

Comunidades Energéticas en Colombia: Avances normativos, técnicos y sociales para su
implementación

Cristhian Paul Díaz Severiche

Trabajo de Grado para Optar el Título de:
Especialista en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Director
Juan Manuel Rey López
Doctor en Ingeniería Electrónica

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas
Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Especialización en Sistemas de Distribución en Energía Eléctrica
Bucaramanga
2026

Dedicatoria

Al amor que perdí... Al que extraño y anhelo volver a encontrar en esta o en otra vida.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	12
1.1. Objetivo General	12
1.2. Objetivos Específicos	12
2. Marco de teórico y conceptual	13
2.1. Antecedentes	13
2.2. Marco Referencial	15
2.2.1. Transición energética	15
2.2.2. Definición y principios de las comunidades energéticas	17
2.2.3. Gobernanza y participación ciudadana en proyectos energéticos	19
2.2.4. Beneficios sociales, económicos y ambientales de las comunidades energéticas	20
3. Marco normativo de las comunidades energéticas en Colombia	22
3.1. Evolución del marco jurídico energético colombiano	24
3.2. Normas relevantes para las comunidades energéticas	34
3.2.1. Ley 697 de 2001: primer antecedente del uso eficiente y aprovechamiento de energías alternativas	35
3.2.2. Ley 1715 de 2014: incorporación de las energías renovables al sistema energético nacional	35
3.2.3. Resoluciones CREG 030 de 2018 y 174 de 2021: consolidación del modelo de autogeneración y generación distribuida	36
3.2.4. Ley 2099 de 2021: transición energética y ampliación de actores del mercado	37

3.2.5. Ley 2294 de 2023: reconocimiento jurídico de las comunidades energéticas.....	37
3.2.6. Decreto 2236 de 2023 y Resolución CREG 101 072 de 2025: operacionalización de las comunidades energéticas	38
3.3. Políticas públicas e incentivos para la participación ciudadana	40
3.3.1. Incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014: el paquete fiscal de la energía renovable .	40
3.3.2. El FENOGE: instrumento de financiamiento para los actores más vulnerables	45
3.3.3. Financiamiento público y mecanismos de priorización para la participación ciudadana en comunidades energéticas	46
3.3.4. La Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas: instrumento de política pública articulador	48
3.4 Vacíos regulatorios y retos institucionales	48
4. Dimensión social de las comunidades energéticas	51
4.1 Participación comunitaria y empoderamiento local.....	51
4.2. Cohesión social y construcción de capital social.....	54
4.3. Estudios de caso y experiencias comunitarias en Colombia.....	56
Caso 1. Barrio el Salvador, Medellín (Antioquia): la primera comunidad solar urbana con inyección al Sistema Interconectado Nacional	57
Caso 2. Cabo de la Vela y Media Luna, Uribia, La Guajira: primera comunidad energética priorizada en Zona No Interconectada con proyecto productivo integrado.....	59
Caso 3. Comunidades Energéticas Educativas del Chocó: un modelo sectorial para la democratización del acceso en territorios de posconflicto	62
Caso 4. Hospital Lynd Newball, San Andrés y Providencia: primera Comunidad Energética de Salud y modelo de descarbonización insular	64

5. Avances técnicos y operativos	67
5.1. Tecnologías aplicadas a las comunidades energéticas en Colombia	69
5.1.1. El ecosistema tecnológico fotovoltaico: madurez, costos y modularidad	69
5.1.2. Energía eólica: potencial concentrado y barreras de escala.....	70
5.1.3. Sistemas de almacenamiento: el componente crítico del autoabastecimiento.....	71
5.1.4. Pico-hidráulica y biogás: tecnologías complementarias en territorios específicos.....	72
5.2 Infraestructura, operación y mantenimiento de las comunidades energéticas	73
5.2.1. Arquitectura técnica de las microrredes comunitarias	73
5.2.2. Estándares de calidad técnica y fiabilidad de equipos	74
5.2.3. Modelos de operación y mantenimiento: de la dependencia al técnico local	75
5.2.4. Telemetría e inteligencia artificial para la gestión técnica remota	77
5.3. Desafíos técnicos en zonas rurales y no interconectadas	78
5.3.1. La paradoja geográfica: alto potencial renovable y bajo acceso energético.....	78
5.3.2. Logística de instalación y acceso físico al territorio	79
5.3.4. Brecha de conectividad digital y capacidades técnicas locales	80
6. Oportunidades y desafíos para las comunidades energéticas en Colombia.....	81
6.1. Síntesis de los avances normativos, sociales y técnicos	82
6.1.1. Un marco normativo construido en tiempo récord, con vacíos de segundo nivel	82
6.1.2. Avances sociales: desde la demanda espontánea hasta la institucionalización	84
6.1.3. Avances técnicos: expansión cuantitativa sin equivalencia en las ZNI.....	86
6.2. Principales barreras para la implementación	86
6.2.1. Barrera estructural: la brecha entre postulación e implementación	86
6.2.2. Barrera financiera: el problema del capital inicial y la sostenibilidad fiscal del subsidio ..	87

6.2.3. Barrera institucional: la fragmentación interinstitucional como costo de transacción	88
6.2.4. Barrera política: inestabilidad regulatoria y riesgos de discontinuidad	89
6.3. Oportunidades de desarrollo en el contexto nacional	90
6.3.1. El andamiaje climático internacional como palanca de financiamiento	90
6.3.2. El posconflicto como laboratorio de innovación en gobernanza energética comunitaria ..	91
6.3.3. La transformación del subsidio en inversión: la apuesta de Colombia solar	92
6.3.4. La economía popular y solidaria como plataforma organizativa.....	93
7. Conclusiones.....	94
Referencias Bibliográficas	97

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Evolución marco jurídico energético colombiano</i>	31
Tabla 2 <i>Ficha técnica comunidad energética barrio El Salvador</i>	59
Tabla 3 <i>Ficha técnica comunidad energética Media Luna</i>	61
Tabla 4 <i>Ficha técnica Comunidades Energéticas Educativas del Chocó</i>	63
Tabla 5 <i>Ficha técnica Comunidad Energética de Salud San Andrés y Providencia</i>	65

Resumen

Título: Comunidades Energéticas en Colombia: Avances normativos, técnicos y sociales para su implementación*

Autor: Cristhian Paul Díaz Severiche**

Palabras Clave: Comunidades energéticas, transición energética, participación ciudadana, gobernanza energética, energías renovables, sostenibilidad, generación distribuida.

Descripción:

La transición energética ha adquirido una relevancia creciente en Colombia como estrategia para avanzar hacia un sistema energético más sostenible, descentralizado e inclusivo. En este contexto, las comunidades energéticas han emergido como una figura orientada a promover la participación ciudadana en la generación, gestión y aprovechamiento de la energía mediante esquemas colectivos sustentados en fuentes renovables y modelos de gobernanza local. El propósito de esta monografía fue analizar el desarrollo normativo, institucional, social, técnico y operativo de las comunidades energéticas en Colombia, identificando sus avances, limitaciones y perspectivas dentro del proceso de transición energética nacional. La investigación se desarrolló mediante una metodología de carácter documental y analítico, basada en la revisión normativa vigente, documentos institucionales, literatura académica especializada y experiencias implementadas en el contexto colombiano. El estudio permitió identificar que el país ha construido en los últimos años un marco regulatorio específico para habilitar estas iniciativas, consolidado principalmente a partir de la Ley 2294 de 2023, el Decreto 2236 de 2023, la Resolución 40509 de 2024 y desarrollos regulatorios posteriores.

Asimismo, se evidenció que las comunidades energéticas trascienden el ámbito tecnológico y constituyen mecanismos de fortalecimiento de la participación comunitaria, generación de capital social y apropiación territorial de los proyectos energéticos.

* Trabajo de Grado

* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.
Director Juan Manuel Rey López

Abstract

Title: Energy Communities in Colombia: Regulatory, technical and social advances for their implementation*

Author: Cristhian Paul Díaz Severiche**

Key Words: Energy communities, energy transition, citizen participation, energy governance, renewable energy, sustainability, distributed generation.

Description: The energy transition has gained increasing relevance in Colombia as a strategy to advance toward a more sustainable, decentralized, and inclusive energy system. In this context, energy communities have emerged as a model aimed at promoting citizen participation in the generation, management, and use of energy through collective schemes supported by renewable energy sources and local governance models. The purpose of this monograph was to analyze the regulatory, institutional, social, technical, and operational development of energy communities in Colombia, identifying their progress, limitations, and future perspectives within the national energy transition process.

