de economías rurales en territorios marginados. Su permanencia está condicionada por múltiples factores, como el acceso a insumos, el relevo generacional, la conectividad vial, los precios del mercado, el acceso a la tierra y la calidad del suelo (Universidad de los Andes, 2023). En la actualidad, diversas estrategias de innovación buscan mejorar la productividad, sostenibilidad y rentabilidad de estas fincas mediante la implementación de tecnologías limpias, buenas prácticas agrícolas y herramientas de gestión empresarial y de proyectos.

2.2.2 Sostenibilidad

La sostenibilidad se define como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. Este concepto implica un equilibrio dinámico entre tres dimensiones fundamentales: la económica, la ambiental y la social, las cuales deben integrarse para promover un desarrollo que sea viable, equitativo y respetuoso con el medio ambiente (Sachs, 2015; UNDP, 2020). Este proyecto aborda la sostenibilidad como un proceso multidimensional que busca garantizar la viabilidad de los sistemas productivos rurales en el tiempo, asegurando que las actividades económicas se desarrollen sin comprometer los recursos naturales ni el bienestar de las futuras generaciones (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987).

Desde la perspectiva económica, la sostenibilidad busca la eficiencia y la resiliencia financiera a largo plazo. En el ámbito ambiental, promueve la conservación de los ecosistemas, la gestión responsable de los recursos naturales y la mitigación del impacto negativo de las actividades humanas. Socialmente, fomenta la justicia, la inclusión, la equidad y la participación

activa de las comunidades en los procesos de toma de decisiones (García et al, 2019; UNESCO, 2017).

Este enfoque integral se ha consolidado como un marco clave para el diseño de políticas públicas, estrategias empresariales y programas de desarrollo, orientados a garantizar la perdurabilidad y calidad de vida en contextos locales y globales (Rimisp, 2019; UNDP, 2020). Aunque se reconoce que la sostenibilidad incluye tres pilares fundamentales, en el caso de la Finca Panelera *Los Trapiches*, se hará énfasis en dos de ellos:

Uno de ellos es la sostenibilidad económica, que se refiere a la capacidad de un sistema económico para generar riqueza de manera constante y eficiente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Este concepto implica la adopción de prácticas económicas que sean financieramente viables, socialmente equitativas y ambientalmente responsables, promoviendo un crecimiento inclusivo y resiliente (FAO, 2018).

En el contexto agrícola, la sostenibilidad económica aboga por la implementación de modelos productivos que optimicen el uso de los recursos, reduzcan los costos operativos y mejoren la competitividad, al tiempo que se preserva el entorno natural y se promueve la equidad social. Esto incluye la diversificación de fuentes de ingreso, el acceso a mercados justos y la inversión en innovación tecnológica (FAO, 2020).

Además, la sostenibilidad económica reconoce la interdependencia entre las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo, enfatizando la necesidad de políticas públicas que integren estos aspectos para lograr un desarrollo rural sostenible y equitativo.

En segundo lugar, se encuentra la sostenibilidad ambiental, que se entiende como la capacidad de mantener la calidad y los procesos de los ecosistemas naturales a lo largo del tiempo, garantizando la preservación de los recursos naturales y la biodiversidad para las generaciones presentes y futuras (CEPAL, 2019). Este concepto implica el uso responsable y eficiente de los recursos naturales, minimizando la contaminación y el impacto ambiental, y promoviendo la restauración y conservación de los ecosistemas (FAO, 2018).

La sostenibilidad ambiental también considera la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la protección del medio ambiente, mediante políticas y prácticas que reduzcan la

huella ecológica, fomenten energías renovables, y mitiguen los efectos del cambio climático (OECD, 2020). En el contexto rural, esto incluye la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, manejo adecuado del suelo y el agua, y la conservación de la biodiversidad, lo cual es fundamental para la resiliencia de las comunidades y la seguridad alimentaria (Rimisp, 2019).

Por último, un concepto fundamental para este trabajo es desarrollo rural sostenible, este es un enfoque integral que busca mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales mediante el uso eficiente, equitativo y responsable de los recursos naturales, garantizando al mismo tiempo la conservación del medio ambiente, la inclusión social y la viabilidad económica de los territorios rurales. Este concepto promueve un equilibrio entre crecimiento económico, equidad social y sostenibilidad ecológica, adaptado a las particularidades locales de cada comunidad (FAO, 2017; Corona et al., 2023).

A diferencia de modelos centrados exclusivamente en la productividad agrícola, el desarrollo rural sostenible considera factores como el acceso a servicios básicos (salud, educación, agua, energía), la participación comunitaria en la toma de decisiones, la diversificación de actividades económicas (agroindustria, turismo rural, bioeconomía), y la gestión sostenible del territorio (Pérez y López, 2022). Además, reconoce el papel fundamental de los pequeños productores, las mujeres rurales, los jóvenes y las comunidades étnicas en la construcción de soluciones contextualizadas y resilientes frente a problemáticas como el cambio climático, la degradación del suelo o la inseguridad alimentaria (Rimisp, 2019).

En Colombia, avanzar hacia un desarrollo rural sostenible es clave para superar las brechas históricas entre lo urbano y lo rural, promover la cohesión territorial y contribuir a la construcción de paz. Esto implica el fortalecimiento institucional, la inversión en infraestructura rural, la implementación de políticas públicas inclusivas y la articulación entre actores estatales, comunitarios y privados (Guevara y Martínez, 2021).

2.2.3 Metodologías de la gerencia de proyectos

Las metodologías en gerencia de proyectos son marcos estructurados que guían la ejecución de proyectos, estos sirven para identificar, planear, ejecutar, controlar y dar cierre con

éxito a un proyecto, permitiendo una mejor organización y productividad estandarizando los flujos de trabajo y optimizando los recursos. Entre las más reconocidas se encuentran PMBOK, PRINCE2 y metodologías ágiles como SCRUM. Estas metodologías ayudan a optimizar procesos, controlar riesgos y cumplir objetivos estratégicos (Kerzner, 2017).

La importancia de adoptar una metodología radica en que proporciona un enfoque sistemático y ordenado que facilita la coordinación de actividades, la toma de decisiones y la gestión de cambios, especialmente en proyectos complejos o innovadores donde la incertidumbre puede ser alta (Kerzner, 2017). Sin una metodología clara, los proyectos pueden enfrentar desorganización, retrasos y sobrecostos, afectando su éxito.

Existen diversas metodologías reconocidas, cada una con características y usos específicos. La metodología tradicional o en cascada (Waterfall) se basa en una secuencia lineal de fases, donde cada etapa debe completarse antes de pasar a la siguiente. Este enfoque es útil cuando los requisitos están bien definidos y son estables, permitiendo un control riguroso y una documentación detallada (Schwalbe, 2018). Por otro lado, las metodologías ágiles, como Scrum, Kanban y Lean, están diseñadas para ambientes dinámicos y cambiantes. Estas promueven ciclos cortos de trabajo, retroalimentación constante con el cliente y adaptabilidad, lo que las hace ideales para proyectos donde los requerimientos pueden evolucionar durante su desarrollo (Beck et al., 2001; Serrador y Pinto, 2015).

Además, en la práctica actual, muchas organizaciones optan por metodologías híbridas que combinan elementos tradicionales y ágiles para adaptarse mejor a las características particulares del proyecto y del entorno organizacional (Conforto et al., 2016). Esta flexibilidad permite responder a la complejidad y diversidad de desafíos, especialmente en proyectos rurales o de desarrollo sostenible, donde la participación de múltiples actores y la integración de aspectos sociales, económicos y ambientales son fundamentales (Corona et al., 2023). A continuación, se detalla más sobre las diferentes metodologías tanto tradicionales como ágiles, y los enfoques híbridos.

Por su parte, las metodologías tradicionales se basan en etapas secuenciales y lineales, siguen una secuencia fija: Iniciación, Planificación; Ejecución, Medición. Para pasar a la siguiente secuencia se debe completar la anterior, se puede tener control en cada fase del proyecto

permitiendo tener objetivos claros, procesos controlables y documentación clara, pero se resisten a un cambio que se pueda presentar durante su ejecución (ADEN, 2024).

Una de las metodologías tradicionales es la metodología en cascada o waterfall, que se basa en planificar un proyecto desde el principio hasta el final, dividiéndolo en pasos secuenciales, que se ajustan en un orden determinado para cumplir sus objetivos, teniendo la ventaja de controlar los detalles en cada paso; se recomienda para procesos complejos (Zendesk, 2023).

Otra metodología tradicional es el PMBOK (Project Management Body of Knowledge), esta metodología fue desarrollada por el Project Management Institute (PMI), se basa en las buenas prácticas en función de la gestión, la administración y dirección de proyectos por medio de técnicas y herramientas con un conjunto de 47 procesos distribuidos en 5 macroprocesos generales, se fundamenta en dos aspectos principales, los macroprocesos que reúne todos los procesos estandarizados y las áreas de conocimiento que tienen los aspectos claves que influyen en las etapas del macroproceso (ADEN, 2024).

Por último, la metodología en V (V-Model) es una metodología que se caracteriza por su alto grado de transparencia al tener procesos definidos y comprensibles, desarrolla un proyecto en fases de especificaciones, funcional, diseño, codificación y control de calidad, permitiendo la organización e implementación del desarrollo y mantenimiento de una amplia variedad de sistemas de TIC.

Las ventajas de esta metodología son la optimización de la comunicación al tener responsabilidades claramente definidas, una minimización de riesgos al tener una adecuada planificación y una buena calidad por su control de calidad, pero tiene la desventaja que al ser un modelo de cuatro niveles no es fácil hacer un seguimiento riguroso en un proyecto grande y completo, su estructura es rígida y poco flexible a un cambio durante el desarrollo de un proyecto (IONOS Digital Guide, 2020).

Por otra parte, las metodologías ágiles son flexibles y responden rápidamente a los cambios durante el desarrollo del proyecto, privilegiando entregas frecuentes y resultados rápidos. Una de las metodologías ágiles es Scrum, esta metodología usa sprints de hasta 30 días, en pequeños grupos planifican objetivos, ejecutan actividades y mantienen informado el proceso a la persona scrum master, se basa en estructurar el flujo del trabajo para entregar resultados en plazos cortos.

Otra metodología es Kanban, en esta el proyecto se divide en actividades que se organizan en hacer, haciendo y hecho, solo se puede cambiar el estado de una actividad al cumplir por completo la condición del siguiente paso (Zendesk, 2023).

Extreme Programming (XP) es una metodología ágil que se fundamenta en la velocidad y simplicidad en ciclos de desarrollo cortos, se basa en 5 valores, 5 reglas y 12 prácticas de programación, tiene una estructura rígida que tiene como objetivo productos de mayor calidad. Los 5 valores son: simplicidad, comunicación, comentarios, valentía y el respeto, y las 5 reglas son: planificación, gestión, diseño, codificación y prueba. Las 12 prácticas de la programación extrema que se basa en el manifiesto ágil y éstas son:

1. El juego de planificación
2. Pruebas de clientes
3. Pequeñas entregas
4. Diseño simple
5. Programación en parejas
6. Desarrollo guiado por pruebas (TDD)
7. Refactorización
8. Propiedad colectiva
9. Integración continua
10. Ritmo de trabajo sostenible
11. Metáfora
12. Estándares de codificación

Esta metodología tiene una estructura y proceso riguroso permitiendo obtener resultados de alta calidad (Asana, 2025). Otra metodología ágil es Crystal, esta metodología es una familia de varios enfoques de desarrollo ágiles, que se va escogiendo la solución apropiada de acuerdo a la criticidad, el tamaño y necesidades técnicas del proyecto (EAE Business School Barcelona, 2018), se basa en las personas y la interacción entre ellas mientras trabajan en un proyecto de desarrollo de software, las diferentes metodologías se representan en colores del espectro y se clasifican de acuerdo a la criticidad y tamaño del proyecto.

Agile es una metodología que divide el proyecto en fases de corto plazo, para tener resultados rápidos y eficientes, teniendo un control constante para el cumplimiento de los objetivos, es utilizado con frecuencia por la rapidez de sus resultados (Zendesk, 2023). Por último, otra metodología ágil es Feature-Driven Development, esta metodología se basa en un modelo de 5 pasos: modelado de objetos de dominio, desarrollo del modelo general, crear una lista de funciones, haz un plan por función, haz un diseño por función y haz una compilación por función, que se enfocan en desarrollar funciones en interacciones cortas. Esta metodología es adecuada en proyectos de largo plazo que frecuentemente están cambiando y agrega condiciones en las iteraciones de acuerdo a las necesidades y requerimientos del cliente (Lucidchart, n.d.).

Por último, las metodologías híbridas son la integración de metodologías tradicionales y ágiles combinando las ventajas de cada metodología para el éxito en el desarrollo de un proyecto. Una de las más reconocidas es Agile - Waterfall, este modelo utiliza la flexibilidad de la metodología Agile y la estabilidad de la metodología Waterfall, una metodología no es mejor que otra, solo se toman las ventajas de cada una que se adecuen mejor al proyecto, al combinar las dos metodologías con una buena comunicación se obtienen los resultados requeridos (Business Adobe, 2024).

Scrumban es una metodología híbrida, que se fundamenta del Scrum en estructurar el flujo de trabajo para tener resultados en plazos costos en entregas de sprint, y de Kanban al retomar la visualización de los flujos y carga de trabajo, el trabajo se prioriza de acuerdo a la complejidad y la demanda de la tarea (Asana, 2025)

La combinación Lean-Agile escoge las ventajas de las dos metodologías, de Lean retoma la necesidad de eliminar el despilfarro y aportar valor y de Agile la apuesta por entregar los resultados de una manera rápida y efectiva de acuerdo con las necesidades del cliente (Scruminc, 2024).

Por otro lado, existe otro grupo de metodologías que sirven para la gestión de proyectos específicos, estas metodologías son aplicadas según las características y necesidades particulares del proyecto. Una de ellas es Prince2 (Projects in controlled environments), que se refiere a proyectos en entornos controlados, esta metodología es usada por su flexibilidad, adaptabilidad y por la capacidad de controlar desde el principio hasta el final el proceso de una organización, se

conforma de 7 fases: puesta en marcha, dirección del proyecto, inicio, control de una fase, gestión de la entrega de productos, gestión de los límites de las fases y cierre del proyecto. Esta metodología propone 7 principios: justificación comercial continua, aprendizaje continuo a partir de la experiencia, funciones y responsabilidades claramente definidas, gestión por fases, gestión por excepción, orientación a la calidad del producto y enfoque personalizado; también propone 7 áreas de conocimiento: business care, organización, calidad, planes, riesgo, cambio y progreso (IeBs, 2022).

