

POTENCIALES COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN EL MUNICIPIO DE ENCISO

SANTANDER.

1

Potenciales comunidades energéticas en el municipio de Enciso Santander.

Rubén Darío Merchán Quiroz y Andrés Flórez Tarazona

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electricista y Ingeniero Electrónico

Director

Gabriel Ordóñez Plata

Doctor en Ingeniería Industrial, área Ingeniería Eléctrica

Codirector

Oscar Quiroga Quiroga

Doctor en Ciencias con Énfasis en Ingeniería Eléctrica

Diana María Villalobos Orduz

Ingeniera Química

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico-mecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Ingenierías Eléctrica y Electrónica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Dedico este logro con todo mi corazón a Dios quien me conforta en mis buenos y malos momentos, a mi querida madre Rosa y mi padre José, quienes con su amor incondicional, sabios consejos, enseñanzas de vida, la sencillez, el trabajo duro y la humildad, me han guiado siempre hacia el éxito. Este logro es un reflejo de su sacrificio. A mis hermanos, Camilo y Leonel, les agradezco profundamente por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo en cada paso del camino, su presencia y ayuda han sido fundamentales para que pudiera avanzar, a mi amada Angie Liliana, mi compañera de vida, gracias por enseñarme a nunca rendirme, por permitirme creer en mí y por mostrarme que nada es imposible, y a mi compañero Ruben por su apoyo y compromiso en todo el proceso, le deseo los mejores éxitos en su vida profesional.

Andrés Flórez Tarazona

Quiero tomar este espacio para dedicar este logro a Dios, por brindarme la oportunidad de formar mi carrera y permitirme este período de aprendizaje. A mi madre, Eduvina, quien, sin importar la distancia, fue mi soporte, guía y compañera para sobrellevar la ardua carga académica. A mi hermana, Mayra, que fue mi faro en los momentos en que mi visión se nublaba, apoyándome para avanzar en mi carrera. A mi sobrino, Alejandro, quien fue mi motivación para luchar por un futuro. A mi padre, por brindarme sus sabios consejos. A mis colegas de carrera, Carlos y Karen, que comenzaron siendo grandes compañeros y, con el tiempo, se convirtieron en buenos amigos, siempre creyendo en mí sin importar las circunstancias. Y finalmente a Andres mi compañero de trabajo de grado por brindarme su confianza y apoyo para ser parte del último proyecto de esta carrera.

Rubén Darío Merchán Quiroz

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por permitirme lograr este sueño. A mi alma mater, la Universidad Industrial de Santander, por brindarme la oportunidad de luchar por un sueño formarme como un profesional íntegro, al Dr. Gabriel, quien estuvo dispuesto a ofrecerme su ayuda, orientación y estar al tanto de mi proceso, a la rama IEEE UIS, por ser mi otra casa, por brindarme maravillosos compañeros y enseñarme que la universidad no es solo un lugar de estudio, atesorare muchos recuerdos, a la ingeniera Diana, por su apoyo en mi formación y en este proyecto, siempre con una actitud de disposición y colaboración. A Flor y Eduardo, por abrirme las puertas de su hogar y hacerme parte de su familia, mil gracias. Finalmente lo logré, y a todas las personas que, de alguna u otra manera, han colaborado conmigo a lo largo de este camino, les agradezco profundamente. Muchas gracias a todos.

Andrés Flórez Tarazona

Me tomo este espacio para agradecer a Dios por brindarme la oportunidad de formar mi carrera. También expreso mi gratitud a mis profesores, Óscar Quiroga y Gabriel Ordoñez, por ser pilares fundamentales en nuestro trabajo de grado, compartiéndome sus conocimientos y experiencias, que nos fueron guiándonos para enfrentarnos a las dificultades que surgieron durante su desarrollo. Agradezco a la ingeniera Diana por motivarnos, desde el semillero de transición energética, a desarrollar proyectos dirigidos a las comunidades, y a todas las personas que contribuyeron para llevar a cabo este trabajo de grado.

Rubén Darío Merchán Quiroz

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos	13
2. Marco Conceptual	14
2.1 Transición Energética y Desarrollo Sostenible	14
2.2 Comunidades Energéticas (CE)	14
2.3 Contexto Energético en Colombia	15
2.4 Potencial de las Comunidades Energéticas en Enciso	15
2.5 Normatividad y Estrategias para las CE	16
2.6 Importancia de la Educación y Sensibilización Comunitaria	16
3. Potenciales fuentes no convencionales de energías renovables	16
3.1 Disponibilidad de energía solar	17
3.2 Disponibilidad de potencial para energía eólica	17
3.3 Disponibilidad de potencial para Biomasa	18
4. Actores clave para el desarrollo de Comunidades Energéticas en Enciso	18
4.1 El sector público	19
4.2 El sector privado	21
4.3 La comunidad	22
4.4 El conocimiento	24
4.5 Los usuarios finales	24
5. Capacitación	25
5.1 Estructuración del material de la capacitación	25
5.2 Convocatoria de las comunidades	26
5.3 Ejecución de las capacitaciones	26

5.4 Aplicación de encuesta	31
5.5 Aplicación del taller creación de comunidades	32
6. Identificación de posibles comunidades energéticas	33
6.1 Criterios de selección	33
6.2 Resultados	36
7. Estudio de prefactibilidad	36
8. Costo Total de la evaluación de las comunidades	37
9. Conclusiones	39
10. Recomendaciones	40
Referencias Bibliográficas	40
Apéndices	43

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Flyer informativo, 29 de septiembre, Enciso Santander	26
Figura 2. Imagen, lugar de realización del evento en compañía de la comunidad de Enciso	27
Figura 3. Comunidad de Enciso en el desarrollo de la primera capacitación	28
Figura 4. Comunidad de Enciso en el desarrollo de la segunda capacitación	29
Figura 5. Imagen final del proceso de capacitación	30

Lista de Apéndices

Apéndice A. Análisis de potenciales FCER

Apéndice B. Entidades financieras y sus programas de financiación

Apéndice C. Asociaciones Enciso Santander

Apéndice D. Temas principales de la capacitación a abordar

Apéndice E. Convocatoria de las comunidades

Apéndice F. Lista de asistencia

Apéndice G. Funcionamiento del sector energético colombiano

Apéndice H. Comunidades energéticas

Apéndice I. Encuesta de satisfacción y conocimiento posterior

Apéndice J. Informe de Caracterización Alcaldía de Enciso

Apéndice K. Taller creación comunidades

Apéndice L. Informe de Caracterización Alcaldía de Enciso

Ver apéndices adjuntos

Glosario

Autonomía energética: capacidad de una comunidad para generar y gestionar su propia energía, reduciendo la dependencia de fuentes externas.

Biomasa: material orgánico utilizado como fuente de energía renovable mediante procesos como combustión o digestión anaeróbica.