The research was conducted using a documentary and analytical methodology based on the review of current regulations, institutional documents, specialized academic literature, and implemented experiences in the Colombian context. The study found that, in recent years, the country has developed a specific regulatory framework to enable these initiatives, mainly consolidated through Law 2294 of 2023, Decree 2236 of 2023, Resolution 40509 of 2024, and subsequent regulatory developments.

Likewise, the findings show that energy communities extend beyond the technological dimension and function as mechanisms for strengthening community participation, generating social capital, and fostering territorial ownership of energy projects.

* Bachelor Thesis

* Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. Director Juan Manuel Rey López

Introducción

Colombia se ha propuesto reducir su dependencia de los combustibles fósiles y diversificar su matriz energética. En este contexto, las comunidades energéticas emergen como una alternativa estratégica para avanzar hacia un sistema energético más sostenible, descentralizado y participativo. Estas iniciativas permiten que grupos organizados como asociaciones vecinales, cooperativas o comunidades rurales asuman un rol activo en la generación, gestión y consumo de energía limpia. Este modelo no solo promueve la sostenibilidad ambiental, sino que también fortalece el tejido social y la autonomía energética de los territorios.

Sin embargo, a pesar de los avances normativos en Colombia, persisten vacíos regulatorios que dificultan la implementación efectiva de estas iniciativas. La falta de definición clara sobre roles, responsabilidad e incentivos para los actores involucrados limita su desarrollo. Desde el punto de vista técnico, se evidencian restricciones en infraestructura, interoperabilidad de sistemas, acceso a tecnologías renovables y modelos de gestión adaptados a contextos comunitarios. En el ámbito social, las barreras incluyen la escasa información disponible, la baja apropiación de los proyectos por parte de las comunidades y las dificultades organizativas, especialmente en zonas rurales y apartadas.

Si bien Colombia ha logrado avances importantes mediante la expedición de normativas como la Ley 1715 de 2014, el Decreto 2236 y las disposiciones incluidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, resulta necesario analizar en detalle cómo estas medidas regulatorias,

junto con los avances técnicos y sociales, inciden en la consolidación y desarrollo de las comunidades energéticas.

Es pertinente, por tanto, realizar un análisis crítico del estado actual de estas comunidades en el país, identificando tanto los avances alcanzados como las barreras que dificultan su implementación. Este ejercicio permitirá no solo comprender la relevancia de las comunidades energéticas dentro del proceso de transición energética, sino también visibilizar su papel como actores estratégicos en la construcción de un modelo energético más democrático, inclusivo y sostenible.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Analizar el estado actual de las comunidades energéticas en Colombia mediante una revisión documental de los avances normativos, técnicos y sociales con el fin de identificar las oportunidades y desafíos que enfrenta su implementación en el contexto nacional.

1.2. Objetivos Específicos

Revisar el marco normativo colombiano vigente sobre comunidades energéticas, identificando como las regulaciones, políticas públicas e incentivos inciden en su desarrollo.

Analizar los aspectos sociales documentados que influyen en la aceptación, participación y consolidación de comunidades energéticas en el país.

Identificar los avances técnicos documentados que contribuyen a la conformación de comunidades energéticas en Colombia.

2. Marco de teórico y conceptual

2.1. Antecedentes

En los últimos años, las comunidades energéticas se han consolidado como uno de los instrumentos más relevantes dentro de los procesos de transición energética, debido a su capacidad para combinar objetivos de sostenibilidad ambiental con nuevas formas de participación ciudadana en el sector energético. Bajo este modelo, los usuarios dejan de desempeñar un papel exclusivamente pasivo como consumidores y pueden involucrarse directamente en actividades de generación, administración y aprovechamiento de la energía. De esta manera, las comunidades energéticas contribuyen al desarrollo de esquemas más descentralizados de organización del sistema energético, fortaleciendo la participación de los actores locales en la gestión de los recursos energéticos (Lowitzsch et al., 2020).

Walker y Devine-Wright (2008) sostienen que el desempeño de las iniciativas de energía comunitaria no depende exclusivamente de los aspectos tecnológicos o financieros del proyecto, sino también del nivel de involucramiento de la población local durante su desarrollo. Desde esta perspectiva, la participación de la comunidad y una distribución justa de los beneficios derivados de la generación energética fortalecen el sentido de pertenencia y la apropiación social del proyecto, factores que contribuyen a su permanencia y sostenibilidad en el tiempo.

De manera complementaria, Wüstenhagen, Wolsink y Burer (2007) desarrollaron un marco conceptual para comprender la aceptación social de las energías renovables, estableciendo

que la implementación exitosa de proyectos comunitarios requiere la convergencia de aceptación sociopolítica, comunitaria y de mercado.

En el ámbito regulatorio, la Unión Europea (UE) ha liderado la institucionalización de las comunidades energéticas mediante la aprobación de la Directiva (UE) 2018/2001 sobre energías renovables y la Directiva (UE) 2019/944 sobre normas comunes para el mercado interior de electricidad. Estas disposiciones reconocen formalmente a las comunidades energéticas como actores del sistema eléctrico, otorgándoles derechos para generar, almacenar, compartir y comercializar energía renovable (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2018, 2019).

Así mismo, informes recientes de la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2023) evidencian que las comunidades energéticas se han convertido en instrumentos clave para acelerar la transición energética en países desarrollados y en desarrollo, especialmente en territorios donde la generación distribuida y los sistemas de energía renovable presentan ventajas económicas y ambientales significativas.

En América Latina, el interés por las comunidades energéticas ha aumentado durante la última década debido a la necesidad de diversificar las matrices energéticas y ampliar el acceso a fuentes renovables. Diversos países han implementado mecanismos regulatorios para fomentar la generación distribuida y la participación ciudadana en proyectos energéticos.

En Brasil, la regulación sobre generación distribuida ha impulsado la creación de esquemas colaborativos de producción energética, permitiendo que grupos de usuarios compartan los beneficios derivados de instalaciones solares fotovoltaicas. De manera similar, Chile ha promovido iniciativas orientadas a la generación comunitaria mediante programas de

energía local y mecanismos de participación ciudadana vinculados a proyectos de energía renovables (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2023).

En Colombia, el desarrollo de comunidades energéticas es un fenómeno relativamente creciente y se encuentra estrechamente vinculado a las políticas de transición energética promovidas durante los últimos años. Un punto de partida importante fue la expedición de la Ley 1715 de 2014, mediante la cual se establecieron mecanismos para fomentar la integración de fuentes no convencionales de energía renovable al sistema energético nacional. Esta norma creó incentivos tributarios y regulatorios que favorecieron el desarrollo de proyectos de autogeneración y generación distribuida.

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Transición energética

La transición energética constituye uno de los procesos más relevantes en la transformación de los sistemas energéticos contemporáneos. Este concepto hace referencia al cambio estructural desde sistemas energéticos basados en combustibles fósiles hacia modelos sustentados en fuentes renovables, descentralizadas y con bajas emisiones de carbono (International Energy Agency [IEA], 2023).

Dicho proceso comprende cambios estructurales en las actividades de generación, transmisión, distribución, almacenamiento y consumo de energía, así como en las tecnologías, los mecanismos de gestión y los marcos de gobernanza que orientan el funcionamiento del sector. Desde esta perspectiva, la transición energética trasciende la simple sustitución de fuentes convencionales por energías renovables, al involucrar modificaciones en las relaciones institucionales, económicas, sociales y políticas que determinan la producción y el acceso a la

energía. La transición energética está estrechamente vinculada con objetivos de sostenibilidad, seguridad energética, mitigación del cambio climático y democratización del acceso a recursos energéticos, convirtiéndose en un elemento central para la construcción de sistemas energéticos mas resilientes, descentralizados y participativos (Chen et al., 2022).

En Colombia, este debate adquiere una relevancia particular debido a que el país combina tres características singulares: una matriz eléctrica históricamente sustentada en generación hidroeléctrica, una alta dependencia económica del sector minero-energético y persistentes desigualdades territoriales en acceso y calidad del servicio energético. Con este fin, la transición energética ha comenzado a ser concebida no solamente como una estrategia de mitigación climática, sino también como una herramienta de desarrollo territorial y reducción de brechas sociales (Ulloa Castrillón, 2024).