Lean es una metodología que se basa en eliminar el desperdicio de actividades que no generan valor para optimizar la eficiencia en los procesos de una empresa, pretende entregar el máximo valor con los mínimos recursos, aumentar la productividad, reducir costos, agilizar ciclos y mejorar la calidad (HubSpot, 2023). También está la metodología Six Sigma, la cual mejora los procesos con la minimización de la variabilidad de los procesos, reduciendo los errores y mejorando la calidad del producto, utilizando las herramientas del diagrama de espina de pescado, el diagrama de Sipoc y la matriz de causa - efecto.

Otra metodología específica es la metodología IPMA (International Project Management Association) también es una metodología específica que muestra el conjunto de procesos para la planificación de un proyecto, y promueve “la competencia en toda la sociedad para permitir un mundo en el que todos los proyectos tengan éxito” (ESPAE escuela de negocios, 2022), es un estándar internacional de habilidades de gestión para gerentes de proyectos, se conforma por tres áreas de competencia que son: personas, práctica y perspectiva.

2.3. Marco normativo

2.3.1 Normativa en Colombia

En la Constitución Política de Colombia de 1991 se establece el derecho a un ambiente sano, promoviendo la sostenibilidad ambiental y el uso racional de los recursos naturales (Artículo 79), asimismo, se establecen la obligación del Estado de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su sostenibilidad (Artículo 80). Asimismo, se establece el

deber del Estado de intervenir en la economía para garantizar el desarrollo sostenible (Artículo 334).

Con la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994), se define los servicios públicos como esenciales para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y establece la prioridad en su prestación (artículo 1 y 2). También establece que se debe promover el acceso a servicios públicos básicos en áreas rurales y de difícil acceso, permitiendo el uso de energías alternativas (Artículo 28), también se incentiva la participación de pequeños productores y asociaciones en la prestación de servicios públicos (Artículo 87).

En 2014, surge la Ley 1715 que se centra en la promoción de energías renovables en Colombia, esta ley fomenta el desarrollo y uso de fuentes no convencionales de energía, especialmente renovables, como medio para garantizar la sostenibilidad energética (Artículo 1), también propone la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante energías limpias (Artículo 3) y por último, establece incentivos tributarios para proyectos que incorporan fuentes renovables de energía (Artículo 8).

La Ley de Innovación Agropecuaria (Ley 1876 de 2017), propone proyectos de incentivo que impulsen la innovación y sostenibilidad en el sector agropecuario, promoviendo el uso de tecnologías alternativas (Artículo 3). A su vez, esta ley establece líneas de financiamiento y apoyo para proyectos rurales que promuevan el desarrollo sostenible (Artículo 10).

Por su parte, el Decreto 1073 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector de Minas y Energía), regula la integración de energías renovables en sistemas energéticos rurales y establece lineamientos para proyectos como los biodigestores (Título 2). Además, define los lineamientos para la planeación, instalación y operación de tecnologías limpias en zonas rurales. Este mismo Ministeria en 2020, en la Resolución 181331, establece los lineamientos técnicos para la implementación de tecnologías limpias en zonas no interconectadas, promoviendo proyectos con impacto social y ambiental positivo.

2.3.2 Normativa y acuerdos internacionales

En la Agenda 2030 que propone los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se encuentran dos objetivos clave que apoyan el propósito de la presente investigación, estos son garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna (Objetivo 7) y la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

A partir de la normativa revisada se encuentra que el proyecto se alinea perfectamente con el marco normativo colombiano, que promueve la protección del medio ambiente, el desarrollo sostenible y la innovación en el sector energético. También se articula con algunos de los ODS de la Agenda 2030 a nivel mundial, sobretodo con los relacionados a problemáticas medioambientales.

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La investigación se basa en un enfoque cualitativo descriptivo, con el fin de comprender de manera profunda el contexto y las características detalladas de la finca panelera “Los Trapiches”. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2020), los estudios cualitativos son especialmente adecuados para captar experiencias subjetivas y significados, lo cual es crucial para identificar las necesidades de la finca panelera “Los Trapiches”, por esta razón se aborda a través de un estudio de caso, que permite un análisis detallado y los desafíos específicos que enfrenta la finca panelera. Como sugieren Hernández-Sampieri et al. (2014), los estudios de caso son ideales para investigaciones que buscan una comprensión holística de fenómenos complejos. Al centrarse en casos particulares, se explora en profundidad las dinámicas propias y los obstáculos que limitan su sostenibilidad económica y ambiental.

El alcance de este trabajo se desarrolla seleccionando y diseñando estrategias a partir de modelos, herramientas y metodologías en gerencia de proyectos, abordando la sostenibilidad económica y ambiental de la finca panelera “Los Trapiches” ubicado en la vereda de Golconda, municipio de Anapoima, departamento de Cundinamarca, Colombia y esta investigación tuvo una duración de 3 meses acorde con la duración de la especialización, se desarrolló entre abril y junio de 2025.

3.2 Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

La población de esta investigación estuvo conformada por los actores directamente relacionados con la finca panelera *Los Trapiches*, ubicada en la vereda Golconda, municipio de Anapoima, departamento de Cundinamarca, Colombia. Esta población incluyó a los propietarios,

trabajadores, encargados de la administración y otros participantes claves involucrados en los procesos productivos, administrativos y ambientales de la finca.

Esta población se caracterizó por poseer un conocimiento empírico y experiencial profundo sobre el cultivo de caña panelera, el procesamiento artesanal de la panela y las prácticas de sostenibilidad económica y ambiental implementadas o ausentes en la finca. La mayoría de los integrantes de esta población tienen una relación directa con el territorio y una trayectoria significativa en la producción rural, lo que los convierte en informantes clave para comprender tanto las dinámicas internas como los desafíos estructurales del sistema productivo de *Los Trapiches*.

Además, se observaron características comunes como la transmisión de conocimientos entre generaciones, el uso de técnicas tradicionales y la convivencia con limitaciones de acceso a tecnologías modernas o procesos de gestión empresarial formal. Esta descripción permitió entender de manera integral las características esenciales de la población seleccionada, facilitando un análisis contextualizado de la sostenibilidad económica y ambiental en la finca.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

Para este estudio se utilizó un **muestreo no probabilístico**, específicamente un **muestreo por conveniencia**, debido a la facilidad y rapidez con la que se pudo acceder a la información del objeto de estudio. Esta técnica fue adecuada dada la cercanía y disponibilidad de los actores involucrados en la finca panelera *Los Trapiches*, lo que facilitó la recolección de datos dentro del tiempo establecido para la investigación.

La muestra estuvo conformada por un único caso de estudio: la finca panelera *Los Trapiches*. Esta selección permitió comprender en profundidad las características del negocio rural, su entorno productivo, económico y ambiental, así como los principales desafíos que enfrenta. El análisis detallado de este caso sirvió de base para proponer estrategias orientadas al fortalecimiento de su sostenibilidad económica y ambiental, a partir de una visión integral y contextualizada de su funcionamiento.

3.3 Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de este proyecto, se aplicaron dos instrumentos de recolección de información. El primero correspondió a un modelo de caracterización de zonas rurales propuesto por Rojas et al. (2018), el cual permitió identificar aspectos relevantes del entorno social, económico y ambiental de la finca. El segundo instrumento consistió en un análisis documental sobre conceptos y herramientas en gerencia de proyectos, con el fin de sustentar teóricamente las estrategias propuestas. Ambos instrumentos se detallan a continuación.

3.3.1 Modelo de Caracterización de Zonas Rurales

El objetivo del modelo es realizar una caracterización del contexto en el cual se encuentra la finca panelera Los Trapiches con el fin de identificar aquellos aspectos prioritarios que deben ser fortalecidos para garantizar su sostenibilidad ambiental y económica. Este modelo permite diseñar la particularidad requerida en la caracterización, indicando cuál es la información más relevante a la luz de los propósitos del presente trabajo.

3.3.2 Análisis Documental

El análisis documental busca, a través de la revisión bibliográfica de conceptos, herramientas y metodologías en gerencia de proyectos, cuál o cuáles son los más idóneos para el negocio rural analizado, con el fin de identificar y adaptar para llevar a cabo la propuesta que permita garantizar la sostenibilidad ambiental y económica de la finca panelera Los trapiches.

3.4. Descripción de procedimientos

3.4.1. Modelo de Caracterización de Zonas Rurales

Para el desarrollo del proyecto en la finca panelera *Los Trapiches*, ubicada en la vereda Golconda del municipio de Anapoima (Cundinamarca), se aplicará un modelo metodológico de caracterización de zonas rurales propuesto por Rojas et al. (2018), adaptado a las condiciones específicas del estudio.

El proceso iniciará con la identificación y recolección de información sobre las principales características del entorno social, económico, productivo y ambiental de la finca, utilizando fuentes primarias (entrevistas, observación directa) y secundarias (documentos técnicos, normativas, registros previos), configurando así un enfoque mixto. Posteriormente, cada característica identificada será descrita detalladamente y evaluada mediante un sistema de puntuación. Se asignarán puntajes diferenciados según el tipo de fuente (primaria, secundaria o mixta) y según la relevancia e impacto de la información en relación con los objetivos de sostenibilidad del proyecto. La justificación de cada puntaje se realizará en función del grado de influencia directa que cada variable tenga sobre la viabilidad económica y ambiental del sistema productivo de la finca.

Con base en estas puntuaciones se calculará una ponderación final para cada característica, lo que permitirá construir una **matriz de caracterización** del territorio rural analizado. Finalmente, se interpretarán los resultados de la matriz, destacando aquellas características con ponderaciones más altas, que representarán fortalezas o elementos estratégicos para el desarrollo del proyecto, así como aquellas con puntuaciones más bajas, que reflejarán debilidades o aspectos críticos a intervenir. Este análisis servirá como base diagnóstica para la formulación de estrategias en gerencia de proyectos orientadas al fortalecimiento sostenible de la finca.

3.4.2 Análisis Documental

El análisis documental se orienta a comparar diferentes herramientas y metodologías en gerencia de proyectos con el objetivo de seleccionar la más adecuada para el caso de estudio, en este caso, la finca panelera *Los Trapiches*. Para ello, se identifica a los sujetos del análisis, que son las herramientas y metodologías disponibles en gerencia de proyectos, mientras que el objeto de estudio se centra en sus características y beneficios aplicables a negocios rurales para garantizar su sostenibilidad.

El método contempla la búsqueda y revisión sistemática de documentos mediante categorías de análisis que incluyen la sostenibilidad en sus dimensiones social, económica y

ambiental, así como la facilidad de aplicación y adaptabilidad de cada herramienta. La búsqueda documental se realiza en motores especializados como el Catálogo de Medios Educativos de UNIMINUTO y Google Académico, bajo un protocolo definido que considera idioma, periodo, palabras clave y criterios de inclusión y exclusión.

Se diseña un instrumento de registro para sistematizar la información recolectada, asegurando referencias completas. Finalmente, los datos extraídos son organizados y presentados a través de cuadros comparativos, mapas conceptuales o de conexiones, cuyo análisis concluye en la selección de la metodología o herramienta más pertinente para fortalecer la sostenibilidad económica y ambiental de la finca, así como en la identificación de aspectos clave para su adecuada adaptación al contexto rural. En la siguiente tabla se ilustra mejor este proceso:

Tabla 1

Fases del análisis documental y su aplicación al proyecto

Fase	Aplicación al proyecto
1. Determinar el objetivo del análisis documental	Comparación de diferentes herramientas y metodologías en gerencia de proyectos para seleccionar la más idónea en el caso de estudio analizado
2. identificar los tres principios epistémicos: sujeto, objeto, método	Sujeto (a quién se estudia en el análisis documental): herramientas y metodologías en gerencia de proyectos Objeto: qué se estudiará del sujeto: características y beneficios para aplicar en negocios rurales y garantizar su sostenibilidad Método (cómo se observará):
3. Establecer categorías de análisis para buscar la información	Depende de cada proyecto, en algunos se centrará en características para la sostenibilidad seleccionada (social, económica o ambiental), en otros, facilidad de aplicación o adaptabilidad, entre otros.

4. Establecer el contexto de la búsqueda de documentos	Se realizará en dos motores de búsqueda: Catálogo de medios educativos UNIMINUTO: https://www.uniminuto.edu/medios-educativos Google Académico: https://scholar.google.es/schhp?hl=es
5. Seleccionar el criterio de la búsqueda de información	Especificar si se buscarán todas las metodologías, o se limitará a ciertas clasificaciones. También si se incluyen herramientas, modelos o demás categorías dentro de la gerencia de proyectos
6. Establecer un protocolo de búsqueda con los criterios adecuados al tipo de investigación	Incluye asuntos como: idioma, periodo de tiempo, palabras clave, términos, criterios de inclusión y exclusión, entre otros
7. Diseñar o adaptar un instrumento de registro documental	Incluye registro documental y referencias completas de cada documento
8. Localizar documentos y extraer los datos	Se realizará en dos motores de búsqueda: Catálogo de medios educativos UNIMINUTO: https://www.uniminuto.edu/medios-educativos Google Académico: https://scholar.google.es/schhp?hl=es
9. Elaboración del informe: mapa de conexiones y elaboración textual	Se selecciona la forma cómo se presentarán los resultados obtenidos en el análisis documental, puede ser un cuadro comparativo, un mapa de conexiones, mapas conceptuales. La conclusión del informe es la metodología o herramienta que se utilizará en el negocio rural para mejorar su sostenibilidad y los aspectos a tener en cuenta para su adaptación

Fuente: Corona et al (2023)

3.5 Análisis de información

3.5.1. Modelo de caracterización de zonas rurales

El análisis de la información en el modelo de caracterización de negocios rurales, desarrollado en Microsoft Excel, se realizará mediante la organización y procesamiento de datos recolectados en diferentes hojas de cálculo. Cada característica de la finca panelera Los trapiches será ingresada y clasificada según su tipo de fuente y relevancia. Se asignarán puntajes a cada característica basándose en criterios predefinidos, y se calcularán ponderaciones finales utilizando fórmulas y funciones de Excel. La matriz de caracterización se construirá visualizando los datos en gráficos y tablas, lo que permitirá identificar patrones y tendencias. Finalmente, se analizarán las características con las ponderaciones más altas y más bajas para extraer conclusiones relevantes a la luz de la priorización de aspectos por fortalecer en su sostenibilidad ambiental y económica.

3.5.2 Análisis documental

Los hallazgos de información se realizarán utilizando motores de búsqueda en línea para recolectar datos relevantes sobre las metodologías y conceptos en gerencia de proyectos que contribuyan a fortalecer la finca panelera Los trapiches en su sostenibilidad ambiental y económica. Una vez recopilados, los datos serán procesados y organizados en Microsoft Excel, donde se clasificarán según su tipo de fuente y caracterización. Este enfoque sistemático facilitará el análisis comparativo y la identificación de patrones y tendencias clave, proporcionando una base sólida para realizar la propuesta, objetivo de la presente investigación.

3.6. Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

Entre las consideraciones éticas a tener en cuenta en la presente investigación se encuentra la objetividad, la cual se refiere a presentar de manera clara y precisa toda la información

recopilada. Además, implica garantizar el acceso transparente a los datos utilizados y ofrecer una explicación detallada de todo el proceso que permite llegar a las conclusiones planteadas.