Comunidades energéticas: asociaciones de ciudadanos, empresas o entidades locales que colaboran para generar, consumir y gestionar energía de manera sostenible.

Energía renovable: fuente de energía que se obtiene de recursos naturales inagotables, como el sol, el viento o el agua.

FNCER (Fuentes No Convencionales de Energía Renovable): tecnologías y recursos energéticos que no utilizan combustibles fósiles y son amigables con el medio ambiente.

Prefactibilidad: análisis preliminar para evaluar la viabilidad técnica, económica y social de un proyecto antes de su implementación.

Transición energética: proceso de cambio hacia un sistema energético basado en fuentes renovables, reduciendo el uso de combustibles fósiles.

Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE): conjunto de prácticas y tecnologías que optimizan el consumo energético, reduciendo desperdicios y costos.

Resumen

Título: Potenciales comunidades energéticas en el municipio de Enciso Santander.

Autor: Andrés Flórez Tarazona y Rubén Darío Merchán Quiroz.

Palabras Clave: comunidades energéticas, energía renovable, transición energética, Enciso Santander, sostenibilidad, autonomía energética.

Descripción: El trabajo de grado explora el potencial para la conformación de comunidades energéticas en el municipio de Enciso Santander, como una estrategia para promover la transición hacia energías renovables y sostenibles. El trabajo se centra en la evaluación de recursos naturales disponibles, como la energía solar, eólica y biomasa, así como en la identificación de comunidades interesadas y la promoción de su participación mediante talleres educativos y actividades formativas.

El desarrollo del trabajo de grado da inicio con la elaboración de material pedagógico adaptado al contexto rural, abordando temas como el sector energético colombiano, el uso racional y eficiente de la energía, y los pasos para conformar comunidades energéticas. A través de la aplicación de talleres participativos se busca identificar comunidades con alto potencial, se usan criterios de selección como la disponibilidad de recursos, la infraestructura existente, los impactos sociales y económicos.

Para finalizar se realiza un análisis preliminar de prefactibilidad en una comunidad seleccionada, destacando los beneficios de estos proyectos en la reducción de costos energéticos, el fortalecimiento de la autonomía energética y la mejora de la calidad de vida de los habitantes. Este estudio proporciona un modelo replicable para impulsar el desarrollo sostenible en diferentes regiones de Colombia.

*Trabajo de Grado

**Facultad de ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
Director: Gabriel Ordóñez Plata. Codirectores: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga, Diana María Villalobos Orduz.

Abstract

Title: Potential energy communities in the municipality of Enciso Santander.

Author(s): Andrés Flórez Tarazona and Rubén Darío Merchán Quiroz.

Key Words: energy communities, renewable energy, energy transition, Enciso Santander, sustainability, energy autonomy.

Description: This degree work explores the potential for the formation of energy communities in the municipality of Enciso Santander, as a strategy to promote the transition to renewable and sustainable energies. The research focuses on the evaluation of available natural resources, such as solar, wind and biomass energy, as well as the identification of interested communities and the promotion of their participation through educational workshops and training activities.

The development of this project begins with the elaboration of educational material adapted to the rural context, addressing topics such as the Colombian energy sector, the rational and efficient use of energy, and the steps to form energy communities. Through the application of participatory workshops, communities with high potential are identified, using selection criteria such as availability of resources, existing infrastructure, social and economic impact.

Finally, a preliminary pre-feasibility analysis is carried out in a selected community, highlighting the benefits of these projects in reducing energy costs, strengthening energy autonomy and improving the quality of life of the inhabitants. This study provides a replicable model to promote sustainable development in different regions of Colombia.

*degree work

**Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Engineering Engineering Telecommunications. Director: Gabriel Ordóñez Plata. Codirectores: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga, Diana María Villalobos Orduz.

Introducción

La transición energética se ha convertido en un tema prioritario a nivel global debido a la necesidad de mitigar el impacto ambiental de las fuentes de energía tradicionales y garantizar un acceso sostenible y equitativo a la energía. En este contexto, Colombia enfrenta desafíos significativos, como la alta dependencia de fuentes no renovables y los costos elevados de los servicios energéticos en regiones rurales. Enciso, un municipio de Santander, no es ajeno a esta problemática. A pesar de contar con una cobertura de energía eléctrica del 100%, enfrenta retos asociados a los altos costos de la energía, el desconocimiento de alternativas sostenibles y la necesidad de fomentar el empoderamiento comunitario para la gestión energética.

Este trabajo de grado busca responder a la pregunta: ¿Cómo evaluar los potenciales que ofrece el municipio de Enciso, Santander, para la conformación de comunidades energéticas mediante un estudio de prefactibilidad que promueva la educación y el empoderamiento comunitario? Para ello, se planteó como objetivo general evaluar las capacidades técnicas, económicas y sociales del municipio de Enciso para la creación de comunidades energéticas que impulsen un modelo sostenible y participativo.

1. Objetivos

En este capítulo se establecen los objetivos general y específicos del trabajo de grado.

1.1 Objetivo General

Evaluar los potenciales que ofrece el municipio de Enciso Santander para la conformación de comunidades energéticas.

1.2 Objetivos Específicos

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

1. Explorar el potencial de fuentes no convencionales de energía renovable disponibles en el municipio de Enciso que puedan ser aprovechados para la generación de energía, usando información secundaria.
2. Identificar actores potenciales interesados en conformar comunidades energéticas en el municipio de Enciso Santander.
3. Desarrollar un evento de capacitación sobre la conformación y formulación de proyectos de comunidades energéticas para los actores potenciales interesados.
4. Identificar proyectos de posibles comunidades energéticas en colaboración con los actores potenciales interesados.
5. Desarrollar el estudio de prefactibilidad de uno de los proyectos de comunidades energéticas identificadas con mayor potencial en el municipio de Enciso Santander.

2. Marco Conceptual

En este capítulo se presentan algunas definiciones de los aspectos relacionados con la temática abordada en el trabajo de grado.

2.1 Transición energética y desarrollo sostenible

La transición energética se refiere al proceso de cambio hacia un modelo de generación y consumo energético basado en fuentes renovables y sostenibles, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el impacto del cambio climático. Este concepto está estrechamente vinculado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 7, que busca garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos (ONU, 2023). Además, la transición energética contribuye a otros ODS como el ODS 11, que promueve ciudades y comunidades sostenibles, y el ODS 13, que llama a la acción urgente contra el cambio climático (Pacto Mundial ONU, 2023).

En este contexto, la transición hacia energías renovables como la solar, eólica, hidrógeno y biogás no solo responde a una necesidad ambiental, sino también social y económica. El desarrollo sostenible requiere transformar los sistemas energéticos para garantizar una calidad de vida digna y reducir las desigualdades energéticas, particularmente en comunidades vulnerables.