La Organización de las Naciones Unidas incorporó el acceso a la energía como uno de los pilares de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En particular, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 (ODS 7) establece la meta de garantizar el acceso universal a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna, reconociendo que la disponibilidad de servicios energéticos constituye un requisito indispensable para el desarrollo sostenible (United Nations, 2015).

Desde este punto de vista surge el denominado trilema energético, desarrollado por el World Energy Council, que plantea que un sistema energético sostenible debe alcanzar simultáneamente:

- Seguridad del suministro energético;
- Equidad en el acceso;
- Sostenibilidad ambiental.

El desafío consiste en que el avance sobre una dimensión pueda generar tensiones con las demás. Por ejemplo, ampliar rápidamente infraestructura renovable puede generar conflictos territoriales si no incorpora mecanismos de participación ciudadana.

Autores como Geels (2014) explican este fenómeno mediante el enfoque de transiciones sociotécnicas según el cual las transformaciones energéticas exitosas requieren cambios coordinados entre la regulación, innovación tecnológica, comportamiento social y capacidades institucionales.

2.2.2. Definición y principios de las comunidades energéticas

Las comunidades energéticas son organizaciones conformadas por personas naturales, jurídicas o entidades públicas que participan colectivamente en actividades relacionadas con la generación, almacenamiento, gestión y consumo de energía.

De acuerdo con la European Commission (2022), las comunidades energéticas constituyen organizaciones con personalidad jurídica cuya participación es abierta y voluntaria. En ellas pueden integrarse ciudadanos, pequeñas y medianas empresas, así como autoridades locales, con el propósito de generar beneficios ambientales, económicos y sociales para sus integrantes y para el territorio en el que desarrollan sus actividades. En este modelo, la obtención de rentabilidad financiera no representa la finalidad principal, sino que se prioriza la creación de valor colectivo para la comunidad.

Por su parte, Bauwens et al. (2022) caracterizan las comunidades energéticas como formas de organización colectiva mediante las cuales actores locales participan de manera conjunta en el desarrollo y administración de proyectos energéticos basados, principalmente, en fuentes renovables, con objetivos que trascienden la rentabilidad económica individual y

priorizan la resiliencia comunitaria, la soberanía energética y la cohesión social. Esta perspectiva resulta especialmente pertinente en el contexto latinoamericano donde las motivaciones comunitarias frecuentemente se articulan con demandas históricas de acceso a servicios y reconocimiento territorial.

En el contexto colombiano, la definición de comunidad energética debe incorporar las particularidades estructurales del país: alta dispersión geográfica, presencia de Zonas No Interconectadas (ZNI) que abarcan el 52% del territorio nacional, diversidad étnica y cultural, y una histórica exclusión de las comunidades rurales y periurbanas de los beneficios del sistema energético nacional. Las ZNI se caracterizan por presentar alta presencia de resguardos indígenas y territorios colectivos y concentran el 79% de la población rural del país (IPSE, 2023). Atendiendo esta realidad, el marco normativo colombiano ofrece una definición jurídica más contextualizada: el Decreto 2236 de 2023 define las comunidades energéticas como “grupos organizados de usuarios naturales o jurídicos que pueden asociarse para generar, comercializar y/o usar eficientemente la energía renovable, combustibles renovables y recursos distribuidos” (Ministerio de Minas y Energía, 2023). Guiadas por los principios de equidad y justicia, estas comunidades se consolidan como modelos de generación y uso de energía que promueven la autonomía en la gestión de un recurso estratégico y permiten un crecimiento económico equitativo y en armonía con la naturaleza (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Vanegas Mejía y Morales Puerta (2024) sostienen que las comunidades energéticas representan una construcción territorial que maximiza beneficios, optimiza costos, asume desafíos para la preservación del entorno cultural, natural y social, y gestiona su propio desarrollo energético, constituyéndose así en uno de los ejes de la transición energética justa en Colombia.

2.2.3. Gobernanza y participación ciudadana en proyectos energéticos

La gobernanza energética hace referencia al conjunto de instituciones, mecanismos de coordinación y espacios de participación mediante los cuales se organizan los procesos de decisión relacionados con la generación, distribución y utilización de la energía. Desde esta perspectiva, intervienen múltiples actores públicos, privados y comunitarios cuyas interacciones influyen en el diseño, implementación y evaluación de las políticas energéticas (Sovacool & Florini, 2012). En el ámbito de las comunidades energéticas, este enfoque adquiere un carácter transformador al favorecer esquemas de gestión más descentralizados, en los que la ciudadanía participa de manera activa en la planificación, administración y aprovechamiento de los recursos energéticos.

Bajo este enfoque, las comunidades energéticas permiten avanzar hacia esquemas de autogobierno energético, en los cuales las comunidades participan activamente en la planificación, implementación y apropiación de los beneficios generados por los proyectos. Para garantizar su consolidación y sostenibilidad, resulta necesario desarrollar modelos descentralizados de intercambio energético y plataformas distribuidas que faciliten las transacciones energéticas entre usuarios fortaleciendo procesos de cooperación local y democratización del sistema energético.

En este escenario surge el concepto de democracia energética, estrechamente relacionado con la gobernanza energética y orientado a ampliar la participación ciudadana y el control colectivo sobre los procesos de producción y distribución de energía. De acuerdo con Szulecki (2018), la democracia energética promueve una mayor participación de la ciudadanía y de las comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con los sistemas energéticos, favoreciendo modelos de gobernanza más inclusivos y democráticos. Este enfoque busca que la

transición energética incorpore, además de cambios tecnológicos, transformaciones sociales que fortalezcan el compromiso colectivo con la sostenibilidad.

Este cambio supone reconocer que la transición energética no depende exclusivamente de innovaciones tecnológicas o incentivos económicos, también de la existencia de estructuras de gobernanza capaces de distribuir capacidades de decisión entre distintos niveles territoriales y actores sociales. En este sentido, Meadowcroft (2009) argumenta que las transiciones hacia sistemas energéticos sostenibles constituyen procesos esencialmente políticos, cuya implementación requiere mecanismos de gobernanza multinivel que articulen las decisiones nacionales con las capacidades, necesidades y dinámicas propias de los territorios.

Esta aproximación encuentra respaldo en los planteamientos de Elinor Ostrom (1990), quien demostró que los bienes comunes pueden administrarse de manera eficiente cuando los usuarios establecen reglas de funcionamiento, mecanismos de coordinación y formas de participación que favorecen la cooperación y la supervisión colectiva. Trasladado al ámbito energético, este enfoque permite comprender a las comunidades energéticas como estructuras de gobernanza policéntricas, donde múltiples centros de decisión Estado, reguladores, operadores de red, gobiernos locales y organizaciones comunitarias interactúan para gestionar recursos energéticos compartidos.

2.2.4. Beneficios sociales, económicos y ambientales de las comunidades energéticas

El interés creciente por las comunidades energéticas dentro de las estrategias de transición energética responde no únicamente a su potencial técnico para incorporar fuentes renovables al sistema eléctrico, sino también a su capacidad para producir beneficios multidimensionales sobre los territorios donde se implementan.

Desde el entorno social, uno de los principales aportes de las comunidades energéticas consiste en ampliar la capacidad de las personas y organizaciones locales para intervenir activamente en decisiones que históricamente habían sido concentradas en actores estatales o empresariales.

Desde la dimensión económica, las comunidades energéticas introducen una transformación importante en la forma en que se distribuyen los beneficios derivados de la producción y consumo de energía. Tradicionalmente, los ingresos asociados a la generación eléctrica se concentran en empresas generadoras, comercializadores y operadores del sistema. En contraste, el modelo comunitario busca que parte del valor económico permanezca dentro del territorio mediante esquemas de autoconsumo colectivo, reducción de pagos por energía y aprovechamiento local de excedentes.

Autores como Hewitt et al. (2019) identifica tres mecanismos principales de generación de valor económico:

- Reducción de costos energéticos para hogares y organizaciones participantes;
- Generación de ingresos locales asociados a excedentes o servicios energéticos;
- Dinamización económica mediante empleo y cadenas productivas locales.

La evidencia recopilada por International Renewable Energy Agency (2024) señala que los proyectos comunitarios permiten disminuir la exposición de los usuarios a la volatilidad de precios de combustibles fósiles y mejorar la resiliencia económica territorial frente a choques energéticos. Estos beneficios se vuelven especialmente relevantes en Zonas No Interconectadas, donde el costo de generación mediante diésel suele ser considerablemente superior al costo nivelado de sistemas híbridos con integración solar.

