

Propuesta de criterios de implementación de comunidades energéticas con un enfoque social, ambiental, económico y energético



Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

IKI



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE



Interfaz

giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Propuesta de criterios de implementación de comunidades energéticas con un enfoque social, ambiental, económico y energético

Esta publicación es apoyada por el Proyecto Interfaz IKI, implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y sus contrapartes colombianas, por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección del Clima, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMUKN) en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI)

Las ideas vertidas en imagen y texto son responsabilidad exclusiva de los autores, para cualquier duda o aclaración relacionada con el contenido, favor remitirse directamente a los mismos.

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für

Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad

Bonn y Eschborn, Alemania

Deutsche Gesellschaft für

Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Proyecto Interfaz IKI

Sören Kirstein, director Proyecto Interfaz IKI

Andres Oliveros, coordinador técnico
Proyecto Interfaz IKI

Carolina Nocua, asesora transición energética justa
Proyecto Interfaz IKI

Laura María García, asesora comunicaciones
Proyecto Interfaz IKI

Calle 125 # 19-24
Bogotá, Colombia
www.giz.de/en/es/colombia
E info@giz.de
I www.giz.de/en

Autores:
IFCAYA S.A.S

Diseño/diagramación:
PuntoAparte editores

Fotografías:
Ministerio de Minas y Energía de Colombia
[shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)

Por encargo de:
Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania
(BMUKN)
Colombia, 2025

Diciembre 23 de 2024
Contrato No: 83473572
Creado por: IFCAYA S.A.S

Contenido

1	Introducción	6	4	Herramientas y técnicas de recolección de datos	44
2	Normatividad colombiana en el marco de comunidades energéticas	12	5	Evaluación de fortalezas y debilidades de las Comunidades Energéticas	50
3	Criterios de implementación de comunidades energéticas	18	6	Recomendaciones para mejorar el desarrollo y la sostenibilidad de las comunidades energéticas en Colombia	56
	3.1 Instrumento para la priorización de comunidades energéticas	32		Anexo 1. Indicadores priorización	62
	Caracterización de las comunidades energéticas a priorizar			Referencias	95
	Calificación de los indicadores de priorización para las comunidades energéticas				
	Resultados de la priorización para el despliegue de comunidades energéticas				

Introducción



En el contexto colombiano, una herramienta de priorización de comunidades energéticas resulta fundamental para maximizar el impacto de la Estrategia de Comunidades Energéticas, liderada por el Ministerio de Minas y Energía. En la cual se busca fomentar el desarrollo de proyectos de energía sostenible en comunidades rurales y vulnerables, promoviendo la descentralización energética, la equidad y la transición hacia fuentes renovables. Dado que Colombia enfrenta retos significativos en términos de acceso desigual a la energía y vulnerabilidad frente al cambio climático, una herramienta de priorización permite identificar de manera objetiva las zonas con mayor necesidad y potencial para proyectos de energía comunitaria. Es así como el uso de la herramienta podrá apoyar la toma de decisiones de tal forma que los recursos se asignen estratégicamente, fortaleciendo el desarrollo social, económico y ambiental, mientras se promueve una transición energética justa.

Teniendo en cuenta lo anterior, este documento presenta una herramienta de priorización mul-

ticriterio y multiactor diseñada para facilitar la priorización para la implementación de comunidades energéticas en Colombia, integrando un enfoque multidimensional que abarca aspectos sociales, ambientales, económicos, legislativos y técnicos. La herramienta se encuentra integrada con la evaluación de potencial desarrollada en la primera entrega, lo que permite combinar el análisis del potencial energético con la priorización de comunidades para proyectos sostenibles y estratégicos.

La propuesta considera un conjunto de indicadores evaluados mediante un sistema de calificación semaforizado y ponderado, adaptado a las características de cada comunidad y del ente evaluador. Este enfoque integral busca maximizar los beneficios sociales, ambientales y económicos, promoviendo una transición energética inclusiva y sostenible, alineada con las metas nacionales y las necesidades específicas de las comunidades priorizadas, así como con la hoja de ruta de transición energética justa.


En el contexto colombiano, una herramienta de priorización de comunidades energéticas resulta fundamental para maximizar el impacto de la Estrategia de Comunidades Energéticas, liderada por el Ministerio de Minas y Energía. En la cual se busca fomentar el desarrollo de proyectos de energía sostenible en comunidades rurales y vulnerables, promoviendo la descentralización energética, la equidad y la transición hacia fuentes renovables. Dado que Colombia enfrenta retos significativos en términos de acceso desigual a la energía y vulnerabilidad frente al cambio climático, una herramienta de priorización permite identificar de manera objetiva las zonas con mayor necesidad y potencial para proyectos de energía comunitaria. Es así como el uso de la herramienta podrá apoyar la toma de decisiones de tal forma que los recursos se asignen estratégicamente, fortaleciendo el desarrollo social, económico y ambiental, mientras se promueve una transición energética justa.

Teniendo en cuenta lo anterior, este documento presenta una herramienta de priorización mul-

ticriterio y multiactor diseñada para facilitar la priorización para la implementación de comunidades energéticas en Colombia, integrando un enfoque multidimensional que abarca aspectos sociales, ambientales, económicos, legislativos y técnicos. La herramienta se encuentra integrada con la evaluación de potencial desarrollada en la primera entrega, lo que permite combinar el análisis del potencial energético con la priorización de comunidades para proyectos sostenibles y estratégicos.

La propuesta considera un conjunto de indicadores evaluados mediante un sistema de calificación semaforizado y ponderado, adaptado a las características de cada comunidad y del ente evaluador. Este enfoque integral busca maximizar los beneficios sociales, ambientales y económicos, promoviendo una transición energética inclusiva y sostenible, alineada con las metas nacionales y las necesidades específicas de las comunidades priorizadas, así como con la hoja de ruta de transición energética justa.





Oportunidades y barreras para la implementación de comunidades energéticas

La implementación de comunidades energéticas en Colombia representa una gran oportunidad para avanzar hacia un modelo más sostenible y participativo en el sector energético. Sin embargo, también enfrenta algunos desafíos que es necesario superar para que este tipo de iniciativas tenga éxito.

Desafíos:

- **Falta de claridad legal:** es necesario fortalecer la normatividad asociada a comunidades energéticas para disminuir la incertidumbre en la implementación y operación de las comunidades.
- **Altos costos iniciales:** El inicio de la implementación de una comunidad energética requiere una inversión significativa, lo que representa un desafío para las comunidades al momento de acceder a fondos en etapas iniciales. Esto se debe, en gran medida, a su reducido tamaño, la falta de experiencia y la ausencia de modelos de negocio consolidados.

Aunque es común que las comunidades obtengan capital ciudadano en etapas más avanzadas, enfrentan dificultades para financiar actividades preliminares como estudios de factibilidad y modelado de negocios, los cuales suelen demandar una experticia especializada que debe ser contratada externamente. Además, las instituciones financieras tradicionales tienden a evitar otorgar préstamos de bajo monto debido a su limitada rentabilidad, imponiendo costos adicionales asociados a verificaciones y considerando riesgosos los modelos de gobernanza compleja, como las cooperativas, o aquellos que no persiguen fines lucrativos. Por último, conceptos emergentes como el intercambio energético incrementan la percepción de incertidumbre para los prestamistas, dificultando aún más el acceso al financiamiento.

- **Desinformación y poca formación:** Las comunidades energéticas enfrentan retos importantes derivados de la falta de conocimiento, confianza y acceso a asesoramiento técnico en temas de energía, lo que limita su desarrollo y sostenibi-

lidad. La ausencia de información pública y de conocimientos especializados dificulta tanto la promoción de estas iniciativas como la participación activa en ellas.

Actualmente, existe un bajo nivel de conocimiento sobre las comunidades energéticas. Muchas personas y autoridades desconocen qué son, cómo funcionan o cuáles son sus beneficios. Además, la escasez de recursos públicos que orienten sobre cómo iniciar una comunidad energética o acceder a asistencia técnica y financiera incrementa estas dificultades. El desconocimiento técnico sobre fuentes de energía como biogás, biomasa y biometano también representa un obstáculo relevante. Estas tecnologías enfrentan percepciones negativas relacionadas con sus posibles impactos ambientales, lo que complica su adopción y aceptación en las comunidades.

Por otro lado, para fomentar la participación en comunidades energéticas, es esencial construir confianza entre los involucrados. Esto requiere proporcionar información clara y accesible sobre precios, términos contractuales y riesgos asociados, asegurando que las personas perciban que su tiempo e inversión estarán protegidos.

- **Aspectos técnicos complejos:** Integrar tecnologías renovables requiere herramientas avanzadas, como sistemas de almacenamiento de energía, que no siempre son asequibles.
- **Sostenibilidad a largo plazo:** Las comunidades energéticas representan un desafío de gestión para las poblaciones que las conforman, ya que deben planificar, implementar y garantizar la sostenibilidad de estos proyectos en el largo plazo. Esto requiere formación en áreas clave como administración, operación y mantenimiento de las tecnologías involucradas. Además, la limitada capacidad de estas comunidades para alcanzar un tamaño que les permita contratar personal a tiempo completo pone en riesgo su viabilidad a futuro, dificultando la continuidad operativa y el desarrollo de las actividades necesarias para su sostenimiento.

- **Conflicto armado:** Tal como se señala en la hoja de ruta de la transición energética, en las zonas afectadas por el conflicto armado, el incremento de beneficios derivados de la comercialización de energía mediante comunidades energéticas puede generar riesgos para los líderes encargados de gestionar estos proyectos, debido a la responsabilidad que implica su administración. En este contexto, la Jurisdicción Especial para la Paz (JEP, 2023) ha advertido sobre la posibilidad de que actores armados aprovechen los esquemas de contratación directa del Estado con instituciones comunales como una oportunidad para capturar rentas y fortalecer sus fuentes de financiación, lo que representa un desafío adicional para la implementación segura y efectiva de estas iniciativas.

- **Diálogo diferenciado:** La heterogeneidad cultural, social y territorial implica que no todas las comunidades tienen las mismas perspectivas, necesidades o capacidades para abordar los mismos desafíos. Por lo tanto, se requiere un enfoque inclusivo que contemple un diálogo diferenciado, considerando los contextos específicos de cada grupo, para garantizar una participación efectiva, respetuosa y adaptada a las realidades locales. Este desafío subraya la importancia de diseñar estrategias que no solo reconozcan, sino que integren de manera equitativa la pluralidad geográfica y étnica, promoviendo un proceso de toma de decisiones más representativo y ajustado a la diversidad del territorio.



Oportunidades:

- **Riqueza en recursos naturales:** Colombia cuenta con un alto potencial para generar energía a partir de fuentes renovables como el sol y el viento, lo que facilita la implementación de comunidades energéticas en diversas regiones del país.
- **Empoderamiento comunitario:** Estas iniciativas permiten que las comunidades gestionen su propia energía, fortaleciendo la participación ciudadana, promoviendo la autonomía local y reduciendo la dependencia de grandes empresas del sector energético.
- **Apoyo gubernamental:** El interés del gobierno en la transición energética, junto con incentivos como subsidios y beneficios fiscales, representa un impulso clave para la consolidación de comunidades energéticas en el país.
- **Ahorros a largo plazo y nuevas oportunidades:** Aunque los costos iniciales sean elevados, las comunidades energéticas pueden generar ahorros significativos en el consumo de energía a largo plazo, especialmente en zonas con tarifas elevadas. Adicionalmente, estas comunidades no se limitan a servicios residenciales. Tal como se plantea en la hoja de ruta de transición energética, pueden funcionar como puntos de apoyo para redes locales de cargadores de vehículos eléctricos, integrando infraestructura de carga de acceso público que beneficie tanto a sus miembros como a terceros.
- **Impacto ambiental y social positivo:** Las comunidades energéticas contribuyen a la reducción de emisiones de CO₂, mejoran las condiciones de vida de poblaciones empobrecidas y excluidas, y favorecen prácticas sostenibles como la descentralización de la generación energética, el uso eficiente de recursos y el acceso a servicios esenciales como agua y saneamiento (Censat Agua Viva et al., 2023).
- **Apoyo internacional:** Diversas organizaciones internacionales interesadas en financiar proyectos de

energía sostenible en Colombia abren la posibilidad de acceder a recursos externos que faciliten la implementación de estas comunidades.

- **Integración con iniciativas de sostenibilidad:** Las comunidades energéticas pueden combinarse con proyectos como reciclaje o agricultura sostenible, maximizando beneficios sociales y ambientales. Según la hoja de ruta de la transición energética, estas comunidades no sólo garantizan acceso a la energía, sino que también contribuyen al fortalecimiento del tejido social, el desarrollo organizativo y el impulso de economías populares y comunitarias. Para alcanzar estos objetivos, se requiere el respaldo de estrategias específicas que fortalezcan los procesos organizativos y productivos.
- **Oportunidades en zonas rurales:** La falta de conectividad eléctrica confiable en muchas regiones rurales del país representa una oportunidad para implementar comunidades energéticas, mejorando significativamente las condiciones de vida en estas áreas.
- **Empleos verdes:** El establecimiento de comunidades energéticas tiene potencial para la creación de nuevos empleos. Puesto que se fomenta la innovación y puede contribuir al desarrollo regional y a la reducción de desigualdades económicas al generar oportunidades laborales en áreas rurales y comunidades marginadas, de esta forma se contribuye en la diversificación económica en dichas comunidades.

Estas fortalezas y oportunidades posicionan a las comunidades energéticas como una herramienta clave para avanzar en la transición energética y en el desarrollo sostenible del país.

Impulsores clave

- **Mecanismos de financiamiento dedicados:** Fondos públicos y préstamos con tasas preferenciales pueden apoyar estudios de viabilidad y desarrollo de proyectos de comunidades energéticas.


- **Promoción de la conciencia y acceso a experiencia:** Herramientas, talleres y servicios centralizados (como ventanillas únicas) aumentan la confianza y facilitan el acceso a recursos técnicos.
- **Integración en esquemas de apoyo:** Esquemas de energía renovable adaptados pueden priorizar a las comunidades energéticas frente a actores comerciales.
- **Flexibilidad en la regulación:** Simplificar licencias y procesos administrativos favorece la entrada al mercado de estas comunidades.
- **Voluntad política:** Es crucial para asegurar el compromiso de los tomadores de decisiones y la asignación adecuada de recursos para la imple-

mentación y desarrollo efectivo de las comunidades energéticas.

- **Estrategias de gobierno/territorios:** Deben ser descentralizadas y adaptadas a las necesidades específicas de cada territorio, promoviendo la participación activa de las comunidades locales.

Aunque hay obstáculos que superar, como los altos costos iniciales, Colombia tiene potencial para que las comunidades energéticas sean un éxito. Su riqueza natural, el interés del gobierno y la posibilidad de recibir apoyo internacional hacen de esta una oportunidad única para avanzar. Con el apoyo adecuado, estas comunidades pueden contribuir significativamente a un sistema energético más sostenible y equitativo.





Criterios de implementación de comunidades energéticas

La priorización y evaluación de viabilidad en comunidades energéticas requiere un análisis multidimensional y multiactor que integre variables ambientales, económicas, sociales, legislativas y técnicas. Con base en lo anterior, en este documento se establece un marco metodológico que permite la valoración sistemática de estos componentes. En la Tabla 1, se listan los indicadores clave (obligatorios y opcionales) que permiten esta valoración integral, facilitando la priorización en el despliegue de proyectos energéticos sostenibles por medio de comunidades energéticas. Estos indicadores abarcan aspectos mencionados, garantizando un enfoque objetivo y fundamentado en criterios de viabilidad y sostenibilidad. La descripción de cada uno de los indicadores se presenta en el Anexo 1.

En primer lugar, el componente ambiental contempla indicadores determinantes tales como la vulnerabilidad territorial frente al cambio climático y la dependencia del carbón térmico. Estos parámetros facilitan la identificación de zonas que demandan una transición energética prioritaria (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FIIAPP, 2024). A su vez, las métricas de reducción proyectada de emisiones de CO₂ y la disminución anual de Gases de Efecto Invernadero (GEI) constituyen elementos cuantificables para evaluar la contribución de estos proyectos a las metas establecidas en el Acuerdo de París (Gobierno de Colombia, 2021).

Por lo que respecta al ámbito económico, se consideran parámetros como el coste del ciclo de vida de generación energética, la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión, estas variables permiten determinar la sostenibilidad financiera del proyecto (López, et.al., 2016). De igual manera, se incorporan indicadores relacionados al ahorro en facturación eléctrica y costos energéticos promedio por usuario, lo que permite evaluar la ca-

pacidad y disposición de la comunidad para el financiamiento del proyecto (Cepeda, 2024; Gobierno de Colombia, 2021), así como el porcentaje de capital cubierto mediante fuentes externas de financiación.

En lo concerniente al componente social, se analizan factores como el índice de aceptación comunitaria, los niveles de pobreza multidimensional y la distribución del desempleo por género, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) ofrece datos actualizados sobre indicadores sociales en Colombia. Estos indicadores facilitan la identificación de brechas socioeconómicas y de género susceptibles de ser abordadas mediante la implementación del proyecto. Así mismo, se consideran variables territoriales específicas, tales como la presencia de comunidades étnicas y zonas de paz; lo anterior, con el propósito de garantizar la inclusión y equidad en la priorización de proyectos (Gobierno de Colombia, 2021). En este sentido, cobra especial relevancia la evaluación de la participación femenina y la distribución equitativa de beneficios en la comunidad energética (IEA, 2021).

En última instancia, los aspectos técnicos y normativos complementan el análisis integral mediante indicadores específicos; entre ellos, destacan la proximidad a fuentes de energía renovable y el grado de avance del sistema energético proyectado. De manera análoga, el marco regulatorio se evalúa a través del cumplimiento de consultas previas y el estado de la normativa en materia de distribución y almacenamiento energético. Por ende, la integración sistémica de estas variables permite establecer un modelo de priorización fundamentado en criterios objetivos y mensurables, orientado hacia la generación de impactos sostenibles en el largo plazo.

Tabla 1. Definición de los indicadores de priorización para comunidades energéticas.