2.2 Comunidades energéticas (CE)

Las comunidades energéticas representan una estrategia innovadora para abordar los desafíos energéticos y climáticos desde un enfoque local y colaborativo. Según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), una CE es una entidad jurídica que agrupa a personas,

asociaciones, pymes y autoridades locales para satisfacer sus necesidades energéticas mediante la generación, almacenamiento, comercialización y distribución de energía, principalmente a partir de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) (Minenergía, 2023).

El concepto de CE está alineado con la democratización de la energía, permitiendo que las comunidades locales se conviertan en actores activos en la transición energética. Esto no solo mejora la sostenibilidad del sistema energético, sino que también fomenta la inclusión social, el empoderamiento ciudadano y el desarrollo económico local.

2.3 Contexto energético en Colombia

Colombia presenta una matriz energética dominada por fuentes como el petróleo (43,83%), el gas (20,54%) y las hidroeléctricas (27,39%), con una baja participación de energías renovables no convencionales (The Energy Institute, 2023). A pesar de contar con un índice de cobertura de energía eléctrica (ICEE) del 96,55% a nivel nacional, existen retos significativos en las Zonas No Interconectadas (ZNI), donde la cobertura es limitada y depende de fuentes de energía contaminantes (UPME, 2024).

El municipio de Enciso, Santander, con una cobertura del 100% en el suministro eléctrico por parte de la Electrificadora de Santander (ESSA), se integra al Sistema Interconectado Nacional (SIN). Sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la dependencia de combustibles fósiles y la necesidad de diversificar su matriz energética hacia opciones más sostenibles (ESSA, 2024).

2.4 Potencial de las comunidades energéticas en Enciso

Las CE en Enciso tienen el potencial de impulsar la transición energética local, aprovechando recursos como la energía solar y la biomasa, que son abundantes en la región.

Además, la implementación de estas comunidades puede contribuir a:

- Reducir las emisiones de CO₂: Al reemplazar fuentes de energía fósil por renovables.
- Fortalecer la resiliencia energética: Asegurando un suministro continuo y sostenible.
- Fomentar el desarrollo local: Generando empleo y promoviendo la educación en energías renovables.

2.5 Normatividad y estrategias para las CE

El Decreto 2236 de 2023 reglamenta la estrategia de CE en Colombia, estableciendo objetivos, requisitos y lineamientos para su operación. Este marco normativo busca incentivar la participación de comunidades en proyectos de generación y consumo energético sostenible, con un enfoque en el fortalecimiento de capacidades locales (Minenergía, 2023).

En 2024, el Ministerio de Minas y Energía prioriza la implementación de CE en regiones como La Guajira, Nariño y Valle del Cauca, promoviendo proyectos que integren energías limpias al SIN. Este modelo puede ser replicado en Enciso para desarrollar soluciones energéticas adaptadas a las necesidades locales (Minenergía, 2024).

2.6 Importancia de la educación y sensibilización comunitaria

La creación de CE requiere un esfuerzo significativo en educación y sensibilización para garantizar la participación activa de los habitantes. Es fundamental informar sobre los beneficios

de las energías renovables, capacitar en el uso de tecnologías sostenibles y promover una cultura de colaboración y responsabilidad ambiental.

3. Potenciales fuentes no convencionales de energías renovables

Todo proceso requiere una investigación previa de los principales recursos disponibles para la generación de energía a partir de fuentes no convencionales. Esto permite realizar un estudio preliminar del potencial energético de la comunidad. Para ello, se lleva a cabo una búsqueda cuantitativa de los recursos disponibles en la región utilizando plataformas como la NASA, UPME e IDEAM. Para georeferenciar la ubicación base para la recolección de datos, se opta por tomar todo el municipio en lugar de cada vereda, ya que los datos son equivalentes en todas las veredas del municipio de Enciso.

3.1 Disponibilidad de energía solar

La energía solar, como fuente de energía no convencional, es un factor clave para el dimensionamiento de un sistema de paneles solares. Para evaluar el potencial solar de la comunidad, se recopilaron valores de radiación en kWh/m², tanto anuales como mensuales desde las tres plataformas mencionadas. Tras comparar los datos, se optó por utilizar los valores obtenidos a través de la aplicación NASA POWER, para el cual se registró una radiación anual promedio de 4.42 kWh/m² (ver **Tabla A.1, Apéndice A**), que representa un potencial para la generación de energía solar.

3.2 Disponibilidad de potencial para energía eólica

Para analizar el potencial de generación de energía eólica en la comunidad, se toma como referencia la velocidad del viento, medida en km/h. No obstante, además de los datos obtenidos, es fundamental determinar si la comunidad cuenta con los espacios adecuados para la instalación de un sistema de generación eólica, como parte del estudio de prefactibilidad.

Los datos utilizados en este análisis provienen de las tres plataformas mencionadas anteriormente, obteniéndose registros anuales y mensuales específicos para el municipio de Enciso. Al comparar los datos entre las plataformas, se observa que las diferencias son mínimas. Sin embargo, se opta por utilizar los valores proporcionados por la NASA POWER, por la vigencia de los datos.

Los resultados obtenidos y representados en la (ver **Figura A.4, Apéndice A**), se observa que la velocidad del viento registrada en el municipio equivale a 2,68 m/s que según la escala de Beaufort corresponden al nivel 2 el cual se define como una brisa muy débil lo cual es insuficiente para considerar viable la instalación de un sistema de generación eólica.

3.3 Disponibilidad de potencial para Biomasa

El estudio de biomasa se considera una actividad específica para cada vereda y comunidad. Por esta razón, no fue posible realizar la investigación previa a partir de fuentes secundarias, ya que la información disponible no cumple con los requisitos necesarios para identificar el potencial de la comunidad en la generación de energía con biomasa. Por lo tanto, se optó por incluir esta actividad dentro del estudio de prefactibilidad, a ser desarrollado tras la

realización de capacitaciones e identificación de la potencial comunidad energética. Este enfoque permitirá, en conjunto con la comunidad, identificar las posibles fuentes de biomasa disponibles.

4. Actores clave para el desarrollo de comunidades energéticas en Enciso

Conformar una comunidad energética no es tarea de una sola persona. Requiere la participación activa y coordinada de varios actores, cada uno brindando un aporte desde su experiencia y recursos. Para la conformación de una comunidad energética en el municipio de Enciso se tienen en cuenta varios actores, los cuales se describen a continuación así como su contribución en el proceso.

4.1 El sector público

Las entidades gubernamentales son el cimiento de cualquier proyecto de este tipo. Se encargan de crear el marco legal, dar bases de apoyo para financiación y, en general, allanar el camino para que las comunidades surjan en un ambiente idóneo. Para este proyecto de acuerdo a la investigación realizada se encontró un gran interés por parte de la alcaldía municipal de Enciso para vincularse de manera activa en el desarrollo de estas actividades.