Otro principio ético fundamental que guía esta investigación es la honestidad académica y el rechazo al plagio. Este principio está consagrado en las políticas éticas de UNIMINUTO, así como en las normativas que regulan la investigación científica en Colombia y a nivel internacional. En coherencia con este principio, se respetarán los derechos de autor y la propiedad intelectual, según lo establecido en la Ley 23 de 1982, y se citarán todas las referencias bibliográficas utilizadas en la presente investigación.

Por último, la confidencialidad y el consentimiento informado de las personas, procesos y/o organizaciones participantes constituyen otro principio ético fundamental en este estudio. Conforme a la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, es obligatorio solicitar el consentimiento informado previo a la recolección de información, explicando claramente los objetivos, los posibles efectos del desarrollo de la investigación y el uso que se dará a los datos obtenidos. En ese sentido, se obtendrá la autorización previa de las personas participantes y de la administración de la finca panelera para llevar a cabo esta investigación.

3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización

El Anexo 1, correspondiente a *la Declaración de consentimiento informado*, será aplicado a todas las personas que participen directamente en el estudio (por ejemplo, mediante entrevistas o talleres). Este documento asegura que cada participante reciba información clara sobre el propósito del proyecto, su voluntariedad, el derecho a retirarse en cualquier momento y la confidencialidad en el manejo de datos personales. Su firma será condición para formalizar la participación.

Por su parte, el Anexo 2, relativo a *la Autorización para investigar al interior de la finca panelera*, será utilizado antes de realizar visitas técnicas, recolección de datos o cualquier actividad dentro de las fincas involucradas. A través de este documento, los propietarios o administradores autorizan formalmente el desarrollo de la investigación en sus predios, garantizando el respeto a la propiedad privada y a los términos acordados de acceso.

Ambos anexos forman parte del protocolo ético y operativo del estudio, y su aplicación permitirá desarrollar el trabajo de campo de manera transparente, segura y respetuosa con las personas y territorios participantes.

4. RESULTADOS

Los resultados de la investigación se presentan en tres los tres apartados descritos a continuación: el primero detalla la caracterización de la finca panelera Los trapiches, ubicada en la vereda Golconda del municipio de Anapoima, en la cual se identifican los aspectos en el ámbito ambiental y económico sobre los cuales se hace necesario realizar las propuestas de mejora, el segundo apartado presenta la comparación de las distintas metodologías y conceptos en gerencia de proyectos, en la cual se selecciona la más adecuada para aplicar en el caso de la finca Los Trapiches. Por último, se proponen estrategias basadas en la metodología de gerencia de proyectos seleccionada en el numeral anterior, orientado a fortalecer las características identificadas que contribuyan a la sostenibilidad ambiental y económica del negocio rural finca panelera Los trapiches.

4.1 Caracterización de la finca panelera Los trapiches

El diagnóstico de la finca panelera Los trapiches, se realiza utilizando el modelo de caracterización de negocios rurales desde dos puntos de vista: uno con las características generales en relación con el territorio rural¹ y la influencia de su contexto y otro con características particulares en el ámbito ambiental y económico con el fin de establecer aquellos aspectos que requieren ser intervenidos para garantizar su sostenibilidad.

La tabla presentada a continuación, refleja los resultados obtenidos en la caracterización general en el contexto rural de la finca panelera Los Trapiches.

Tabla 2

Caracterización general de la finca panelera Los Trapiches en su contexto rural

¹ Este modelo es desarrollo propio en el marco del Proyecto Nodo denominado “Fortalecimiento de negocios rurales en Colombia a través de metodologías de gerencia de proyectos: estrategias para fomentar su sostenibilidad” del programa de Especialización en Gerencia de Proyectos Virtual de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.

Nombre Característica General	Descripción de la característica general	Puntuación de la característica
Ubicación y acceso al municipio (cercanía a la cabecera municipal)	La finca panelera Los Trapiches está ubicada en la vereda La Golconda, en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, a una distancia aproximada de 8 a 10 kilómetros de la cabecera municipal. Su acceso se da a través de vías terciarias que conectan con carreteras principales en buen estado, lo que facilita el desplazamiento desde el centro urbano. Aunque algunos tramos de las vías rurales requieren mantenimiento, en general permiten una comunicación efectiva con el municipio. Esta cercanía y conectividad favorecen el transporte de la producción panelera, así como la movilidad de los trabajadores y campesinos, contribuyendo al desarrollo económico local.	4
Categoría del territorio según población	La vereda La Golconda, donde se ubica la finca panelera Los Trapiches, hace parte del territorio rural del municipio de Anapoima, Cundinamarca, clasificado oficialmente como un municipio intermedio rural debido a su baja densidad poblacional, predominancia de población en áreas rurales y una población total inferior a 25.000 habitantes, aun así es un territorio de importancia regional y con acceso a diversos bienes y servicios. La vereda se categoriza como territorio rural, con asentamientos distribuidos en fincas y viviendas aisladas, dedicadas principalmente a actividades agropecuarias como el cultivo de caña de azúcar y la producción de panela. Esta clasificación territorial refleja las características sociales, económicas y geográficas de la zona, y permite entender mejor el contexto en el que opera este negocio rural.	5
Tipología de las fincas	En la vereda La Golconda predominan las fincas de producción individual pertenecientes a pequeños y medianos propietarios,	

	<p>dedicadas principalmente a actividades agropecuarias como el cultivo de caña de azúcar. La finca Los Trapiches se enmarca en esta tipología, ya que es una propiedad privada manejada de forma familiar, con enfoque en la producción artesanal de panela. Se trata de una finca rústica, ubicada en zona rural, con infraestructura básica adecuada a las necesidades del proceso panelero. Esta tipología representa una ventaja para el negocio rural, ya que permite un control directo sobre la producción, promueve el empleo local y facilita la toma de decisiones adaptadas al entorno. Sin embargo, al no estar asociada a una figura colectiva como una asociación, puede enfrentar limitaciones en acceso a financiamiento, tecnología o mercados más amplios.</p>	4
<p>Tipo de población en el territorio</p>	<p>En la vereda La Golconda conviven diferentes grupos poblacionales que aportan variedad cultural y social al territorio. Por un lado, están las familias campesinas con arraigo histórico que continúan con las actividades agrícolas tradicionales. A esto se suman personas que han llegado desde ciudades buscando un estilo de vida más conectado con el entorno rural, así como quienes han migrado por situaciones de desplazamiento. También existen habitantes que se movilizan diariamente entre la zona rural y los centros urbanos cercanos por motivos laborales, y visitantes temporales que frecuentan la vereda en momentos específicos del año. Esta diversidad contribuye a la riqueza y vitalidad de la comunidad local.</p>	4
<p>Transformaciones de uso de suelo de acuerdo a las prácticas de las comunidades</p>	<p>En la vereda La Golconda, las transformaciones del uso del suelo están estrechamente vinculadas a las prácticas tradicionales y emergentes de la comunidad. Históricamente, gran parte del terreno se ha dedicado al cultivo de caña de azúcar para la producción artesanal de panela, manteniendo un uso agropecuario constante y sostenible. Sin embargo, en años recientes, la llegada de neorrurales y la diversificación económica han impulsado cambios, como la</p>	4

	<p>implementación de pequeños proyectos agroecológicos, la recuperación de áreas para conservación ambiental y el desarrollo de actividades ecoturísticas. Estas transformaciones han tenido un impacto ambiental positivo al promover prácticas agrícolas más amigables con el suelo y los recursos hídricos, reducir la deforestación y conservar la biodiversidad local. No obstante, el aumento en la demanda de tierra para nuevas actividades también genera presiones sobre los ecosistemas, haciendo necesaria una gestión equilibrada que garantice la sostenibilidad del territorio a largo plazo.</p>	
<p>Transformaciones según Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT - POT)</p>	<p>Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y los esquemas de ordenamiento territorial (EOT) vigentes en el municipio de Anapoima, las transformaciones en el uso del suelo en la vereda La Golconda están orientadas a promover un desarrollo rural sostenible que balancee la conservación ambiental con la actividad productiva agropecuaria. Estos planes establecen zonas específicas para la protección de áreas forestales y ecosistemas estratégicos, limitando la expansión urbana y la fragmentación del territorio rural. Además, fomentan la consolidación de las actividades agrícolas tradicionales, como el cultivo de caña para la producción de panela, y promueven la diversificación mediante proyectos agroecológicos y ecoturísticos. El POT también incluye medidas para mejorar la infraestructura vial y el acceso, con el fin de fortalecer la economía rural sin comprometer la integridad ambiental del territorio.</p>	<p>4</p>
<p>Dinámica de formulación de Plan o Esquema de Ordenamiento</p>	<p>La formulación del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) en Anapoima se llevó a cabo mediante un proceso técnico y participativo liderado por la Administración Municipal, con apoyo del equipo consultor y la Secretaría de Planeación. Se realizaron jornadas de socialización con distintos actores del municipio, como Juntas de Acción Comunal, asociaciones, urbanizadores,</p>	<p>4</p>

<p>Territorial (EOT - POT)</p>	<p>comerciantes, hoteleros, transportadores, grupos religiosos y víctimas, entre otros. Durante estas sesiones, la comunidad conoció el diagnóstico territorial, el proyecto de acuerdo, los documentos técnicos, planos de riesgo y base cartográfica. Este proceso permitió construir un PBOT representativo de las necesidades locales, orientado a una mejor organización y uso del suelo.</p>	
<p>Tipos de actividades agropecuarias</p>	<p>En la vereda La Golconda, las actividades agropecuarias predominantes están centradas principalmente en el cultivo de caña de azúcar, que es la base para la producción artesanal de panela, como en el caso de la finca Los Trapiches. Esta actividad se desarrolla de forma tradicional, con prácticas que combinan saberes locales y mano de obra campesina. Además de la caña, en algunas fincas de la zona se cultivan frutales como mango, guayaba y cítricos, en menor escala. En cuanto a la ganadería, existen prácticas de cría de bovinos y aves de corral, generalmente para autoconsumo o comercialización local. También se encuentran huertas familiares que complementan la alimentación de las familias rurales. Estas actividades reflejan un sistema agropecuario diversificado, pero con fuerte énfasis en el monocultivo de caña, lo que caracteriza la economía rural de la zona.</p>	<p>4</p>
<p>Tipos de actividades no agropecuarias</p>	<p>En la vereda La Golconda, además de las actividades agropecuarias, se desarrollan diversas actividades no agropecuarias que contribuyen a la economía local y al bienestar de la comunidad. Entre estas destacan el turismo rural y ecoturismo, aprovechando el entorno natural y la tranquilidad del área, que atrae visitantes especialmente en fines de semana y temporadas vacacionales. También existen pequeños comercios y servicios locales que satisfacen las necesidades básicas de los habitantes, como tiendas, restaurantes, y talleres de reparación. Algunas familias participan en actividades artesanales y producción de bienes para el mercado</p>	<p>3</p>

	<p>local. Adicionalmente, es común que ciertos habitantes se empleen en sectores urbanos cercanos, generando ingresos que complementan la economía rural. Estas actividades no agropecuarias diversifican la fuente de ingresos de la comunidad y reducen la dependencia exclusiva del sector agrícola.</p>	
<p>Cobertura de servicios públicos</p>	<p>En la vereda La Golconda, la cobertura de servicios públicos básicos presenta condiciones desiguales. La energía eléctrica llega a la mayoría de viviendas y fincas, incluida la finca Los Trapiches, pero su servicio es intermitente, con cortes frecuentes que afectan el funcionamiento continuo de los trapiches y otras labores productivas. El acceso al agua varía: algunas familias cuentan con acueducto veredal, mientras otras dependen de fuentes naturales como quebradas o aljibes, lo que genera vulnerabilidad en épocas de verano. El servicio de alcantarillado es limitado, y en su mayoría se usan pozos sépticos. La conectividad a internet y señal móvil es irregular, lo que representa un obstáculo para la comunicación y la gestión comercial. Estas condiciones influyen directamente en la eficiencia del negocio rural, generando desafíos técnicos y logísticos para su operación diaria.</p>	<p>2</p>
<p>Percepción de la comunidad frente al desempeño gubernamental</p>	<p>La percepción de la comunidad de la vereda La Golconda frente al desempeño gubernamental es mixta, con opiniones que varían entre reconocimiento por algunos avances y descontento por temas no resueltos. Por un lado, la comunidad valora ciertos esfuerzos del gobierno local en procesos de participación como la socialización del PBOT y programas de asistencia técnica agrícola. Sin embargo, también existe una percepción generalizada de abandono en aspectos clave como el mejoramiento de vías terciarias, el mantenimiento de la infraestructura rural, la calidad de los servicios públicos y el acceso a oportunidades productivas. En el caso de la finca Los Trapiches, los productores señalan que el apoyo</p>	<p>2</p>

	<p>institucional ha sido limitado y que la mayoría de mejoras han sido gestionadas por iniciativa propia. Esta percepción influye directamente en el nivel de confianza hacia las instituciones y en las expectativas frente a políticas de desarrollo rural.</p>	
<p>Organizaciones en la comunidad</p>	<p>En la vereda La Golconda existen algunas organizaciones comunitarias que desempeñan un papel importante en la vida rural. La Junta de Acción Comunal (JAC) es la principal forma de organización local, encargada de representar a los habitantes ante las autoridades, coordinar proyectos de mejoramiento comunitario y canalizar recursos o ayudas. También se identifican algunas asociaciones de productores o grupos informales de apoyo mutuo entre campesinos, que se reúnen para compartir experiencias, gestionar insumos o participar en programas técnicos del municipio, aunque su nivel de formalidad y continuidad es limitado. En el caso específico de la finca Los Trapiches, si bien no pertenece a una asociación formal panelera, mantiene relaciones colaborativas con otras fincas de la zona. Estas organizaciones, aunque presentes, aún tienen un bajo grado de consolidación y articulación, lo que limita su capacidad de incidir en decisiones más amplias o acceder a apoyos institucionales de manera organizada.</p>	<p>3</p>
<p>Aspectos ambientales</p>	<p>En la vereda La Golconda, los aspectos ambientales son fundamentales para la sostenibilidad del negocio rural, particularmente en la finca panelera Los Trapiches. El territorio posee biodiversidad, fuentes hídricas y suelos aptos para el cultivo de caña de azúcar, aunque enfrenta desafíos derivados de prácticas agrícolas tradicionales, tales como deforestación parcial, uso de agroquímicos y manejo insuficiente de residuos, lo que puede afectar la calidad del suelo y el agua. Actualmente, la finca no ha implementado medidas específicas para mitigar estos impactos, lo cual representa un riesgo para su sostenibilidad a largo plazo.</p>	<p>2</p>