Indicador / Criterios	Definición	Tipo de variable		Unidades	Nivel Rojo	Nivel Naranja	Nivel Amarillo	Nivel Verde
EROI (tasa de retorno energético)	Mide la relación entre la energía obtenida de un proyecto y la energía invertida para producirla. Un valor mayor indica mayor eficiencia energética. (Greg de Temmerman, 2022; LIGHTNESS, 2020)	Cuantitativo		Relación adimensional	< 3	3 - 5	5 - 10	> 10
Reducción anual de gases de efecto invernadero	Reducción estimada de gases de efecto invernadero (CO ₂ e) que se espera reducir cada año debido al cambio en la fuente de energía (LIGHTNESS, 2020)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 10% reducción	10% - 20% reducción	20% - 30% reducción	> 30% reducción
Territorios de alta dependencia de carbón térmico	Variable que identifica comunidades ubicadas en entes territoriales cuya estructura económica muestra altos grados de dependencia de la explotación de carbón térmico, ya sea para exportación o uso interno, según lo reportado por la Unidad de Planeación Minero - Energética (UPME) a través del Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO). (Minenergía, 2024; PNUD Colombia, 2024)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 10% dependencia	10% - 20% dependencia	20% - 30% dependencia	> 30% dependencia
Ahorro monetario del usuario en la factura eléctrica	Ahorros monetarios que experimenta el usuario final al formar parte de la Comunidad Energética (CEC) y consumir energía renovable. (LIGHTNESS, 2020)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 10%ahorro	10% - 20% ahorro	20% - 30% ahorro	> 30% ahorro
Coste de generación de energía (\$/MWh)	Mide el costo promedio de producir energía eléctrica desde el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Este costo incluye los gastos de inversión inicial, operación, mantenimiento y combustibles asociados a la generación de un megavatio - hora (MWh). (SSPD, 2024)	Cuantitativo		USD/MWh	< 230USD/MWh	230 - 250 USD/MWh	250 - 280 USD/MWh	> 280USD/MWh
La comunidad realiza el pago por servicio de energía de manera cumplida	Porcentaje de usuarios de la comunidad energética que realizan el pago del servicio energético de manera regular y dentro de los plazos establecidos (EnerInvest, 2018)	Porcentaje		Porcentaje de Usuarios (%)	> 60%	40% - 60%	20% - 40%	< 20%
Tiempo de retorno de la inversión	El periodo de tiempo necesario para que las ganancias acumuladas de un proyecto igualen el costo total de la inversión. (EnerInvest, 2018)	Cuantitativo		Años	> 15 años	10 - 15 años	6 - 10 años	< 6 años
Tasa interna de rentabilidad (TIR)	Medida de la rentabilidad de una inversión.	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 5%	5% - 7%	7% - 10%	> 10%
Identificación de fuentes de financiación alternativas viables	Mide la existencia y diversidad de fuentes de financiación alternativas (como subsidios, donaciones, préstamos) disponibles para la ejecución de un proyecto, evaluando su viabilidad y grado de diversificación (EnerInvest, 2018).	Cualitativo		Categoría	No se han identificado fuentes alternativas viables.	Identificación limitada con alta dependencia de una fuente.	Identificación moderada con al menos dos fuentes viables.	Identificación robusta con múltiples fuentes viables y diversificadas

Indicador / Criterios	Definición	Tipo de variable		Unidades	Nivel Rojo	Nivel Naranja	Nivel Amarillo	Nivel Verde
Capacidad de cofinanciación local	Evalúa el porcentaje de recursos financieros que la comunidad local está en capacidad de aportar para la financiación de un proyecto, considerando su capacidad económica y los recursos disponibles. (EnerInvest, 2018; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 10%	10% - 30%	30% - 50%	> 50%
Capacidad y voluntad de los miembros de la comunidad para financiar el proyecto	Mide el porcentaje de miembros de la comunidad que manifiestan su disposición y capacidad para contribuir financieramente a un proyecto, reflejando su apoyo económico directo. (EnerInvest, 2018; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)	Cuantitativo		% miembros de la comunidad	< 15%	15% - 30%	30% - 50%	> 50%
Costos energéticos promedio por usuario	Mide el promedio de los gastos en energía por vivienda en la comunidad evaluada, considerando los costos de servicios eléctricos y otras fuentes energéticas utilizadas en el hogar. (Rendón, 23 de marzo 2024; SSPD,2024)	Cuantitativo		\$ COP/ vivienda	< 40.000COP	40.000 - 80.000 COP	80.000 - 120.000	> 120.000COP
Disposición de instituciones externas para representar a la comunidad energética	Evalúa cualitativamente la disposición de instituciones externas para representar formalmente a una comunidad energética en aspectos legales, técnicos, financieros o de gobernanza. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Cualitativo		Categórica	Baja disposición	Media disposición	Alta disposición	Muy alta disposición
¿Se cuenta con avances en lineamientos para la distribución y almacenamiento de energía? Autoconsumo	Evalúa cualitativamente el grado de avance en la implementación de políticas, normas y regulaciones que fomenten la distribución, el almacenamiento y el autoconsumo de energía en un país o región. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Cualitativo		Categórica	Sin avances regulatorios	Avances iniciales	Avances moderados	Lineamientos establecidos
Políticas de Inclusión de Género en la Gobernanza de las Comunidades Energéticas	Evalúa la existencia, alcance y efectividad de medidas específicas orientadas a promover la inclusión de género en la gobernanza de las comunidades energéticas. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)	Cualitativo		Categórica	Sin medidas de inclusión	Avances iniciales en medidas	Medidas parcialmente implementadas	Medidas plenamente implementadas
Facilidad de trámites y permisos	Evalúa el nivel de complejidad, costo y tiempo necesario para obtener permisos legales y normativos para el proyecto. (Quiroga, 25 de enero de 2024)	Cualitativo		Categórica	Procesos complejos, costosos y prolongados (> 12meses).	Procesos moderadamente complejos (6 - 12 meses).	Procesos simplificados (3 - 6 meses).	Procesos rápidos y accesibles (< 3 meses).
Participación Femenina en la Comunidad Energética	Nivel de involucramiento de las mujeres en las actividades y decisiones de la comunidad energética. (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Cuantitativo		Porcentaje de mujeres en la comunidad (%)	< 20%	20% - 35%	35% - 50%	> 50%

Indicador / Criterios	Definición	Tipo de variable		Unidades	Nivel Rojo	Nivel Naranja	Nivel Amarillo	Nivel Verde
Población de especial protección constitucional del sector Paz (víctimas, personas en proceso de reincorporación)	Variable incluida para focalizar poblacionalmente a aquellas comunidades que en su constitución cuente con personas registradas en el Registro Único de Víctimas (RUV), conforme a los parámetros establecidos en la Ley 1448 de 2011, o que hayan sido reconocidas como sujetos de reparación colectiva, así como personas que se encuentren activas en el proceso de reincorporación de acuerdo con el Acto Legislativo 001 del 2017 y su normatividad regulatoria. (Minenergía, 2024)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 30%	30% - 40%	40% - 60%	> 60%
Presencia de comunidades étnicas	Variable incluida para focalizar poblacionalmente a aquellas comunidades que en su constitución cuenten con personas o comunidades autorreconocidas como étnicas según el Censo Nacional de Población y Vivienda, y/o el último registro que dé cuenta de la población étnica con fuente DANE, y lo que en la materia haya dispuesto el Ministerio del Interior. (Minenergía, 2024)	Cualitativo		Categórica	Sin presencia de comunidades étnicas	Moderada presencia de comunidades étnicas	Alta presencia de comunidades étnicas	Corresponde a una comunidad étnica
Territorios colectivos de pueblos originarios o comunidades indígenas	Variable incluida para focalizar a aquellas comunidades ubicadas en estos territorios legalmente establecidos. (Minenergía, 2024)	Cualitativo		Categórica	Sin presencia de comunidades indígenas	Moderada presencia de comunidades indígenas	Alta presencia de comunidades indígenas	Corresponde a una comunidad indígena
Territorios de Antiguos espacios territoriales de capacitación y reincorporación y áreas especiales de reincorporación colectiva	Evalúa la presencia de comunidades ubicadas en los AETCR establecidos para la reincorporación de firmantes del Acuerdo Final de Paz y en las AERC definidas para procesos de reincorporación integral según el Decreto 1274 de 2017 y otras normativas asociadas. (Minenergía, 2024)	Cualitativo		Categórica	Sin presencia de comunidades	Moderada presencia de comunidades	Alta presencia de comunidades	Corresponde a una comunidad
Territorios de Paz	Variable que identifica comunidades ubicadas en entidades territoriales contempladas en el Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) y las Zonas Más Afectadas por el Conflicto Armado (ZOMAC), constituidas dentro del marco de la Ley 2272 de 2022 “Ley de Paz Total”. (Minenergía, 2024)	Cualitativo		Categórica	Sin proyectos de paz	Proyectos en planeación	Proyectos implementados	Proyectos activos
Territorios de Sistema Nacional de la Reforma Agraria y Desarrollo Rural, entre otras	Variable que identifica comunidades ubicadas en territorios constituidos en el marco de la Ley 160 de 1994 y demás normas relacionadas o las que la modifiquen o complementen, con el fin de evaluar su nivel de priorización en términos de reforma agraria y desarrollo rural. (Minenergía, 2024)	Cualitativo		Categórica	No están priorizados	Priorización en fase de planeación	Priorización en etapas iniciales	Priorización avanzada
Redes de cooperación intercomunitaria	Grado de colaboración entre la comunidad y otras localidades o instituciones. Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)	Cualitativo		Categórica	No existen redes de cooperación.	Cooperación limitada y ocasional.	Cooperación moderada con al menos dos comunidades o instituciones.	Cooperación activa y sólida con múltiples comunidades o instituciones.

Indicador / Criterios	Definición	Tipo de variable		Unidades	Nivel Rojo	Nivel Naranja	Nivel Amarillo	Nivel Verde
Transparencia de los datos	Grado de acceso y claridad de la información del proyecto proporcionada a la comunidad, evaluando si los datos son comprensibles, accesibles y actualizados. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)	Cualitativo		Categórica	No existe acceso a datos	Información limitada y poco clara.	Información moderadamente accesible y clara.	Información completamente accesible, clara y actualizada.
¿Cómo es la relación entre los miembros de la comunidad y las instituciones públicas y privadas pertinentes?	Evalúa la calidad de las interacciones entre la comunidad y las instituciones públicas y privadas pertinentes, en términos de colaboración, apoyo y confianza (% miembros de la comunidad que consideran que su relación con las instituciones es buena). (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)	Cuantitativo		% miembros de la comunidad que considerar que su relación con las instituciones es buena	< 30%	30% - 50%	50% - 70%	> 70%
¿Están dispuestos los miembros de la comunidad a invertir tiempo en actividades comunitarias de voluntariado?	Mide el grado de disposición de los miembros de la comunidad para contribuir con tiempo y esfuerzo al proyecto mediante actividades de voluntariado (Minenergía y CIAT, 2021).	Cuantitativo		Porcentaje de miembros de la comunidad (%)	< 15%	15% - 30%	30% - 50%	> 50%
¿Los techos o superficies de tierra potencialmente viables son propiedad de los miembros de la comunidad?	Evalúa el porcentaje de techos o superficies de tierra viables para la implementación del proyecto que son propiedad de los miembros de la comunidad. (Minenergía y CIAT, 2021)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	Ninguna superficie viable es de propiedad comunitaria.	Menos del 50% de las superficies viables son de propiedad comunitaria.	Entre 50% - 80% de las superficies viables son de propiedad comunitaria.	> 80% de las superficies viables son de propiedad comunitaria.
Aceptación del usuario	Mide el grado de aprobación de los miembros de la comunidad hacia el proyecto energético propuesto, reflejando su disposición para apoyarlo y participar en su desarrollo. (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023; Minenergía y CIAT, 2021)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 50% aceptación	50% - 60% aceptación	60 - 70% aceptación	> 70% aceptación
Impacto de las Iniciativas Energéticas en las Mujeres de la Comunidad	Mide el porcentaje de mujeres en la comunidad que se espera obtengan empleo o beneficios específicos derivados del proyecto energético. (Minenergía y CIAT, 2021; GEDI, 2024)	Porcentaje		Porcentaje de mujeres esperado que pueden obtener empleo en estos proyectos (%)	< 30%	30% - 40%	40% - 60%	> 60%
Capacitación en Energías Renovables con Enfoque de Género	Evalúa el grado de implementación y documentación de las capacitaciones técnicas ofrecidas a los miembros de la comunidad, con énfasis en garantizar la inclusión equitativa de género. (Minenergía y CIAT, 2021; GEDI, 2024)	Cualitativa		Categórica	No se han realizado capacitaciones	Capacitaciones no completadas	Capacitaciones completamente ejecutadas, no documentadas	Capacitaciones completamente ejecutadas y documentadas
Cumplimiento de consultas previas	Verificar si se han realizado las consultas previas requeridas por la normativa legal en la comunidad. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Cualitativa		Categórica	No se han realizado consultas previas	Consultas previas en proceso	Consultas previas completamente realizadas, no documentadas	Consultas previas completamente realizadas y documentadas

Indicador / Criterios	Definición	Tipo de variable		Unidades	Nivel Rojo	Nivel Naranja	Nivel Amarillo	Nivel Verde
¿Hay capacidad disponible en el circuito de distribución local para la capacidad de generación estimada? (límite del 50%)	Verificación técnica de que el circuito de distribución puede manejar el incremento de generación sin exceder el límite del 50% de capacidad. (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Porcentaje		Porcentaje (%)	< 10%	10% - 30%	30% - 50%	> 50%
¿Se trata de una comunidad ya postulada y focalizada?	Evalúa el estado actual del proceso de postulación y focalización de una comunidad energética para ser considerada en programas de desarrollo energético (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Cualitativo		Categórica	Ni postulada ni focalizada	En proceso de postulación	Postulada y parcialmente focalizada	Postulada y focalizada
Ahorro de energía de la red	Reducción estimada en el consumo de energía de la red eléctrica del SIN como resultado del proyecto. (LIGHTNESS, 2020)	Cuantitativo		Porcentaje (%)	< 20%	20% - 35%	35% - 50%	> 50%
Capacidad técnica local (no siempre es esencial, ya que la capacitación puede ser parte del proyecto.)	Mide el porcentaje de miembros de la comunidad que poseen las habilidades técnicas necesarias para operar y mantener los sistemas energéticos implementados en el proyecto. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Cuantitativo		Porcentaje de miembros de la comunidad (%)	< 10%	10% - 20%	20% - 30%	> 30%
Grado de avance del sistema energético que se proyecta implementar	Mide el nivel de preparación técnica, operativa y administrativa del sistema energético en el proceso de desarrollo, desde la etapa de planificación inicial hasta estar listo para su implementación. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).	Cualitativa		Categórica	Sin planificación	Planificación inicial	Planificación intermedia	Sistema listo para implementación
Pérdidas de Energía Eléctrica	Evaluar las pérdidas eléctricas en áreas específicas es esencial para identificar zonas con problemáticas de conexiones irregulares. En estos casos, las soluciones orientadas a Comunidades Energéticas pueden actuar como habilitadoras para la normalización de redes eléctricas, contribuyendo a la mejora de la infraestructura, la formalización del acceso al servicio y disminución de riesgos de recaer en comportamientos ilegales o pasar a condiciones de morosidad en los pagos. (BID, 2024)	Cuantitativo		Porcentaje	< 10%	10% - 15%	15% - 20%	> 20%
Calidad del servicio (Frecuencia y duración de interrupciones)	Incorporar variables de calidad del servicio permitirá reflejar la continuidad percibida del servicio eléctrico en áreas específicas. Esto puede aportar información valiosa para priorizar aquellas zonas con deficiencias en la calidad del servicio, donde las Comunidades Energéticas podrían generar impactos positivos (SSPD, 2023).	Cualitativa		Categórica	Alta calidad: Menos de 3 interrupciones al mes con duración promedio inferior a 1 hora.	Moderada calidad - alta: Entre 3 y 6 interrupciones al mes con duración promedio entre 1 y 2 horas.	Moderada calidad - baja: Entre 7y 10 interrupciones al mes con duración promedio entre 2 y 4 horas.	Baja calidad: Más de 10 interrupciones al mes con duración promedio superior a 4 horas.



Instrumento para la priorización de comunidades energéticas

Caracterización de las comunidades energéticas a priorizar

Para el desarrollo de la herramienta de priorización, el ente evaluador deberá iniciar diligenciando información sobre su carácter institucional, definiendo su tipología. La herramienta clasifica a los entes evaluadores en cuatro categorías principales: Privada, dirigida a empresas con capital privado; Pública, destinada a instituciones gubernamentales o entidades del Estado; Mixta, orientada a empresas de servicios públicos con interés en apoyar comunidades energéticas; y Comunidad, aplicable a colectivos, asociaciones o grupos comunitarios que buscan implementar una comunidad energética. Esta segmentación permite adaptar los resultados de la priorización según las características y necesidades del evaluador y de las comunidades a evaluar. Como

parte de este proceso, se llevará a cabo una caracterización inicial de las comunidades energéticas a evaluar. Este análisis recopila información fundamental sobre aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales de cada comunidad, permitiendo estructurar un diagnóstico ajustado a su contexto. Las preguntas que orientarán esta caracterización son:

Información básica de la comunidad

- Fecha de Registro.
- Nombre del Municipio.
- Número de Identificación.
- Correo Electrónico de Contacto.
- Teléfono de Contacto.
- Departamento.

- **Tipo de tarifa por usuario.**

Público: Incluye el suministro de energía eléctrica para instalaciones y servicios de carácter público, como alumbrado público, oficinas gubernamentales, hospitales públicos, entre otros.

Residencial: Corresponde al consumo de energía en viviendas y unidades habitacionales. Este sector se subdivide en estratos socioeconómicos del 1 al 6.

Comercial: Incluye establecimientos de comercio y servicios que consumen energía para sus actividades, como tiendas, restaurantes, oficinas privadas y otros negocios.

Industrial: Comprende a las industrias y empresas manufactureras que utilizan energía en sus procesos productivos.

Rural: Incluye el suministro de energía eléctrica a viviendas, instalaciones agropecuarias, pequeños comercios rurales y actividades productivas en zonas no urbanizadas.

- **¿Cómo está constituida la organización social/comunitaria?**

Asociación de Autoridades Tradicionales: Organización formada por líderes tradicionales que representan los usos y costumbres de comunidades indígenas.

Asociación de Productores: Grupo organizado de personas que se unen para gestionar y promover actividades productivas específicas, como agrícolas o artesanales.

Asociación de Usuarios: Entidad conformada por personas que comparten el uso de un servicio o recurso común, organizada para gestionar su acceso y uso.

Cabildo: Estructura de gobierno tradicional indígena que administra los asuntos de una comunidad según su cultura y leyes propias.

Consejo Comunitario: Organización afrodescendiente encargada de la administración colectiva de su territorio, reconocida por la ley en Colombia.

Cooperativa: Organización autónoma de personas que se asocian voluntariamente para satisfacer necesidades comunes a través de una empresa conjunta y democráticamente gestionada.

Corporación: Entidad jurídica sin ánimo de lucro que reúne a personas con intereses comunes para promover actividades culturales, sociales o económicas.

Empresa Comunitaria Prestadora: Organización creada para prestar servicios públicos o comunitarios, gestionada por la comunidad local.

Junta de Acción Comunal: Organización de base que representa y gestiona las necesidades de una comunidad en áreas urbanas o rurales.

Resguardo: Territorio de propiedad colectiva administrado por comunidades indígenas bajo un sistema de autogobierno reconocido legalmente.

- **Estado actual de la comunidad energética (según resolución 40136 de 2024)**

Comunidades Energéticas Iniciales: Aquellas que suministren información del Contrato o convenio asociativo (Art. 3, numeral 1), cumpliendo con los términos de referencia estipulados en este artículo de la Resolución.