4.1.1 Ministerio de Minas y Energía (Minenergía)

Minenergía está a cargo de todo lo relacionado con temas de energía a nivel nacional. Para este caso definió las comunidades energéticas, su reglamentación para su creación y funcionamiento, y el acceso a recursos económicos e incentivos. Un compromiso fundamental es mantenerse al día con información de sus convocatorias y requisitos, por lo cual se realiza la

investigación de programas que apoyen la implementación de comunidades energéticas en zonas rurales, especialmente en municipios con PDET (Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial). Para este trabajo de grado se encontraron comunidades energéticas, Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI), y Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas (FAER).

4.1.2 Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) es clave para fomentar comunidades energéticas alineadas con las políticas de transición energética de Colombia. En Enciso, Santander, puede apoyar identificando el potencial de fuentes renovables como solar y biomasa mediante herramientas especializadas, además de asegurar que los proyectos cumplan con normativas como la Ley 2099 de 2021. Su rol incluye articular actores locales y nacionales, promover colaboraciones estratégicas y fortalecer capacidades comunitarias a través de capacitaciones, empoderando a la población para gestionar proyectos energéticos sostenibles de manera eficiente y participativa.

4.1.3 Gobernación de Santander

La Gobernación de Santander desempeña un rol clave en la promoción y apoyo de proyectos de comunidades energéticas en Enciso, al proporcionar respaldo institucional y coordinar políticas regionales que favorecen el desarrollo de fuentes de energía renovable. Su participación incluye la gestión de recursos y la identificación de oportunidades de financiación para los proyectos, a través de fondos regionales o alianzas con entidades nacionales e

internacionales. Además, la Gobernación puede facilitar la creación de marcos normativos y estrategias que favorezcan la integración de las comunidades energéticas dentro del Plan de Desarrollo Departamental, impulsando la colaboración entre la Alcaldía, la UPME y otros actores. A través de la capacitación y sensibilización, la Gobernación también puede contribuir a fortalecer las capacidades locales, promoviendo un modelo de gestión participativa y sostenible en el uso de la energía.

4.1.4 Alcaldía de Enciso

La Alcaldía Municipal de Enciso es un actor importante en la conformación de una comunidad energética, ya que es la entidad encargada de liderar y coordinar proyectos que benefician a la comunidad. Su participación incluye la identificación de las necesidades energéticas locales y el apoyo en la implementación de proyectos que fomenten el uso de fuentes renovables. A través de la formulación de políticas públicas y la gestión de recursos, la alcaldía puede facilitar la vinculación de la comunidad con actores externos, como organizaciones no gubernamentales, empresas del sector energético y entidades gubernamentales. Además, es responsable de coordinar eventos de sensibilización y capacitación, impulsando a la población local, garantizando que los proyectos sean viables respondiendo a las realidades sociales, económicas y culturales del municipio.

4.1.5 Los usuarios

Los habitantes del municipio de Enciso serán los principales beneficiarios del proyecto, ya que tendrán acceso a una energía sostenible. Este acceso mejorará su calidad de vida, les permitirá reducir costos energéticos y promover el desarrollo económico local. La comunidad,

como usuaria final, será clave para garantizar el éxito y la sostenibilidad de estos proyectos, aprovechando las oportunidades que brinda la energía renovable para fortalecer su bienestar y el progreso de la región.

4.2 El sector privado

La búsqueda de empresas privadas se realiza con el propósito de conseguir recursos y apoyo para que las ideas se hagan realidad. En Enciso, no fue posible encontrar grandes empresas, ya que posee una economía basada principalmente en actividades agrícolas de pequeña escala, con poca o ninguna presencia de grandes empresas privadas, así que se debe buscar otras fuentes de financiación mediante entidades externas.

4.2.1 Electrificadora de Santander (ESSA)

La Electrificadora de Santander (ESSA), otro actor importante en la conformación de una comunidad energética en Enciso, ya que es el distribuidor y comercializador de energía en la región. Su participación incluye el suministro de energía constante con comunidades energéticas, la puesta en marcha inicial, debe tener un equilibrio entre los operadores de red y las fuentes no convencionales de energía, esto con el fin de mantener un suministro en la población, y puede apoyar mediante asesoría técnica para la implementación de sistemas de generación y distribución de energía renovable, así como la integración de las comunidades energéticas al sistema eléctrico regional implementando fuentes no convencionales de energía renovable tipo on-grid. ESSA también puede facilitar la conexión de las fuentes renovables locales a la red eléctrica. Además, como parte de su responsabilidad social empresarial, ESSA puede apoyar con

programas de capacitación y sensibilización para la población local, asegurando que los habitantes estén preparados para gestionar los recursos energéticos de manera eficiente.

4.2.2 Empresas de energías renovables

Se requiere que empresas del sector eléctrico instalen y mantengan los sistemas de energía renovable que mejor se adapten al municipio de Enciso. Por ejemplo, empresas de paneles solares que trabajen en zonas rurales, empresas con experiencia en generación de biogás a base de desechos orgánicos.

4.2.3 Entidades financieras

Las entidades financieras de la región desempeñan un papel estratégico en la conformación de una comunidad energética en el municipio de Enciso, Santander, al facilitar el acceso a recursos económicos necesarios para el desarrollo de los proyectos. Estas entidades pueden apoyar a las comunidades en la financiación de sistemas de energía renovable, promoviendo la sostenibilidad y la inclusión económica. Su participación impulsa la viabilidad económica de los proyectos y fortalece la integración de la comunidad al ofrecer soluciones adaptadas a las necesidades locales mediante la implementación de programas enfocados a estos sectores (**Ver Apéndice B**), en ellos podemos detallar algunos programas de financiación como lo son Banco Agrario de Colombia con el crédito verde PYME, este producto financia proyectos que promueven la sostenibilidad ambiental, incluyendo inversiones en eficiencia energética y generación de energía a partir de fuentes no convencionales, otro es Bancolombia con su Crédito Finagro Bancolombia, a través de esta línea, se financian inversiones en proyectos agropecuarios

sostenibles, incluyendo energías renovables. Proporciona recursos para capital de trabajo e inversiones fijas, fomentando prácticas responsables en el sector rural.

4.3 La comunidad

La comunidad de Enciso, Santander, es el eje central en la conformación de una comunidad energética, ya que aporta su conocimiento del entorno, sus necesidades específicas y su disposición para participar activamente en el desarrollo del proyecto. Como usuarios finales y beneficiarios directos, los habitantes, son fundamentales en la identificación de los recursos energéticos disponibles, sus necesidades energéticas para realizar una implementación de soluciones adaptadas a su realidad.