Adicionalmente, el desarrollo de comunidades energéticas puede generar encadenamientos económicos locales relacionados con instalación, mantenimiento, servicios técnicos, monitoreo digital y administración comunitaria de activos energéticos.

En el plano ambiental, las comunidades energéticas se han consolidado como uno de los instrumentos más visibles para acelerar procesos de descarbonización del sistema energético. La generación distribuida basada en fuentes renovables reduce la dependencia de combustibles fósiles y disminuye emisiones asociadas al transporte y transformación de energía.

De acuerdo con el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022), la electrificación de los usos finales de la energía, acompañada por una creciente participación de fuentes renovables y sistemas energéticos más flexibles y descentralizados, constituye una de las principales estrategias para reducir emisiones de gases de efecto invernadero, limitar el aumento de la temperatura global y avanzar hacia el cumplimiento de las metas climáticas internacionales.

La literatura también identifica beneficios ambientales indirectos. Según Sovacool (2021), la participación de los ciudadanos en proyectos energéticos incrementa la aceptación social de tecnologías limpias y favorece cambios de comportamiento orientados al consumo responsable.

3. Marco normativo de las comunidades energéticas en Colombia

El desarrollo de las comunidades energéticas en Colombia se enmarca en un proceso más amplio de transformación del sector energético nacional, orientado hacia la transición energética, la descentralización de la generación y el fortalecimiento de mecanismos de participación ciudadana en la gestión de la energía. En este contexto, el marco normativo adquiere un papel determinante al establecer las condiciones institucionales, regulatorias y operativas que permiten

la conformación, funcionamiento y sostenibilidad de estos nuevos modelos de organización energética.

En Colombia, la construcción de este marco normativo ha sido progresiva y responde tanto a compromisos internacionales en materia de sostenibilidad como a objetivos nacionales relacionados con la democratización del acceso a la energía, la reducción de brechas territoriales y el fortalecimiento de modelos energéticos con mayor participación comunitaria. Este proceso inició con normas orientadas a promover las fuentes no convencionales de energía renovable y evolucionó hacia la incorporación explícita de las comunidades energéticas dentro de la política pública nacional.

Un punto de inflexión en esta evolución regulatoria se produjo con la incorporación del artículo 235 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 y su posterior reglamentación mediante el Decreto 2236 de 2023, que adicionó disposiciones al Decreto 1073 de 2015 y definió formalmente el objeto, las actividades, los mecanismos de registro y los criterios generales de funcionamiento de las comunidades energéticas en el país. Posteriormente, el desarrollo regulatorio continuo con instrumentos complementarios como la Resolución 40509 de 2024, mediante el cual se reglamentó el Registro de Comunidades Energéticas y se establecieron criterios para orientar recursos públicos hacia este tipo de iniciativas.

Desde una perspectiva analítica, el estudio del marco normativo resulta fundamental para comprender cómo las disposiciones legales y regulatorias pueden actuar simultáneamente como mecanismos habilitadores o limitantes del desarrollo de comunidades energéticas. Por ello, el presente apartado examina la evolución del marco jurídico colombiano aplicable a estas iniciativas, identificando las principales normas, políticas e incentivos que han configurado el entorno institucional para su implementación en el contexto nacional.

3.1. Evolución del marco jurídico energético colombiano

El marco normativo de las comunidades energéticas en Colombia es el resultado de una evolución legislativa y regulatoria, cada instrumento jurídico posterior se apoya en los anteriores, amplía su alcance y corrige sus limitaciones configurando un sistema que ha ganado especificidad y coherencia a lo largo del tiempo. A continuación, se analizan los hitos normativos en orden cronológico, identificando para cada uno su aporte específico al ecosistema regulatorio de las comunidades energéticas.

El punto de partida de la arquitectura regulatoria energética colombiana es la **Constitución Política de Colombia** (1991), cuyos artículos 365 a 370 establecen que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado y que este debe asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional, si perjuicio de que su prestación pueda estar a cargo de comunidades organizadas o de particulares. Este mandato constitucional constituye el fundamento jurídico último que legitima la participación comunitaria en la cadena de valor energética.

Sobre esta base constitucional, la **Ley 142 de 1994** estableció el régimen de los servicios públicos domiciliarios, incluyendo la energía eléctrica, su artículo 15 reconoció a las comunidades organizadas como sujetos habilitados para prestar servicios públicos, ampliando el conjunto de actores habilitados más allá de las entidades estatales y empresas privadas tradicionales. Asimismo, la norma señaló que estas comunidades pueden promover y constituir empresas de servicios públicos. Esta disposición adquirió relevancia con la llegada del modelo de comunidades energéticas, toda vez que el Decreto 2236 de 2023 reconoció explícitamente que las comunidades energéticas son una modalidad especial del género de comunidades organizadas habilitadas por la Ley 142 de 1994. Igualmente, la **Ley 143 de 1994** estableció el régimen de las

actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, consolidando la organización institucional y operativa del sector eléctrico nacional. Asimismo, esta norma complementó el esquema regulatorio previsto en la Ley 142 de 1994 y desarrolló las competencias que ejercería la Comisión de Energía Y Gas (CREG) en materia de regulación económica y técnica del servicio público de electricidad.

Durante los primeros años del siglo XXI, el debate energético colombiano comenzó a incorporar preocupaciones relacionadas con sostenibilidad ambiental, eficiencia energética y diversificación de fuentes, en este contexto se promulgó la **Ley 697 de 2001** mediante la cual se declaró el uso racional y eficiente de la energía como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional. Esta norma presentó el primer reconocimiento jurídico explícito de la necesidad de reducir la dependencia de fuentes convencionales e incentivar tecnologías energéticas alternativas, su importancia radica en que introdujo el concepto de gestión eficiente de la energía como componente estratégico de la política energética nacional y abrió el camino para el posterior desarrollo regulatorio de energías renovables.

Posteriormente, la **Ley 1715 de 2014** reguló la integración de las energías renovables no convencionales de energía renovable (FNCER) al Sistema Energético Nacional. Aunque esta norma aún no contempla las comunidades energéticas como una figura jurídica autónoma, si incorporó varios elementos que posteriormente se convertirían en condiciones habilitantes para su desarrollo. En primer lugar, estableció un marco institucional orientado a promover el aprovechamiento de las FNCER mediante instrumentos regulatorios, económicos y administrativos, reconociendo el interés estratégico de estas tecnologías para el desarrollo sostenible y la seguridad energética del país. En segundo lugar, fortaleció el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) como mecanismo de apoyo

para la financiación y promoción de proyectos relacionados con energías renovables y eficiencia energética. Finalmente, impulsó la autogeneración y generación distribuida al habilitar mecanismos como la entrega de excedentes a la red el uso de medición bidireccional y la adopción de procedimientos simplificados de conexión para autogeneradores a pequeña escala, cuyo desarrollo regulatorio quedó a cargo de la CREG. Estas medidas constituyeron antecedentes normativos fundamentales para el posterior surgimiento de esquemas energéticos descentralizados y participativos en Colombia.

En desarrollo de la Ley 1715 de 2014, la **Resolución CREG 030 de 2018** estableció las condiciones regulatorias para la autogeneración a pequeña escala (AGPE) y la generación distribuida (GD) dentro del Sistema Interconectado Nacional, esta regulación constituyó uno de los primeros instrumentos orientados a habilitar la participación activa de los usuarios en el sistema eléctrico colombiano mediante mecanismos que permitieron la entrega de excedentes de energía a la red y su correspondiente reconocimiento económico bajo condiciones definidas por la regulación. El aporte de esta regulación fue significativo porque creó las bases técnicas y regulatorias para el surgimiento del prosumidor, usuario que simultáneamente consume y genera energía, e impulsó el desarrollo de esquemas de generación distribuida asociados principalmente al aprovechamiento de fuentes renovables. Entre sus principales herramientas se incluyeron la medición bidireccional, procedimientos de conexión y reglas para la remuneración de excedentes energéticos.