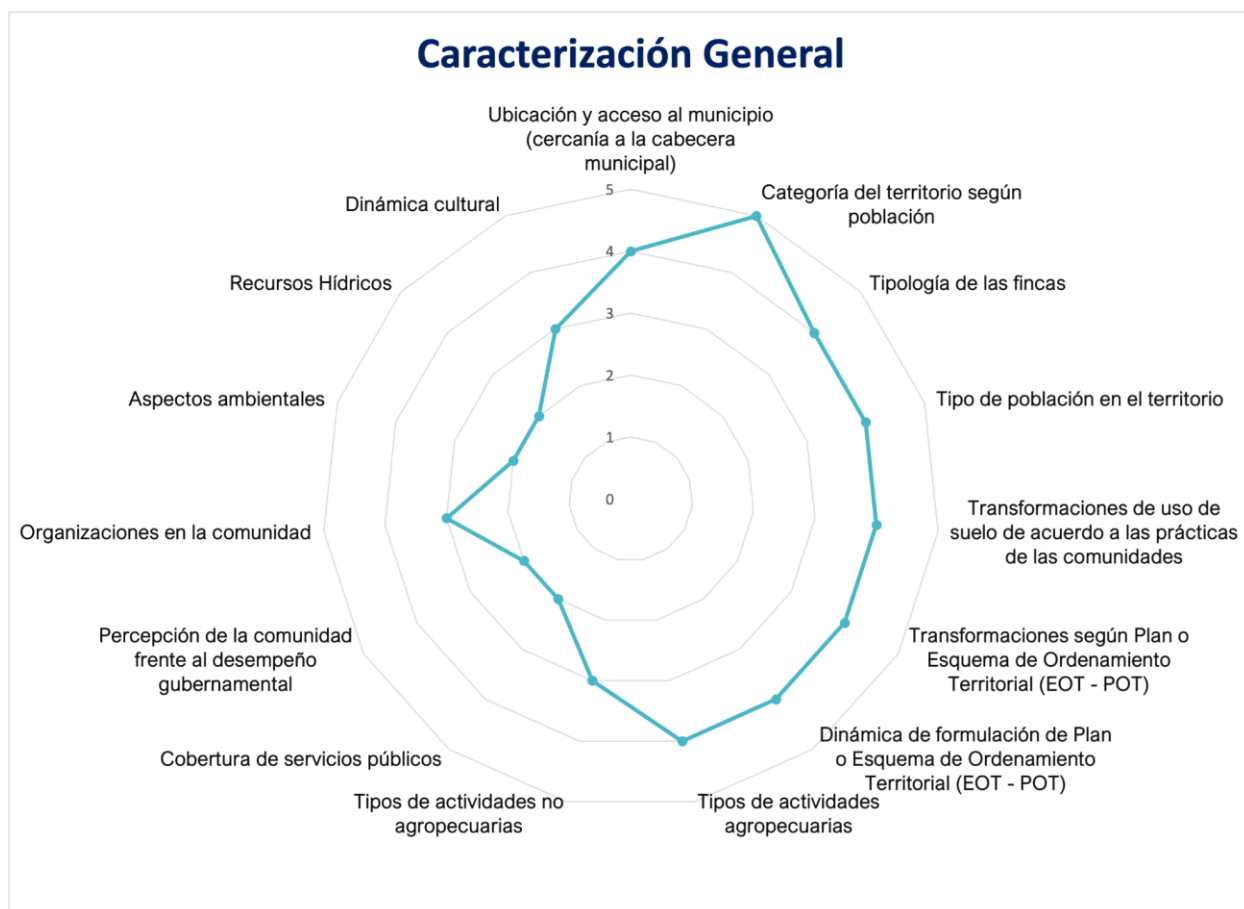
	Además, la vereda enfrenta problemáticas ambientales generales, como la contaminación del agua y del aire y el manejo inadecuado de residuos sólidos. Estas dificultades, aunque no exclusivas de Golconda, son comunes en la región y se ven agravadas por factores como el turismo y la actividad agrícola.	
Recursos Hídricos	La vereda La Golconda cuenta con diversas fuentes de agua que son fundamentales para la actividad agrícola, especialmente para el cultivo de caña de azúcar en la finca Los Trapiches. Entre estas fuentes se encuentran quebradas y manantiales que proveen agua para riego y consumo animal. Sin embargo, la disponibilidad y calidad del agua pueden variar según la temporada, presentando periodos de escasez en la temporada seca. Además, la contaminación por actividades agrícolas y el manejo inadecuado de residuos sólidos afectan la calidad del recurso hídrico. Actualmente, la finca utiliza métodos tradicionales de riego sin sistemas de captación o almacenamiento de agua, lo que limita la eficiencia en el uso del recurso y aumenta su vulnerabilidad ante cambios climáticos. La gestión sostenible de los recursos hídricos es un aspecto crucial para garantizar la continuidad y mejora del negocio rural en el territorio.	2
Dinámica cultural	La dinámica cultural en la vereda La Golconda está marcada por la convivencia entre las tradiciones campesinas y la influencia de nuevos habitantes, lo que genera una mezcla enriquecedora de costumbres y saberes. Las prácticas culturales vinculadas al cultivo de la caña de azúcar y la producción de panela son parte fundamental de la identidad local. Además, el municipio de Anapoima cuenta con una amplia infraestructura hotelera, clubes y fincas de recreo que atraen a miles de turistas durante fines de semana, días festivos y vacaciones, posicionándose como uno de los destinos turísticos principales del centro del país. Esta tendencia turística aporta	3

dinamismo cultural y económico, pero también puede generar una reducción en la producción agrícola, ya que algunos terrenos y recursos se destinan a actividades recreativas y turísticas en lugar de la agricultura tradicional. Esta dinámica cultural tiene un impacto directo en el negocio rural de la finca Los Trapiches, influyendo tanto en la producción como en la comercialización de la panela.

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis de documentación, 2025.

Figura 1

Gráfico Radial Caracterización general de la finca panelera Los Trapiches en su contexto rural



Fuente: elaboración propia a partir de la puntuación de cada aspecto en la caracterización general, 2025.

La puntuación de cada característica corresponde a su nivel de impacto sobre la sostenibilidad de la finca panelera Los trapiches basados en el contexto rural donde se encuentra inmerso. La escala de nivel de impacto (basado en la escala de Likert) se detalla a continuación:

- Impacto muy negativo (1): La característica presenta muy malas condiciones que influyen de manera negativa en el negocio rural analizado.
- Impacto negativo (2): La característica presenta malas condiciones que influyen de manera negativa en el negocio rural analizado.
- Impacto neutro (3): La característica no influye ni positiva y negativamente en el negocio rural analizado.
- Impacto Positivo (4): La característica presenta buenas condiciones que influyen de manera positiva en el negocio rural analizado.
- Impacto muy positivo (5): La característica presenta muy buenas condiciones que influyen de manera positiva en el negocio rural analizado.

Dado lo anterior, la caracterización general de la finca panelera Los Trapiches, ubicada en la vereda Golconda del municipio de Anapoima, resalta un entorno rural con condiciones favorables para el desarrollo agropecuario, especialmente en la producción artesanal de panela. Entre los aspectos mejor valorados se encuentran la **categoría del territorio según población (5)** y la **tipología de las fincas (4)**, que muestran un territorio rural consolidado, con fuerte arraigo campesino y predominio de pequeñas propiedades familiares dedicadas a la caña de azúcar. También se destaca la **ubicación y acceso al municipio (4)**, ya que la finca cuenta con una conectividad aceptable hacia el casco urbano, facilitando la comercialización y movilidad. Por otra parte, se destaca la existencia de un ordenamiento territorial participativo y orientado al desarrollo rural sostenible, así como la diversificación productiva en actividades agro y no agropecuarias, que refuerzan el potencial del negocio rural en esta zona.

Sin embargo, la caracterización también revela desafíos importantes que afectan la sostenibilidad y el desempeño del negocio, especialmente en lo relacionado con la **cobertura de servicios públicos (2)**, la **percepción frente al desempeño gubernamental (2)**, y el **manejo ambiental y**

de recursos hídricos (2). Las deficiencias en el suministro de agua, electricidad y conectividad limitan la eficiencia productiva, mientras que la escasa confianza institucional y el débil acompañamiento estatal dificultan el acceso a apoyos técnicos y financieros. A esto se suma una gestión ambiental aún incipiente, con impactos negativos derivados del uso de agroquímicos y el manejo tradicional de residuos. Estos aspectos de menor puntaje evidencian la necesidad de implementar acciones de mejora integral que fortalezcan tanto la infraestructura rural como la gobernanza local, garantizando así la sostenibilidad a largo plazo del proyecto panelero.

Por otra parte, en la caracterización específica, dado que el enfoque de la presente investigación corresponde a la sostenibilidad económica y ambiental del negocio rural, se evaluaron características específicas de ambos aspectos. A continuación, se presenta la tabla con los aspectos específicos evaluados con relación a la sostenibilidad económica de la finca panelera Los trapiches.

Tabla 3

Caracterización específica de la finca panelera Los trapiches respecto a su sostenibilidad económica

Nombre característica específica en el ámbito	Descripción de la característica específica	Puntuación de la característica específica
Productividad y eficiencia en la producción	En la finca panelera Los Trapiches, la productividad y eficiencia en la producción se basan en prácticas tradicionales combinadas con algunos métodos modernos. El cultivo de caña de azúcar se realiza en parcelas de tamaño mediano, con un manejo manual que permite un control detallado de la calidad del cultivo. Sin embargo, la finca enfrenta limitaciones en la adopción de tecnologías avanzadas, lo que afecta la optimización de recursos y la reducción de costos. La producción de panela se mantiene	1

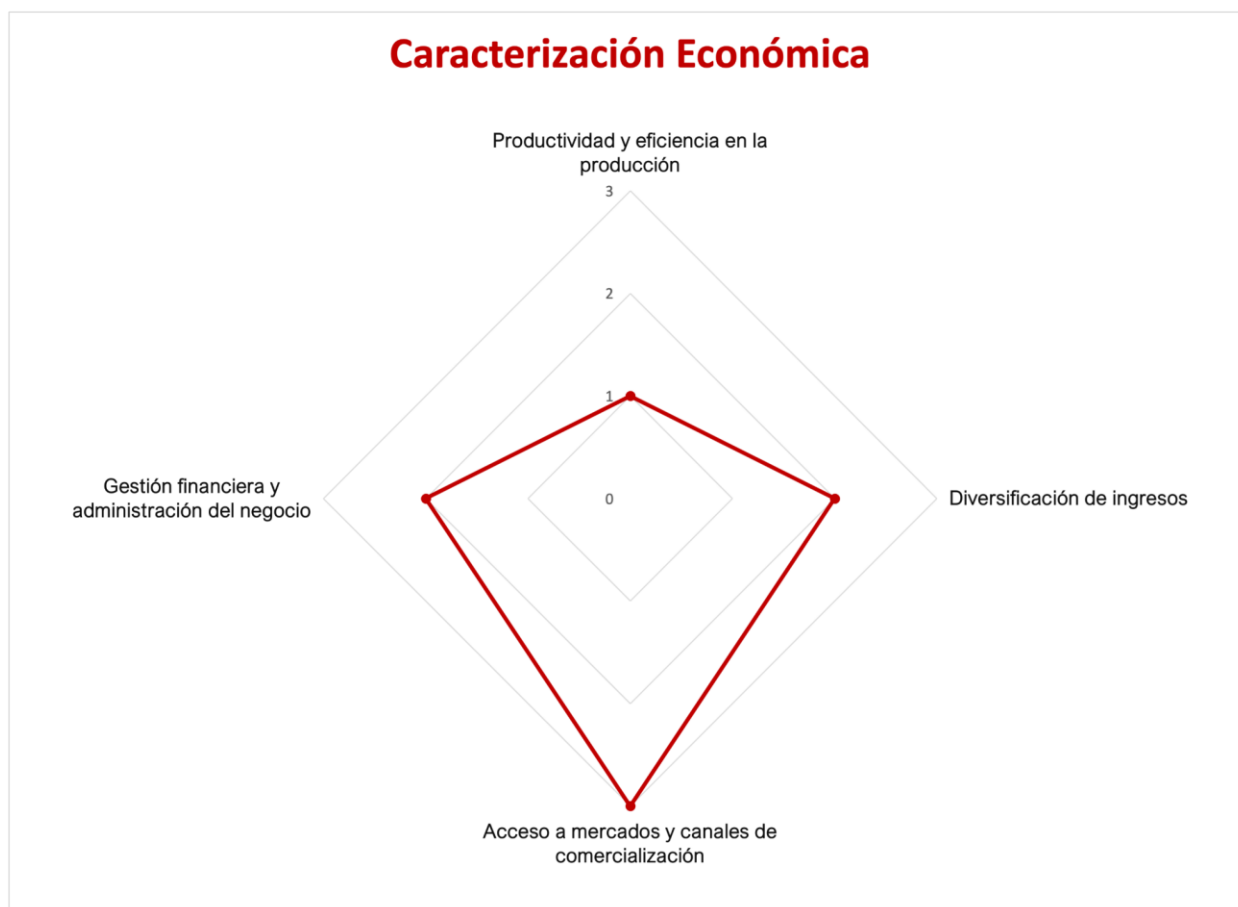
	<p>constante para abastecer tanto el consumo local como la demanda nacional, aunque existe un margen de mejora en la eficiencia energética y en la reducción de pérdidas durante el proceso de elaboración. La finca está interesada en implementar prácticas más eficientes que permitan aumentar el rendimiento y mejorar la rentabilidad, garantizando así la sostenibilidad económica del negocio a largo plazo.</p>	
<p>Diversificación de ingresos</p>	<p>En la finca panelera Los Trapiches, la diversificación de ingresos es limitada. La principal fuente económica es la producción y venta de panela, la cual se comercializa en el ámbito local y en algunos casos a nivel regional. Actualmente, no se desarrollan otras actividades productivas que complementen los ingresos, como la transformación de subproductos de la caña, turismo rural, agroindustria o actividades pecuarias. Esta dependencia de un solo rubro productivo representa una vulnerabilidad económica ante fluctuaciones del mercado, problemas climáticos o dificultades logísticas. No obstante, existe interés por parte de los propietarios en explorar nuevas oportunidades que permitan generar ingresos adicionales y fortalecer la sostenibilidad del negocio rural.</p>	<p>2</p>
<p>Acceso a mercados y canales de comercialización</p>	<p>La finca panelera Los Trapiches cuenta con un acceso moderado a mercados y canales de comercialización. Su principal mercado es local y regional, donde la panela se distribuye directamente a pequeños comercios o intermediarios. Aunque esto permite una salida constante del producto, limita el margen de ganancia, ya que los precios son establecidos en gran medida por los intermediarios. La finca no cuenta con canales de venta directa al consumidor final, ni con estrategias de comercialización digital o</p>	<p>3</p>

	alianzas con mercados especializados. Además, la falta de procesos de certificación o valor agregado dificulta la entrada a mercados más competitivos o diferenciados. Esta situación restringe las oportunidades de expansión y posicionamiento del producto en escenarios más rentables.	
Gestión financiera y administración del negocio	En la finca panelera Los Trapiches, la gestión financiera y administrativa se lleva a cabo de forma empírica, sin el uso de herramientas contables o registros sistematizados. Las decisiones económicas y operativas son tomadas por el propietario, con base en la experiencia y conocimiento acumulado, pero sin planificación financiera formal ni proyecciones a mediano o largo plazo. No se llevan balances contables periódicos ni se cuenta con presupuestos estructurados, lo que limita la capacidad de evaluar con precisión los costos, ingresos, rentabilidad y necesidades de inversión del negocio. Esta situación representa una debilidad para la sostenibilidad económica, ya que dificulta la toma de decisiones estratégicas, el acceso a créditos o apoyos institucionales, y la reinversión planificada para el crecimiento de la finca.	2

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis de documentación, 2025.