4.3.1 Juntas de Acción Comunal (JAC)

Las Juntas de Acción Comunal (JAC) en el municipio de Enciso, Santander, desde su rol como líderes comunitarios movilizan a las personas y gestionan recursos para proyectos de desarrollo local. En el municipio de Enciso Santander se encuentran conformadas las JAC de las veredas Agua Blanca, Agua Sucia, Centro Poblado Peña Colorado, Cochaga, Cortaderas, Juncal, Juncalito, La Insula, La Mesa, Loma del Negro, Mosgua, Plan del Llano, Puertas Mayoría, Quebrada de Vera, Robles y Villeta, quienes conocen las dinámicas sociales y económicas del territorio, posicionándolos como actores clave para identificar necesidades, promover la participación comunitaria y facilitar la implementación de iniciativas sostenibles que beneficien a sus habitantes.

4.3.2 Asociaciones de productores

En Enciso hay asociaciones que serán clave en el uso de recursos renovables como la biomasa o mejoras en la eficiencia energética para sus actividades diarias. Algunos grupos encontrados:

Asociación de mujeres Encisanas manos fraternas, asociación de productores agropecuarios de cochaga, asociación de cultivadores de aloe vera del chicamocha, entre otros,

(Ver Apéndice C).

4.4 Entidades educativas.

Las universidades, y entidades educativas presentes en la región desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de comunidades energéticas al aportar conocimiento técnico, capacitaciones y proyectos que involucren a la comunidad.

La Universidad Industrial de Santander (UIS), como institución pública realiza la formación profesional, investigación y extensión en conocimientos de energías renovables y desarrollo rural. El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), ofrece cursos técnicos para capacitar a los habitantes en la instalación y mantenimiento de sistemas de energías renovables, promoviendo la autogestión de estos equipos. Por su parte, los colegios José de Ferro y Técnico Agroindustrial Peña Colorada pueden educar a los jóvenes sobre energías renovables y comunidades energéticas, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y fomentando una cultura de sostenibilidad desde edades tempranas.

5. Capacitación

La capacitación es esencial para garantizar la comprensión del impacto que generan las comunidades energéticas en el municipio de Enciso, Santander. Este proceso busca informar y capacitar a los habitantes mediante la transferencia de conocimientos sobre energías renovables, gestión energética y organización comunitaria. A través de sesiones prácticas y teóricas, se fomenta la participación activa de los actores locales, promoviendo una transición energética sostenible. Además, se busca sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del uso responsable de los recursos y fortalecer el tejido social.

5.1 Estructuración del material de la capacitación

La estructuración del material de capacitación se basa en la necesidad de proporcionar conocimientos claros, accesibles y adaptados a las características de los participantes de Enciso, Santander. Se han definido los temas principales con un enfoque interactivo y práctico para el aprendizaje, con un desarrollo que facilita la comprensión de cada tema desde los conceptos bases hasta el eje central que son las comunidades energéticas (**Ver Apéndice D**).

El contenido fue ajustado a diferentes perfiles de los participantes. Se utiliza un lenguaje claro y se incorporan ejemplos locales para facilitar la comprensión. Además, se incluyen referencias a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para vincular el aprendizaje con metas globales.

5.2 Convocatoria de las comunidades

La convocatoria para la capacitación sobre la conformación de comunidades energéticas en Enciso, Santander, se llevó a cabo a través de una estrategia integral que combinó diversos

medios de comunicación, el apoyo activo de miembros de la comunidad y la colaboración de instituciones. locales. Como parte de esta estrategia, se diseñó un Flyer Informativo, para promover el evento y garantizar una amplia difusión entre los habitantes del municipio, (**Ver Figura E.1, Apéndice E**).

Figura 1:

Flyer informativo, 29 de septiembre, Enciso Santander



Nota. La imagen hace alusión a la transición energética, resaltando algunos temas que llaman la atención de la población, realizada para invitar a las capacitaciones de este proyecto.

5.3 Ejecución de las capacitaciones

La ejecución de las capacitaciones sobre la conformación de comunidades energéticas en Enciso, Santander, se llevó a cabo, buscando un aprendizaje significativo para los asistentes a continuación se describe cómo se realizó esta capacitación.

5.3.1 Lugar de realización

El evento se desarrolló en la Biblioteca Municipal Rosalina González , dirección Cl. 2 #2, Enciso, Santander, un espacio idóneo por su ubicación central y capacidad para albergar a los asistentes en un ambiente cómodo y propicio para el aprendizaje. La Figura 2 muestra el recinto donde se realizó esta capacitación.

Figura 2

Imagen, lugar de realización del evento en compañía de la comunidad de Enciso



Nota. La imagen presenta el escenario donde se desarrolla la actividad.

5.3.3 Expositores

Las capacitaciones fueron impartidas por:

- **Rubén Darío Merchán Quiroz**, estudiante de Ingeniería Eléctrica.
- **Andrés Flórez Tarazona**, estudiante de Ingeniería Electrónica.

Contando con el acompañamiento y respaldo de la **Ingeniera Química Diana María Villalobos Orduz**, codirectora del trabajo de grado.

5.3.4 Metodología

Se llevaron a cabo dos sesiones el mismo día, cada una con una duración de dos horas. Esto permitió cubrir todos los temas programados de manera detallada, optimizando el tiempo disponible de los participantes. Estas sesiones fueron diseñadas para abordar los temas esenciales sobre el sector energético colombiano, el uso racional y eficiente de la energía (URE), y las comunidades energéticas, incluyendo su conformación y mecanismos de financiación. continuación lista de participación. **(Ver Apéndice F).**

La primera sesión se centró en el Funcionamiento del Sector Energético Colombiano. Se explicó cómo está estructurado el sistema energético en el país, incluyendo el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y las Zonas No Interconectadas (ZNI). También se abordaron las fuentes de generación de energía (hidroeléctrica, térmica, solar y eólica) y el marco regulatorio vigente, destacando leyes clave como la Ley 1715 de 2014 y la Ley 142 de 1994. Además, se presentaron los conceptos de transición energética y el uso eficiente de la energía, mostrando ejemplos prácticos y estrategias aplicables en el ámbito rural. Este segmento enfatizó el potencial de la región para implementar medidas sostenibles, como el uso de biodigestores y sistemas de energía renovable. En la Figura 3 se representan imágenes del desarrollo de la primera sesión.

Figura 3:

Comunidad de Enciso en el desarrollo de la primera capacitación



Nota. La imagen nos muestra una primera diapositiva denotando el inicio de la primera sesión y a mano derecha la comunidad que participó.