No obstante, el diseño regulatorio mantuvo un enfoque predominantemente individual, estructurado alrededor de un único usuario asociado a un único punto de conexión y un único contrato de prestación de servicios. Aunque la norma no prohibía expresamente mecanismos colectivos de aprovechamiento energético, tampoco contempló instrumentos regulatorios para

compartir generación o distribuir beneficios entre múltiples usuarios, lo que limitó el desarrollo de modelos colaborativos y comunitarios de energía. Estas restricciones evidenciaron la necesidad de avanzar hacia marcos regulatorios más flexibles y participativos, situación que posteriormente motivó nuevos desarrollos normativos orientados a fortalecer esquemas descentralizados de generación. Posteriormente, la Resolución CREG 030 de 2018 fue derogada por la Resolución CREG 174 de 2021.

La **Ley 2099 de 2021** constituyó una de las reformas más relevantes del marco jurídico energético colombiano posterior a la expedición de la Ley 1715 de 2014, su objetivo consistió en modernizar la legislación vigente y establecer disposiciones orientadas a la transición energética, la dinamización del mercado energético mediante el desarrollo y promoción de fuentes no convencionales de energía y la reactivación económica del país. Aunque esta norma aún no incorporó de manera expresa el concepto de comunidades energéticas, si amplió el entorno regulatorio que posteriormente facilitaría su desarrollo. Entre sus principales aportes se encuentran el fortalecimiento de la integración de fuentes renovables al sistema energético nacional, la ampliación del alcance de la generación distribuida, el impulso al almacenamiento energético, la promoción de la eficiencia energética y el reconocimiento de nuevas tecnologías y modelos de negocio dentro del sector.

Adicionalmente, la ley incorporó disposiciones orientadas a mejorar las condiciones para el desarrollo energético en las Zonas no Interconectadas (ZNI), promover mecanismos para ampliar el acceso a servicios energéticos y habilitar una mayor participación de nuevos agentes dentro del mercado. En conjunto, estas medidas contribuyeron a consolidar un modelo energético más flexible, descentralizado y compatible con esquemas posteriores de participación comunitaria y generación colectiva.

Luego, la **Resolución CREG 174 de 2021** representó una actualización relevante al régimen aplicable a la autogeneración a pequeña escala (AGPE) y a la generación distribuida en Colombia, derogando la Resolución CREG 030 de 2018. Esta nueva resolución buscó adecuar el marco técnico y comercial a las transformaciones derivadas del crecimiento de las fuentes renovables y de los recursos energéticos distribuidos. Entre sus principales aportes se encuentra el fortalecimiento de las condiciones regulatorias para facilitar la integración de usuarios generadores al sistema eléctrico y mejorar los mecanismos de conexión, medición y gestión de excedentes energéticos. También, la resolución amplió el alcance operativo de los esquemas de autogeneración y permitió una mayor flexibilidad para el desarrollo de proyectos energéticos con participación de múltiples usuarios bajo condiciones técnicas específicas.

Aunque la Resolución CREG 174 de 2021 no reguló directamente las comunidades energéticas ni creó una figura jurídica equivalente al intercambio comunitario de energía, si constituyó un antecedente técnico- regulatorio relevante al introducir mecanismos compatibles con modelos más descentralizados de generación y consumo energético. En este sentido, puede entenderse como una etapa previa dentro del proceso regulatorio que posteriormente facilitaría el reconocimiento normativo de esquemas energéticos colectivos y participativos en Colombia.

Un paso decisivo en la evolución normativa se produjo con la expedición de la **Ley 2294 de 2023** la cual incorporó por primera vez de manera expresa el impulso a las comunidades energéticas dentro de los instrumentos de política pública nacional. A través de su artículo 235, se introdujo disposiciones orientadas a promover modelos comunitarios de generación y aprovechamiento energético como parte de la estrategia de transición energética justa del país. Esta incorporación representó un avance significativo en el reconocimiento institucional de las comunidades energéticas, al ampliar el alcance de la participación ciudadana dentro del sistema

energético y orientar la formulación de mecanismos para facilitar el acceso de comunidades y poblaciones priorizadas a esquemas de desarrollo energético con apoyo institucional. Entre los actores reconocidos se incluyen personas naturales y diversas formas organizativas comunitarias, particularmente aquellas ubicadas en territorios históricamente excluidos del desarrollo energético convencional.

Aunque la Ley 2294 de 2023 no desarrolló de manera completa el régimen operativo de las comunidades energéticas, si significó un cambio relevante dentro del modelo energético colombiano al incorporar, por primera vez, a nivel legal, una visión orientada hacia la descentralización energética y el fortalecimiento de esquemas de participación comunitaria.

La reglamentación del mandato contenido en el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023 se materializó mediante el **Decreto 2236 de 2023** y mediante el cual se adicionó del Decreto 1073 de 2015 con el fin de reglamentar parcialmente las comunidades energéticas en el marco de la transición energética justa en Colombia. Este instrumento constituyó el primer desarrollo reglamentario específico de las comunidades energéticas en el país, al incorporar definiciones, establecer objetivos, determinar lineamientos de operación y reconocer nuevas actividades dentro de la cadena de prestación del servicio de energía eléctrica. Entre sus principales innovaciones se encuentran la regulación de la Autogeneración Colectiva (AGRC) y la Generación Distribuida Colectiva (GDC), así como el reconocimiento de las Asociaciones de Comunidades Energéticas como mecanismos de articulación organizativa y productiva. Adicionalmente, el decreto dispuso el desarrollo posterior de instrumentos regulatorios y administrativos por parte de las entidades competentes para hacer operativa esta nueva figura institucional. Posteriormente, el **Decreto 273 de 2024** corrigió errores de referencia normativa

contenidos en el decreto 2236 de 2023 sin introducir modificaciones sustanciales a su contenido regulatorio.

En 2024, el Ministerio de Minas y Energía expidió la **Resolución 40136**, mediante el cual creó el Registro Único de Comunidades Energéticas (RUCE), concebido como un instrumento para promover el desarrollo de las comunidades energéticas y fortalecer su articulación con la política energética nacional. La resolución estableció los requisitos y procedimientos de inscripción, así como los mecanismos de clasificación de las comunidades energéticas según su nivel de desarrollo y operación. De esta manera, el RUCE se consolidó como una herramienta institucional clave para la identificación, seguimiento y eventual acceso de estas organizaciones a programas de apoyo y fomento estatal. Posteriormente, esta resolución fue derogada por la **Resolución 40509 de 2024**, que continuó el desarrollo regulatorio de la materia.

El desarrollo normativo más reciente y, hasta el momento, uno de los más detallados desde el punto de vista técnico – regulatorio corresponde a la **Resolución CREG 101072 de 2025**, mediante el cual se armonizó la regulación para la integración de las comunidades energéticas al Sistema Energético Nacional. Esta resolución desarrolló las condiciones operativas, comerciales y técnicas necesarias para permitir la participación de comunidades energéticas dentro del Sistema de Distribución Local (SDL), tanto en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) como en las Zonas No Interconectadas (ZNI).

Entre sus principales aportes se encuentran la definición de reglas para la conexión y operación de esquemas de Autogeneración Colectiva (AGRC) y Generación Distribuida Colectiva (GDC), la incorporación de procedimientos específicos para la gestión de excedentes energéticos y establecimiento de condiciones para la interacción entre comunidades energéticas, comercializadores y operadores de red. De igual forma, la resolución definió criterios para la

conformación y representación de estas comunidades y precisó el cumplimiento del régimen aplicable a la prestación del servicio de energía eléctrica y protección de usuarios.

En síntesis, la evolución del marco normativo colombiano evidencia una transición progresiva desde un modelo energético centralizado, orientado históricamente a garantizar cobertura, eficiencia económica y sostenibilidad financiera del servicio eléctrico, hacia un esquema que comienza a incorporar principios de descentralización, participación ciudadana y transición energética justa. Este proceso normativo muestra una trayectoria acumulativa en la que las reformas legales y regulatorias han ido construyendo las condiciones institucionales necesarias para habilitar nuevos actores dentro del sistema energético nacional.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las normativas expuestas anteriormente.