Comunidades Energéticas en Operación: Aquellas que suministren la información de todos los numerales del artículo 3 de la Resolución, cumpliendo con los términos de referencia.

- **Tipo de energía a implementar en la comunidad.**

Biomasa vegetal: Energía obtenida de residuos o productos de origen vegetal, como madera, cáscaras y residuos agrícolas.

Biomasa animal: Energía generada a partir de desechos orgánicos de origen animal, como estiércol o grasas.

Eólica: Energía producida mediante la conversión del viento en electricidad utilizando aerogeneradores.

Hídrica: Energía generada a partir del movimiento del agua, usualmente en ríos o embalses, mediante turbinas.

Fotovoltaica: Energía eléctrica obtenida a partir de la conversión de la luz solar mediante paneles solares.

Mixta: Sistema que combina dos o más tipos de energías renovables para optimizar la generación y el consumo energético.

- **Actividad de la comunidad (de acuerdo con las definiciones del decreto 2236 de 2023).**

Autogeneración colectiva (AGRC): Actividad realizada por la comunidad energética que produce energía, principalmente, para atender su propia demanda de energía. En el evento en que se generen excedentes de energía a partir de tal actividad, estos podrán entregarse a la red, en los términos que establezca la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para tal fin.

Generación Distribuida Colectiva (GDC): Es la producción de energía eléctrica realizada por la comunidad energética, cerca de los centros de consumo, conectada a un sistema de distribución local (SDL) o a una microrred. La entrega de la energía al Sistema de Distribución Local (SDL) se rige bajo la regulación que establezca la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para tal fin, dentro del plazo de tres (3) meses siguientes a la expedición del presente decreto.

- ¿Cuál es la capacidad estimada de generación de energía del proyecto? (Kwh)
- ¿Cuántos miembros tiene la comunidad?

- Cuota de autoconsumo comunitario (Proporción de la energía generada por el proyecto que es utilizada colectivamente por la comunidad)

- ¿A qué distancia en km se encuentra la comunidad o usuarios finales a la planta de generación de energía eléctrica?

- ¿A qué distancia en km se encuentra el punto de conexión de energía eléctrica a la planta de generación de energía eléctrica?

Características del predio

- Descripción del predio.
- Vereda o referencia de ubicación del predio.
- Localización geográfica (coordenadas: Longitud y Latitud).
- ¿Cómo definiría la topografía del área donde se establecerá el proyecto?

Plana: Terreno con poca o ninguna inclinación, ideal para construcción y fácil acceso.

Ondulada: Terreno con inclinaciones suaves y áreas ligeramente elevadas o deprimidas.

Empinada: Terreno con inclinaciones pronunciadas que dificultan el acceso y la construcción.

- Uso de suelo actual del predio ofertado.

Aspectos socioeconómicos y ambientales

- ¿Cuál es el ingreso promedio mensual de los hogares?
- ¿Existen áreas protegidas o reservas naturales dentro o cerca del municipio?



- ¿La comunidad tiene acceso a asesoramiento legal para cumplir con los trámites normativos?

Adicionalmente, para profundizar en el análisis y optimizar la priorización, se han integrado preguntas indicativas que abordan aspectos financieros, técnicos y sociales. Estas preguntas permiten identificar factores clave relacionados con la viabilidad y sostenibilidad de las comunidades energéticas, tales como:

Aspectos financieros

- ¿Cuál es el costo total del proyecto? (COP)
- Nivel de inversión que puede aportar la comunidad (porcentaje del monto total del proyecto que puede aportar la comunidad)
- “Porcentaje de los costos de capital que se requiere sean cubiertos por donaciones y ayudas externas. (Porcentaje de los costos totales del proyecto cubiertos mediante apoyo externo, como donaciones.). 100% - Nivel de inversión que puede aportar la comunidad
- ¿Cuál es el monto disponible para financiar este proyecto? (*Cantidad máxima de recursos asignados a la iniciativa*).

Historial e infraestructura

- ¿Existen iniciativas comunitarias previas? (*Identificar intentos anteriores y analizar las razones de su éxito o fracaso*).

- ¿A qué distancia están los posibles espacios de las líneas de la red de distribución? (*Medida de distancia física entre los espacios y las líneas de distribución existentes- Se sugiere realizar consultas a entidades locales para conocer cuál es la planta más cercana, así como apoyarse en herramientas como Google Earth y Google Maps*)

- ¿A qué distancia en km se encuentra la comunidad o usuarios finales a la planta de generación de energía eléctrica? Mide la distancia física entre la zona donde está ubicada la comunidad energética y la planta.

- ¿A qué distancia en km se encuentra el punto de conexión de energía eléctrica a la planta de generación de energía eléctrica? Mide la distancia física entre la zona donde está ubicada la comunidad energética y la planta.

- Proximidad a fuentes de energía renovable. (*Distancia relativa entre el área del proyecto y las fuentes de energía renovable disponibles*).

Aspectos técnicos y de consumo

- Cuota de autoconsumo. (*Porcentaje de energía generada consumida directamente por los miembros de la comunidad*).

Es el porcentaje de la energía total generada por una comunidad energética que es consumida directamente por los hogares o usuarios individuales que forman parte de ella, sin pasar por redes de distribución externas.

- Cuota de autoconsumo comunitario.

Es la proporción de la energía generada por la comunidad energética que se utiliza de manera compartida para satisfacer necesidades comunes, como alumbrado público, servicios colectivos o actividades productivas.

- Estratificación. *(Enfocado en comunidades de zonas urbanas y centros poblados pertenecientes a los estratos 1, 2 y 3 en el territorio nacional).*

Compromisos y sostenibilidad






- ¿La comunidad presenta deudas con la empresa prestadora de servicios públicos? *(Verificación de obligaciones financieras pendientes).*








Potencial energético

El potencial para establecer comunidades energéticas depende de múltiples variables ambientales, sociales, económicas y técnicas. Por lo cual se seleccionaron variables de estas cuatro categorías teniendo en cuenta la disponibilidad de información y se asignó una ponderación basada en la revisión bibliográfica, en la cual se identifica que el aspecto social es una de las variables más importantes, dado que al existir comunidades organizadas se facilita la implementación de una comunidad energética.

El potencial total se estimó con la ponderación de las variables de la tabla 2 más el potencial normalizado de cada tipo de energía (eólica, solar, hídrica, biomasa animal y biomasa vegetal), para un puntaje máximo de 2 por municipio.

Tabla 2. Variables incluidas en el análisis de potencial para el desarrollo de comunidades energéticas.

Tipología	Variable	Definición	Peso
 Ambiental	Índice de riesgo ajustado por capacidades	Esta variable mide el nivel de riesgo de un municipio frente a desastres naturales, ajustado por su capacidad institucional y comunitaria para responder a ellos. Los valores del índice están en un rango de 0 a 100, donde 0 representa un municipio con menor riesgo y mayor capacidad, y 100 indica un municipio con mayor riesgo y baja capacidad, según lo indicado por el DNP.	10% 
	Vulnerabilidad al cambio climático	Esta variable se define como el grado en que un sistema natural, social o económico es susceptible de ser afectado por los impactos del cambio climático; incluye factores como la exposición a fenómenos climáticos extremos, la sensibilidad de las comunidades y ecosistemas frente a estos eventos, y la capacidad adaptativa para mitigar sus efectos. En el contexto de las comunidades energéticas, la vulnerabilidad al cambio climático refleja los riesgos asociados a la implementación y sostenibilidad de los proyectos en regiones particularmente afectadas por estos fenómenos.	5% 
	Precipitación multianual	Se refiere al promedio anual de lluvias acumuladas en una región, calculado a lo largo de un período prolongado, generalmente de 30 años o más. Este indicador permite identificar patrones climáticos históricos, evaluar la disponibilidad hídrica en una zona y determinar la capacidad de soporte ambiental para proyectos energéticos.	5% 
	TOTAL AMBIENTAL Y CLIMA		20% 

Tipología	Variable	Definición	Peso
 Social	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas	Esta variable mide el porcentaje de población en un municipio que carece de acceso a servicios básicos, como agua, electricidad y saneamiento. Un mayor índice de NBI refleja una mayor necesidad de intervención, lo que aumenta el potencial de implementación de comunidades energéticas en la región.	5% 
	Índice Multidimensional de Pobreza Energética media anual	Esta variable mide el nivel de pobreza energética en un municipio, considerando factores como acceso a fuentes de energía, calidad del suministro y capacidad de pago. Un mayor valor del índice indica una mayor pobreza energética, lo que implica un mayor potencial para implementar comunidades energéticas que puedan mejorar estas condiciones.	8% 
	Consejos comunitarios	Hace referencia a la presencia o no de los Consejos Comunitarios de las Comunidades Negras son personas jurídicas cuya creación está autorizada por el Artículo 5° de la ley 70 de 1993, que tienen entre sus funciones las de administrar internamente las tierras de propiedad colectiva que se les adjudique, delimitar y asignar áreas al interior de las tierras adjudicadas, velar por la conservación y protección de los derechos de la propiedad colectiva, la preservación de la identidad cultural, el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales y hacer de amigables compondores en los conflictos internos factibles de conciliación.	5% 
	Resguardos Indígenas Formalizados y Cartografiados	Hace referencia a la presencia o no de resguardos indígenas formalizados por el ministerio del interior.	5% 
	Zonas de Reserva Campesina	Hace referencia a la presencia o no de zonas de reserva campesina de que trata el Capítulo XIII de la Ley 160 de 1994, las cuales se constituirán y delimitarán por el Consejo Directivo del INCODER, en zonas de colonización, en las regiones en donde predomine la existencia de tierras baldías y en las áreas geográficas cuyas características agroecológicas y socioeconómicas requieran la regulación, limitación y ordenamiento de la propiedad o tenencia de predios rurales.	5% 
	Territorios campesinos agroalimentarios (TECAM)	Hace referencia a la presencia o no de TECAM, que son figuras de ordenamiento territorial, esto es que tienen como objetivo la implementación de un conjunto de acciones del Estado para la ocupación ordenada y el uso sostenible del territorio que será delimitado, caracterizado y sobre los que se haría un reconocimiento de la territorialidad campesina TECAM en donde se priorizarían políticas públicas de ordenamiento social de la propiedad rural, formalización y dotación de tierras y de ejecución de proyectos integrales establecidos desde la economía familiar, la soberanía alimentaria, la participación reforzada.	5% 

Tipología	Variable	Definición	Peso
	Municipios pertenecientes a las zonas más afectadas por el conflicto armado - ZOMAC	El Gobierno Nacional creó, a través del decreto 1650 de 2017, las denominadas Zonas más Afectadas por el Conflicto Armado (ZOMAC), en las que se otorgarán beneficios tributarios para las empresas y nuevas sociedades que desarrollen allí su actividad económica. La idea es acelerar el crecimiento y el desarrollo de las regiones que por décadas han sido las más golpeadas por la violencia, a través de la creación de empresa y la generación de empleo. Para lograrlo se busca incentivar a los empresarios del país a ocupar esas zonas históricamente aisladas por el conflicto con beneficios tributarios que sólo encontrarán en las ZOMA (Agencia de Renovación del Territorio - ART)	5% <div><div></div></div>
	Tasa de desempleo por género	Mide la proporción de empleo desagregado por género dentro de una comunidad, identificando las diferencias en las tasas de empleo entre mujeres y hombres (GEDI, 2024). Para su cálculo se tienen en cuenta la tasa de desempleo de hombres y mujeres	2% <div><div></div></div>
TOTAL SOCIAL			40% <div><div></div></div>
<div><div></div><div>Económico</div></div>	Recursos regalías pagados promedio 2024 segundo semestre	Esta variable mide el promedio anual de presupuesto destinado a regalías pagadas por cada departamento, representando su capacidad económica para financiar proyectos energéticos. Un mayor monto de regalías indica una mayor disponibilidad de recursos, lo que incrementa el potencial para la implementación de comunidades energéticas en el territorio.	4% <div><div></div></div>
	Pérdida anual esperada multiamenaza (inundación, huracán, sismo, ciclón, tsunami)	Hace referencia a la pérdida anual esperada por múltiples amenazas (ciclones, inundaciones, tsunamis y sismos) en millones de pesos a nivel municipal. La Pérdida Anual Esperada (PAE o o Average Annual Loss, AAL, en inglés), es el valor anual esperado de la pérdida o el equivalente al pago anual que se necesitaría para compensar las pérdidas acumuladas en una ventana de tiempo larga. Para el cálculo de la AAL, el proceso de ocurrencia de los escenarios de daño se supone estacionario. Esta pérdida anual promedio es una métrica útil porque encierra en un valor único los impactos (en términos de pérdidas económicas) de la ocurrencia de escenarios peligrosos sobre elementos expuestos vulnerables. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD)	8% <div><div></div></div>
	PIB promedio anual en pesos	Corresponde al valor monetario total de los bienes y servicios producidos en un país durante un año, expresado en la moneda nacional y ajustado para reflejar un promedio anual. Este indicador mide la actividad económica general de un país y sirve para evaluar su desempeño económico a lo largo del tiempo, proporcionando una base comparativa para analizar el crecimiento, la productividad y el bienestar económico de su población.	3% <div><div></div></div>
TOTAL ECONÓMICO			15% <div><div></div></div>

Tipología	Variable	Definición	Peso
Técnicas	Índice de cobertura de energía eléctrica por municipio	Esta variable mide el porcentaje de hogares en un municipio que cuentan con acceso al servicio de energía eléctrica. Se interpreta como un indicador inverso para priorizar el potencial de implementación de comunidades energéticas. Un menor porcentaje de cobertura eléctrica refleja una mayor necesidad y, por ende, un mayor potencial para estas iniciativas. Por el contrario, los municipios con alta cobertura eléctrica tienen menor prioridad en la implementación.	25% <div><div></div></div>
TOTAL TÉCNICO			25% <div><div></div></div>

Calificación de los indicadores de priorización para las comunidades energéticas

De acuerdo con la naturaleza del ente evaluador, este será dirigido a la hoja de calificación correspondiente, donde se le presentarán los indicadores o criterios que deberá diligenciar para evaluar y priorizar las comunidades energéticas. Estos indicadores están organizados en cinco categorías principales, que abarcan diversos aspectos clave del análisis:

a. Indicadores ambientales y climáticos:

Evalúan aspectos relacionados con la sostenibilidad ambiental del proyecto, incluyendo eficiencia energética, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, dependencia de combustibles fósiles y condiciones locales como la preservación de áreas protegidas o la calidad del entorno natural.

b. Indicadores sociales:

Miden el impacto del proyecto en las comunidades y su población, considerando aspectos como aceptación social, equidad de género, participación comunitaria, protección a grupos vulnerables, y la mejora de la calidad de vida a través de la inclusión energética y social.

c. Indicadores económicos:

Analizan la viabilidad financiera y el impacto económico del proyecto, abarcando elementos como costos de generación, ahorro en facturas eléctricas, capacidad de cofinanciación, fuentes de financiación alternativas, rentabilidad, y retorno de la inversión.

d. Indicadores legislativos y normativos:

Evalúan el cumplimiento de requisitos legales y regulatorios aplicables al proyecto, así como la disponibilidad de permisos, la existencia de normativas específicas para la gestión de comunidades energéticas y la inclusión de políticas de gobernanza como género o participación de actores externos.

e. Indicadores técnicos:

Valoran la infraestructura y las condiciones técnicas necesarias para implementar el proyecto, considerando elementos como capacidad de distribución, reducción de pérdidas de energía, calidad del servicio, grado de avance técnico y administrativo, y habilidades técnicas locales disponibles.

En la hoja de calificación, se podrá seleccionar la opción “sin información” en caso de no contar con la información de dicha variable o de no estar interesado en incluirla en el análisis, cuya consideración dependerá de las particularidades del proyecto o de la comunidad evaluada. Además, al cálculo de priorización final se suma el potencial del municipio seleccionado, dicho potencial fue estimado como se explica en la sección 4 de la Hoja de ruta para el despliegue de comunidades energéticas. Este enfoque

busca aprovechar información preexistente y relevante al contexto geográfico del proyecto.

Se destaca que cada categoría de indicadores cuenta con un porcentaje de ponderación, que puede ser ajustado por el ente evaluador según sus necesidades y prioridades específicas. Sin embargo, la herramienta incluye valores sugeridos para estas ponderaciones, lo que facilita su aplicación y garantiza una base estructurada para el análisis.



Resultados de la priorización para el despliegue de comunidades energéticas

El resultado de la priorización se presenta como una valoración consolidada que integra las calificaciones asignadas a los indicadores. Cada indicador, al ser calificado por el ente evaluador, se semaforiza y clasifica según un sistema de colores, al que se le asigna un valor numérico en una escala de 1 a 4:

Nivel Rojo (1), No priorizar	Nivel Naranja (2), Posibilidad baja de priorización	Nivel Amarillo (3), Posibilidad intermedia de priorización	Nivel Verde (4), Priorizar
------------------------------	---	--	----------------------------

Con estas valoraciones individuales, la herramienta calcula la priorización a partir del promedio de las variables por categoría. Cada categoría de indicadores (ambientales, sociales, económicos, legislativos/normativos y técnicos) tiene un porcentaje de ponderación que permite obtener un puntaje final, el cual es sumado al potencial antes calculado, obteniendo así el listado de comunidades evaluadas organizadas de mayor a menor puntaje, siendo las de mayor puntaje las comunidades a priorizar (figura 1). Aunque estas ponderaciones pueden ajustarse según las necesidades y prioridades del ente evaluador, la herramienta ya incluye valores sugeridos que garantizan un análisis estructurado y consistente.

Figura 1. Ejemplo resultado de la herramienta de priorización.

Categoría de indicadores	Porcentaje de ponderación
Ambiental	40%
Económico	10%
Legislativo / normativo	5%
Social	5%
Técnico	20%
Total	80%

Modifica los porcentajes de las categorías de priorización según tus necesidades o criterios específicos.

Resultados de la calificación de la priorización para las comunidades por categoria de variables

Categoría de indicadores	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Puntaje de priorización	3,05	2,14	2,69			

Resultados ordenados de mayor a menor

Comunidad	Calificación final priorización	Alerta área protegida
C1	3,05	Sí está en área protegida
C3	2,69	No está en área protegida
C2	2,14	No está en área protegida

Áreas protegidas: Clave para la priorización
Identificar si un proyecto está en un área protegida es vital para equilibrar el desarrollo y la conservación. Estas zonas resguardan biodiversidad, enfrentan el cambio climático y sostienen comunidades. Las alertas garantizan el respeto ambiental y fomentan una transición energética sostenible.

El puntaje consolidado se presenta de manera visual y numérica, mostrando tanto la clasificación general de la comunidad como el detalle de cada categoría. Esto facilita la identificación de áreas críticas, fortalezas y aspectos prioritarios en la planificación de los proyectos. El resultado dependerá de la información que cada actor ingrese a la herramienta, y por tanto es de carácter indicativo sujeto al análisis de información de caracterización de la comunidad.