Figura 2

Gráfico Radial Caracterización específica de la finca panelera Los trapiches en el ámbito económico



Fuente: elaboración propia a partir de la puntuación de cada característica en la caracterización específica sobre el aspecto económico, 2025.

La caracterización específica de la finca panelera Los Trapiches permite identificar variables clave que inciden directamente en su sostenibilidad económica. Dentro de los aspectos evaluados, el **acceso a mercados y canales de comercialización** obtuvo una puntuación intermedia (3), evidenciando una inserción moderada en el mercado local y regional, aunque limitada por la dependencia de intermediarios y la ausencia de estrategias de venta directa o diferenciación del producto. Por otro lado, la **diversificación de ingresos** y la **gestión financiera del negocio** presentan debilidades importantes (puntuación 2), ya que la finca depende exclusivamente de la producción de panela y carece de herramientas administrativas que le permitan planificar y proyectar su crecimiento económico. No obstante, la problemática más crítica se encuentra en la **productividad y eficiencia en la producción**, que recibió la puntuación

más baja (1), debido al bajo nivel de tecnificación, la limitada optimización de recursos y la persistencia de pérdidas durante el proceso panelero.

Dado lo anterior, se identifica la **productividad y eficiencia** como el aspecto prioritario a fortalecer dentro del análisis de sostenibilidad económica. Mejorar este componente no solo permitiría incrementar el rendimiento por unidad de caña procesada, sino también reducir los costos operativos y optimizar el uso de recursos como energía, agua y mano de obra. Esta mejora es esencial para aumentar la rentabilidad del negocio sin necesidad inmediata de expandir su escala productiva o asumir riesgos en nuevos mercados. Además, el fortalecimiento de la eficiencia puede servir como punto de partida para futuras estrategias de diversificación y comercialización, creando condiciones más estables y sostenibles a largo plazo.

Por último, en la caracterización específica frente a la sostenibilidad ambiental, se evaluaron los aspectos detallados en la siguiente tabla.

Tabla 4

Caracterización específica de la finca panelera Los trapiche respecto a su sostenibilidad ambiental

Nombre característica específica en el ámbito	Descripción de la característica específica	Puntuación de la característica específica
Manejo y conservación del suelo	En la finca Los Trapiches, el manejo y conservación del suelo se realiza principalmente a través de prácticas tradicionales, como la rotación informal de cultivos y el uso de residuos de caña como abono. Sin embargo, la finca se enfoca en un monocultivo de caña de azúcar, lo que genera un agotamiento progresivo de los nutrientes del suelo y aumenta la vulnerabilidad a plagas y enfermedades. No se aplican técnicas específicas de conservación, como terrazas, barreras vivas o análisis regulares de fertilidad del suelo. El	2

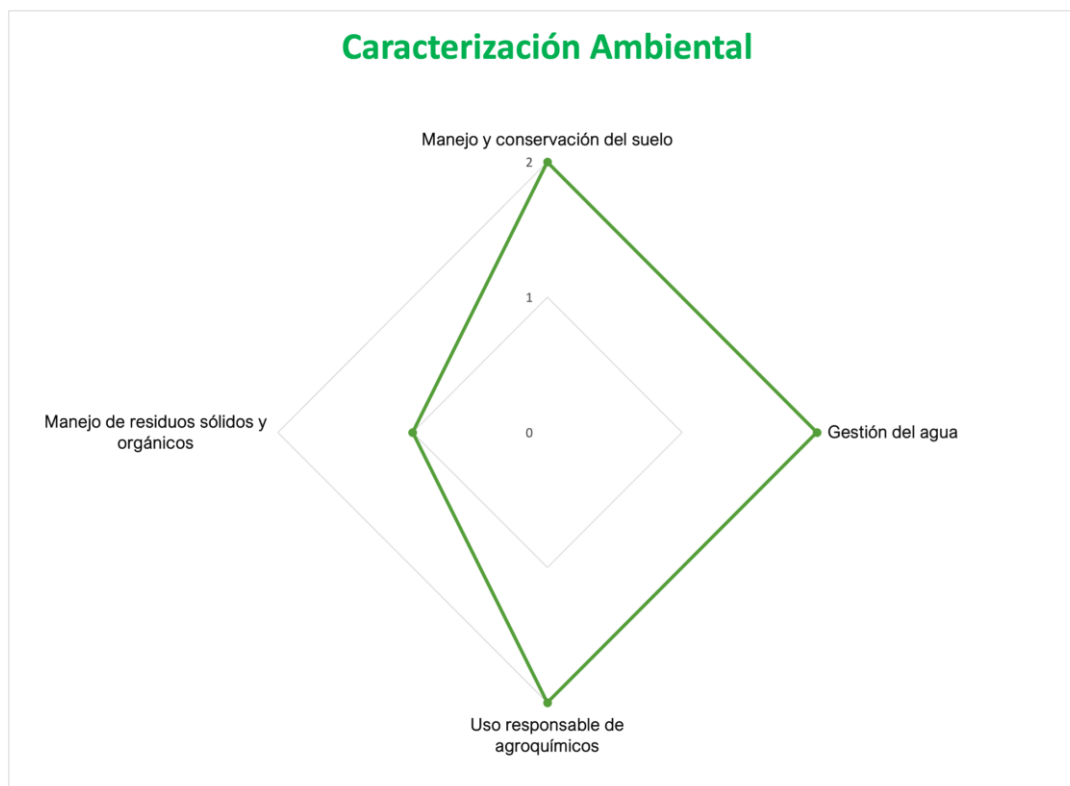
	<p>uso ocasional de agroquímicos sin asesoría técnica adecuada puede afectar negativamente la estructura y calidad del suelo a largo plazo. Además, la pendiente moderada del terreno en algunas áreas incrementa el riesgo de erosión si no se implementan medidas preventivas. Aunque no se evidencia una degradación grave en la actualidad, la ausencia de estrategias formales de conservación representa un riesgo ambiental para la sostenibilidad del cultivo y la finca en general.</p>	
<p>Gestión del agua</p>	<p>En la finca Los Trapiches, la gestión del agua es básica y depende principalmente de fuentes naturales cercanas, como riachuelos y reservorios, para el riego del cultivo de caña de azúcar y las actividades productivas. No se cuenta con sistemas de captación, almacenamiento o aprovechamiento eficiente del agua, ni con prácticas de ahorro o reutilización. La finca tampoco dispone de infraestructura para el tratamiento o manejo adecuado de aguas residuales, lo que podría generar impactos negativos en las fuentes hídricas locales. Esta gestión limitada del recurso hídrico expone al negocio a riesgos derivados de la variabilidad climática y la escasez de agua, afectando la productividad y sostenibilidad ambiental.</p>	<p>2</p>
<p>Uso responsable de agroquímicos</p>	<p>En la finca Los Trapiches se utilizan agroquímicos de manera tradicional para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de caña de azúcar. Sin embargo, no se aplican protocolos estrictos ni se cuenta con capacitación formal para el manejo seguro y responsable de estos productos. El almacenamiento, uso y disposición final de los agroquímicos carecen de controles adecuados, lo que puede generar impactos negativos sobre la salud de los trabajadores, la</p>	<p>2</p>

	<p>calidad del suelo y el agua, así como sobre el medio ambiente en general. Esta situación evidencia una falta de prácticas sostenibles en el manejo de agroquímicos, que representa un riesgo para la finca y la comunidad circundante.</p>	
<p>Manejo de residuos sólidos y orgánicos</p>	<p>En la finca Los Trapiches, el manejo de residuos sólidos y orgánicos es básico y poco sistematizado. Los residuos orgánicos generados durante el proceso de producción de panela, como bagazo y otros desechos vegetales, suelen ser reutilizados o compostados de manera informal para fertilizar el suelo. Sin embargo, los residuos sólidos no orgánicos, como plásticos y envases de agroquímicos, no cuentan con una adecuada gestión, almacenamiento ni disposición final, lo que puede generar contaminación ambiental y riesgos para la salud. La ausencia de un plan formal de manejo de residuos representa una limitación para la sostenibilidad ambiental del negocio.</p>	<p>1</p>

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis de documentación, 2025.

Figura 3

Gráfico Radial Caracterización específica de la finca panelera Los trapiches en el ámbito ambiental



Fuente: elaboración propia a partir de la puntuación de cada característica en la caracterización específica sobre el aspecto ambiental, 2025.

Dado lo anterior, la caracterización específica de la sostenibilidad ambiental de la finca Los Trapiches revela una gestión ambiental incipiente, sustentada principalmente en prácticas tradicionales que, si bien han permitido la continuidad de la producción, presentan limitaciones importantes frente a los retos actuales de sostenibilidad. Aspectos como el **manejo y conservación del suelo**, la **gestión del agua** y el **uso responsable de agroquímicos** obtuvieron puntuaciones bajas (2), lo cual evidencia la ausencia de técnicas modernas y asesoría técnica en la implementación de buenas prácticas agrícolas. El monocultivo de caña de azúcar, el uso ocasional de agroquímicos sin protocolos de seguridad, y la falta de infraestructura para el uso eficiente del agua representan riesgos ambientales que pueden comprometer la salud del suelo, el recurso hídrico y el equilibrio ecológico del entorno. Estas condiciones reflejan una necesidad urgente de intervención técnica y organizativa para reducir los impactos ambientales negativos y construir una base sólida hacia la sostenibilidad.

El aspecto más crítico identificado fue el **manejo de residuos sólidos y orgánicos**, con una puntuación de 1, lo que lo posiciona como la **variable clave a fortalecer** dentro del análisis ambiental. Si bien algunos residuos orgánicos como el bagazo de caña se reutilizan de forma empírica, no existe un sistema formal de tratamiento ni un plan integral de manejo de residuos. Los residuos sólidos no orgánicos, en especial envases de agroquímicos y plásticos, carecen de una disposición final adecuada, generando riesgos de contaminación del suelo, agua y afectaciones a la salud humana. Fortalecer este aspecto resulta esencial para mejorar las condiciones sanitarias, reducir la huella ambiental de la producción panelera y avanzar hacia una certificación ambiental o una mayor aceptación en mercados responsables. En este sentido, la implementación de prácticas de gestión diferenciada de residuos, compostaje técnico, campañas de recolección segura y formación de los trabajadores en normativas ambientales será determinante para lograr una finca más sostenible, eficiente y comprometida con el cuidado del territorio.

A partir del análisis de la caracterización específica, se identifican como variables clave a fortalecer la productividad y eficiencia en la producción, en el ámbito económico, y el manejo de residuos sólidos y orgánicos, en el ámbito ambiental. Ambas representan puntos críticos que actualmente limitan la sostenibilidad integral del negocio rural. En lo económico, mejorar la eficiencia productiva permitirá optimizar el uso de recursos, reducir pérdidas y aumentar la rentabilidad sin necesidad de ampliar la escala productiva. En lo ambiental, establecer un sistema adecuado para la gestión de residuos reducirá riesgos de contaminación, mejorará las condiciones sanitarias y facilitará el cumplimiento de estándares para mercados sostenibles. Abordar estas dos dimensiones de forma articulada contribuirá significativamente al fortalecimiento del modelo productivo de la finca y a su proyección como un emprendimiento rural más sostenible.

4.2 Selección de la metodología en gerencia de proyectos

4.2.1 Proceso de selección de la metodología en gerencia de proyectos

La selección de la metodología de gerencia de proyectos aplicada al presente estudio se realizó a partir de un enfoque comparativo, contextual y fundamentado, con el propósito de identificar la herramienta más adecuada para orientar la implementación de una solución

energética sostenible en la finca panelera *Los Trapiches*, ubicada en un entorno rural de pequeña escala.

El proceso se desarrolló en cuatro etapas principales:

1. **Revisión teórica y conceptual:** Se llevó a cabo una revisión sistemática de las principales metodologías de gerencia de proyectos, abarcando tanto enfoques tradicionales (PMBOK®, PRINCE2, Waterfall, V-Model) como enfoques ágiles (SCRUM, Kanban, Lean, Design Thinking, Extreme Programming, Crystal y Feature-Driven Development). Esta etapa permitió comprender las características, alcances y limitaciones de cada enfoque, así como su aplicabilidad en contextos rurales productivos, específicamente en el sector panelero.
2. **Definición de criterios de selección:** Se definieron criterios específicos para orientar la elección de la metodología más pertinente. Entre ellos se incluyeron: la flexibilidad para adaptarse a cambios durante la ejecución, la facilidad de implementación en contextos rurales con recursos limitados, el grado de participación que permite a los actores locales, la eficiencia en la gestión de recursos y la posibilidad de entregar resultados funcionales en ciclos cortos.
3. **Análisis comparativo:** Se construyó una matriz de análisis comparativo en la que se evaluaron todas las metodologías revisadas frente a los criterios establecidos. Este análisis permitió observar que, si bien metodologías como PMBOK® ofrecen una estructura robusta, otras como SCRUM ofrecen mayor flexibilidad, simplicidad en la aplicación y mejor alineación con las condiciones de trabajo de una finca familiar.
4. **Justificación de la metodología seleccionada:** Como resultado del análisis, se concluyó la metodología más apropiada para el proyecto. Su enfoque y se justificó teniendo en cuenta el enfoque iterativo, participativo y orientado a entregables funcionales permitió visualizar un modelo de implementación adaptable, de bajo costo y con posibilidad de mejora continua, aspectos esenciales para garantizar la sostenibilidad ambiental y económica de la finca. Además, la simplicidad operativa facilitara su integración por parte del equipo local, favoreciendo la apropiación del proyecto por los actores directamente involucrados.

A continuación se presentan los resultados de cada una de estas etapas:

4.2.1.1. Revisión teórica y conceptual:

Tras la revisión de distintas fuentes bibliográficas y estudios de caso sobre gerencia de proyectos, se construyó una matriz comparativa que permitió identificar y contrastar las características, alcances y limitaciones de diversos enfoques metodológicos, tanto tradicionales como ágiles. Esta revisión no solo incluyó teorías ampliamente reconocidas a nivel internacional, sino también experiencias documentadas en territorios rurales de América Latina, especialmente en sectores agroindustriales como el panelero.