En la segunda sesión, se profundizó en el tema de las comunidades energéticas y las alternativas de financiación de éstas. Se definió el concepto de comunidad energética como un grupo organizado de personas que gestionan, producen y consumen energía limpia de forma colectiva. Se presentaron los tipos de comunidades energéticas, como el autogenerador colectivo y el generador distribuido colectivo, y se analizaron ejemplos nacionales e internacionales. Además, se discutieron las posibles fuentes de financiación, incluyendo créditos especializados, arrendamientos financieros, crowdfunding y programas gubernamentales como los ofrecidos por el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE). Este bloque permitió a los asistentes identificar oportunidades específicas para sus comunidades y evaluar la viabilidad de proyectos energéticos.

Figura 4:

Comunidad de Enciso en el desarrollo de la segunda capacitación



Nota. La imagen hace alusión a la segunda sesión, resaltando el tema de comunidades energéticas y su financiación.

Ambas sesiones fueron impartidas por los estudiantes Andrés Flórez Tarazona y Rubén Darío Merchán Quiroz, con el acompañamiento de la ingeniera química Diana María Villalobos Orduz. La dinámica incluyó presentaciones interactivas (ver **Apéndice G**, y **Apéndice H**), y espacios para preguntas, lo que propició un diálogo entre los asistentes y los ponentes. En la Figura 5 se presentan imágenes del desarrollo de las actividades.

Figura 5:

Imágenes final con diferentes momentos del proceso de capacitación



Nota. La imagen permite detallar el proceso de capacitación desarrollado en la comunidad del municipio de Enciso, mostrando el proceso y su participación.

5.3.5 Evaluación del progreso

Para medir el progreso de los participantes, se diseña y aplica una encuesta al finalizar. Esta encuesta permite evaluar el nivel de comprensión de los temas abordados y recopilar retroalimentación sobre la calidad de las capacitaciones.

5.4 Aplicación de encuesta

La encuesta fue diseñada como una herramienta clave para medir el impacto de las capacitaciones y recopilar información sobre las percepciones, aprendizajes y expectativas de los

participantes. Permitió evaluar el nivel de comprensión en temas como el funcionamiento del sector energético colombiano, el uso racional y eficiente de la energía (URE) y la conformación de comunidades energéticas. Además, buscó conocer el interés de los asistentes en implementar proyectos relacionados con energías renovables en sus comunidades y su disposición para participar activamente en futuras iniciativas.

Entre los resultados obtenidos más relevantes se encontró que un 75% de los encuestados manifestaron estar dispuestos a aplicar el concepto de URE en sus hogares o lugar de trabajo. Cuando se preguntó qué tema les había satisfecho más, un 66% destacó las energías renovables como el aspecto más atractivo.

La realización de esta encuesta no solo facilitó el análisis del nivel de satisfacción con las sesiones, sino que también ayudó a identificar áreas clave de interés para los participantes. Este proceso contribuyó a ajustar estrategias de formación y garantizar que las necesidades de las comunidades sean atendidas de manera efectiva, fortaleciendo así la identificación y desarrollo de posibles comunidades energéticas en el municipio de Enciso, **(Ver Apéndice I)**.

5.5 Aplicación del taller creación de comunidades

El taller de identificación de comunidades energéticas en Santander se diseñó como una herramienta clave para promover la participación activa de las comunidades locales en la construcción de soluciones energéticas sostenibles. Durante la actividad, se llevaron a cabo tres etapas: recopilación de información básica, elaboración de ideas para la conformación de comunidades energéticas y socialización de propuestas.

En la primera etapa, los participantes proporcionaron datos sobre su ubicación, actividades económicas, tipos y cantidades de energía consumida, hábitos de uso energético y acceso a infraestructura energética. Además, se exploraron los recursos renovables disponibles en cada comunidad, como energía solar, residuos de cosechas y excretas de animales.

En la segunda etapa, las comunidades trabajaron para desarrollar propuestas específicas, definiendo los componentes necesarios para implementar soluciones energéticas sostenibles. Estas ideas incluyen la producción de biogás a partir de desechos orgánicos, generación de energía solar para la Alcaldía de Enciso, un proyecto de energía en propiedad horizontal y la instalación de paneles solares para una zona rural. Finalmente, en la etapa de socialización, las ideas fueron presentadas en una sesión plenaria, donde se recibieron observaciones y comentarios por parte de los asistentes.

Este proceso permitió identificar cuatro comunidades interesadas en implementar proyectos energéticos, destacando la diversidad de necesidades y el interés colectivo en avanzar hacia un modelo energético sostenible y equitativo. Los resultados completos y las conclusiones extraídas del taller se pueden detallar en **(Ver Apéndice J)**.

6. Identificación de posibles comunidades energéticas

6.1 Criterios de selección

La identificación de posibles comunidades energéticas en el municipio de Enciso se llevó a cabo mediante el desarrollo del taller de identificación de posibles comunidades energéticas en el municipio de Enciso, donde se aplican criterios específicos que consideran las necesidades

locales, los recursos disponibles y las características propias, como ubicación, actividad económica, y energías de interés para las comunidades. Estos criterios fueron definidos para lograr identificar la comunidad, entender su viabilidad técnica, económica y social. A continuación, se describen los principales aspectos considerados:

6.1.1 Disponibilidad de recursos energéticos renovables

Se realizó la evaluación de las fuentes de energía renovable disponibles en la región. Este análisis realizado con las personas que asistieron a la capacitación, considera factores como la topografía, el clima y la disponibilidad de recursos naturales, desde el cual se elige por parte de ellos el proyecto que suple la mayor necesidad para cada comunidad.

6.1.2 Accesibilidad y cercanía geográfica

Se priorizaron comunidades con fácil acceso para el transporte de materiales y equipos necesarios para la implementación de los proyectos. Además, se consideró la cercanía geográfica de los miembros de la comunidad, lo que facilita la coordinación y el trabajo conjunto.

6.1.3 Infraestructura existente

Se analizaron las condiciones de infraestructura básica en las comunidades, la disponibilidad de conexiones eléctricas, posibles áreas cercanas que se pueden destinar a su desarrollo, el aprovechamiento de la misma, y la viabilidad técnica para la instalación de tecnologías renovables. Este criterio permite seleccionar comunidades con condiciones favorables para la implementación de los proyectos.

6.1.4 Interés y disposición comunitaria

Durante las capacitaciones y reuniones realizadas, se evaluó el grado de interés mostrado por las comunidades, su disposición para participar activamente en el desarrollo de comunidades energéticas y la toma de liderazgo por los mismos. La asimilación de los conceptos en el proceso de formación da como resultado comunidades con capacidades para denotar los problemas en las mismas y genera soluciones donde ellos seleccionan la mejor forma de confrontar el problema energético encontrado mediante el uso de energías renovables. Al analizar estas variables resalta que, aunque están en la misma región cada una presenta problemas diferentes, y al mismo tiempo generan soluciones que abordan este problema usando las energías renovables de manera efectiva.