La identificación de áreas críticas se fortalece y complementa con el uso del **mapa interactivo**, diseñado para visualizar el cálculo del potencial de desarrollo de comunidades energéticas por municipio en Colombia. Esta aplicación integra las variables descritas en la Tabla 2 y proporciona un análisis espacial detallado. Además, incluye capas de contexto¹ que consideran las siguientes variables clave:

- Proyectos actuales de generación de energía.
- Fuentes geotérmicas.
- Hidroeléctricas.
- Embalses.
- Subestaciones y líneas de transmisión.

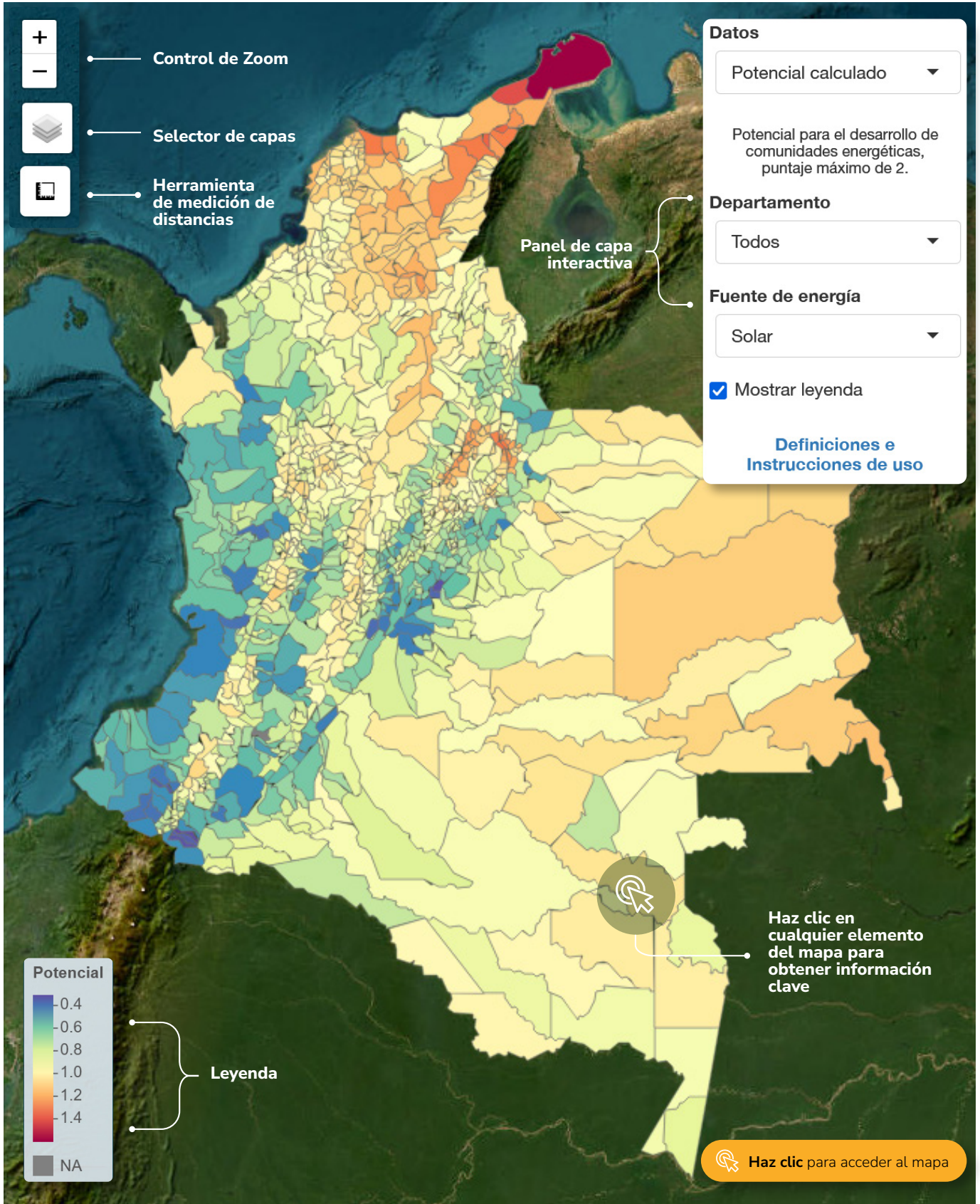
- Zonas no Interconectadas (ZNI).
- Cabeceras municipales.
- Nombres de municipios.
- Vías.
- Áreas protegidas.
- Resguardos indígenas.
- Zonas de reserva campesina.
- Consejos comunitarios.
- Territorios Campesinos Agroalimentarios.
- Municipios más afectados por el conflicto armado.

La herramienta de priorización y el mapa interactivo se complementan mutuamente, ofreciendo resultados visuales que permiten identificar de manera más efectiva las áreas prioritarias para la intervención. Este enfoque integrado fortalece la toma de decisiones y facilita la planificación estratégica orientada al desarrollo sostenible de las comunidades.



1. El Anexo "Instrucciones. De uso mapa interactivo "Potencial para desarrollo de comunidades energéticas por municipio", detalla para cada una de las variables en las capas de contexto el tipo de capa, definición y fuente.

Figura 2. Mapa interactivo “Potencial para desarrollo de comunidades energéticas por municipio”.



Herramientas y técnicas de recolección de datos



Las consultas previas tienen como objetivo principal involucrar a la comunidad, identificar sus preocupaciones y expectativas, y recopilar información relevante que permita diseñar proyectos más inclusivos, sostenibles y efectivos.

En este sentido, se proponen a continuación diversas herramientas que han sido implementadas a nivel internacional, para la evaluación preliminar de las Comunidades Energéticas, y que contribuirán a consolidar los aspectos mencionados:

• Encuestas y Cuestionarios

Las encuestas son una herramienta ampliamente utilizada para obtener datos tanto cuantitativos como cualitativos sobre las percepciones, necesidades y expectativas de las comunidades respecto a las energías renovables, así como los desafíos que los miembros de la comunidad podrían anticipar. En particular, las encuestas permiten identificar la disponibilidad de recursos, los problemas energéticos locales, el interés en participar en proyectos de energía renovable y la disposición para invertir o financiar dichos proyectos.

En el documento *“Barreras e impulsores de acción para el desarrollo de diferentes actividades por comunidades de energías renovables y ciudadanos”*, publicado por la Comisión Europea, se menciona el uso de la encuesta LIFE LOOP. El principal objetivo de esta encuesta era identificar las barreras y oportunidades para el desarrollo colaborativo de Comunidades Energéticas. Como resultado, se destacó que las políticas de contratación pública se perciben como una barrera significativa para los proyectos energéticos comunitarios.

La encuesta LIFE LOOP involucró a diversas partes interesadas en tres etapas: en una primera fase, estuvo dirigida a los miembros del consorcio LIFE LOOP y sus redes; en una segunda fase, se extendió a las redes de REScoop y Energy Cities; y finalmente, en una tercera fase, se compartió de manera generalizada para alcanzar una audiencia más amplia.

• Entrevistas Semi-estructuradas

Las entrevistas son una técnica cualitativa útil para explorar en profundidad las actitudes, percepciones y preocupaciones de los miembros de la comunidad. Las entrevistas semi-estructuradas o entrevistas mixtas, caracterizadas principalmente por su flexibilidad y por ser a su vez completas, permiten realizar una investigación cualitativa que consiste en hacer preguntas para conversar con los encuestados y recopilar datos sobre un tema.

A través de este tipo de entrevistas con líderes comunitarios, expertos locales, autoridades municipales o representantes de la comunidad, se puede obtener in-

formación valiosa sobre las capacidades de la comunidad para gestionar proyectos energéticos, las barreras socioeconómicas o culturales, y las expectativas de los beneficiarios potenciales.

El documento *The Impact of Energy* analiza el impacto psicológico y social de las comunidades energéticas en Alemania a través de entrevistas semiestructuradas que fueron desarrolladas. Los hallazgos destacan ocho temas principales: logro, formación de grupos, calidad de vida, pro-ambientalismo, resolución de problemas, seguridad, estrés y confianza. Las comunidades mostraron una actitud positiva hacia las energías renovables, mayor cooperación y eficacia grupal, y mejor calidad de vida, incluyendo beneficios económicos y ambientales. Además, la descentralización energética brindó seguridad frente a crisis externas. Aunque el estrés fue identificado como un desafío, los participantes lo percibieron mayoritariamente como una experiencia positiva que fortaleció el proyecto. El estudio aporta conocimiento sobre los beneficios y desafíos sociales de las comunidades energéticas, con implicaciones para fomentar la transición energética.

• Grupos Focales

Los grupos focales son una técnica cualitativa en la que se reúne a un pequeño grupo de personas para discutir de manera detallada un tema específico. Esta herramienta es útil para conocer las opiniones y actitudes de diferentes segmentos de la comunidad hacia las comunidades energéticas. En los grupos focales, se pueden abordar temas como el interés en las energías renovables, las barreras percibidas para la implementación, las expectativas de beneficios y el nivel de apoyo hacia la iniciativa.

Es especialmente eficaz cuando se busca comprender la dinámica de grupos diversos, como mujeres, jóvenes o personas mayores, en comunidades con diferentes niveles de acceso a la energía.

Por ejemplo, el grupo focal o el programa de Energía del Mar del Norte, es un programa de investigación impulsado por la industria que reúne y desarrolla conocimientos y tecnología para la integración de sistemas offshore en el Mar del Norte. En este caso, los miembros de la Comunidad Energy Reinvented, es-

tán invitados a unirse a los grupos de enfoque según sus preferencias.

• Análisis de datos secundarios y mapeo digital

El análisis de datos secundarios y el desarrollo de herramientas digitales, como el webmapping, constituyen un enfoque integrado para visualizar y aprovechar información clave relacionada con las comunidades energéticas.

Este análisis utiliza fuentes existentes, como estudios previos, estadísticas gubernamentales, registros de consumo energético, informes técnicos e investigaciones académicas. Basándose en esta información, se

desarrolló una primera versión de webmapping que permite:

- Identificar zonas con mayor potencial para la instalación de tecnologías renovables, como paneles solares o aerogeneradores.
- Facilitar estudios de mercado, consultas técnicas y la planificación estratégica de proyectos.

Esta herramienta no solo proporciona información valiosa para la toma de decisiones, sino que también fomenta la participación comunitaria, al permitir que los ciudadanos se involucren en la identificación de áreas prioritarias y en el diseño de proyectos sostenibles.





Evaluación de fortalezas y debilidades de las Comunidades Energéticas



Con base en las herramientas propuestas en el anterior numeral, en la Herramienta de Priorización, la hoja de Caracterización, contiene una sección enfocada a identificar las Fortalezas y Debilidades. Se presenta una encuesta genérica diseñada para la evaluación de las fortalezas y debilidades de las comunidades energéticas, la cual puede ser como un acercamiento a las comunidades. Este proceso resulta clave para garantizar que los proyectos se alineen con las necesidades, expectativas y capacidades de las comunidades involucradas.

Se considera que una comunidad tiene fortalezas cuando demuestra capacidades para adoptar y operar nuevas tecnologías, así como disposición para participar en iniciativas colaborativas. También se valoran aspectos como la cohesión social, la existencia de infraestructura social adecuada y una estruc-

tura de gobernanza funcional. Por otro lado, se identifican como debilidades aquellos aspectos que pueden representar barreras, tales como limitaciones económicas, falta de formación técnica (presente o planificada), ausencia de una estructura organizacional adecuada, o insuficiencia del potencial energético necesario para la generación de energía.

Para realizar esta evaluación, se desarrollaron preguntas cualitativas agrupadas en siete categorías: i) Ambiental; ii) Económica; iii) Social; iv) Normativa; v) Técnica; vi) Financiera; y vii) Participativa. El sistema de análisis utiliza un esquema de puntuación basado en colores tipo semáforo: el color rojo indica que la Comunidad Energética posee menos del 50 % de fortalezas, el amarillo refleja que cuenta con más del 50 %, y el verde señala que supera el 70 % de fortalezas.

Figura 3. Ejemplo de identificación de Fortalezas y Debilidades, con más del 70% de fortalezas.

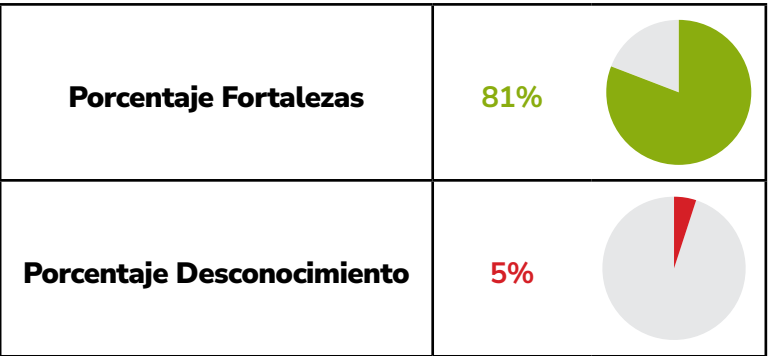


Figura 4. Ejemplo de identificación de Fortalezas y Debilidades, con más del 50% de fortalezas.

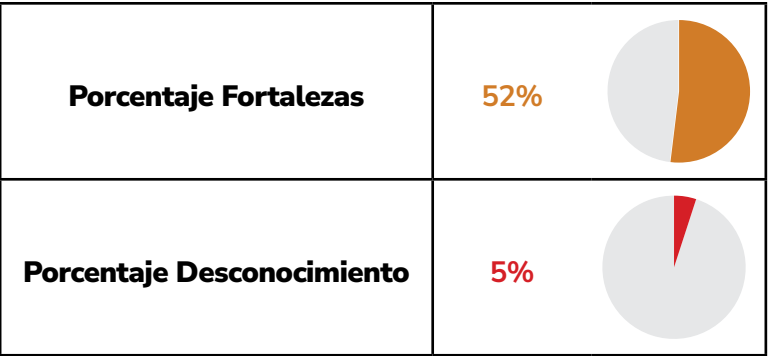
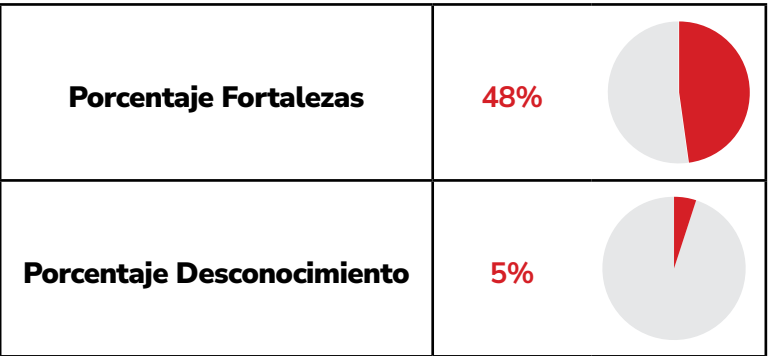


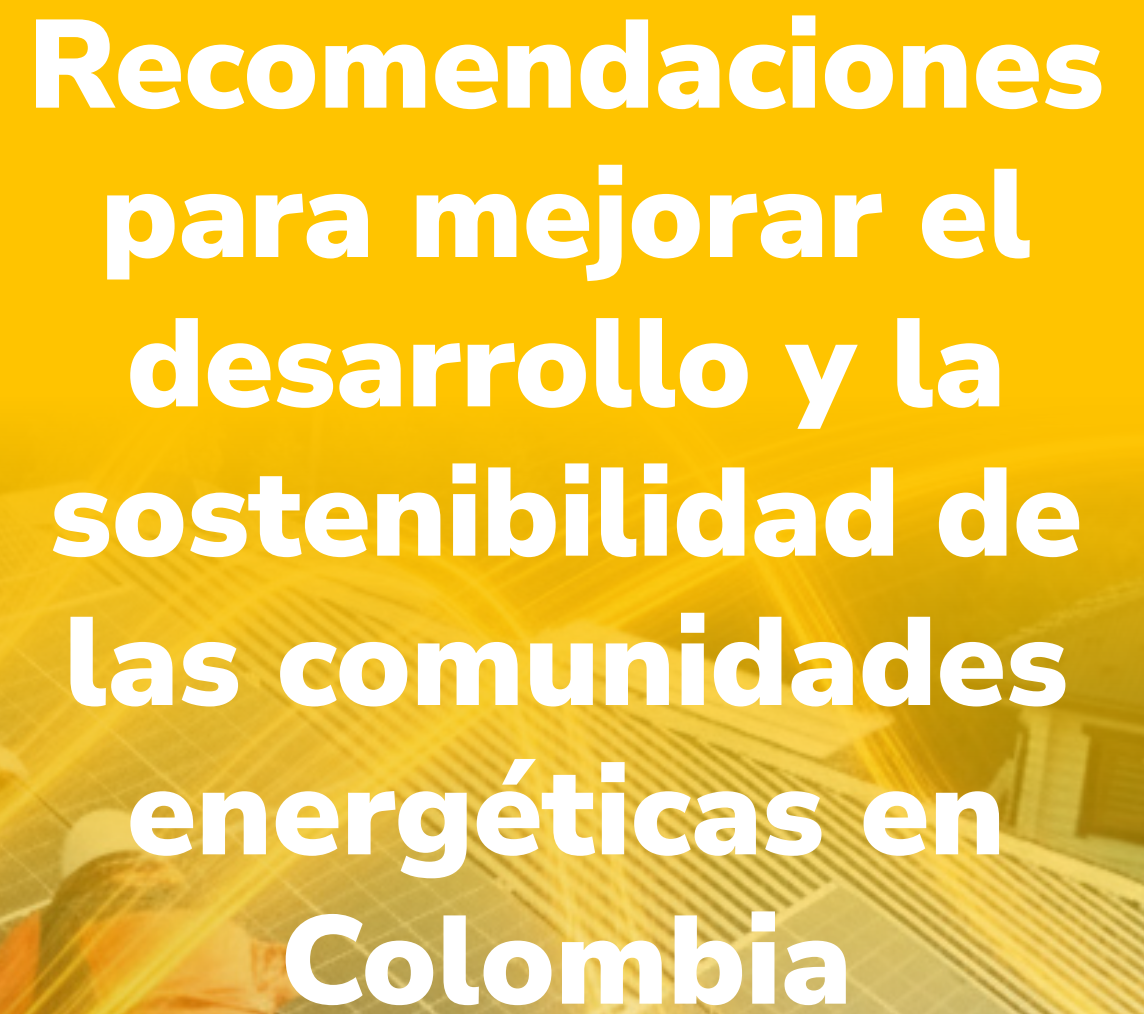
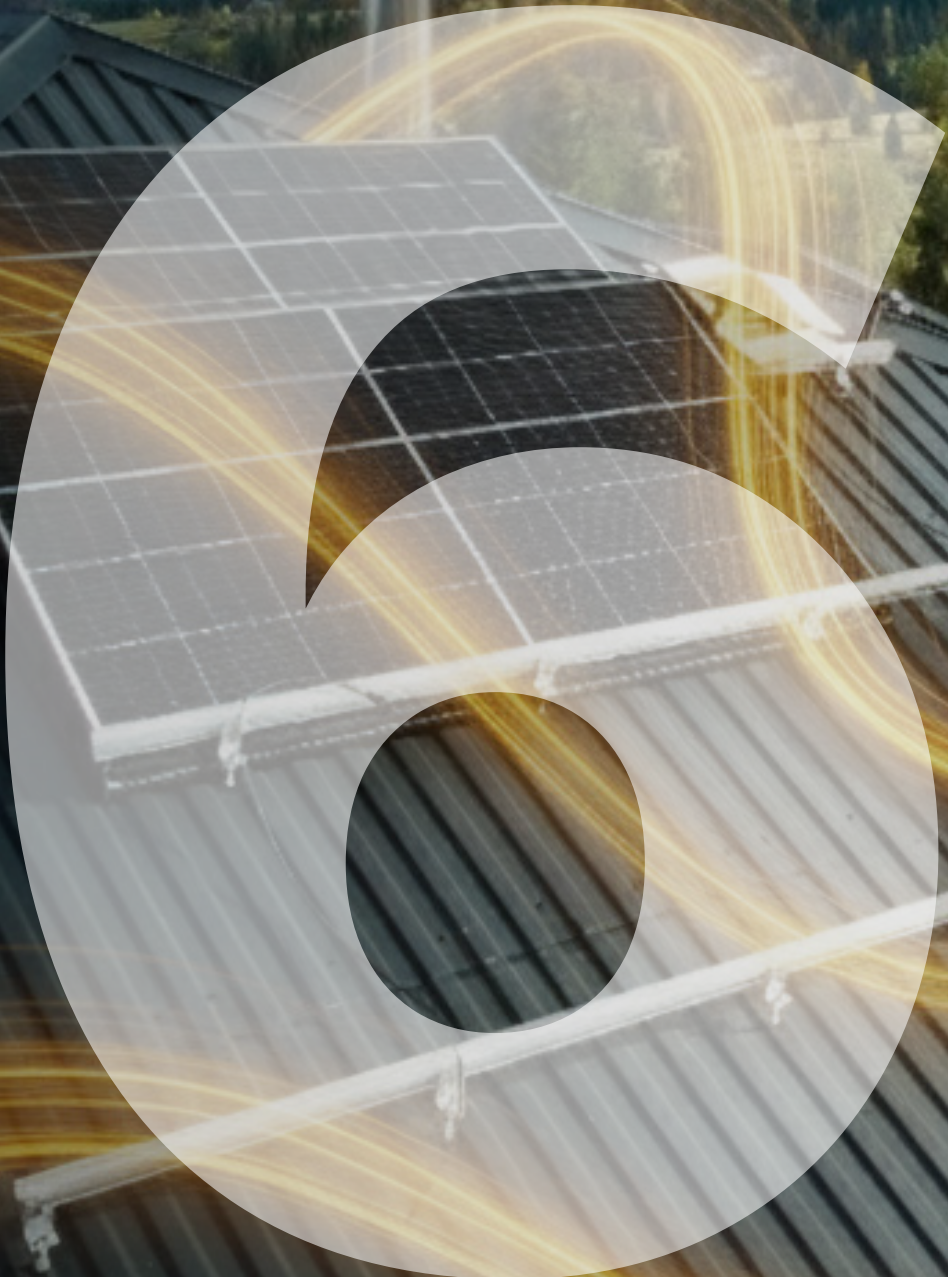
Figura 5. Ejemplo de identificación de Fortalezas y Debilidades, con menos del 50% de fortalezas.