El análisis detallado de cada metodología permitió comprender su estructura operativa, niveles de complejidad, enfoque de gestión, necesidades técnicas y grado de adaptabilidad a entornos productivos rurales. En particular, se evaluó su aplicabilidad en contextos donde los recursos son limitados, las condiciones son cambiantes y la participación activa de los actores locales resulta fundamental.

Tabla 5

Análisis de metodologías tradicionales de Gerencia de Proyectos (predictivas)

Herramienta / Metodología	Aplicación en Finca Los Trapiches	Características, alcances y limitaciones	Experiencias exitosas
PMBOK® (Guía del PMI)	Organización por fases del proyecto energético (planificación, ejecución, control).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estructura clara y exhaustiva. ✓ Estándar internacionalmente reconocido. ✗ Requiere mayor formalidad, documentación y capacidad técnica. 	Aplicación en planes de reconversión de trapiches con Fedepanela en Santander y Huila (Fedepanela, 2020).

Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)	División del proyecto en paquetes: diagnóstico, instalación, formación, monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facilita la asignación de tareas y recursos. ✓ Permite visualizar todo el proyecto en componentes. ✗ Puede resultar rígido ante cambios imprevistos. 	Usado por el SENA en módulos de formación productiva en trapiches (SENA, 2019).
Matriz de interesados	Identificación de actores clave: familia productora, UMATA, asociaciones.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejora la gestión relacional y reduce conflictos. ✓ Fortalece la participación. ✗ Requiere buen conocimiento del entorno institucional. 	Incorporado en proyectos de desarrollo territorial participativo en Nariño (FAO, 2018).
Ruta crítica (CPM / PERT)	Priorización de actividades técnicas críticas (obra civil, pruebas, capacitaciones).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Optimiza el cronograma. ✓ Útil para controlar el tiempo del proyecto. ✗ No contempla fácilmente cambios o contingencias rurales. 	Aplicada por FAO en trapiches eficientes de Boyacá (FAO, 2016).

Análisis de riesgos	Evaluación técnica, financiera y social del cambio tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Anticipa dificultades y mejora la resiliencia del proyecto. ✗ Puede ser complejo sin acompañamiento técnico especializado. 	Utilizada en proyectos de reconversión panelera en Valle del Cauca (Agrosavia, 2021).
Gestión del valor ganado (EVM)	Evaluación del desempeño del proyecto frente a cronograma y costos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permite monitorear el avance real del proyecto. ✗ Difícil de aplicar sin registros contables y cronogramas precisos. 	Herramienta usada en seguimiento de proyectos productivos rurales con enfoque de retorno social (MinAgricultura, 2022).

Tabla 6

Análisis de metodologías ágiles de gerencia de proyectos (adaptativas)

Herramienta / Metodología Ágil	Aplicación en Finca Los Trapiches	Características, alcances y limitaciones	Experiencias exitosas
SCRUM (adaptado)	Implementación de sprints para instalar sistemas energéticos por fases.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Altamente flexible. ✓ Favorece entregas rápidas y participación constante. ✗ Requiere disciplina en reuniones periódicas y seguimiento. 	Adaptado en procesos participativos con productores en Caquetá por Agrosavia (2021).

Kanban (tablero visual)	Seguimiento visual de tareas diarias: instalación, pruebas, ajustes.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fácil de usar y entender por equipos rurales. ✓ Promueve el control visual del trabajo. ✗ Menor capacidad de planificación a largo plazo. 	Implementado en proyectos de agroecología en viveros rurales de Antioquia (Fundación Confiar, 2020).
Lean Project Management	Eliminación de ineficiencias en uso de energía y recursos (bagazo).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ideal para mejorar procesos existentes. ✓ Fomenta eficiencia sin necesidad de tecnología compleja. ✗ Requiere cultura de mejora continua. 	Aplicado en trapiches de Risaralda para mejorar eficiencia térmica (Universidad Tecnológica de Pereira, 2019).
Design Thinking	Cocreación con comunidad para diseñar un sistema energético adaptado.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Muy participativo y centrado en las necesidades de la comunidad. ✗ Se enfoca más en diseño de soluciones que en implementación y seguimiento técnico. 	Usado en proyectos rurales por Fundación Corona y Parquesoft (2021).
Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act)	Validación de tecnologías apropiadas antes de su implementación total.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permite ajustes rápidos y pruebas a pequeña escala. ✗ Menor enfoque en estructura de proyecto completa. 	Aplicado en proyectos USAID en Cauca con enfoque de mejora continua (USAID Colombia, 2020).

4.2.1.2. Criterios para elegir la metodología de gerencia de proyectos

Para escoger la mejor forma de planear y llevar a cabo el proyecto en la finca panelera *Los Trapiches*, se definieron algunos criterios que ayudarán a tomar una decisión basada en la realidad del territorio, en las capacidades de quienes lo llevarán a cabo y en la experiencia de proyectos similares en otras regiones. Estos criterios fueron:

1. Que sea flexible y se adapte a lo rural

Como el proyecto se realiza en una finca ubicada en un entorno rural, donde las condiciones pueden cambiar (como el clima o la disponibilidad de recursos), se necesitaba una metodología que permitiera hacer ajustes sin frenar todo el proceso. Según Yepes (2014), en zonas rurales es clave contar con planes que se puedan adaptar fácilmente, porque las condiciones rara vez se mantienen estables.

2. Que promueva la participación de quienes están en el territorio

Es importante que la metodología permita que la familia que trabaja en la finca, junto con otros actores locales, puedan involucrarse en todas las etapas del proyecto. No se trata solo de recibir un beneficio, sino de participar en las decisiones y apropiarse del proceso. Como mencionan Cerdán y Rebolledo (2010), cuando los productores participan activamente, las soluciones son más eficaces y sostenibles.

3. Que sea fácil de aplicar y entender

Dado que el proyecto se ejecutará con apoyo de personas que quizá no están familiarizadas con herramientas técnicas o software especializado, era fundamental que la metodología elegida fuera sencilla, clara y práctica. Según Sánchez Gutiérrez (2018), en contextos rurales las metodologías complejas pueden convertirse en barreras para avanzar.

4. Que permita mostrar avances paso a paso

Otro punto importante fue que la metodología permitiera ver resultados en el corto plazo, como la instalación de un primer módulo del sistema energético o la realización de una jornada de formación. Esto ayuda a mantener motivado al equipo y a corregir a tiempo si algo no está funcionando. Díaz-Puente et al. (2012) explican que mostrar avances tempranos mejora el compromiso y la participación de la comunidad.

5. Que facilite aprender de la experiencia y mejorar en el camino

El proyecto no sería perfecto desde el inicio. Por eso, era importante que la metodología incluyera momentos para revisar cómo va todo y hacer mejoras cuando sea necesario. Restrepo y Rengifo (2020) señalan que los proyectos rurales exitosos son aquellos que aprenden en la marcha y se adaptan a lo que el territorio realmente necesita.

6. Que tenga buenos resultados en proyectos parecidos

Finalmente, se buscó que la metodología ya hubiera sido usada con éxito en otros proyectos rurales o agroindustriales, especialmente en Colombia o América Latina. Del Valle (2016) explica que cuando una estrategia ha funcionado en lugares parecidos, hay más posibilidades de que también funcione bien en otros territorios rurales.

Estos criterios permitieron comparar distintas metodologías, tanto tradicionales como ágiles, y tomar una decisión basada en lo que realmente necesita y puede aplicar la finca *Los Trapiches*. Gracias a este análisis, se escogió una metodología que se ajusta bien al contexto local, que es práctica, participativa y que permite avanzar paso a paso hacia una solución sostenible.

Tabla 7

Análisis comparativo entre metodologías para decidir la mejor para el negocio rural

Metodología	Flexibilidad ante cambios	Participación activa de actores locales	Facilidad de implementación	Resultados por etapas (entregables parciales)	Mejora continua	Experiencias exitosas en sector rural/panelero
PMBOK®	Baja. Basado en planificación rígida y secuencial.	Media. Participación concentrada en la fase de inicio.	Media. Requiere formación en gestión de proyectos.	Media. Entregas planificadas, pero no iterativas.	Media. Requiere módulos adicionales para retroalimentación.	Alta. Usado por Fedepanela en reconversión tecnológica (Fedepanela, 2020).
Waterfall	Muy baja. Cambios requieren replanificación total.	Baja. Participación limitada al inicio.	Baja. Poco comprensible sin conocimiento técnico.	Baja. Entregas al final del proceso.	Muy baja. No contempla retroalimentación frecuente.	Media. Utilizado en grandes proyectos de infraestructura.
PRINCE2	Baja. Planificación exhaustiva con enfoque jerárquico.	Baja. Participación focalizada en roles de gestión.	Media. Requiere formación en control y calidad.	Media. Permite revisiones, pero no tan frecuentes.	Alta. Revisión constante del caso de negocio.	Media. Aplicado en proyectos públicos en América Latina.

EDT (Estructura de Desglose del Trabajo)	Media. Puede adaptarse con rediseños de paquetes.	Media. Permite roles por subactividades.	Alta. Comprensible en estructuras simples.	Alta. Favorece división modular del proyecto.	Baja. No incluye ciclos de retroalimentación por sí misma.	Alta. Usada por SENA en proyectos rurales (SENA, 2019).
SCRUM <input checked="" type="checkbox"/>	Alta. Iteraciones constantes y adaptables.	Alta. Promueve la participación continua del equipo.	Alta. Fácil de aplicar con formación básica.	Alta. Entregas funcionales por sprints.	Alta. Revisión en cada ciclo.	Alta. Aplicado en procesos con productores rurales (Agrosavia, 2021).
Kanban	Alta. Flujo de tareas visual y ajustable.	Media. Fomenta seguimiento colectivo.	Alta. Fácil de usar y enseñar.	Media. No orientado a planificación por fases.	Media. Permite revisión visual continua.	Alta. Utilizado en viveros rurales de Antioquia (Fundación Confiar, 2020).
Lean Project Management	Alta. Busca adaptarse para reducir desperdicios.	Media. Requiere compromiso con mejora continua.	Media. Exige formación en eficiencia y procesos.	Alta. Resultados enfocados en valor generado.	Alta. Ciclo permanente de optimización.	Alta. Aplicado en trapiches de Risaralda (UTP, 2019).
Design Thinking	Alta. Centrado en prueba-error adaptativo.	Alta. Fuerte cocreación con comunidades.	Media. Requiere facilitación externa.	Alta. Prototipos rápidos y soluciones funcionales.	Alta. Ciclo iterativo de empatía, prueba y mejora.	Alta. Usado en agroinnovación con comunidades (Corona, 2021).

La comparación entre metodologías tradicionales y ágiles permitió identificar fortalezas y debilidades relevantes en relación con la realidad operativa y social de la finca panelera *Los Trapiches*. Entre los enfoques evaluados se incluyeron metodologías ampliamente reconocidas como PMBOK®, PRINCE2 y Waterfall, así como propuestas ágiles como SCRUM, Lean y Design Thinking, todas analizadas bajo criterios clave para contextos rurales productivos.

Uno de los principales aspectos evaluados fue la **flexibilidad ante cambios**, criterio fundamental en entornos rurales donde las condiciones climáticas, de infraestructura y logística pueden cambiar con frecuencia. En este aspecto, metodologías como **SCRUM, Lean y Design Thinking** se destacan por su capacidad de adaptación. En contraste, enfoques tradicionales como **Waterfall y PMBOK®** presentan estructuras más rígidas, en las cuales los cambios implican reprocesos costosos o no están contemplados.

La **facilidad de adopción por parte de equipos rurales** fue otro criterio determinante. SCRUM, al apoyarse en roles simples (como el facilitador y el equipo de trabajo), sprints cortos y herramientas visuales, se adapta mejor a contextos donde el conocimiento técnico puede ser limitado. En cambio, PRINCE2 y Waterfall requieren procesos documentales estrictos y una planificación previa muy detallada, lo cual no siempre es viable para proyectos comunitarios o liderados por pequeños productores.

En cuanto al **enfoque participativo**, SCRUM y Design Thinking promueven una interacción constante con los actores involucrados, integrando sus aportes de forma continua durante todo el ciclo del proyecto. Esto es especialmente valioso en procesos como el que se planea en *Los Trapiches*, donde la apropiación comunitaria de tecnologías como los biodigestores es clave para su sostenibilidad. Por su parte, metodologías como PMBOK® y Waterfall presentan una participación más limitada, concentrada generalmente en fases iniciales del proyecto.

Respecto a la **aplicabilidad en proyectos de pequeña escala**, como una finca familiar, SCRUM muestra gran versatilidad, ya que permite organizar el trabajo por módulos funcionales y facilita entregas continuas que generan resultados visibles en poco tiempo. Lean también se adapta bien cuando existen procesos claros y objetivos de eficiencia. En cambio, enfoques como Waterfall, diseñados originalmente para grandes obras y sistemas, presentan dificultades para escalar hacia proyectos comunitarios de bajo presupuesto.

Se consideró la **existencia de experiencias exitosas en contextos rurales similares en Colombia**. SCRUM ha sido implementado con buenos resultados en iniciativas participativas lideradas por Agrosavia en Caquetá, en programas de sostenibilidad rural de Fundación Corona y en intervenciones de USAID con enfoque de mejora continua en Cauca. Esto demuestra su aplicabilidad y eficacia en entornos agroindustriales, con características similares a las de la finca *Los Trapiches*.

4.2.1.4. Justificación de la metodología seleccionada

Para desarrollar el proyecto en la finca panelera *Los Trapiches*, se optó por trabajar con la metodología **SCRUM**, debido a que ofrece herramientas prácticas, flexibles y participativas que se ajustan muy bien a las condiciones de los entornos rurales. Esta elección se basó en un análisis comparativo de varias metodologías, teniendo en cuenta las necesidades específicas de la finca y la experiencia en proyectos similares en Colombia.

SCRUM permite organizar el trabajo por medio de etapas cortas llamadas *sprints*, donde se van obteniendo avances concretos. Esto es muy útil cuando se quiere implementar un sistema por partes, como en el caso de los biodigestores, y se necesita ir evaluando y ajustando en el camino. En cada sprint se pueden revisar los resultados, hacer mejoras y continuar con mayor claridad, lo que facilita adaptarse a los cambios que puedan surgir en el proceso.

Otra razón importante para elegir SCRUM es que promueve la participación activa del equipo en todas las etapas del proyecto. Esto encaja muy bien con el enfoque de trabajo en *Los Trapiches*, donde se busca que tanto la familia como otros actores locales se involucren directamente en el desarrollo de las actividades. Así, el proyecto no solo se hace para la comunidad, sino también con ella.