Tabla 1

Evolución marco jurídico energético colombiano

Norma	Epígrafe (título oficial)	Norma que la modificó, desarrolló o derogó
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones	Ha sido modificada parcialmente por múltiples normas posteriores. Para comunidades energéticas sirve como marco general vigente de servicios públicos
Ley 143 de 1994	Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión,	Complementó el régimen de la Ley 142 de 1994; ha sido

	transmisión, distribución y ajustada parcialmente por comercialización de electricidad en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones en materia energética	reformas posteriores del sector energético
Ley 697 de 2001	Por medio de la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones	Reglamentada por el Decreto 3683 de 2003, posteriormente complementada por la Ley 1715 de 2014 y fortalecida por la Ley 2099 de 2021 en materia de transición energética y energías renovables
Ley 1715 de 2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional	Modificada por la Ley 2099 de 2021
Resolución CREG 030 de 2018	Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional	Derogada por la Resolución CREG 174 de 2021
Ley 2099 de 2021	Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del	Modificó parcialmente la Ley 1715 de 2014

		mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones	
		Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional	
Resolución 174 de 2021	CREG		Derogó la Resolución CREG 030 de 2018
Ley 2294 de 2023		Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”	Su artículo 235 fue reglamentado por el Decreto 2236 de 2023
		Por la cual se adiciona al Decreto 1073 de 2015 con el fin de reglamentar parcialmente el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 en lo relacionado con las Comunidades Energéticas en el marco de la Transición Energética Justa en Colombia	Corregido por el Decreto 273 de 2024
Decreto 273 de 2024		Por medio del cual se corrige un yerro del Decreto 2236 de 2023	Corrige el Decreto 2236 de 2023 (sin modificar contenido sustancial)
Resolución 40136 de		Por la cual se crea el Registro Único	Derogada por la Resolución

2024	de Comunidades Energéticas (RUCE)	40509 de 2024
Resolución 40509 de 2024	Mediante el cual se reglamenta el Registro de Comunidades Energéticas (RCE) y se definen las Criterios de Focalización y Priorización para la orientación de recursos públicos con destino a Comunidades Energéticas y otras disposiciones	Sustituyó la Resolución 40136 de 2024
Resolución CREG 101 072 de 2025	Por la cual se armoniza la regulación para la integración de las comunidades energéticas al Sistema Energético Nacional y se dictan otras disposiciones	Desarrolla reglamentariamente el Decreto 2236 de 2023 y el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023

3.2. Normas relevantes para las comunidades energéticas

La comprensión del estado actual de las comunidades energéticas en Colombia exige examinar el conjunto de normas que han definido las condiciones para su desarrollo y operación. En este sentido, el análisis normativo permite identificar los mecanismos regulatorios, incentivos institucionales y disposiciones técnicas que actualmente orientan la participación de actores comunitarios dentro del proceso de transición energética del país.

3.2.1. Ley 697 de 2001: primer antecedente del uso eficiente y aprovechamiento de energías alternativas

Uno de los antecedentes más tempranos del actual modelo de comunidades energética fue la expedición de la Ley 697 de 2001, mediante el cual se declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), esta ley introdujo un cambio conceptual relevante al reconocer que la sostenibilidad energética debía convertirse en un objetivo de política pública y que el Estado debía promover el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos y el desarrollo de fuentes alternativas de energía. Aunque la norma no contempló mecanismos de participación comunitaria ni esquemas de generación distribuida, si estableció el fundamento institucional sobre el cual posteriormente se desarrollarían las políticas de transición energética.

En términos regulatorios la Ley 697 abrió el camino para que el sistema energético colombiano comenzara a incorporar objetivos ambientales y de eficiencia más allá de la expansión tradicional de infraestructura eléctrica.

3.2.2. Ley 1715 de 2014: incorporación de las energías renovables al sistema energético nacional

Un cambio estructural ocurrió con la expedición de la Ley 1715 de 2014, que reguló la integración de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) al Sistema Energético Nacional. La importancia de esta ley radica en que transformó el enfoque energético colombiano al pasar de políticas orientadas exclusivamente al suministro hacia un modelo que reconoce la diversificación tecnológica y la participación de nuevos agentes. Entre sus principales aportes destacan:

- Declaración de las FNCER como asunto de utilidad pública e interés social.

- Creación del Fondo de Energía No Convencionales y Gestión Eficiente de la energía (FENOGE).
- Establecimiento de incentivos tributarios para proyectos renovables.
- Desarrollo de esquemas regulatorios para autogeneración y generación distribuida.
- Mandato a la CREG para desarrollar procedimientos de conexión simplificados.

Aunque las comunidades energéticas aún no existían jurídicamente, esta ley creó las condiciones habilitantes para la aparición del prosumidor y modelos energéticos descentralizados (Ley 1715 de 2014).

3.2.3. Resoluciones CREG 030 de 2018 y 174 de 2021: consolidación del modelo de autogeneración y generación distribuida

Como desarrollo de la Ley 1715 de 2014, la regulación avanzó mediante la Resolución CREG 030 de 2018, posteriormente sustituida por la Resolución CREG 174 de 2021. Estas normas introdujeron mecanismos técnicos y comerciales para:

- Autogeneración a pequeña escala (AGPE).
- Generación distribuida (GD).
- Entrega de excedentes energéticos a la red.
- Medición bidireccional.
- Procedimientos de conexión.

La Resolución CREG 174 de 2021 representó un avance importante porque actualizó el régimen de integración de recursos energéticos distribuidos y preparó el sistema para modelos más flexibles de participación energética. No obstante, ambas regulaciones mantuvieron una lógica predominantemente individual y no incorporaron mecanismos colectivos de intercambio

energético, limitación que posteriormente motivó el desarrollo de comunidades energéticas (Resolución CREG 174 de 2021).

3.2.4. Ley 2099 de 2021: transición energética y ampliación de actores del mercado

Desde la perspectiva de las comunidades energéticas, esta ley fortaleció el entorno normativo habilitante en varias dimensiones. En primer lugar, amplió y ajustó instrumentos de incentivo económico orientados a promover inversiones en proyectos basados en Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), consolidando mayores condiciones de estabilidad para el desarrollo del sector. En segundo lugar, incorporó disposiciones orientadas a ampliar el acceso energético y fortalecer mecanismos aplicables a las Zonas No Interconectadas (ZNI), permitiendo una mayor flexibilidad para soluciones energéticas descentralizadas. En tercer lugar, amplió el alcance tecnológico del marco regulatorio al incorporar nuevos componentes asociados al almacenamiento energético, la movilidad sostenible y el desarrollo del hidrógeno como vector energético emergente.

3.2.5. Ley 2294 de 2023: reconocimiento jurídico de las comunidades energéticas

Con esta disposición, las comunidades energéticas dejaron de ser una figura derivada únicamente de desarrollos regulatorios o iniciativas de política sectorial y adquirieron un fundamento normativo de rango legal que orienta su implementación dentro del proceso de transición energética nacional (Ley 2294 de 2023). La disposición estableció que personas naturales, pueblos y comunidades indígenas, así como comunidades campesinas, negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras que se constituyan como comunidades energéticas podrán acceder a instrumentos de apoyo estatal para financiar procesos asociados con inversión, operación y mantenimiento de infraestructura energética comunitaria. Este reconocimiento introdujo una dimensión territorial y participativa dentro del modelo energético colombiano, al

vincular objetivos de democratización energética con mecanismos de inclusión social y acceso a recursos públicos.

3.2.6. Decreto 2236 de 2023 y Resolución CREG 101 072 de 2025: operacionalización de las comunidades energéticas

El reconocimiento legal de las comunidades energéticas introducidos por la Ley 2294 de 2023 requirió desarrollos posteriores que permitieran trasladar ese mandato normativo hacia mecanismos concretos de implementación. En este contexto, el Decreto 2236 de 2023 y la Resolución CREG 101 072 de 2025 constituyen el núcleo regulatorio que operacionaliza el modelo de comunidades energéticas en Colombia.

El Decreto 2236 de 2023, representó la primera reglamentación integral de esta figura al adicionar el Título 9 al Decreto Único Reglamentario del Sector Minero Energético (Decreto 1073 de 2015). Mediante este instrumento se definieron las comunidades energéticas, su objeto, actividades habilitadas, mecanismos de organización y condiciones generales de implementación dentro del sistema energético nacional (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

Uno de los principales aportes del decreto fue la incorporación de dos modalidades operativas que materializan la participación colectiva dentro del sistema energético. La primera corresponde a la Autogeneración Colectiva (AGRC), entendida como la actividad mediante la cual una comunidad energética produce energía principalmente para entender su propia demanda y puede entregar excedentes a la red conforme a la regulación aplicable. La segunda corresponde a la Generación Distribuida Colectiva (GDC), definida como la generación cercana a los centros de consumo conectada al Sistema de distribución Local (SDL) o a esquemas de microrred.