Las respuestas a las preguntas determinan si un aspecto se clasifica como fortaleza o debilidad. Una respuesta “Sí” se categoriza como fortaleza, mientras que un “No” se considera debilidad. Asimismo, se incluye la opción “No sé”, que refleja desconocimiento en la comunidad y señala la

necesidad de fortalecerla en términos educativos. Este enfoque facilita una visualización clara de las comunidades con mayor potencial, al mismo tiempo que identifica las áreas que requieren atención para superar posibles limitaciones en el desarrollo del proyecto.





Recomendaciones para mejorar el desarrollo y la sostenibilidad de las comunidades energéticas en Colombia



El desarrollo de comunidades energéticas representa un enfoque clave para abordar los retos de sostenibilidad, inclusión social y transición hacia un modelo energético bajo en carbono. Por lo tanto, es clave considerar la planificación energética comunitaria como un instrumento estratégico para optimizar los sistemas energéticos a nivel local, permitiendo la integración

de tecnologías renovables, la participación activa de las comunidades y el diseño de sistemas energéticos resilientes. Este proceso no se limita al diseño de infraestructura, sino que también incluye la gestión de recursos, la evaluación de tecnologías de conversión energética y el establecimiento de metas de consumo sostenible.

En este marco, a continuación, se dan recomendaciones específicas basadas en principios de planificación energética:

1. Marco normativo y financiero Claridad y fortalecimiento regulatorio:

- Actualizar y unificar las normativas relacionadas con comunidades energéticas para reducir incertidumbres en la implementación y operación.
- Desarrollar reglamentos específicos que contemplen modelos de gobernanza comunitaria y mecanismos de resolución de conflictos.

2. Acceso a financiamiento inclusivo:

- Crear programas de subsidios para las fases iniciales de proyectos, como estudios de viabilidad y diseño.
- Establecer fondos rotativos de apoyo a comunidades energéticas con mecanismos accesibles para poblaciones vulnerables.
- Fomentar alianzas con bancos de desarrollo, cooperativas de crédito y organismos internacionales para proveer préstamos con tasas preferenciales y términos flexibles.

3. Desarrollo de capacidades y acceso a información Formación y educación comunitaria:

- Diseñar programas educativos que aborden conceptos clave de energías renovables, tecnologías disponibles y modelos de negocio sostenibles.
- Capacitar a los miembros de la comunidad para operar y mantener estos sistemas, garantizando una gestión eficiente y sostenible. Además, desarrollar capacidades locales para garantizar que el mantenimiento sea realizado por la comunidad, fortaleciendo la apropiación del proyecto.

Campañas de sensibilización:

- Difundir los beneficios ambientales, sociales y económicos de las comunidades energéticas, utilizando medios accesibles para las poblaciones de influencia.
- Publicar guías del paso a paso que orienten a las comunidades en la creación, operación y sostenibilidad de las iniciativas.
- Establecer protocolos claros para el mantenimiento regular de la infraestructura energética, incluyendo la generación, almacenamiento y distribución.

Asistencia técnica centralizada:

- Establecer ventanillas únicas para asesorar a las comunidades en aspectos técnicos, legales y financieros.
- Crear redes de expertos locales y nacionales para apoyar en la resolución de problemas y compartir buenas prácticas.

4. Fortalecimiento de la gestión técnica y organizativa Diseño de sistemas escalables y modulares:

- Priorizar tecnologías adaptables que puedan crecer en capacidad a medida que aumente la demanda energética.
- Integrar sistemas de almacenamiento eficientes para garantizar la estabilidad en el suministro energético.

Automatización y monitoreo:

- Incorporar sistemas inteligentes para gestión energética que permitan identificar ineficiencias, optimizar el uso de recursos y minimizar pérdidas. Por ejemplo, instalación de medidores energéticos.

- Diseñar y adoptar indicadores que midan los beneficios sociales y económicos, como el acceso a la energía, generación de empleo, reducción de desigualdades y cohesión social. Asegurando la sostenibilidad del proyecto.

Estrategias de sostenibilidad a largo plazo:

- Desarrollar planes de negocio que incluyan modelos de ingresos diversificados, como la venta de excedentes energéticos o servicios relacionados.
- Promover la contratación de personal técnico local para reducir la dependencia de expertos externos.

5. Protección a líderes y comunidades en riesgo Mitigación de riesgos por conflicto armado:

- Establecer protocolos de seguridad para líderes comunitarios y responsables de proyectos en regiones afectadas por el conflicto.
- Garantizar que los ingresos generados por las comunidades energéticas se distribuyan de manera

transparente y equitativa, evitando que sean capturados por actores externos al proyecto.

6. Alianzas estratégicas e impulso gubernamental Colaboración interinstitucional:

- Fomentar alianzas entre el sector público, privado y académico para fortalecer el desarrollo de comunidades energéticas. Es fundamental el establecimiento de alianzas con el sector de investigación de las diferentes instituciones a nivel nacional e internacional que permitan realizar pruebas de desarrollos que se realizan en dichas instituciones, los cuales pueden ser útiles en el establecimiento de comunidades energéticas.
- Crear espacios de intercambio entre comunidades energéticas nacionales e internacionales para aprender experiencias exitosas.

Fortalecimiento del liderazgo local:

- Promover estructuras de liderazgos inclusivas con representación equitativa de mujeres, jóvenes y grupos étnicos.



Anexo 1. Indicadores priorización

Este anexo presenta las variables definidas para la priorización de áreas y comunidades dentro del marco del proyecto, abarcando un enfoque integral que contempla indicadores de carácter ambiental, económico, legislativo/normativo, social y técnico. Cada variable ha sido seleccionada para evaluar aspectos clave como la sostenibilidad ambiental, la viabilidad económica, el cumplimiento de normativas, la participación comunitaria y las capacidades técnicas locales.

En este anexo se incluye una descripción detallada de cada variable, su tipología, la metodología de cálculo y los criterios de valoración utilizados. Este enfoque estructurado asegura una evaluación equilibrada y fundamentada, facilitando la priorización de comunidades energéticas e impulsando la implementación de soluciones efectivas y sostenibles en el contexto del proyecto.

A1.1 Indicadores Ambientales

EROI (Tasa de Retorno Energético)

Definición: Mide la relación entre la energía obtenida de un proyecto y la energía invertida para producirla. Un valor mayor indica mayor eficiencia energética. (Greg de Temmerman, 2022; LIGHTNESS, 2020)

Unidad: Relación adimensional (sin unidades).

Tipo: Cuantitativa.

Fuente de datos:

- Datos reales del proyecto
- Estimaciones basadas en análisis técnicos y reportes energéticos específicos

Metodología de cálculo:

$$EROI = \frac{\text{Energía obtenida}}{\text{Energía invertida}}$$

Donde,

Energía obtenida: Total de energía útil producida por el proyecto durante su vida útil en MWh o kWh

Energía invertida: Suma de todas las energías consumidas en la construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento del proyecto en MWh o kWh.

Reducción anual de gases de efecto invernadero

Definición: Reducción estimada de gases de efecto invernadero (CO₂e) que se espera reducir cada año debido al cambio en la fuente de energía (LIGHTNESS, 2020)

Unidad: Porcentaje (%)

Tipo: Cuantitativo

Fuente de datos:

- Datos reales medidos de emisiones antes y después de la implementación de la comunidad energética.
- Datos estimados o simulados cuando los datos reales no están disponibles.

Metodología de cálculo:

$$\text{Reducción anual de GEI (\%)} = \frac{\text{Emisiones iniciales} - \text{Emisiones actuales}}{\text{Emisiones iniciales} \times 100}$$

Donde,

Emisiones iniciales: Emisiones de gases de efecto invernadero antes del proyecto (tCO₂e). Emisiones actuales: Emisiones de gases de efecto invernadero después de la implementación del proyecto (tCO₂e).

Territorios de alta dependencia de carbón térmico

Definición: Variable que identifica comunidades ubicadas en entes territoriales cuya estructura económica muestra altos grados de dependencia de la explotación de carbón térmico, ya sea para exportación o uso interno, según lo reportado por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) a través del Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO). (Minenergía, 2024; PNUD Colombia, 2024)

Unidad: porcentaje (%).

Tipo: Cuantitativa.

Fuente de datos:

- Registros de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
- Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO)

- Informes económicos del DANE
- Reportes de exportaciones e ingresos departamentales.

Metodología de cálculo:

$$\text{Participación (\%)} = \frac{\text{Ingresos derivados de la explotación de carbón térmico}}{\text{PIB o ingresos totales del territorio} \times 100}$$

Donde:

Ingresos derivados de la explotación de carbón térmico: Incluyen regalías, exportaciones y empleos relacionados con esta actividad.

PIB o ingresos totales del territorio: Total de ingresos generados por todas las actividades económicas en el territorio evaluado.



A1.2. Indicadores Económicos

Ahorro monetario del usuario en la factura eléctrica

Definición: Ahorros monetarios que experimenta el usuario final al formar parte de la Comunidad Energética (CEC) y consumir energía renovable. (LIGHT-NESS, 2020)

Unidad: Porcentaje (%)

Tipo: Cuantitativo

Fuente de datos:

- Facturas eléctricas del usuario antes y después de unirse a la CEC.
- Estimaciones basadas en los ahorros derivados del consumo de energía renovable generada localmente.

Metodología de cálculo:

$$\text{Ahorro monetario (\%)} = \frac{\text{Factura antes del CEC} - \text{Factura después del CEC}}{\text{Factura antes del CEC} \times 100}$$

Donde:

Factura antes del CEC: Costo total de la electricidad antes de la implementación de la comunidad energética.

Factura después del CEC: Costo total de la electricidad después de la implementación de la comunidad energética.

Capacidad de cofinanciación local

Definición: Evalúa el porcentaje de recursos financieros que la comunidad local está en capacidad de aportar para la financiación de un proyecto, considerando su capacidad económica y los recursos disponibles. (EnerInvest, 2018; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)

Unidad: Porcentaje (%).

Tipo: Cuantitativa.

Fuente de datos:

- Registros de ingresos comunitarios
- Encuestas de disposición al pago
- Análisis de capacidades financieras locales
- Estudios socioeconómicos realizados por entidades gubernamentales
- Datos proporcionados por organizaciones comunitarias o cooperativas locales.

Metodología de cálculo:

$$\text{Capacidad de cofinanciación local (\%)} = \frac{\text{Aportes estimados de la comunidad}}{\text{Costo total del proyecto} \times 100}$$

Donde,

Aportes financieros estimados de la comunidad: Valor total que los miembros de la comunidad pueden aportar al proyecto, basado en encuestas y estudios de capacidad de pago.

Costo total del proyecto: Presupuesto total necesario para la ejecución del proyecto.

Capacidad y voluntad de los miembros de la comunidad para financiar el proyecto

Definición: Mide el porcentaje de miembros de la comunidad que manifiestan su disposición y capacidad para contribuir financieramente a un proyecto, reflejando su apoyo económico directo. (EnerInvest, 2018; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)

Unidad: Porcentaje (%).

Tipo: Cuantitativa.

Fuente de datos:

- Encuestas aplicadas a los miembros de la comunidad
- Registros de participación financiera en proyectos anteriores
- Análisis de datos socioeconómicos locales
- Entrevistas realizadas a los miembros de la comunidad

Metodología de cálculo:

$$\text{Capacidad y voluntad (\%)} = \frac{\text{Número de miembros dispuestos a financiar}}{\text{Total de miembros de la comunidad} \times 100}$$

Número de miembros dispuestos a financiar: Miembros de la comunidad que expresan voluntad y capacidad para realizar aportes financieros, según encuestas o registros.

Total de miembros de la comunidad: Total de personas de la comunidad consultadas sobre su disposición financiera.

Coste de generación de energía

Definición: Mide el costo promedio de producir energía eléctrica desde el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Este costo incluye los gastos de inversión inicial, operación, mantenimiento y combustibles asociados a la generación de un megavatio-hora (MWh). (SSPD, 2024)

Unidad: Dólares por MWh (USD/MWh).

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos:

- Registros del operador del sistema.

- Estudios de costos nivelados (LCOE) proporcionados por la UPME.
- Datos de mercado energético.
- Contratos de generación.

Costos energéticos promedio por usuario

Definición: Mide el promedio de los gastos en energía por vivienda en la comunidad evaluada, considerando los costos de servicios eléctricos y otras fuentes energéticas utilizadas en el hogar. (Rendón, 23 de marzo 2024; SSPD, 2024)

Unidad: Pesos colombianos por vivienda (\$ COP/vivienda).

Tipo: Cuantitativa.

Fuente de datos:

- Facturas de servicios públicos de los hogares
- Encuestas sobre consumo energético
- Registros de empresas distribuidoras de energía
- Estudios socioeconómicos locales realizados por entidades gubernamentales o privadas.

Identificación de fuentes de financiación alternativas viables

Definición: Mide la existencia y diversidad de fuentes de financiación alternativas (como subsidios, donaciones, préstamos) disponibles para la ejecución de un proyecto, evaluando su viabilidad y grado de diversificación (EnerInvest, 2018).

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativa

Fuente de datos:

- Estudios de viabilidad financiera

- Análisis de mercado
- Registros de entidades gubernamentales y no gubernamentales
- Bases de datos de cooperación internacional y bancarias
- Informes de planificación financiera del proyecto.

Criterios de evaluación:

- No se han identificado fuentes alternativas viables: No existe registro de fuentes de financiación externas o alternativas.
- Identificación limitada con alta dependencia de una fuente: Se ha identificado solo una fuente de financiación, generando alta dependencia de esta para la viabilidad del proyecto.
- Identificación moderada con al menos dos fuentes viables: Hay al menos dos fuentes confirmadas de financiación alternativa, ofreciendo opciones limitadas pero viables.
- Identificación robusta con múltiples fuentes viables y diversificadas: Existen varias fuentes de financiación confirmadas, con un nivel significativo de diversificación y estabilidad.

La comunidad realiza el pago por servicio de energía de manera cumplida (Indicador de cumplimiento en el pago regular del servicio energético en la comunidad)

Definición: Porcentaje de usuarios de la comunidad energética que realizan el pago del servicio energético de manera regular y dentro de los plazos establecidos (EnerInvest, 2018)

Unidad: %

Tipo: Cuantitativo

Fuente de datos:

- Registros de pagos realizados por los miembros de la comunidad.
- Base de datos del operador del servicio energético.

Metodología de cálculo:

$$\text{Cumplimiento de pago (\%)} = \frac{\text{Número de usuarios que pagaron a tiempo}}{\text{Número total de usuarios}} \times 100$$

Donde:

Usuarios que pagaron a tiempo: Miembros de la comunidad que efectuaron su pago dentro de los plazos establecidos.

Número total de usuarios: Total de usuarios que tienen obligación de pago en el período analizado.

Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

Definición: Medida de la rentabilidad de una inversión.

Unidad: Porcentaje (%)

Tipo: Cuantitativo

Fuente de datos: Datos financieros internos del proyecto.

Metodología de cálculo:

$$\sum_{t=1}^t \frac{Ct}{(1+r)^t} - Co$$

Donde:

Ct: Flujo de caja neto en el período t.

Co: Inversión total inicial

t: Número de períodos de tiempo **r:** Tasa de descuento

Tiempo de retorno de la inversión (Payback Period) Metodología de cálculo:

Definición: El periodo de tiempo necesario para que las ganancias acumuladas de un proyecto igualen el costo total de la inversión. (EnerInvest, 2018)

Unidad: Años.