A diferencia de metodologías más tradicionales como PMBOK® o Waterfall —que requieren una planificación muy detallada desde el inicio y son más rígidas frente a los cambios—, SCRUM ofrece una mayor capacidad de adaptación. Esto es especialmente valioso en zonas rurales, donde pueden surgir imprevistos relacionados con el clima, los tiempos de trabajo agrícola o la disponibilidad de materiales.

Además, ya existen experiencias exitosas de SCRUM en proyectos rurales colombianos. Por ejemplo, Agrosavia ha utilizado esta metodología en procesos participativos con pequeños productores en el departamento del Caquetá, mostrando buenos resultados tanto en lo técnico como en lo organizativo. Esta experiencia demuestra que SCRUM funciona bien en contextos similares al de la finca *Los Trapiches*.

4.3 Formulación de estrategias para fomentar la sostenibilidad económica y ambiental de finca panelera Los Trapiches

Este apartado presenta la formulación de estrategias orientadas al fortalecimiento de la sostenibilidad de la finca panelera Los Trapiches, con énfasis en las dimensiones económica y ambiental, identificadas como prioritarias a partir de la caracterización realizada. El diseño de estas estrategias se estructura con base en la metodología SCRUM, seleccionada por su flexibilidad, enfoque participativo y adaptabilidad a entornos rurales.

A partir del análisis diagnóstico, se determinaron dos aspectos críticos para la sostenibilidad del emprendimiento:

- La baja eficiencia en los procesos de producción, que limita el aprovechamiento óptimo de recursos y reduce la rentabilidad del modelo de negocio.
- La inadecuada gestión de residuos sólidos y orgánicos, que representa un riesgo ambiental y sanitario, y obstaculiza el cumplimiento de estándares para acceder a mercados sostenibles.

Bajo el enfoque SCRUM, las estrategias se organizarán en sprints (ciclos de trabajo de corta duración), que permitirán implementar soluciones de manera progresiva, evaluar avances, hacer ajustes y garantizar una participación activa del equipo local en todo el proceso. A continuación, se detallan los componentes de la metodología a aplicarse en este proyecto.

4.3.1 Estrategia Scrum

El objetivo general del proyecto será diseñar e implementar estrategias que fortalezcan la sostenibilidad económica y ambiental del emprendimiento rural, mediante la mejora en la eficiencia productiva y la implementación de prácticas adecuadas de gestión de residuos. Las estrategias se estructuran conforme a las fases de la metodología de gerencia de proyectos seleccionada (diagnóstico, planificación, ejecución, monitoreo y cierre), y se organizan en dos dimensiones complementarias:

1. Estrategias para la sostenibilidad económica

- *Optimización de procesos productivos:* rediseñar flujos de trabajo para reducir tiempos muertos, evitar desperdicios de insumos y maximizar el rendimiento por unidad de recurso utilizado.
- *Capacitación técnica:* implementar jornadas de formación para mejorar capacidades en temas de eficiencia operativa, control de calidad y mantenimiento preventivo de herramientas y maquinaria.
- *Implementación de indicadores de productividad:* establecer métricas simples y accesibles para monitorear avances en la eficiencia y generar alertas tempranas sobre desviaciones.
- *Fortalecimiento de capacidades administrativas:* promover el uso de herramientas básicas de gestión financiera y de inventario para mejorar la toma de decisiones y el control de costos.

2. Estrategias para la sostenibilidad ambiental

- *Diseño e implementación de un sistema de gestión de residuos:* clasificación en la fuente, compostaje de residuos orgánicos y disposición segura de residuos no aprovechables.
- *Formación en buenas prácticas ambientales:* capacitar al equipo de trabajo sobre el impacto ambiental de la actividad productiva y las formas de mitigarlo a través de hábitos sostenibles.
- *Caracterización del bagazo de caña:* análisis físico-químico del residuo para determinar su potencial como insumo energético.

4.3.2 Roles Scrum definidos

Tabla 8

Roles scrum en el proyecto de fortalecimiento de la sostenibilidad económica y ambiental de la finca panelera Los trapiches

Rol	Función específica en el proyecto
Product Owner	Representante de la finca. Prioriza tareas y define el valor del producto (panela sostenible y sistema energético).
Scrum Master	Facilitador externo. Acompaña el proceso SCRUM, elimina obstáculos y promueve la mejora continua.
Equipo de desarrollo	Familia productora, técnicos, operadores del trapiche e ingenieros aliados. Ejecutan las tareas de producción, diagnóstico, diseño y monitoreo.

Elaboración propia, 2025

4.3.3. Principios Scrum aplicados

- *Participación activa:* involucramiento directo de la familia productora y aliados locales.
- *Iteración y mejora continua:* cada sprint permite aprender, ajustar y optimizar procesos.
- *Transparencia y visibilidad:* uso de herramientas como Trello o Notion para el seguimiento.
- *Simplicidad operativa:* implementación de soluciones prácticas y de bajo costo.
- *Escalabilidad:* diseño replicable en otras fincas con mínima asistencia técnica externa.

4.3.4. Backlog del Producto (Product Backlog)

Tabla 9

Product Backlog del proyecto para el fortalecimiento de la sostenibilidad económica y ambiental de la finca panelera Los trapiches

ID	Ítem	Descripción	Dimensión	Prioridad
PB1	Diagnóstico energético del trapiche	Evaluar consumo de energía y disponibilidad de bagazo	Económica / Ambiental	Alta
PB2	Selección del biodigestor	Evaluar modelos viables para el contexto rural	Ambiental	Alta
PB3	Diseño técnico del sistema	Especificar volumen, carga y parámetros de operación	Ambiental	Alta
PB4	Estudio de viabilidad económica	Análisis de inversión, ROI y costos operativos	Económica	Media
PB5	Instalación del sistema	Construcción y puesta en marcha del biodigestor	Ambiental	Alta
PB6	Generación energética	Acoplamiento del biodigestor al sistema del trapiche	Económica	Alta
PB7	Capacitación del equipo	Formación técnica y ambiental del equipo autodirigido	Económica / Ambiental	Media
PB8	Plan de monitoreo y mantenimiento	Indicadores, rutinas e instrumentos de seguimiento	Ambiental / Económica	Media

Elaboración propia, 2025

4.3.4. Planificación de Sprints

Tabla 10

Sprints del proyecto para el fortalecimiento de la sostenibilidad económica y ambiental de la finca panelera Los trapiches

Sprint	Objetivo	Entregables
Sprint 0	Diagnóstico técnico-operativo del trapiche	Ficha técnica, producción de bagazo, procesos críticos
Sprint 1	Caracterización del bagazo	Informe de composición, potencial energético, usos actuales
Sprint 2	Selección y diseño del biodigestor	Comparación de modelos, ficha técnica, plano esquemático
Sprint 3	Validación de viabilidad económica	Costos, beneficios esperados, estimación del ROI
Sprint 4	Instalación y puesta en marcha	Biodigestor funcional instalado y en operación
Sprint 5	Capacitación técnica del equipo	Módulos prácticos: operación, monitoreo, mantenimiento
Sprint 6	Implementación del plan de monitoreo	Rutinas diarias, indicadores y formatos de registro
Sprint 7	Retroalimentación, mejora y escalabilidad	Evaluación del sistema + documentación para replicación

Elaboración propia, 2025

4.3.4. Implementación de Sprints según fases del proyecto

1. Diagnóstico (Sprint 0 y Sprint 1)

- *Evaluación técnica y operativa del trapiche:* se identifican procesos críticos, volumen de bagazo generado, consumo energético, cuellos de botella productivos y prácticas actuales de disposición de residuos.
- *Caracterización del bagazo de caña:* análisis físico-químico del residuo para determinar su potencial como insumo energético.
- *Establecimiento de indicadores iniciales:* se definen líneas base de productividad y residuos para medir avances.

2. Planificación (Sprint 2 y Sprint 3)

Estrategias para la sostenibilidad económica

- *Optimización de procesos productivos:* rediseño de flujos de trabajo en la molienda y cocción para reducir tiempos muertos y maximizar el rendimiento.
- *Capacitación técnica del equipo:* formación en control de calidad, mantenimiento preventivo, uso eficiente de recursos y operación segura del trapiche.
- *Implementación de indicadores de productividad:* establecimiento de métricas simples (producción/hora, kg de panela/kg de caña, tiempos improductivos) que se registren en herramientas accesibles como Excel o Trello.
- *Fortalecimiento de capacidades administrativas:* formación básica en finanzas rurales, gestión de inventario, planificación de compras y control de costos.

Estrategias para la sostenibilidad ambiental

- *Selección y diseño del sistema de biodigestión:* evaluación comparativa de tecnologías, priorizando el biodigestor tubular de membrana por su bajo costo, adaptabilidad rural y compatibilidad con el bagazo.
- *Diseño del sistema de alimentación y recolección de bagazo:* transporte, trituración, mezcla, dosificación y entrada al biodigestor.
- *Adecuación de infraestructura:* construcción de zonas de acopio, tolvas intermedias y cubiertas que eviten fermentación o contaminación.

3. Ejecución (Sprint 4 y Sprint 5)

- *Construcción e instalación del biodigestor*: implementación física del sistema, conexión a la red energética del trapiche y puesta en marcha.
- *Capacitación práctica de operarios*: módulos de formación en biogás, operación, mantenimiento, seguridad y monitoreo, con enfoque de educación popular y adaptación cultural.
- *Implementación del sistema de gestión de residuos*: clasificación, compostaje y disposición final. Incorporación de prácticas como el aprovechamiento del biol como fertilizante.

4. Monitoreo y seguimiento (Sprint 6)

- *Plan de monitoreo y mantenimiento*: control diario de parámetros como pH, temperatura, volumen de biogás, y estado del sistema.
- *Seguimiento a la productividad*: evaluación del impacto del biodigestor en la reducción de costos energéticos y mejora de eficiencia.
- *Indicadores ambientales*: reducción de residuos sólidos, cumplimiento normativo, condiciones sanitarias.
- *Uso de herramientas digitales*: registro en Notion, Excel o Trello, con revisión semanal del Product Owner y el Scrum Master.

5. Cierre y mejora continua (Sprint 7)

- Evaluación integral del proyecto: análisis de resultados económicos, técnicos y ambientales.
- Documentación sistemática: manuales operativos, planos técnicos, registros de buenas prácticas.
- Estrategia de escalabilidad: diseño de un modelo replicable en otras fincas paneleras. Posibilidad de compartir conocimientos a través de redes locales o alianzas institucionales.
- Retrospectiva final SCRUM: revisión de aprendizajes, ajustes futuros y reconocimiento al equipo autodirigido.

4.3.4. Resultados esperados

- **Económicos:** incremento de la eficiencia productiva, reducción de pérdidas, ahorro en insumos energéticos y fertilizantes, fortalecimiento administrativo.
- **Ambientales:** disminución de residuos sólidos y orgánicos, producción de biogás, uso del biol, cumplimiento de estándares sanitarios.
- **Sociales:** fortalecimiento de capacidades locales, apropiación comunitaria del proyecto y empoderamiento del equipo autodirigido.
- **Sostenibilidad integral:** integración de soluciones tecnológicas apropiadas y saberes locales para una finca más resiliente y autosuficiente.

5. CONCLUSIONES

Para fortalecer la finca panelera Los Trapiches, se han propuesto estrategias basadas en herramientas y metodologías de gerencia de proyectos adecuadas, con el fin de garantizar su sostenibilidad en el ámbito ambiental y económico. Estas estrategias buscan integrar prácticas sostenibles que no solo mejoren la eficiencia operativa del negocio, sino que también aseguren su permanencia a largo plazo, minimizando impactos negativos y maximizando beneficios para la comunidad y el entorno en el cual se encuentra inmerso.

Para ello, primero se realizó una caracterización de su contexto rural, identificando las variables clave que influyen en su sostenibilidad ambiental y económica. Este análisis encontró que las características más relevantes a fortalecer son la productividad y eficiencia en la producción, en el ámbito económico, y el manejo de residuos sólidos y orgánicos, en el ámbito ambiental. Ambas representan puntos críticos que actualmente limitan la sostenibilidad integral del negocio rural. Abordar estas dos dimensiones de manera articulada contribuirá significativamente al fortalecimiento del modelo productivo de la finca y a su proyección como un emprendimiento rural más sostenible.

Posteriormente, a través de una revisión bibliográfica, se evaluaron diversas metodologías y herramientas de gerencia de proyectos, considerando las necesidades específicas en el eje de sostenibilidad ambiental y económica, identificadas previamente durante la caracterización de la finca panelera Los Trapiches. En esta evaluación se analizaron metodologías tradicionales como PMBOK®, PRINCE2, Waterfall, la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), y metodologías ágiles como SCRUM, Kanban, Lean Project Management, Design Thinking, Feature-Driven Development, Crystal, XP y el Ciclo PDCA.

Tras el análisis comparativo, se determinó que la metodología más adecuada para formular las estrategias de fortalecimiento en la sostenibilidad ambiental y económica de la finca Los Trapiches es SCRUM. Esta metodología fue seleccionada por su capacidad de adaptación a contextos rurales, su enfoque participativo, su estructura por etapas (sprints) que permite entregar avances continuos, y su comprobada efectividad en proyectos similares en Colombia. Gracias a estas características, SCRUM ofrece una alternativa viable, práctica y coherente con los recursos y dinámicas de trabajo de pequeños productores rurales.

Por último, y a partir de la metodología SCRUM se diseñan las estrategias que pueden contribuir a fortalecer la sostenibilidad ambiental y económica de la finca panelera Los trapiches dentro de las cuales se destacan: la creación de un biodigestor que utilice el bagazo como recurso para la generación energía eléctrica y de gas metano para el calentamiento de las calderas en la producción de la panela y para las estufas de uso doméstico para la preparación de los alimentos, otra estrategia de alto potencial que se evidencia en la finca es el aprovechamiento de la energía solar a través de plantas solares que almacenen la energía solar y la conviertan en energía eléctrica aprovechable para la finca.

Como parte de los aprendizajes de este estudio, se recomienda seguir implementando la metodología SCRUM paso a paso en el proyecto, aprovechando su estructura por etapas para mantener un ritmo de trabajo claro, participativo y orientado a resultados. Además, sería útil incorporar herramientas sencillas de seguimiento que permitan al equipo evaluar lo que funciona bien, identificar oportunidades de mejora y realizar ajustes oportunos. Para próximos trabajos, se sugiere avanzar hacia una evaluación más detallada del impacto del biodigestor, tanto en términos ambientales como en la reducción de costos productivos.

También se recomienda explorar la combinación de metodologías ágiles con enfoques tradicionales, dando paso a un enfoque mixto que permita organizar de manera más estructurada algunas fases del proyecto (como la planificación inicial), mientras se mantiene la flexibilidad en la ejecución. Herramientas como Kanban, Lean o incluso componentes del PMBOK®, pueden complementar la implementación de SCRUM y fortalecer el proceso de toma de decisiones en la finca Los Trapiches.