Adicionalmente, el decreto reguló instrumentos de articulación institucional como las Asociaciones de Comunidades Energéticas, orientadas al desarrollo conjunto de proyectos entre

varias comunidades, y las Alianzas de Comunidades Energéticas, concebidas para facilitar esquemas de cooperación entre comunidades y otros actores públicos, privados o populares. De igual manera, estableció que aquellas comunidades energéticas que desarrollen actividades de comercialización podrán asumir derechos y obligaciones conforme al régimen jurídico aplicable y acceder al sistema bajo las condiciones regulatorias vigentes.

Luego, la Resolución CREG 101 072 de 2025 desarrolló las condiciones técnicas comerciales y operativas para integrar estas figuras al Sistema Energético Nacional. Esta regulación armonizó el marco vigente con las disposiciones introducidas por el Decreto 2236 y definió procedimientos aplicables a los esquemas de AGRC y GDC relacionados con conexión, medición, intercambio de energía y operación dentro del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y las Zonas No Interconectadas (ZNI) (CREG,2025).

Desde una perspectiva institucional, la resolución trasladó el reconocimiento legal de las comunidades energéticas hacia un escenario de implementación efectiva, al establecer reglas que permiten la interacción entre comunidades, operadores de red y comercializadores dentro del mercado eléctrico. Más que introducir una transformación estructural inmediata en el modelo energético colombiano, este desarrollo regulatorio buscó reducir barreras operativas y generar condiciones para que los esquemas comunitarios puedan participar progresivamente en la producción, gestión y aprovechamiento colectivo de la energía.

En conjunto, el Decreto 2236 y la Resolución CREG 101 072 de 2025 representan el paso más avanzado alcanzado hasta el momento por el ordenamiento colombiano en la institucionalización de las comunidades energéticas, al conectar el reconocimiento jurídico de la figura con instrumentos concretos de implementación técnica y regulatoria.

3.3. Políticas públicas e incentivos para la participación ciudadana

La participación ciudadana en la cadena de valor energética no se produce de manera espontánea. Requiere condiciones habilitantes de orden normativo, económico, institucional y técnico que reduzcan las barreras de entrada y hagan variable la organización comunitaria en torno a la producción, distribución y gestión de energía. El ordenamiento jurídico colombiano ha construido a lo largo de la última década, un conjunto articulado de políticas públicas e incentivos orientados precisamente a crear esas condiciones, el cual puede clasificarse en tres grandes categorías: incentivos de naturaleza tributaria y financiera, instrumentos de acceso a recursos públicos y financiamiento directo e instrumentos de política pública orientados a la participación comunitaria institucionalizada. A continuación, se analiza cada una de estas categorías en detalle, con sus fundamentos normativos verificados y sus implicaciones prácticas para las comunidades energéticas.

3.3.1. Incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014: el paquete fiscal de la energía renovable

La Ley 1715 de 2014 incorporó uno de los instrumentos de política pública más relevantes para el desarrollo de proyectos basados en Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) y gestión eficiente de la energía en Colombia, mediante la creación de un esquema de incentivos tributarios orientados a reducir las barreras económicas de entrada y estimular nuevas inversiones dentro del sector energético. Después, la Ley 2099 de 2021 modificó y amplió el alcance temporal de estos instrumentos, fortaleciendo el marco económico de promoción de la transición energética. El régimen tributario contempla cuatro beneficios principales:

Incentivo 1: Deducción especial en el impuesto de renta

En particular, el artículo 11 de la Ley 1715 de 2014, modificado posteriormente por la Ley 2099 de 2021, estableció el incentivo de deducción especial en el impuesto sobre la renta para promover inversiones asociadas al desarrollo energético sostenible. De acuerdo con esta disposición, los contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta que realicen nuevas inversiones, erogaciones o actividades relacionadas con investigación, desarrollo e implementación orientadas a la producción y utilización de energía proveniente de FNCER, así como proyectos de gestión eficiente de la energía, podrán deducir hasta el 50% del valor total de la inversión realizada.

La norma establece que este beneficio podrá aplicarse dentro de un período máximo de 15 años contados a partir del año gravable siguiente a la entrada en operación de la inversión, sin que el monto deducible supere el 50% de la renta líquida del contribuyente en cada período gravable. Desde una perspectiva económica, este mecanismo busca disminuir el costo efectivo de incorporación de tecnologías energéticas y mejorar las condiciones de recuperación de capital invertido, favoreciendo el desarrollo de proyectos de largo plazo dentro del proceso de transición energética. Para acceder a este beneficio tributario, la inversión debe ser previamente evaluada y certificada por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), entidad encargada de verificar que el proyecto corresponda efectivamente a una iniciativa de generación de energía a partir de FNCER o a la gestión eficiente de la energía. Esta certificación constituye un requisito habilitante para el reconocimiento del incentivo y busca garantizar que los beneficios fiscales se asignen exclusivamente a proyectos alineados con los objetivos de transición energética y sostenibilidad establecidos por el marco normativo colombiano.

Incentivo 2: Exclusión de bienes y servicios del IVA

Otros de los instrumentos económicos incorporados por la Ley 1715 de 2014 y posteriormente ajustado por la Ley 2099 de 2021 corresponde al régimen de exclusión del impuesto sobre las ventas (IVA) aplicable a proyectos de generación con FNCER y acciones de gestión eficiente de la energía. Este beneficio tiene como finalidad reducir el costo de adquisición e implementación de tecnologías energéticas mediante un tratamiento tributario preferencial para bienes y servicios estratégicos dentro del proceso de transición energética (Ley 1715 de 2014; Ley 2099 de 2021).

De acuerdo con el artículo 12 de la Ley 1715 de 2014, modificado por la Ley 2099 de 2021, se encuentran excluidos del IVA los equipos, elementos, maquinarias y servicios, de origen nacional o importado, destinados a actividades de preinversión e inversión relacionadas con la producción y utilización del potencial energético de fuentes no convencionales, así como aquellos orientados a la medición y evaluación del potencial energético disponible y a la implementación de medidas de eficiencia energética. El beneficio tributario se extiende igualmente a los servicios prestados tanto en Colombia como en el exterior cuando estos se encuentren directamente vinculados al desarrollo de proyectos energéticos elegibles. Entre las actividades que puedan acogerse al incentivo se incluyen proceso de investigación y desarrollo tecnológico, estudios técnicos, financieros, jurídicos, económicos y ambientales, actividades de formulación y estructuración de proyectos, adquisición de infraestructura tecnológica y etapas de montaje y puesta en operación (Ley 1715 de 2014).

Un desarrollo posterior relevante fue incorporado mediante el Decreto 829 de 2020, el cual reglamentó la aplicación práctica de los incentivos tributarios y habilitó la posibilidad de solicitar ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) la devolución del IVA

pagado con posterioridad a la adquisición o importación de bienes elegibles, siempre que el inversionista obtenga la certificación correspondiente expedida por la UPME (Decreto 829 de 2020). Esta modificación fortaleció el alcance operativo del incentivo al permitir recuperar costos tributarios incluso cuando el beneficio no hubiera sido reconocido previamente al proceso de compra.

Incentivo 3: Exención de gravamen arancelario

Además del beneficio asociado a la deducción en el impuesto sobre la renta y de la exclusión del IVA, el marco tributario colombiano incorporó un tercer instrumento orientado a reducir los costos de implementación de proyectos energéticos, la exención de derechos arancelarios para la importación de bienes estratégicos. Este incentivo fue establecido inicialmente en el artículo 13 de la Ley 1715 de 2014 y posteriormente ajustado por la Ley 2099 de 20221.

A diferencia del beneficio de exclusión del IVA que aplica tanto para bienes nacionales como importados, el incentivo arancelario se encuentra restringido exclusivamente a bienes provenientes del exterior y está condicionado a que dichos equipos, materiales o insumos no sean producidos por la industria nacional o que su disponibilidad dependa de procesos de importación. El objetivo de esta medida consiste en disminuir los costos de incorporación tecnológica en un sector caracterizado por una alta dependencia de equipos especializados desarrollados fuera del país (Ley 1715 de 2014).

Para acceder al incentivo, el titular de la inversión debe obtener previamente la certificación expedida por la UPME. Luego, el Decreto 829 de 2020 reglamentó el procedimiento operativo para acceder al beneficio y estableció que los inversionistas deben presentar la solicitud correspondiente mediante la Ventanilla Única de Comercio Exterior

(VUCE), adjuntado la certificación emitida por la UPME antes de realizar el proceso de importación.