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos: Datos financieros del proyecto, incluyendo costos iniciales, flujos de caja anuales y ahorros generados.

$$\text{Tiempo de retorno (años)} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo de caja neto anual promedio}}$$

Donde:

Inversión inicial: Costo total del capital invertido al inicio del proyecto.

Flujo de caja neto anual promedio: Ganancia neta generada por el proyecto en un año promedio.



A1.3. Indicadores de carácter: Legislación/ normativo

¿Están dispuestos los miembros de la comunidad a invertir tiempo en actividades comunitarias de voluntariado?

Definición: Mide el grado de disposición de los miembros de la comunidad para contribuir con tiempo y esfuerzo al proyecto mediante actividades de voluntariado (Minenergía y CIAT, 2021).

Unidad: Porcentaje (%).

Tipo: Cuantitativo Fuente de datos:

- Encuestas aplicadas a los miembros de la comunidad.
- Registro de participación en reuniones, actividades previas de voluntariado o eventos comunitarios.

Criterios de valoración:

Porcentaje de miembros de la comunidad que expresan disposición a participar en actividades de voluntariado relacionadas con el proyecto.

¿Se cuenta con avances en lineamientos para la distribución y almacenamiento de energía? Autoconsumo (Nivel de desarrollo legislativo y normativo para la distribución, almacenamiento y autoconsumo de energía)

Definición: Evalúa cualitativamente el grado de avance en la implementación de políticas, normas y regulaciones que fomenten la distribución, el almacenamiento y el autoconsumo de energía en un país o región. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativo.

Fuente de datos:

- Análisis de leyes, resoluciones y decretos vigentes.

- Documentos de política pública (por ejemplo, planes de acción climática o energética).
- Informes de organismos reguladores o entidades gubernamentales.

Criterios de evaluación:

• **Lineamientos establecidos:**

Existen leyes y normativas detalladas para distribución, almacenamiento y autoconsumo. Los procedimientos de implementación están claros y operativos. Participación de actores del sector energético (privados y públicos).

• **Avances moderados:**

Existe un marco normativo en funcionamiento, aunque con áreas de mejora en aspectos técnicos o regulatorios. Procedimientos parcialmente establecidos y aplicados en algunas regiones o sectores.

• **Avances iniciales:**

Hay un marco normativo inicial o propuestas legislativas en proceso de aprobación. Las directrices aún no se aplican de manera uniforme o carecen de detalles técnicos.

• **Sin avances regulatorios:**

Falta un marco normativo formal o las propuestas legislativas están en etapas tempranas. La implementación práctica es inexistente o está en fases piloto.

Disposición de instituciones externas para representar a la comunidad energética (¿Hay alguna institución externa dispuesta a representar a la comunidad?)

Definición: Evalúa cualitativamente la disposición de instituciones externas para representar formalmente a una comunidad energética en aspectos legales, técnicos, financieros o de gobernanza. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativo.

Fuente de datos:

- Reuniones, entrevistas y comunicaciones con instituciones externas.
- Documentos de apoyo como cartas de intención, memorandos de entendimiento o acuerdos preliminares.
- Participación en eventos o actividades relacionadas con la comunidad energética.

Criterios de evaluación:

• **Muy Alta disposición:**

La institución ha formalizado su compromiso mediante un acuerdo firmado.

Ha asignado recursos tangibles (humanos, financieros o técnicos) para apoyar a la comunidad.

Participa activamente en la planificación y toma de decisiones de la comunidad.

• **Alta disposición:**

La institución ha manifestado explícitamente su interés en participar.

Ha ofrecido recursos preliminares o asistencia técnica sin compromisos formales. Participa regularmente en reuniones o actividades iniciales de la comunidad.

• **Media disposición:**

La institución ha expresado interés, pero no ha ofrecido apoyo tangible ni participado activamente.

Sus aportes son limitados a conversaciones o consultas ocasionales. Puede necesitar incentivos o más información para comprometerse.

• **Baja disposición:**

La institución no ha mostrado interés explícito en participar. Ha rechazado invitaciones o solicitudes de colaboración.

No existen evidencias de disposición para apoyar a la comunidad.

Facilidad de trámites y permisos

Definición: Evalúa el nivel de complejidad, costo y tiempo necesario para obtener permisos legales y normativos para el proyecto. (Quiroga, 25 de enero de 2024)

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativa.

Fuente de datos:

- Registros y guías de normatividad aplicable
- Informes de experiencias previas en proyectos similares
- Análisis de costos y tiempos estimados por entidades gubernamentales
- Consultas con expertos legales y normativos.

Criterios de valoración:

• Procesos complejos, costosos y prolongados (>12 meses): Implican múltiples pasos administrativos, altos costos asociados y demoras significativas en su obtención.

• Procesos moderadamente complejos (6-12 meses): Incluyen varios requisitos con costos moderados y tiempos de gestión prolongados pero manejables.

• Procesos simplificados (3-6 meses): Requieren pocos trámites administrativos, con costos y tiempos razonables para la obtención de permisos.

- Procesos rápidos y accesibles (<3 meses): Los trámites son mínimos, con costos bajos y tiempos de gestión reducidos.

Políticas de Inclusión de Género en la Gobernanza de las Comunidades Energéticas

Definición: Evalúa la existencia, alcance y efectividad de medidas específicas orientadas a promover la inclusión de género en la gobernanza de las comunidades energéticas. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativo.

Fuente de datos:

- Documentos oficiales de las comunidades energéticas (estatutos, normativas internas).
- Políticas públicas relacionadas con inclusión de género.
- Actas de reuniones que reflejen la participación de género.
- Encuestas o entrevistas con miembros de la comunidad.

Criterios de evaluación:

- Sin medidas de inclusión:

No existen políticas, programas o acciones específicas orientadas a la inclusión de género en la gobernanza.
- Avances iniciales en medidas:

Se identifican esfuerzos preliminares, como capacitaciones o actividades de sensibilización, pero no hay una política formal.
- Medidas parcialmente implementadas:

Políticas de inclusión de género definidas, pero con implementación limitada en alcance o efectividad.
- Participación femenina o de otros géneros incrementada, pero no equitativa.
- Medidas plenamente implementadas:

Políticas formales de inclusión de género adoptadas y operativas. Representación equitativa en la toma de decisiones y roles de liderazgo. Evaluaciones periódicas que aseguren la sostenibilidad de las medidas.



A1.4. Indicadores Sociales: Aceptación del usuario

Definición: Mide el grado de aprobación de los miembros de la comunidad hacia el proyecto energético propuesto, reflejando su disposición para apoyarlo y participar en su desarrollo. (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023; Minenergía y CIAT, 2021) Unidad: Porcentaje.

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos: Encuestas o entrevistas realizadas a los miembros de la comunidad, preferiblemente a través de métodos participativos y anónimos.

Metodología de cálculo:

Para lo que deberá diseñar un instrumento de consulta, como un formulario o encuesta con preguntas claras, concisas y específicas, que permita ser analizado estadísticamente y determinar el porcentaje de aceptación:

$$Aceptación\ (\%) = \frac{R +}{N * 100}$$

R+: número de miembros de la comunidad que dieron respuestas positivas N: número total de miembros de la comunidad encuestadas

Capacitación en Energías Renovables con Enfoque de Género

Definición: Evalúa el grado de implementación y documentación de las capacitaciones técnicas ofrecidas a los miembros de la comunidad, con énfasis en garantizar la inclusión equitativa de género. (Minenergía y CIAT, 2021; GEDI, 2024)

Unidad: Categórica.

Tipo: Cualitativo.

Fuente de datos:

- Registros de asistencia a las capacitaciones.

- Informes o actas de las actividades de capacitación.
- Encuestas a los participantes para evaluar la calidad e impacto del programa.

Criterios de valoración:

- No se han realizado capacitaciones: No se han implementado actividades de formación técnica en energías renovables.
- Capacitaciones no completadas: Las capacitaciones se han iniciado, pero no se han completado o han tenido baja participación.
- Capacitaciones completamente ejecutadas, no documentadas: Las actividades de capacitación se llevaron a cabo, pero no se generaron registros o documentación formal.
- Capacitaciones completamente ejecutadas y documentadas: Las actividades fueron completadas y se dispone de evidencia formal (actas, listas de asistencia, evaluaciones, etc.) que respalda su implementación.

Cumplimiento de consultas previas

Definición: Verificar si se han realizado las consultas previas requeridas por la normativa legal en la comunidad. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Categórica.

Tipo: Cualitativo.

Fuente de datos:

- Actas oficiales de las reuniones de consulta previa.
- Informes emitidos por las entidades responsables (ministerios, instituciones locales).
- Encuestas o entrevistas con miembros de la comunidad.
- Registros legales sobre el proceso de consulta.

Criterios de valoración:

- No se han realizado consultas previas: No se han iniciado procesos de consulta previa en la comunidad.
- Consultas previas en proceso: El proceso ha comenzado, pero no ha sido completado.
- Consultas previas completamente realizadas, no documentadas: Las consultas se llevaron a cabo, pero no se dispone de documentación formal.
- Consultas previas completamente realizadas y documentadas: El proceso de consulta previa se completó y cuenta con la documentación oficial correspondiente.

Impacto de las iniciativas energéticas en las mujeres de la comunidad

Definición: Mide el porcentaje de mujeres en la comunidad que se espera obtengan empleo o beneficios específicos derivados del proyecto energético. (Mineenergía y CIAT, 2021; GEDI, 2024) Unidad: Porcentaje.

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos:

- Encuestas realizadas a mujeres de la comunidad.
- Registros de contratación y participación en proyectos energéticos.
- Informes de impacto social generados por los promotores del proyecto.

Metodología de cálculo:

Impacto en las mujeres de la comunidad (%)=

Mujeres empleadas por el proyecto

Número total de mujeres en la comunidad

× 100

Población de especial protección constitucional del sector Paz (víctimas, personas en proceso de reincorporación)

Definición: Variable incluida para focalizar poblacionalmente a aquellas comunidades que en su constitución cuente con personas registradas en el Registro Único de Víctimas (RUV), conforme a los parámetros establecidos en la Ley 1448 de 2011, o que hayan sido reconocidas como sujetos de reparación colectiva, así como personas que se encuentren activas en el proceso de reincorporación de acuerdo con el Acto Legislativo 001 del 2017 y su normatividad regulatoria. (Mineenergía, 2024)

Unidad: Porcentaje (%)

Tipo: Cuantitativa

Fuente de datos:

- Registro Único de Víctimas (RUV).
- Agencia para la Reincorporación y la Normalización (ARN).
- Censos de población del DANE u otras entidades oficiales.

Metodología de Cálculo:

Población (%) =

Población de especial protección constitucional

Población total

× 100

Donde,

Población de especial protección constitucional: número total de personas identificadas como víctimas del conflicto armado según el Registro Único de Víctimas (RUV) y el número total de personas en proceso de reincorporación según registros de la Agencia para la Reincorporación y la Normalización (ARN).

Población total del sector: Número total de habitantes del sector o área analizada, según censos oficiales – DANE.

Presencia de comunidades étnicas

Definición: Variable incluida para focalizar poblacionalmente a aquellas comunidades que en su constitución cuenten con personas o comunidades auto-reconocidas como étnicas según el Censo Nacional de Población y Vivienda, y/o el último registro que dé cuenta de la población étnica con fuente DANE, y lo que en la materia haya dispuesto el Ministerio del Interior. (Mineenergía, 2024)

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativa.

Fuente de datos:

- Registros de población del DANE
- Censos específicos de comunidades étnicas (Resguardos, Consejos Comunitarios).
- Documentos legales como títulos colectivos o resoluciones de reconocimiento étnico.

Criterios de valoración:

- Sin presencia de comunidades: No se identifica la existencia de comunidades étnicas en el territorio evaluado; no se reportan asentamientos o registros poblacionales oficiales.
- Moderada presencia de comunidades: Se identifica la existencia de pequeñas agrupaciones de comunidades étnicas; la población no representa un porcentaje significativo dentro del total del territorio evaluado.
- Alta presencia de comunidades: Las comunidades étnicas representan una parte significativa de la población del territorio; su cultura, tradiciones y gobernanza tienen un impacto visible en el área.
- Corresponde a una comunidad: El territorio evaluado pertenece formalmente a una comunidad étnica reconocida (e.g., resguardo indígena, consejo comunitario afrodescendiente) y cuenta con estructuras de gobernanza propias y reconocimiento legal.

Tasa de desempleo por género

Definición: Mide la proporción de desempleo desagregada por género dentro de una comunidad, identificando las diferencias en las tasas de desempleo entre mujeres y hombres. (GEDI, 2024) Unidad: Porcentaje

Tipo: Cuantitativa.

Fuente de datos:

- Encuestas de empleo y desempleo (DANE u organismos locales)
- Registros de entidades laborales
- Estudios socioeconómicos específicos para la comunidad evaluada.

Metodología de Cálculo:

Diferencia de desempleo (%)

= Tasa de desempleo mujeres (%)

– Tasa de desempleo hombres (%)

Participación Femenina en la Comunidad Energética

Definición: Nivel de involucramiento de las mujeres en las actividades y decisiones de la comunidad energética. (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Porcentaje (%)

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos:

- Registros de asistencia a reuniones.
- Listas de miembros activos en la comunidad energética.
- Análisis de roles ocupados por mujeres en los órganos de decisión o ejecución.

Metodología de cálculo:

$$\text{Participación femenina (\%)} = \frac{\text{Número de mujeres activas en la comunidad}}{\text{Número total de miembros en la comunidad}} \times 100$$

Redes de cooperación intercomunitaria

Definición: Grado de colaboración entre la comunidad y otras localidades o instituciones. Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023) Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativa

Fuente de datos:

- Encuestas comunitarias
- Análisis de relaciones interinstitucionales
- Registros de actividades conjuntas
- Acuerdos formales de cooperación
- Informes de organizaciones locales y redes sociales comunitarias.

Criterios de valoración:

- No existen redes de cooperación: No se han establecido vínculos o colaboraciones con otras comunidades o instituciones.
- Cooperación limitada y ocasional: Relaciones esporádicas y con un impacto limitado, sin acuerdos formales ni continuidad.
- Cooperación moderada con al menos dos comunidades o instituciones: Existen vínculos activos y colaboraciones recurrentes con al menos dos entidades o comunidades.
- Cooperación activa y sólida con múltiples comunidades o instituciones: Relaciones amplias

y sostenibles, con múltiples colaboraciones activas que impactan positivamente en el desarrollo de la comunidad.

¿Cómo es la relación entre los miembros de la comunidad y las instituciones públicas y privadas pertinentes?

Definición: Evalúa la calidad de las interacciones entre la comunidad y las instituciones públicas y privadas pertinentes, en términos de colaboración, apoyo y confianza (% miembros de la comunidad que consideran que su relación con las instituciones es buena). (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)

Unidad: Porcentaje.

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos:

- Encuestas aplicadas a los miembros de la comunidad.
- Entrevistas con representantes de instituciones públicas y privadas.
- Observación directa de interacciones durante reuniones o actividades conjuntas.

Territorios colectivos de pueblos originarios o comunidades indígenas

Definición: Variable incluida para focalizar a aquellas comunidades ubicadas en estos territorios legalmente establecidos. (Minenergía, 2024)

Unidad: Categórica (Sin presencia de comunidades, Moderada presencia de comunidades, Alta presencia de comunidades, Corresponde a una comunidad).

Tipo: Cualitativa.

Fuente de datos:

- Registros oficiales de títulos colectivos (INCODER, Agencia Nacional de Tierras)
- Resoluciones y sentencias judiciales.

- Censos de población indígena del DANE.
- Documentos de gobernanza comunitaria.
- Documentos del Programa de Reincorporación Integral

- Informes de entidades gubernamentales relacionadas con el posconflicto.

Criterios de valoración:

- **Sin presencia de comunidades:** No se identifica la existencia de territorios colectivos o comunidades indígenas en el área evaluada.
- **Moderada presencia de comunidades:** Se identifican comunidades indígenas en pequeñas agrupaciones o territorios, con un impacto limitado en la gobernanza local.
- **Alta presencia de comunidades:** Las comunidades indígenas representan una parte significativa del territorio, con influencia activa en la gobernanza y la gestión territorial.
- **Corresponde a una comunidad:** El área evaluada pertenece formalmente a un territorio colectivo reconocido de una comunidad indígena, con gobernanza autónoma y delimitación oficial.

Territorios de Antiguos Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (AETCR) y Áreas Especiales de Reincorporación Colectiva (AERC)

Definición: Evalúa la presencia de comunidades ubicadas en los AETCR establecidos para la reincorporación de firmantes del Acuerdo Final de Paz y en las AERC definidas para procesos de reincorporación integral según el Decreto 1274 de 2017 y otras normativas asociadas. (Minenergía, 2024)

Unidad: Categórica (Sin presencia de comunidades, Moderada presencia de comunidades, Alta presencia de comunidades, Corresponde a una comunidad).

Tipo: Cualitativa.

Fuente de datos:

- Registro Nacional de Reincorporación (ARN)
- Bases de datos de población vinculada al proceso de paz

- Documentos del Programa de Reincorporación Integral

- Informes de entidades gubernamentales relacionadas con el posconflicto.

Criterios de valoración:

- **Sin presencia de comunidades:** No se identifican comunidades relacionadas con los AETCR o las AERC en el área evaluada.
- **Moderada presencia de comunidades:** Se identifican pequeñas agrupaciones de firmantes del Acuerdo de Paz y sus familias con participación limitada en procesos locales.
- **Alta presencia de comunidades:** El área alberga una parte significativa de la población de firmantes del Acuerdo de Paz y sus familias, con una participación activa en la gobernanza local y procesos de reincorporación.
- **Corresponde a una comunidad:** El área pertenece formalmente a un AETCR o AERC, con estructuras organizativas y de gobernanza establecidas específicamente para la reincorporación colectiva.

Territorios de Paz

Definición: Variable que identifica comunidades ubicadas en entidades territoriales contempladas en el Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) y las Zonas Más Afectadas por el Conflicto Armado (ZOMAC), constituidas dentro del marco de la Ley 2272 de 2022 “Ley de Paz Total”. (Minenergía, 2024)

Unidad: Categórica.

Tipo: Cualitativa.

Fuente de datos:

- Documentos oficiales del Programa
- Registros del Departamento Nacional de Planeación (DNP)

- Informes de seguimiento a la implementación de la Ley de Paz Total
- Bases de datos de proyectos del Ministerio de Hacienda relacionados con ZOMAC.

Criterios de valoración:

- **Sin proyectos de paz:** No existen iniciativas de paz identificadas en el territorio.
- **Proyectos en planeación:** Hay proyectos relacionados con la paz en etapa de diseño o aprobación, pero no se han iniciado actividades.
- **Proyectos implementados:** Proyectos relacionados con la paz que han sido parcialmente ejecutados o con avances limitados.
- **Proyectos activos:** Proyectos de paz en pleno funcionamiento, con impacto visible en la comunidad.