Scrum proporciona una estructura flexible que facilita la coordinación interdisciplinaria, la entrega incremental de valor y la integración de principios sostenibles en tiempo real (Aguilar y Romero, 2018). Esto mejora no solo la adaptabilidad del proyecto, sino también su impacto técnico, social y ambiental.

Adicionalmente, se recomienda fortalecer las capacidades técnicas y organizativas de los trabajadores y productores vinculados a la finca mediante procesos de capacitación continua en gestión de proyectos, sostenibilidad ambiental, y tecnologías limpias aplicables al sector panelero. Esto permitirá no solo mejorar la implementación de las estrategias propuestas, sino también

fomentar una cultura de innovación y mejora continua en el entorno rural. Para trabajos futuros, se sugiere realizar un estudio de viabilidad técnica y financiera más detallado de las tecnologías propuestas, incluyendo análisis de retorno de inversión (ROI) y evaluación de riesgos. Asimismo, sería pertinente desarrollar indicadores específicos de sostenibilidad que permitan medir de forma sistemática el impacto de las acciones implementadas, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia y el escalamiento del modelo a otras fincas con condiciones similares.

6. REFERENCIAS

- ADEN (2024, 15 de noviembre). *¿Debes Gestionar un Proyecto? Estas son las metodologías más utilizadas.* <https://www.aden.org/business-magazine/gestion-proyectos-metodologias-mas-utilizadas/#:~:text=Gesti%C3%B3n%20de%20Proyectos%3A-.Metodolog%C3%ADas%20Tradicionales,siguiente%20etapa%20y%20as%C3%AD%20sucesivamente>
- Agrosavia (2021). *Innovación participativa para el desarrollo rural en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Agrosavia (2023). *Indicadores de competitividad y sostenibilidad de modelos productivos regionales de la agroindustria panelera en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18667>
- Aguilar, F., y Romero, J. (2018). Metodologías ágiles aplicadas a proyectos de desarrollo sostenible. *Revista de Innovación y Tecnología*, 15(2), 89–104.
- Asociación de Fundaciones Familiares y Empresariales [AFE]. (2024, 27 de junio). *Pobreza energética: una lucha silenciosa para 9.6 millones en Colombia*. Fundación Promigas.
<https://afecolombia.org/pobreza-energetica-fundacion-promigas/>
- Asana, (2025, 13 de febrero). *La programación extrema XP produce resultados, pero ¿es la metodología adecuada para ti?* <https://asana.com/es/resources/extreme-programming-xp>
- Asana (2025, 14 de febrero). *Scrumban: lo mejor de dos metodologías ágiles.*
<https://asana.com/es/resources/scrumban>
- Asocaña, (2020). *Somos azúcar y mucho más - Informe Anual 2019 - 2020*. 96
- Business Adobe. (2024). *Combinas las metodologías Agile y Waterfall. Aumento de la productividad con un enfoque híbrido.*

<https://business.adobe.com/content/dam/dx/us/en/resources/sdk/mixing-agile-and-waterfall/solve-the-pain-of-mixing-agile-and-waterfall-es.pdf>

- Cadena, C. (2006) ¿Electrificación o energización? mediante energías alternativas en zonas rurales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 10, 2006. Argentina. Recuperado en https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/87763/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cerdán, C., y Rebolledo, M. C. (2010). *Innovación participativa con pequeños productores en América Latina*. Centro Internacional de la Papa (CIP) - FONTAGRO.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], (2019). *Desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: retos y oportunidades para una agenda transformadora*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44317>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], (2024). *Panorama del desarrollo territorial de América Latina y el Caribe, 2024: nuevas capacidades para la transformación territorial*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/81240>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas [CREG], (2017). *Condiciones especiales de prestación del servicio en zona de difícil acceso del Sistema Interconectado Nacional (SIN)*. Comisión de Regulación de Energía y Gas. Revisado el 16 de noviembre de 2024, disponible en https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/pdf/doc_creg_0060_2017.pdf
- Corona, A., Sánchez, R., y Niño, J. (2023). *Análisis documental aplicado a procesos rurales: herramientas metodológicas para el desarrollo territorial*. Ediciones Uniminuto
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR], (2019). Oportunidades de producción más limpia en la industria panelera: Guía para empresarios. <https://sie.car.gov.co/items/4b0db64b-97e4-4b51-91e0-76959559b5ce>
- Del Valle, H. (2016). *Metodologías participativas en el desarrollo rural: enfoques y experiencias*. Universidad Nacional de Colombia.

Díaz-Puente, J. M., Moreno, J. M., y Zamorano, R. (2012). La gestión de proyectos de desarrollo rural. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* (233), 11–36.

EAE Business School Barcelona. (2018, 1 de enero). *Metodología de desarrollo Crystal*.

<https://www.tecnologias-informacion.com/metodologia-crystal.html>

ESPAE escuela de negocios. (2022, 06 15). *Que es IPMA*.

<https://educacionenmanagement.espae.edu.ec/que-es-ipma/>

FAO (2016). *Eficiencia energética en trapiches paneleros: estudio de caso en Boyacá*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO (2017). *Sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas*. Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

<https://www.fao.org/3/i6583s/i6583s.pdf>

FAO (2018). *Proyectos de desarrollo territorial participativo en Nariño: integración de*

matrices de actores para gestión comunitaria. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO (2018). *La sostenibilidad en la agricultura y el desarrollo rural*. Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

<http://www.fao.org/3/i7961s/i7961s.pdf>

FAO (2019). *Guía sobre modelos inclusivos de negocio*. Organización de las Naciones Unidas

para la Alimentación y la Agricultura.

<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca3004es>

FAO (2020). *Logro del equilibrio entre productividad y sostenibilidad en la agricultura*.

Recuperado de <https://www.fao.org/sustainability/success-stories/detail/es/c/1301035/>

FAO (2024). *Agricultura familiar y sistemas agroalimentarios resilientes al clima*. Organización

de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

<https://openknowledge.fao.org/items/331da3e0-c81f-466e-8c89-8373d6a1f9b8>

- Fedepanela. (2020). Reconversión tecnológica del sector panelero en Huila y Santander. Federación Nacional de Productores de Panela.
- Fedepanela (2022). Informe de inteligencia de mercados 2022. Federación Nacional de Productores de Panela. <https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2023/04/Informe-Inteligencia-de-mercados-2022.pdf>
- Fedepanela (2023). Guía sobre oportunidades del sector panelero. Federación Nacional de Productores de Panela. <https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2023/07/guia-sobre-oportunidades-del-sector-panelero.pdf>
- Fundación Confiar. (2020). Sistemas de producción agroecológica y metodologías participativas en viveros rurales de Antioquia. Medellín: Fundación Confiar.
- Fundación Corona y Parquesoft. (2021). Diseño participativo de soluciones tecnológicas en contextos rurales. Bogotá: Fundación Corona.
- García, R. (2014). Pobreza energética en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/79cc961b-7908-4fce-a7dd-133d484c1be7/content>
- Goss-Sampson, M. (2018). *Análisis estadístico con JASP: una guía para estudiantes* (Primera edición ed., Vol. 08035). Fundacio per a la Universitat Oberta de Catalunya. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/102926/6/An%C3%A1lisis%20estad%C3%ADstico%20con%20JASP%20una%20gu%C3%ADa%20para%20estudiantes.pdf>
- Guevara, M., y Martínez, L. (2021). El sector panelero en Colombia: retos y estrategias para su sostenibilidad. *Boletín Semillas Ambientales*, 25(2), 39–56. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/16793>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.

- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Concepción o elección del diseño de investigación en la ruta cuantitativa: el mapa específico. En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 148-193). McGraw-Hill.
- HubSpot. (2023, November 9). *Qué es la metodología Lean y cómo implementarla con éxito*. Blog de HubSpot. <https://blog.hubspot.es/sales/metodologia-lean>
- IeBs. (2022, 12 07). *AGILE Y SCRUM*. En que consiste la metodología Prince2 y como aplicarla. <https://www.iebschool.com/blog/en-que-consiste-la-metodologia-prince2-y-como-aplicarla-agile-scrum/>
- IONOS Digital Guide. (2020, 06 23). *Modelo V*. Desarrollo web. <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/modelo-v/>
- Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (12th ed.). Wiley.
- Lucidchart. (n.d.). Desarrollo basado en funciones FDD: Por qué y cómo utilizarlo. Lucidchart. <https://www.lucidchart.com/blog/es/utilizar-el-desarrollo-basado-en-funciones>
- Ladino, R. (2011) La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. caso: vereda Carupana, municipio de Tauramena, departamento de Casanare. Tesis para optar al título de Maestría en Desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1085/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf;jsessionid=EDDBB013B4F330A115794B07BCB84573?sequence=1>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Lineamientos para el seguimiento y evaluación de proyectos productivos con enfoque territorial*. Bogotá: MinAgricultura.
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2022). *Energías renovables: Biogás y biometano*. Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co>
- Muñoz, E. y Quintero, D. (2017). Metodología para el Desarrollo de Proyectos de Energía Solar Fotovoltaica y Eficiencia Energética en el sector rural del eje cafetero. Trabajo de grado

- para optar por el título de Ingeniería Eléctrica. Universidad Tecnológica de Pereira.
Recuperado en <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/ffc30b50-0bf4-49af-9ebe-88525bd6c901/content>
- Muñoz-Sarria, F. y Bueno-López, M. (2022). “Metodología para la selección de tecnologías en proyectos de energización rural,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 21, no. 3, pp. 85-100.
- OECD. (2020). *Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015, 25 de septiembre). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Consultado el 16 de noviembre de 2024 de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Pérez, S. (2010). El valor estratégico del turismo rural como alternativa sostenible de desarrollo territorial rural. *Agronomía Colombiana*, 28(3), 507–513.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/14688>
- Pérez, F., y López, C. (2022). Estrategias para el desarrollo rural sustentable en Colombia: articulación de políticas públicas y gobernanza territorial. *Revista Ciencia Política y Sociedad*, 18(1), 45–62.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-86182022000100045
- Pinilla Sepúlveda, Á. (2016). Soluciones energéticas para zonas rurales (¿En el posconflicto?). *Revista de ingeniería*, 1(44), 36-39. <https://doi.org/10.16924/revinge.44.5>
- Project Management Institute [PMI], (2017). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.). Project Management Institute.
- Restrepo, A., y Rengifo, L. (2020). Territorio, ruralidad y sostenibilidad: desafíos para el desarrollo rural en Colombia. Universidad del Valle.

Rimisp – Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. (2019). *Desafíos y oportunidades de la ruralidad en Colombia para las fundaciones empresariales.*

https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1552398506DESAF%C3%8DOSYOPORTUNIDADESDELARURALIDADENCOLOMBIAPARALASFUNDACIONESEMPRESARIALES.pdf

Rincón, S., y García, D. (2021). Oportunidades de desarrollo rural en Colombia: una mirada desde el sector panelero. *Revista Tecnologías de Gestión*, 8(1), 45–60.

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/8290>

Rivera-Cadavid, L., Manyoma-Velásquez, P. C., y Manotas-Duque, D. F. (2019). Supply chain optimization for energy cogeneration using sugarcane crop residues (SCR). *Sustainability (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236565>

Rodríguez, A., y Ortega, S. (2020). Gestión de negocios rurales en Colombia: Retos y oportunidades. *Revista Innovar*, 30(76), 122–135.

<https://doi.org/10.15446/innovar.v30n76.87920>

Sánchez Gutiérrez, J. C. (2018). *Planificación rural participativa: de la teoría a la práctica.* Universidad de Antioquia.

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development.* Columbia University Press.

Santiago Russo, V. (2009). *El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER).* Petrotecnia. Recuperado en

https://www.petrotecnia.com.ar/petro_08/Permer_SP.pdf

SENA, (2019). *Implementación de módulos de formación técnica en producción panelera sostenible.* Servicio Nacional de Aprendizaje – Regional Huila.

SENA, (2019). *Formación técnica para la modernización de trapiches paneleros: módulos productivos aplicados en el sector rural.* Servicio Nacional de Aprendizaje – Regional Huila.

- Scruminc (2024, 26 de junio). *Combinar Lean y Agile para una verdadera transformación*.
<https://www.scruminc.com/es/lean-agile-transformation/>
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2022). *Potencial del biogás en Colombia*.
<https://www.upme.gov.co>
- Universidad de los Andes. (2023). Dulce revolución: cómo la panela está transformando el futuro de Colombia. ANEiA – Facultad de Administración, Universidad de los Andes.
<https://aneia.uniandes.edu.co/dulce-revolucion-como-la-panela-esta-transformando-el-futuro-de-colombia/>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2019). Estudio de eficiencia térmica y aprovechamiento de residuos en trapiches paneleros de Risaralda. UTP – Facultad de Ingeniería Mecánica.
- UNESCO, (2022). *Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802_spa
- USAID Colombia, (2020). Informe de implementación del ciclo PDCA en procesos rurales de mejora continua en Cauca. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Villamizar, J. (2023). Índice de Pobreza Energética en Colombia [Tesis para optar a Magister en Ingeniería Eléctrica]. Universidad de los Andes. Disponible en
<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/1ff23075-2b10-4747-b1f2-24d76a3219ca/content>
- World Commission on Environment and Development [WCED], (1987). *Our Common Future* (Informe Brundtland). Oxford University Press.
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Yepes, A. (2014). Flexibilidad y gestión del cambio en proyectos rurales de desarrollo. *Revista Gestión y Región*, (21), 45–58.

Zendesk. (2023, 14 de febrero). *Metodologías de gestión de proyectos: 5 modelos provechosos*.
<https://www.zendesk.com.mx/blog/metodologias-gestion-proyectos/>

7. ANEXOS

Anexo 1

Declaración de consentimiento informado personas participantes

Yo _____, mayor de edad y con n° documento _____
de _____

Manifiesto que he leído y entendido la hoja de información que se me ha entregado, que he hecho las preguntas que me surgieron sobre el proyecto y que he recibido información suficiente sobre el mismo.

Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria, que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta.

Presto libremente mi conformidad para participar en el Proyecto de Investigación titulado “Fortalecimiento del acceso y suministro de energía eléctrica y gas para la producción panelera a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen la sostenibilidad ambiental y económica”.

He sido también informado/a de que mis datos personales serán protegidos e tratados bajo la confidencialidad y ética correspondiente. Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

Anexo 2

Autorización para investigar al interior de la finca panelera.

Yo _____, mayor de edad y con n° documento _____ de _____, en calidad de propietario/administrador de la finca _____ autorizó el desarrollo de la investigación “Fortalecimiento del acceso y suministro de energía eléctrica y gas para la producción panelera a partir de herramientas y metodologías de gerencia de proyectos que impulsen la sostenibilidad ambiental y económica”.

Manifiesto que he leído y entendido la hoja de información que se me ha entregado, que he hecho las preguntas que me surgieron sobre el proyecto y que he recibido información suficiente sobre el mismo.

Autorizó el ingreso, las visitas y demás actividades que sean necesarias para el desarrollo adecuado de la investigación.