6.1.5 Impacto social y económico

Se priorizaron comunidades donde los proyectos energéticos pudieran generar un impacto positivo significativo en el municipio, como la reducción de costos energéticos, la mejora en la calidad de vida y el fomento de actividades productivas. La posibilidad de fortalecer la autonomía energética y mostrar cómo generaría sostenibilidad económica fue un factor determinante en la selección.

6.1.6 Viabilidad económica

Se realizó un análisis preliminar de los costos. Sin embargo, para revisar la viabilidad se hace necesario realizar el estudio de prefactibilidad que para efectos del alcance de este trabajo de grado, sólo se aplicará a la comunidad seleccionada.

6.2 Resultados

Se encuentran las siguientes posibles comunidades energéticas: Alcaldía del municipio de Enciso, Enciso centro comunidad energética, Vereda Mosgua y Vereda Juncalito, a las cuales se les realiza el proceso de selección, usando los criterios mencionados anteriormente, la mayor ponderación es obtenida por la Alcaldía de Enciso.

Lo anterior no quiere decir que las demás comunidades no sean factibles, sino que el proceso de selección se diseñó para elegir la comunidad con mejores índices, con el fin de realizar un estudio de prefactibilidad, **(Ver Apéndice K)**.

6.3 Estudio de prefactibilidad de la comunidad seleccionada

El proceso para realizar un estudio de prefactibilidad entidades de carácter público en Enciso, Santander, inicia con la identificación de factores clave que permitan comprender la identidad de la comunidad, como el tipo de entidad a la pertenecen, sus actividades económicas y su ubicación geográfica, **(Apéndice L)**.

Una vez identificada la comunidad y sus características, se procedió a realizar un análisis de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) para la generación de energía solar y eólica, por la ubicación, disposición de espacios aéreos y falta de materia orgánica, no se

tiene en cuenta biogás, utilizando la plataforma NASA POWER. (Ver las Figuras L.3 y L.4, **Ítem 3 del Apéndice L**), donde se identifican los recursos potenciales para la generación de energía, destacándose la energía solar como la principal fuente de generación de energía eléctrica obteniendo una radiación solar de 4,42 kWh/m².

Para dimensionar un sistema de paneles fotovoltaicos, se utilizó la información de consumo energético de la comunidad (**ver Anexo 1, Apéndice L**), que incluye el consumo mensual de energía de los usuarios, la empresa comercializadora y los transformadores a los que están conectados. Con el apoyo del mapa de disponibilidad de red proporcionado por ESSA, se identificaron 3 transformadores para los 4 usuarios que conforman la comunidad del casco urbano que tiene una potencia de 75 kVA encargándose de reducir la tensión de 13,8 kV a 220 V. Estos circuitos son alimentados aguas arriba por la subestación Garcia Rovira que reduce la tensión de 34,5 kV a 13,8 kV. A partir de estos datos se realiza el levantamiento de la red eléctrica existente.

Con el apoyo de los recibos de consumo de los usuarios de la comunidad (**ver Anexo 1, Apéndice L**), se obtuvo que el consumo de sus habitantes fue de 2259 kWh/mes promedio, considerando el crecimiento estimado para el sector eléctrico. El análisis prevé un consumo que basados en las proyecciones de la demanda de energía eléctrica y gas realizadas por la UPME incrementara un 36,28% con respecto a su consumo actual, por lo que se proyecta una demanda de 3100 kWh/mes, para un total de 103,33 kWh diarios y una disponibilidad de 5 horas sol. De acuerdo a (**Ver Ecuación 1, Apéndice L**) se requeriría de un sistema fotovoltaico on-grid que entregue una potencia de 20.66 kW para abastecer al 100% la demanda proyectada.

El sistema fotovoltaico se compone de 54 paneles monocristalinos de 450 kW conectados en 3 hileras de 18 a las MPPT del inversor con una capacidad de 25 kW. El sistema entrega un potencial total de 24,3 kW, a una tensión inicial de 220 V, la cual es elevada a 13,8 kV mediante un transformador con capacidad de 30 kVA para su conexión a la red eléctrica.

7. Costo total de la puesta en funcionamiento de la comunidad

El costo total determinado en el estudio de prefactibilidad para la comunidad de entidades públicas incluye los siguientes aspectos:

Análisis de inversión CAPEX comprende los gastos del presupuesto en donde se contemplan la obra civil, el sistema de medida, el SFV on-grid, Estructuras metálicas, la adecuación de los tableros de baja tensión, caracterización de carga, diseños, alimentación de los circuitos ramales, la inscripción y el certificado RETIE . El costo total estimado es de \$157,95 millones de pesos colombianos, con una tasa representativa del mercado (TRM) de 4.344,27 COP (**ver Apéndice L**).

El costo de mantenimiento OPEX corresponde al mantenimiento preventivo, correctivo y programado, y se estima como el 1 % del CAPEX. En este caso, el costo de operación es de \$1.579.500 pesos colombianos anuales..

La estimación del costo nivelado de energía LCOE se realiza considerando una vida útil del proyecto de 20 años y una tasa de oportunidad del 6 %. Con estas condiciones, se calcula una inversión de \$13,77 millones de pesos colombianos para una generación anual de 34,01 MWh. A partir de estos valores, se determina el factor de inversión utilizando la **Ecuación 3, (Ver Apéndice L)**, obteniendo un valor de 0,08718. Posteriormente, con los datos recopilados, se

calcula el LCOE, (**Ver Ecuación 4, Apéndice L**), obteniendo un costo de 451,32 COP por kWh generado. Este valor representa un ahorro significativo en comparación con el costo actual de 875,07 COP por kWh generado que se paga en la comunidad.

8. Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo de grado ha permitido indagar en el municipio de Enciso las potenciales comunidades energéticas disponibles en esta región.

8.1 Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones relevantes del trabajo de grado:

- La identificación de los recursos disponibles para la generación de energía en el municipio de Enciso a partir de fuentes no convencionales, arroja que el recurso solar es la fuente con más viabilidad para ser implementada en el desarrollo de comunidades energéticas. Esto se debe a que dicho recurso cuenta con el potencial necesario para garantizar un servicio de energía confiable.
- Llevar a cabo las capacitaciones y talleres permite proporcionar conocimiento de los modelos de transición energética, uso racional de la energía, el funcionamiento de los mercados de energía y el apoyo gubernamental disponible para estas iniciativas. Logrando que los asistentes adquieran la capacidad de identificar el potencial de este proyecto, reconociéndose como una gran oportunidad para su comunidad y reflejando amplia aceptación e interés.
- La información sobre Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) disponible en la región, obtenida a partir de fuentes secundarias, constituye una base inicial para comprender los potenciales energéticos existentes. Sin embargo, al realizar, junto con las comunidades, el taller de creación de comunidades (ver **Apéndice J**), se identificó un potencial adicional para la generación de energía a partir de biomasa en algunas de las posibles comunidades,

pero al solo contar con el estudio de prefactibilidad de una comunidad no se logró abordar los potenciales para generación con biomasa.