Territorios del Sistema Nacional de la Reforma Agraria y Desarrollo Rural, entre otras

Definición: Variable que identifica comunidades ubicadas en territorios constituidos en el marco de la Ley 160 de 1994 y demás normas relacionadas o las que la modifiquen o complementen, con el fin de evaluar su nivel de priorización en términos de reforma agraria y desarrollo rural. (Minenergía, 2024)

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativa.

Fuente de datos:

- Registros del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER)
- Informes de implementación de políticas agrarias
- Documentos relacionados con el Programa Nacional de Reforma Agraria
- Bases de datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Criterios de valoración:

- **No están priorizados:** Los territorios no cuentan con iniciativas de reforma agraria o desarrollo rural identificadas.
- **Priorización en fase de planeación:** Se encuentran en etapa de diseño o aprobación de estrategias relacionadas con reforma agraria, pero no se han iniciado acciones.
- **Priorización en etapas iniciales:** Existen avances limitados, como actividades preliminares para la implementación de proyectos en el marco de la reforma agraria.
- **Priorización avanzada:** Los territorios tienen proyectos en ejecución activa y consolidación en el marco de la reforma agraria o desarrollo rural.

¿Los techos o superficies de tierra potencialmente viables son propiedad de los miembros de la comunidad?

Definición: Evalúa el porcentaje de techos o superficies de tierra viables para la implementación del proyecto que son propiedad de los miembros de la comunidad. (Minenergía y CIAT, 2021)

Unidad: Porcentaje (%).

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos:

- Registros catastrales.
- Encuestas a los propietarios en la comunidad.
- Documentación de propiedad (escrituras, certificados de tradición y libertad).
- Evaluaciones del proyecto que identifiquen las superficies técnicamente viables.

Transparencia de los datos

Definición: Grado de acceso y claridad de la información del proyecto proporcionada a la comunidad, evaluando si los datos son comprensibles, accesibles y actualizados. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023)

Unidad: Categórica.

Tipo: Cualitativo.

Fuente de datos:

- Encuestas a la comunidad beneficiada.
- Revisión de los canales de difusión del proyecto (páginas web, boletines, informes técnicos).

- Evaluaciones independientes sobre la calidad de la información.

Criterios de valoración (Niveles):

- No existe acceso: No hay acceso a datos, o la información es completamente opaca.
- Información limitada y poco clara: La información es insuficiente o difícil de entender.
- Información moderadamente accesible y clara: Los datos son accesibles, pero con falta de detalle o actualización.
- Información completamente accesible, clara y actualizada: Los datos están disponibles, actualizados y presentados de forma comprensible para la comunidad.



A1.5. Indicadores Técnicos

¿Hay capacidad disponible en el circuito de distribución local para la capacidad de generación estimada? (Capacidad disponible en el circuito de distribución local)

Definición: Verificación técnica de que el circuito de distribución puede manejar el incremento de generación sin exceder el límite del 50% de capacidad. (Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Porcentaje (%)

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos:

- Informes técnicos de operadores de red.
- Estudios de capacidad de carga de los circuitos.
- Proyecciones de generación distribuida.

Metodología de cálculo:

$$\text{Capacidad utilizada (\%)} = \frac{\text{Capacidad estimada para generación}}{\text{Capacidad total nominal del circuito}} \times 100$$

Donde:

Capacidad estimada para generación y Capacidad total nominal del circuito se expresan en kW o MW dependiendo del tamaño y el alcance del sistema

¿Se trata de una comunidad ya postulada y focalizada?

Definición: Evalúa el estado actual del proceso de postulación y focalización de una comunidad energética para ser considerada en programas de desarrollo energético (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativo.

Fuente de datos:

- Registros administrativos de convocatorias o proyectos de comunidades energéticas.
- Informes de evaluación técnica y social.
- Documentos oficiales de postulación.

Criterios de evaluación:

- **Ni postulada ni focalizada:** No existen registros ni intenciones documentadas de postulación.
- **En proceso de postulación:** Se están reuniendo los requisitos o completando los procesos iniciales de postulación.
- **Postulada y parcialmente focalizada:** La comunidad ha sido postulada formalmente, pero aún no cuenta con un plan de focalización completo.
- **Postulada y focalizada:** La comunidad ha sido postulada y se encuentra plenamente incluida en los planes de desarrollo o focalización.

Ahorro de energía de la red

Definición: Reducción estimada en el consumo de energía de la red eléctrica del SIN como resultado del proyecto. (LIGHTNESS, 2020)

Unidad: Porcentaje (%)

Tipo: Cuantitativo

Fuente de datos: Datos reales de consumo antes y después de la participación en la comunidad energética (CEC).

Metodología de cálculo:

$$\text{Ahorro energético (\%)} = \frac{\text{Demanda inicial} - \text{Demanda posterior al CE}}{\text{Demanda inicial}} \times 100$$

Donde,

Demanda inicial: Consumo energético del SIN antes de la implementación de la comunidad energética (CE), en kWh o MWh

Demanda posterior al CEC: Consumo energético del SIN después de la implementación de la comunidad energética (CE), en kWh o MWh

Calidad del servicio (Frecuencia y duración de interrupciones)

Definición: Incorporar variables de calidad del servicio permitirá reflejar la continuidad percibida del servicio eléctrico en áreas específicas. Esto puede aportar información valiosa para priorizar aquellas zonas con deficiencias en la calidad del servicio, donde las Comunidades Energéticas podrían generar impactos positivos (SSPD, 2023).

Unidad: Categórica

Tipo: Cualitativa Fuente de datos:

- Registros de interrupciones suministrados por la empresa distribuidora de energía.
- Dispositivos de monitoreo instalados en hogares o instalaciones comunitarias.
- Encuestas aplicadas a los usuarios para validar percepciones sobre las interrupciones.

Criterios de valoración:

- Baja calidad: Más de 10 interrupciones al mes con duración promedio superior a 4 horas.
- Moderada calidad - baja: Entre 7 y 10 interrupciones al mes con duración promedio entre 2 y 4 horas.
- Moderada calidad - alta: Entre 3 y 6 interrupciones al mes con duración promedio entre 1 y 2 horas.
- Alta calidad: Menos de 3 interrupciones al mes con duración promedio inferior a 1 hora.

Capacidad técnica local

Definición: Mide el porcentaje de miembros de la comunidad que poseen las habilidades técnicas necesarias para operar y mantener los sistemas energéticos implementados en el proyecto. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Porcentaje. Tipo: Cuantitativo. Fuente de datos:

Encuestas a los miembros de la comunidad para evaluar su nivel de conocimiento técnico. Registros de formación técnica previa o experiencia laboral relacionada.

Resultados de actividades de capacitación realizadas como parte del proyecto.

Metodología de cálculo:

$$\text{Capacidad técnica (\%)} = \frac{\text{Número de miembros con habilidades técnicas}}{\text{Número de miembros total en la comunidad}} \times 100$$

Grado de avance del sistema energético que se proyecta implementar

Definición: Mide el nivel de preparación técnica, operativa y administrativa del sistema energético en el proceso de desarrollo, desde la etapa de planificación inicial hasta estar listo para su implementación. (Minenergía y CIAT, 2021; Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energeia, 2023).

Unidad: Categórica.

Tipo: Cualitativo. Fuente de datos:

- Informes técnicos y de planificación.
- Cronogramas del proyecto.
- Evaluaciones realizadas por los responsables del proyecto.

- Registros administrativos sobre licencias, permisos y aprobaciones. Criterios de valoración:
- Sin planificación: No se han iniciado actividades de planificación ni diseño.
- Planificación inicial: Se han definido objetivos y se han iniciado las actividades de planificación, pero sin avances significativos en diseño o permisos.
- Planificación intermedia: El diseño técnico está en desarrollo o completado, con avances significativos en permisos y gestiones administrativas.
- Sistema listo para implementación: El sistema está completamente diseñado, con permisos, recursos y logística asegurados para su ejecución.

Pérdidas de Energía Eléctrica

Definición: Evaluar las pérdidas eléctricas en áreas específicas es esencial para identificar zonas con problemáticas de conexiones irregulares. En estos casos, las soluciones orientadas a Comunidades Energéticas pueden actuar como habilitadoras para la normalización de redes eléctricas, contribuyendo a la mejora de la infraestructura, la formalización del acceso al servicio y disminución de riesgos de recaer en comportamien-

tos ilegales o pasar a condiciones de morosidad en los pagos. (BID, 2024)

Unidad: Porcentaje.

Tipo: Cuantitativo.

Fuente de datos:

Registros de las empresas distribuidoras de energía (medición de energía entregada vs. energía consumida).

Auditorías de infraestructura eléctrica. Inspecciones técnicas en las zonas afectadas.

Metodología de cálculo:

$$\text{Pérdidas de energía (\%)} = \frac{ED - EC}{ED} \times 100$$

Donde,

ED: Energía entregada por el sistema eléctrico en la zona (kWh).

EC: Energía facturada o consumida (kWh).



Referencias

- Antonia Proka, R. (2024). *Barriers and opportunities for the development of Energy communities with municipal involvement*. Funding from the European Union's LIFE programme.
- Cepeda, D. (2024, 10 noviembre). Contratos energéticos al alza pese a la volatilidad de precios. *El País*. https://elpais.com/extra/energias-renovables/2024-11-10/contratos-energeticos-al-alza-pese-a-la-volatilidad-de-precios.html?utm_source=chatgpt.com
- Banco Interamericano de Desarrollo – BID. (2024). Economía de las pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe / editores, Rigoberto Ariel Yépez-García, Raúl Jiménez Mori. <https://publications.iadb.org/es/economia-de-las-perdidas-de-electricidad-en-america-latina-y-el-caribe>
- Censat Agua Viva, Comunidades SETAA, RedBio-Col-Nodo Santander, Colectivo de Reservas Comunitarias y Campesinas de Santander, Fundaexpresión, Cooperativa Multiactiva Coosaviundidos, Corporación Grupo Semillas, Asociación de Mujeres Campesinas de Matanza.
- H.R. Cristian Avendaño, y ACIN-Sxhab Wala Kiwe. (2023). Promoción y fortalecimiento de las Energías Comunitarias en Colombia. Propuestas para el Plan Nacional de Desarrollo 2023-2026, Ruta de la Transición Energética Justa y Planes Departamentales y Municipales de Desarrollo. <https://comunidadessetaa.org/wpcontent/uploads/2023/02/Promocion-y-fortalecimiento-de-las-Energias-Comunitarias-enColombia.pdf>
- Departamento de Género y No-discriminación (GEDI) de América Latina y el Caribe. (2024). Cerrar la brecha de género para impulsar la economía y la productividad en América Latina. <https://www.ilo.org/es/publications/serie-panorama-laboral-en-america-latina-y-el-caribe-2024- cerrar-la-brecha-0>
- Energy Reinvented Community*. (2024). Obtenido de Focus Groups: <https://www.energyreinventedcommunity.com/about-us/focus-groups>
- EnerInvest – Plataforma Española de Financiación de Energía Sostenible. (2018). Guía para la financiación de energía sostenible.
- Gobierno de Colombia. (2021). Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París. MinAmbiente, DNP, Cancillería, AFD, Expertise France, WRI: Bogotá. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-2050/>
- Greg de Temmerman, K. (2022). Overview of the EROI, a tool to measure energy availability through the energy transition. 2022 8th International Youth Conference on Energy (IYCE'22), Jul 2022, Eger, Hungary. 10.1109/IYCE54153.2022.9857542. <https://www.ecoserveis.net/wp-content/uploads/2019/04/guia-para-la-financiacion-de-proyectos-de-energia-sostenible-2a-edicion.pdf>
- IEA (2021), Spanish translation of Financing Clean Energy Transitions in Emerging and Developing Economies (Executive Summary). https://iea.blob.core.windows.net/assets/8a73ee86-5440-4f5a-9473-ed1400a53787/WEI2021_Financingcleanenergytransitions_ExecutiveSummary_Spanish.pdf
- LIGHTNESS. (2020). Market uptake of Citizen Energy Communities enabling high penetration of López, M., Sarmiento, L., y Rodríguez, P. (2016). Análisis de costos de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema eléctrico colombiano. Ingeniería y Desarrollo.
34. 397. https://www.researchgate.net/publication/309534931_Analisis_de_costos_de_la_generacion_de_energia_electrica_mediante_fuentes_renovables_en_el_sistema_electrico_colombiano
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FIA-PP. (2024). Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Clima - ECDBC. <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono-y-resiliente-al-clima-ecdbc/>
- Ministerio de Minas y Energía y Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. (2021). Recomendaciones para el desarrollo de Comunidades Energéticas. PIGCCME 2050. https://pigccme.minenergia.gov.co/public/uploads/web_documentos/62fbc0867d856.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (24 de abril 2024). Resolución 40137 de 2024. https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_min-minas_40137_2024.htm
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD Colombia. (2024). La dependencia del país y de los territorios de los hidrocarburos y el carbón en Colombia y la necesidad de la diversificación de las exportaciones y de la producción ante la transición energética. Documentos de antecedentes del Informe Nacional de Desarrollo Humano 2024. <https://indh2024.pnud.org.co/hd/papers/13-La-dependencia-del-pais-y-de-los-territorios-de-los-hidrocarburos-y-el-carbon-en-Colombia.pdf>
- Quiroga, L. (25 de enero de 2024). El doble de tiempo en trámites está demorando entrada de más parques solares y eólicos. El tiempo. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-doble-de-tiempo-en-tramites-esta-demorando-entrada-de-mas-parques-solares-y-eolicos-848478>
- Rendón, O. (23 de marzo 2024). ¿Por qué es tan caro el recibo de la luz en la Costa Caribe? *El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/negocios/por-que-es-tan-caro-el-recibo-de-la-luz-en-la-costa-caribe-CO24084204>
- renewable energy sources. D3.2: Report on the definition of the KPIs Assessment frameworks. <https://www.lightness-project.eu/resources/lightness-materials/regulatory-roadmaps/>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD. (2023). Diagnóstico de la calidad del servicio de energía eléctrica en Colombia 2022. Superintendencia delegada para energía y gas. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-de-Calidad-del-Servicio-de-Energia-2022.pdf>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD. (2024). Boletín tarifario – Trimestre 2024. Superintendencia delegada para energía y gas combustible. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Boletin-tarifario-de-energia-primer-trimestre-de-2024.pdf>
- Tierra, A. d. (s.f.). *Guía para crear una comunidad energética*. Obtenido de <https://www.tierra.org/comunidades-energeticas/guia-tu-comunidad-energetica-paso-a-paso/>
- Universidad EIA, Transactive Energy Colombia y Energiea. (2023). Guía para desarrollar Comunidades Energéticas en Colombia. https://www.eia.edu.co/wp-content/uploads/2023/10/2.-Guías-Comunidades_Espanol_vfinal.pdf
- Vogel, Helene (2024) The Impact of Energy Communities : An Explorative Interview Study on the Psychological and Social Impact of Energy Communities on their Participants and Local Community.
- Zishuo Huang, H. Y. (2015). *ScienceDirect: Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Obtenido de Methods and tools for community energy planning: A review: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032114009733>



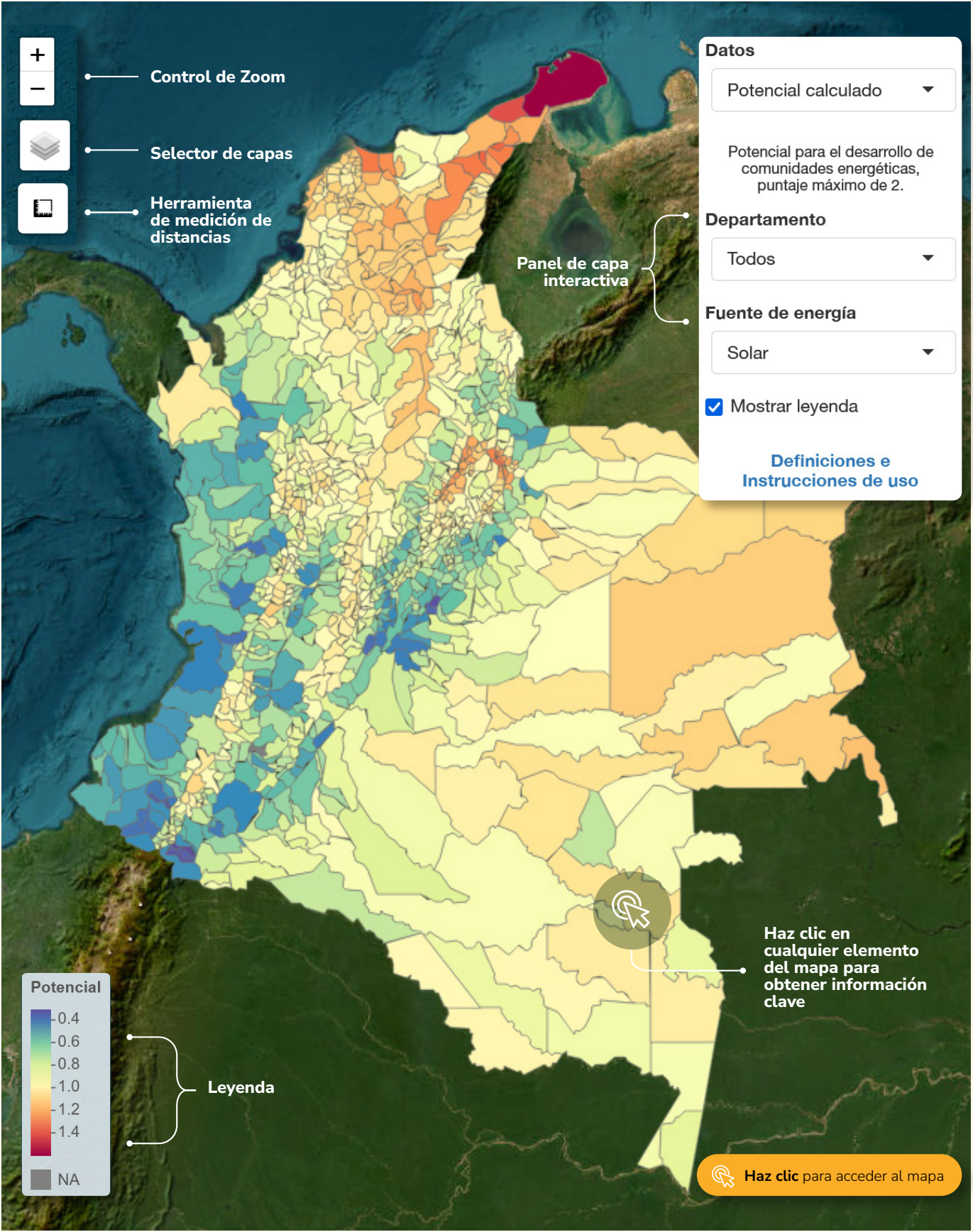
Anexo 1: Instrucciones de uso mapa interactivo “Potencial para desarrollo de comunidades energéticas por municipio”

1. Interfaz de usuario

El objetivo de esta aplicación es presentar el resultado del cálculo de potencial para desarrollo de comunidades energéticas por municipio en Colombia, con enfoque social, ambiental, económico y técnico, incluyendo los datos base utilizados en el análisis. La herramienta es interactiva permitiendo filtrar y visualizar en el mapa múltiple información al tiempo, con una capa base la cual se selecciona en el panel de la derecha, y capas de contexto con información adicional,

que se pueden seleccionar haciendo clic en el ícono de la izquierda. Todas las capas se reproyectaron a WGS-84 y se simplificaron para conservar el 0,01 de los detalles de topología con el fin de hacer la aplicación más rápida.