- Se identifica según el estudio de prefactibilidad un modelo de generación con sistema de paneles fotovoltaicos que entregue un total de 150 kVA, sin embargo, se recomienda contemplar un análisis más técnico sobre la estructura donde se ubicaran los paneles.
- La implementación de encuestas de satisfacción sobre las capacitaciones y talleres impartidos tuvo un impacto positivo en la futura ejecución de estas iniciativas, ya que permitieron hacer procesos de retroalimentación, conocer el impacto que genera consolidar nuevos temas para las comunidades, temas relacionados con la transición energética y comunidades energéticas.
- El nivel de aceptabilidad del proyecto por parte de la comunidad fue muy alto, reflejando el deseo de que se continúe con este tipo de actividades, y declarando que les gustaría que se replique la actividad por cada vereda del municipio de Enciso, dejando las puertas abiertas para futuras actividades.

8.2 Recomendaciones

Este trabajo de grado presenta una alternativa para el estudio de potenciales comunidades energéticas en el municipio de Enciso, Santander. Durante el desarrollo de las capacitaciones, la identificación de los recursos disponibles para la generación con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), la selección de la comunidad y el estudio de prefactibilidad, se identificaron varios aspectos a mejorar para su implementación. Dentro de estos aspectos, se incluyen las siguientes recomendaciones:

- Con base en los resultados de las encuestas, se recomienda incluir en las capacitaciones futuras temas relacionados a los costos del proyecto para viviendas, organización de comunidades energéticas en el municipio, formulación de proyectos, instalaciones, producción de gas, y más detalles sobre energías renovables. Además, algunos asistentes sugirieron realizar capacitaciones específicas por veredas y profundizar en los costos unitarios de los proyectos para la formulación de comunidades energéticas.
- A pesar de la convocatoria realizada para todas las veredas del municipio de Enciso, Santander, solo se logró abarcar a comunidades cercanas al casco urbano. Por lo tanto, como plan de mejora, se propone realizar capacitaciones específicas en cada vereda, con el objetivo de identificar un mayor número de potenciales comunidades energéticas dentro del municipio.

- El estudio de prefactibilidad permitió determinar el dimensionamiento de la potencia requerida para el sistema de paneles fotovoltaicos. Sin embargo, el alcance de este trabajo de grado no consideró un análisis detallado de costos.
- Para el estudio de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), una buena práctica consiste en desarrollar, junto con la comunidad, la identificación de los potenciales para la generación de energía que no están disponibles con las fuentes de información secundarias disponibles.

Referencias Bibliográficas

Agencia Internacional de Energía (AIE). (s.f.). Informe sobre la transición energética. Recuperado de <https://www.iea.org>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (s.f.). Proyectos de energía en Colombia. Recuperado de <https://www.iadb.org>

Comunidades energéticas. (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://www.minenergia.gov.co/es/comunidades-energeticas/>

Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 142 del 11 de julio de 1994. “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios”. Bogotá: El Congreso.

Congreso de la República de Colombia. (2014). Ley 1715 del 13 de mayo de 2014. “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional”. Bogotá: El Congreso.

De Información Normativa Del Ministerio De Minas Y Energía, S. (2023, 22 de diciembre). Sistema de Información Normativa del Ministerio de Minas y Energía. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://normativame.minenergia.gov.co/normatividad/6821/norma/>

Energy Institute. (s.f.). Statistical Review of World Energy. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://www.energyinst.org/statistical-review>

Moran, M. (2015). Energía - Desarrollo sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

Moran, M. (2024, 26 de enero). Energía - Desarrollo sostenible. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

Nashry, M. (2024). Energías limpias y comunidades energéticas en Colombia. Bogotá: Editorial Energía Limpia.

Ramírez Tovar, A., Duque Restrepo, L., et al. (2023). Guía para desarrollar comunidades energéticas en Colombia. Recuperado de

https://www.eia.edu.co/wp-content/uploads/2023/10/2.-Guias-Comunidades_Espanol_vfinal.pdf

Resolución 1519 del 2020 [Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones]. Por la cual se definen los estándares y directrices para publicar la información señalada en la Ley 1712 del 2014 y se definen los requisitos en materia de acceso a la información pública, accesibilidad web, seguridad digital, y datos abiertos. 17 de diciembre del 2020.

Resolución MME 40136 de 2024 - Crea RUCE. (2024, 23 de abril). Asociación Colombiana de Minería. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://acmineria.com.co/normativa/resolucion-mme-40136-de-2024-crea-ruc>

Ritchie, H., & Roser, M. (2020). CO₂ emissions. Our World in Data. Recuperado de <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

Transición energética. (2022, 12 de diciembre). IMF. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/2022/12/picture-this-energy-transitions>

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://www1.upme.gov.co/>

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2024). Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE). Recuperado de <https://www.upme.gov.co>

Worldometer. (s.f.). Worldometer - Real Time World Statistics. Recuperado el 8 de mayo de 2024, de <https://www.worldometers.info/>

NASA POWER. (2022). *Radiación solar*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

NASA POWER. (2022). *Velocidad del viento a 10m*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Ruíz, J. Serna, J. Zapata, H. (2017). Atlas de viento de Colombia. <https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/temas/tiempo-y-clima/documentos/atlas/ATLAS-VIENTO-DE-COLOMBIA.pdf>

Unidad de Planeación Minero Energética. (2022). Mapa de Radiación Solar Global Sobre una Superficie Plana. https://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/2-Mapas_Radiacion_Solar.pdf

Electrificadora de Santander. (s.f). *mapa de disponibilidad de red.*
<https://geoportal.api-essa-electrosoftware.xyz/>

Google Earth. (s.f.). *título en cursiva.* <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Información Colombia. (s.f.). Actividades de asociaciones en Enciso, Santander. Información Colombia. Recuperado el 22 de enero de 2025, de https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/actividad/940_ACTIVIDADES-DE-ASOCIACIONES/localidad_enciso

Apéndices

Apéndice A. Análisis de potenciales FCER

Apéndice B. Entidades financieras y sus programas de financiación

Apéndice C. Asociaciones Enciso Santander

Apéndice D. Temas principales de la capacitación a abordar

Apéndice E. Convocatoria de las comunidades

Apéndice F. Lista de asistencia

Apéndice G. Funcionamiento del sector energético colombiano

Apéndice H. Comunidades energéticas

Apéndice I. Encuesta de satisfacción y conocimiento posterior

Apéndice J. Taller creación comunidades

Apéndice K. Selección de la comunidad a realizar estudio de prefactibilidad

Apéndice L. Informe de Caracterización Alcaldía de Enciso

Los apéndices están disponibles en un archivo de Google Drive, accesible a través del siguiente enlace: [Anexos](#)