Al hacer clic en cada municipio o elemento visual del mapa se mostrará una ventana con más información de acuerdo con la capa seleccionada. Al hacer clic en el ícono de la izquierda, podrá medir distancias entre dos puntos que se seleccionen con el puntero.



2. Variables incluidas en la aplicación

Variables de la capa de datos por municipio (panel derecho)


La capa de datos es interactiva, y su contenido se modifica según los filtros del panel derecho. Se elaboró a partir de la capa de Municipios, Distritos y Áreas no municipalizadas de Colombia (IGAC, 2024-1). Esta incluye las siguientes variables disponibles para ser visualizadas a nivel de municipio:




Potencial calculado

El puntaje de potencial para el desarrollo de comunidades energéticas “Potencial calculado” se estimó con la ponderación de las variables de la tabla 1 más el potencial normalizado de cada tipo de energía (Pestaña “Fuente de energía”: eólica, solar, hídrica, biomasa animal y biomasa vegetal), para un puntaje máximo de 2. Para más información, clic aquí.



Tabla 1. Variables incluidas en el análisis de potencial para el desarrollo de comunidades energéticas.

Tipología	Variable	Peso
 Ambiental	Índice de riesgo ajustado por capacidades	10%
	Vulnerabilidad al cambio climático	5%
	Precipitación multianual	5%
TOTAL AMBIENTAL		20%

Tipología	Variable	Peso
 Social	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (Proporción de personas en necesidad)	5%
	Índice Multidimensional de Pobreza Energética media anual	8%
	Consejos comunitarios (SI o NO)	5%
	Resguardos Indígenas Formalizados y Cartografiados (SI o NO)	5%
	Zonas de Reserva Campesina (SI o NO)	5%
	Territorios campesinos agroalimentarios (SI o NO)	5%
	Municipios pertenecientes a las zonas más afectadas por el conflicto armado - ZOMAC (SI o NO)	5%
	Tasa de desempleo por género	2%
TOTAL SOCIAL		40%
 Económico	Recursos regalías pagados promedio 2024 segundo semestre	4%
	PIB promedio anual en pesos	3%
	Pérdida anual esperada multiamenaza (inundación, huracán, sismo, ciclón, tsunami)	8%
TOTAL ECONÓMICO		15%
 Técnicas	Índice de cobertura de energía eléctrica por municipio	25%
TOTAL TÉCNICO		25%



I. Potencial de poder fotovoltaico promedio

Es la cantidad de energía que se puede producir de acuerdo con la radiación solar disponible (kWh/kWp). Los municipios con mayor capacidad de producción tienen mayor viabilidad para proyectos de energía solar.

Fuente: [WBG, 2024-1](#).

II. Densidad media de potencia eólica a 50m

Es la densidad promedio de potencia eólica a 50 metros de altura (W/m2) por municipio. Los municipios con mayor densidad tienen un mayor potencial para desarrollar proyectos de generación eólica.

Fuente: [WBG, 2024-2](#).

III. Sumatoria de potenciales hidroenergéticos por subzona hidrográfica Lc 1 km (kW)

Es la suma total del potencial de generación de electricidad (Kw) de las subzona hidrográficas en un municipio. Las regiones con mayores capacidades hidroeléctricas son ideales para proyectos sostenibles basados en esta fuente renovable.

Fuente: [UPME, 2024](#).

IV. Potencial energético biomasa total animal

Evalúa la disponibilidad de residuos pecuarios en una región, que pueden utilizarse para generar energía a través de biomasa. Los municipios con mayores can-

tidades de residuos tienen un mayor potencial para el desarrollo de estos proyectos.

Fuente: [UPME, 2024](#).

V. Potencial energético biomasa total vegetal

Evalúa la disponibilidad de residuos vegetales en una región, que pueden utilizarse para generar energía a través de biomasa. Los municipios con mayores cantidades de residuos tienen un mayor potencial para el desarrollo de estos proyectos.

Fuente: [UPME, 2024](#).

VI. Índice de cobertura de energía eléctrica (ICEE)

Refleja el porcentaje de hogares en un municipio que cuentan con acceso al servicio de energía eléctrica. Se interpreta como un indicador inverso para priorizar el potencial de implementación de comunidades energéticas. Un menor porcentaje de cobertura eléctrica refleja una mayor necesidad y, por ende, un mayor potencial para estas iniciativas. Por el contrario, los municipios con alta cobertura eléctrica tienen menor prioridad en la implementación.

Fuente: [UPME, 2024](#).

VII. Población vulnerable según Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

Mide el porcentaje de población en un municipio que carece de acceso a servicios básicos, como agua, elec-

tricidad y saneamiento según el NBI. Un mayor porcentaje refleja una mayor necesidad de intervención, lo que aumenta el potencial de implementación de comunidades energéticas en el municipio.

Fuente: [DANE, 2018](#).

VIII. Precipitación total anual promedio multianual 1970-2000

Es el promedio multianual de lluvias acumuladas en un cada municipio, calculado a lo largo de 30 años o más. Este indicador permite identificar los municipios más o menos lluviosos para priorizar proyectos energéticos que sean sensibles a la lluvia. La información original está por categorías, por lo cual del mapa presenta los datos transformados a una variable numérica según:

Categoría	Rango
1	0-500 mm
2	500-1000 mm
3	1000-1500 mm
4	1500-2000 mm
5	2000-2500 mm
6	2500-3000 mm
7	3000-4000 mm
8	4000-5000 mm
9	5000-7000 mm
10	7000-9000 mm
11	9000-11000 mm
12	>11000 mm

Fuente: [IDEAM, 2015](#).

IX. Vulnerabilidad al cambio climático

Se define como el grado en que un sistema natural, social o económico es susceptible de ser afectado por los impactos del cambio climático; incluye factores como la exposición a fenómenos climáticos extremos,

la sensibilidad de las comunidades y ecosistemas frente a estos eventos, y la capacidad adaptativa para mitigar sus efectos.

La fuente está categorizada, por lo que se le asignó un valor numérico a cada categoría como se ilustra en la tabla, luego se promediaron los valores por cada municipio.

Categoría	Rango
1	0-500 mm
2	500-1000 mm
3	1000-1500 mm
4	1500-2000 mm
5	2000-2500 mm

En el contexto de las comunidades energéticas, la vulnerabilidad al cambio climático refleja los riesgos asociados a la implementación y sostenibilidad de los proyectos en regiones particularmente afectadas por estos fenómenos.

Fuente: [IDEAM, 2015](#).

X. Índice de riesgo ajustado por capacidades

Esta variable mide el nivel de riesgo de un municipio frente a desastres naturales, ajustado por su capacidad institucional y comunitaria para responder a ellos. Los valores del índice están en un rango de 0 a 100, donde 0 representa un municipio con menor riesgo y mayor capacidad, y 100 indica un municipio con mayor riesgo y baja capacidad, según lo indicado por el DNP.

Fuente: [PTC, 2024](#).

XI. Pérdida anual esperada multiamenaza

Hace referencia a la pérdida monetaria anual esperada por múltiples amenazas ambientales (ciclones, inundaciones, tsunamis y sismos) en millones de pesos a nivel municipal. La Pérdida Anual Esperada (PAE o o Average Annual Loss, AAL, en inglés), es el valor

anual esperado de la pérdida o el equivalente al pago anual que se necesitaría para compensar las pérdidas acumuladas en una ventana de tiempo larga. Para el cálculo de la AAL, el proceso de ocurrencia de los escenarios de daño se supone estacionario. Esta pérdida anual promedio es una métrica útil porque encierra en un valor único los impactos (en términos de pérdidas económicas) de la ocurrencia de escenarios peligrosos sobre elementos expuestos vulnerables.

Los municipios con menores pérdidas anuales esperadas tienen un mayor potencial para implementar comunidades energéticas, ya que enfrentan menos riesgos que comprometan su sostenibilidad.

Fuente: IGAC, 2024-1.

XII. Producto Interno Bruto (PIB) promedio 2011-2020

Corresponde al valor monetario total de los bienes y servicios producidos en durante un año, en miles de millones de pesos. Este indicador mide la actividad económica general del municipio y sirve para evaluar su desempeño económico a lo largo del tiempo, proporcionando una base comparativa para analizar el crecimiento, la productividad y el bienestar económico de su población.

Los municipios con un PIB promedio anual más alto tienen menos necesidades para implementar comunidades energéticas, ya que cuentan con mayores recursos disponibles y un desarrollo económico más avanzado.

Fuente: DANE, 2023.

XIII. Recursos de regalías pagados el primer semestre de 2024

Mide el presupuesto destinado a regalías pagadas por cada municipio durante el primer semestre de 2024, representando su capacidad histórica para financiar proyectos energéticos. Un mayor monto de regalías indica una mayor disponibilidad de recursos, lo que incrementa el potencial para la implementación de comunidades energéticas en el territorio. Hay que tener

en cuenta que el pago por regalías no es constante, y este sólo representa un período de seis meses.

Fuente: DNP, 2024.

XIV. Cantidad de empresas agropecuarias

Representa el número de empresas en el sector agropecuario por municipio, dando idea de la demanda energética industrial agropecuaria y la presencia de empresas que potencialmente generan biomasa residual. Un mayor número de empresas agropecuarias refleja mayor número de entidades que pueden brindar apoyo en la generación de biomasa, y por tanto incrementa el potencial de desarrollo de comunidades energéticas basadas en este tipo de energía en el municipio.

Fuente: DANE, 2022.

XV. Cantidad de empresas agroindustriales

Representa el número de empresas en el sector agroindustrial por municipio, dando idea de la demanda energética agroindustrial y la presencia de empresas que potencialmente generan biomasa residual. Un mayor número de empresas agroindustriales refleja mayor número de entidades que pueden brindar apoyo en la generación de biomasa (en menor medida que las empresas agropecuarias), y por tanto incrementa el potencial de desarrollo de comunidades energéticas basadas en este tipo de energía en el municipio.

Fuente: DANE, 2022.

XVI. Cantidad de empresas forestales

Representa el número de empresas en el sector forestal por municipio, dando idea de la presencia de posibles colaboradores privados en proyectos forestales que podrían generar biomasa residual. Un mayor número de empresas forestales refleja mayor número de entidades que pueden brindar apoyo en la generación de biomasa y por tanto incrementa el potencial de desarrollo de comunidades energéticas basadas en este tipo de energía en el municipio.

Fuente: DANE, 2022.

XVII. Cantidad de empresas de otros sectores

Representa el número de empresas en otros sectores (industrial, tecnología, servicios, etc.) por municipio, dando idea de la demanda energética actual del sector empresarial. Un mayor número de empresas

refleja mayor demanda actual, se considera neutral en el potencial de desarrollo de comunidades energéticas basadas en este tipo de energía en el municipio.

Fuente: DANE, 2022.



Variables en las capas contexto
(selector de capas 🏠)

I. Proyectos actuales de generación de energía.

Tipo de capa: Puntos.
Definición: Plantas generadoras de energía, según tipo de fuente de energía. Incluye las grandes centrales hidroeléctricas (capacidad > 20 MW).
Fuente: [UPME, 2024](#).

II. Fuentes geotérmicas.

Tipo de capa: Puntos.
Definición: Fuentes de energía geotérmica identificadas, incluye áreas geotérmicas, manantiales y fumarolas.
Fuente: [UPME, 2024](#).

III. Hidroeléctricas.

Tipo de capa: Puntos.
Plantas hidroeléctricas de menor capacidad, según:

Categoría	Rango de capacidad
Pico central hidroeléctrica	0,5 y 5 kW
Micro central hidroeléctrica	5 y 50 kW
Mini central hidroeléctrica	50 y 500 kW
Pequeña central hidroeléctrica	500 y 20.000 kW

Fuente: [UPME, 2024](#).

IV. Embalses.

Tipo de capa: Puntos.
Definición: Sistemas de abastecimiento de agua.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

V. Subestaciones y líneas de transmisión.

Tipo de capa: Puntos y líneas.
Definición: Incluye líneas de transmisión y subestaciones del Sistema de Transmisión Nacional (STN) y regional (STR).
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

VI. Zonas no Interconectadas (ZNI).

Tipo de capa: Puntos.
Definición: Localidades en Zonas no Interconectadas, con fecha de corte a Octubre de 2024.
Fuente: [UPME, 2024](#).

VII. Cabeceras municipales.

Tipo de capa: Puntos.
Definición: Cabeceras de Colombia delimitadas por el DANE dentro del Marco Geoestadístico Nacional año 2020. Las cabeceras municipales son áreas geográficas delimitadas por el perímetro censal. A su interior se localiza la sede administrativa del municipio, es decir la alcaldía.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

VIII. Nombres de municipios.

Tipo de capa: Etiquetas.
Definición: Generado a partir de la capa de cabeceras municipales.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

IX. Vías.

Tipo de capa: Líneas.
Definición: Red Vial Nacional de Carreteras que está conformada por las troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

X. Áreas protegidas.

Tipo de capa: Polígono.
Definición: Incluye SINAP (Parques Nacionales, Santuarios de Fauna y Flora, Reservas Forestales Protectoras, Parques Naturales Regionales y Distritos de Manejo Integrado, Áreas protegidas privadas:

Reservas Naturales de la Sociedad Civil), KBA (Key Biodiversity Areas) Y humedales RAMSAR.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#); [KBA, 2020](#).

XI. Resguardos indígenas.

Tipo de capa: Polígono.
Definición: Se entienden los Resguardos Indígenas como una institución legal sociopolítica de origen colonial, conformada por un territorio reconocido de una comunidad de ascendencia amerindia, con título de propiedad inalienable, colectiva o comunitaria, regido por un estatuto especial autónomo, con pautas y tradiciones culturales propias. Cabe aclarar que solo se incluyen los resguardos cartografiados, ya que no todos lo están.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

XII. Zonas de reserva campesina.

Tipo de capa: Polígono.
Definición: Se entienden las zonas de reserva campesina como un movimiento socio- territorial, las cuales tienen en cuenta una apropiación material y simbólica del espacio geográfico, que pueden o no, coincidir con las formas estatales actuales. Cabe aclarar que solo se incluyen las zonas cartografiadas, ya que no todas lo están.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

XIII. Consejos comunitarios.

Tipo de capa: Polígono.
Definición: Mapa que representa las comunidades negras tituladas. Estas comunidades se organizan como Consejo Comunitario para Solicitar ante el Estado la dotación de tierras en su favor, reglamentada en la Ley 70 de 1993, y en los Decretos 1745 de 1995 compilado en el 1066 de 2015. Se entienden los Consejos Comunitarios Negros como el conjunto de familias de ascendencia afrocolombiana que

poseen una cultura propia, comparten una historia y tienen sus propias tradiciones y costumbres dentro de la relación campo-poblado, que revelan y conservan la conciencia de identidad que las distinguen de otros grupos étnicos.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

XIV. Territorios Campesinos Agroalimentarios.

Tipo de capa: Polígono.
Definición: Los TECAM buscan superar la asimilación propia de los paradigmas clásicos de la reforma y el desarrollismo agrario. reivindican la vida campesina; así como la producción alimentaria por encima de las commodities y las actividades extractivas. Busca el reconocimiento de los derechos colectivos y de especial protección al campesinado desde la participación reforzada y la igualdad material del campesinado desde un enfoque de género, de integración generacional y territorial.
Fuente: [ODT, 2024](#).

XV. Municipios más afectados por el conflicto armado.

Tipo de capa: Polígono.
Definición: El Gobierno Nacional creó, a través del decreto 1650 de 2017, las denominadas Zonas más Afectadas por el Conflicto Armado (ZOMAC), en las que se otorgarán beneficios tributarios para las empresas y nuevas sociedades que desarrollen allí su actividad económica. La idea es acelerar el crecimiento y el desarrollo de las regiones que por décadas han sido las más golpeadas por la violencia, a través de la creación de empresa y la generación de empleo. Para lograrlo se busca incentivar a los empresarios del país a ocupar esas zonas históricamente aisladas por el conflicto con beneficios tributarios que sólo encontrarán en las ZOMAC.
Fuente: [IGAC, 2024-1](#).

3. Información técnica

La aplicación está escrita en lenguaje de programación R, utilizando el entorno Shiny. El archivo .tar contiene un script con el código fuente (script.R), y carpetas con los datos, capas e íconos; listo para publicarse en servidor web. Para verificar los contenidos: extraiga el archivo “mapainteractivocomunidades.tar” con WinRar o similares, adentro hay un archivo sin extensión “mapainteractivocomunidades”. Este a su vez puede extraerse con WinRar: clic derecho > abrir con > WinRAR.

La aplicación podrá publicarse en cualquier servidor de R compatible con Shiny. La implementación se puede hacer en un servidor privado, pero también hay servicios por suscripción (por ejemplo, shinyapps.io).

Para probar el funcionamiento de la aplicación en un servidor temporal, previa a su publicación oficial haga [clic aquí](#).

En caso de dudas pueden comunicarse con el desarrollador: **Diego A. Gomez Morales**
Email: apoyosigifcaya@gmail.com



Referencias

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2018). Información Censo nacional de población y vivienda 2018. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2022). Directorio estadístico de empresas 2019-2021. <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/datos-geoestadisticos/?cod=7>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2023). PIB por Departamento. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

Departamento Nacional de Planeación – DNP (2024). Recursos por Entidad. https://www.datos.gov.co/Economia-y-Finanzas/DNP-RecursosEntidad/wc86-9j4a/about_data

World Bank Group – WBG (2024-1). Global Solar Atlas. <https://globalsolaratlas.info/>

World Bank Group – WBG (2024-2). Global Wind Atlas. <https://globalwindatlas.info/>

IDEAM (2015). Sistema de Información Ambiental de Colombia. <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (2024-1). Repositorio Colombia en Mapas. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (2024-2). Datos Abiertos Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. <https://datos.icde.gov.co/>

Key Biodiversity Areas – KBA (2024). Map Search. <https://www.keybiodiversityareas.org/sites/search>

Ministerio de Medio Ambiente – MMA (2024). Sistema de Información Ambiental de Colombia. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MTIC (2024). Datos Abiertos Colombia. <https://www.datos.gov.co/>

Observatorio de Tierras – ODT (2024). Territorios Campesinos Agroalimentarios – TECAM. <https://www.observatoriodetierras.org/territorios-campesinos-agroalimentarios-tecam/>

Portal Territorial de Colombia – PTC (2024), Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades. <https://portalterritorial.dnp.gov.co/AdmGesRiesgo/iGesRiesgoIndice>

Unidad de Planeación Minero Energética – UPME (2024). Geoportal Sectorial. <https://energia-upme.hub.arcgis.com/>