Incentivo 4: Depreciación acelerada de activos

El cuarto instrumento económico incorporado por la Ley 1715 de 2014 corresponde al incentivo de depreciación acelerada de sus activos, establecido en el artículo 14 de la ley y posteriormente mantenido dentro del proceso de fortalecimiento regulatorio introducido por la Ley 2099 de 2021. La depreciación acelerada permite reconocer fiscalmente del desgaste o consumo económico de determinados activos en un periodo inferior al que normalmente aplicaría bajo el régimen ordinario de depreciación. La regulación establece que la depreciación podrá aplicarse mediante una tasa global anual que no supere el 33.33% del valor del activo. Aún así, el titular del proyecto conserva la posibilidad de ajustar anualmente la tasa utilizada, siempre que informe previamente a la DIAN y respete el límite máximo establecido por la norma (Ley 1715 de 2014).

Con posterioridad, el Decreto 829 de 2020 precisó aspectos operativos para la aplicación del incentivo e introdujo reglas relevantes sobre el tratamiento fiscal de los activos beneficiados. Entre ellas, estableció que cuando los activos objeto del beneficio sean enajenados antes de finalizar su período de depreciación o amortización, el contribuyente deberá reconocer fiscalmente la recuperación del beneficio mediante incorporación de las sumas correspondientes como renta líquida por recuperación de deducciones, conforme a las reglas previstas en los artículos 195 y 196 del Estatuto Tributario (Decreto 829 de 2020). De la misma manera, el decreto aclaró que este incentivo puede coexistir con la deducción especial del impuesto sobre la renta prevista en el artículo 11 de la Ley 1715 de 2014, fortaleciendo el esquema integral de estímulos económicos para proyectos energéticos.

3.3.2. El FENOGÉ: instrumento de financiamiento para los actores más vulnerables

Además de los incentivos tributarios orientados a reducir los costos de inversión, el marco colombiano incorporó mecanismos de financiamiento directo para facilitar el desarrollo de proyectos energéticos en territorios con mayores limitaciones económicas y de acceso. En este sentido, el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGÉ) constituye uno de los instrumentos más relevantes de la política pública de transición energética.

El FENOGÉ fue creado mediante el artículo 10 de la Ley 1715 de 2014 con el propósito de financiar y promover programas y proyectos relacionados con el uso de FNCER y la gestión eficiente de la energía. Seguidamente, su estructura operativa fue desarrollada mediante el Decreto 1543 de 2017 y complementada por instrumentos administrativos expedidos por el Ministerio de Minas y Energía, entre ellos la Resolución 41407 de 2017, mediante la cual se adoptó su Manual Operativo (Ministerio de Minas y Energía, 2017).

A diferencia de los incentivos tributarios previstos en los artículos 11 a 14 de la Ley 1715, el FENOGÉ opera como un mecanismo de apoyo financiero que busca facilitar la implementación de proyectos energéticos mediante esquemas de cofinanciación, acompañamiento institucional y canalización de recursos hacia sectores con mayores restricciones de acceso energético. En cuanto a sus fuentes de financiación, el fondo se fortaleció mediante el artículo 190 de la Ley 1753 de 2015, el cual estableció una contribución destinada a apoyar la sostenibilidad financiera del instrumento y ampliar su capacidad de intervención en proyectos relacionados con transición y eficiencia energética (Ley 1753 de 2015).

Dentro del contexto reciente de comunidades energéticas, el FENOGÉ ha adquirido un papel creciente como mecanismo de implementación territorial de proyectos colectivos de generación distribuida y acceso comunitario a la energía. Particularmente, el Ministerio de Minas

y Energía y el FENOGÉ han promovido proyectos piloto orientados a fortalecer esquemas de autogeneración y modelos comunitarios en Zonas No Interconectadas (ZNI), buscando mejorar cobertura energética, resiliencia territorial y apropiación social de tecnologías renovables.

Un ejemplo reciente corresponde al proyecto desarrollado en el corregimiento de Bahía Málaga, municipio de Buenaventura (Valle del Cauca), ejecutado en el marco del programa de Comunidades Energéticas para Zonas No Interconectadas del Pacífico colombiano. Este proyecto incorporó soluciones híbridas basadas en generación solar y fortaleció capacidades comunitarias para la gestión local de la energía, evidenciando el potencial del FENOGÉ como instrumento de transición energética con enfoque territorial (FENOGÉ, 2024).

3.3.3. Financiamiento público y mecanismos de priorización para la participación ciudadana en comunidades energéticas

Uno de los desarrollos más relevantes del marco reciente de comunidades energéticas en Colombia corresponde a la incorporación de instrumentos orientados a facilitar el acceso de actores comunitarios a recursos públicos para el desarrollo de infraestructura energética. De este modo, el Decreto 2236 de 2023 introdujo disposiciones orientadas a habilitar mecanismos institucionales de apoyo económico y acompañamiento estatal para la conformación y fortalecimiento de comunidades energéticas (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

El desarrollo del artículo 235 de la Ley 2294 de 2023, el decreto estableció que las comunidades energéticas conformadas por personas naturales y por comunidades indígenas, campesinas, negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras podrán acceder a instrumentos para financiar actividades relacionadas con inversión, operación y mantenimiento de infraestructura energética comunitaria. De igual forma, contempló la posibilidad de que infraestructura desarrollada con recursos públicos pueda ser transferida o entregada bajo las condiciones

administrativas y jurídicas definidas por las autoridades competentes, con el propósito de fortalecer esquemas locales de gestión y sostenibilidad energética (Ley 2294 de 2023).

Los criterios que determinan qué comunidades acceden a estos recursos públicos fueron establecidos por la Resolución 40509 de 2024, que creó el Registro de Comunidades energéticas (RCE) y definió el sistema de focalización y priorización. Según esta resolución, las comunidades que aspiran a recursos públicos deben postularse a través de convocatoria abierta del Ministerio de Minas y Energía, y su selección se basa en criterios de vulnerabilidad social, económica y energética. Entre los criterios de focalización verificados se encuentran el índice de pobreza multidimensional, la condición de territorio de paz, la pertenencia de pueblos originarios o comunidades étnicas y el nivel de déficit energético (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

La Resolución 40509 de 2024 distingue además dos tipos de comunidades energéticas en función de su origen: las de iniciativa ciudadana, que se postulan mediante convocatoria abierta y son el sujeto principal de los criterios de focalización, y las de base gubernamental, entre las que se incluyen los Municipios Energéticos, las Comunidades Educativas Energéticas, las Comunidades Energéticas de Salud y las Comunidades Energéticas de Paz (Ministerio de Minas y Energía, 2024). Estas últimas, al surgir de necesidades e iniciativas institucionales, se entienden focalizadas y priorizadas en interés público de manera directa, sin necesidad de participar en los procesos de convocatoria ordinarios. Ejemplos concretos de este modelo institucional son las 23 Comunidades Educativas Energéticas inauguradas en mayo de 2024 en el Chocó y las Comunidades Energéticas de Salud implementadas en Valledupar y San Andrés en octubre y septiembre de 2024 respectivamente (Ministerio de Minas Y Energía, 2024).

3.3.4. La Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas: instrumento de política pública articulador

La Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas (ENCE), adoptada por la Resolución 40509 de 2024 y desarrollada metodológicamente en el documento de la misma denominación publicada por el Ministerio de Minas y Energía (2024), es el instrumento de política pública que articula todos los mecanismos anteriores en una hoja de ruta coherente orientada a alcanzar la meta propuesta en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: la creación de 20.000 comunidades energéticas en Colombia. La estrategia constituye una hoja de ruta para impulsar la conformación y sostenibilidad de comunidades energéticas mediante un enfoque integral que articula cuatro dimensiones principales: (i) fortalecimiento del marco normativo y regulatorio; (ii) movilización de instrumentos de financiamiento y apoyo económico; (iii) acompañamiento técnico para estructuración e implementación de proyectos; y (iv) fortalecimiento de capacidades organizativas ya articulación institucional entre entidades del sector energético, gobiernos territoriales y actores comunitarios (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

El eje de fortalecimiento de capacidades comunitarias es especialmente relevante para el análisis de la participación ciudadana, dado que reconoce explícitamente que la viabilidad de las comunidades energéticas no depende únicamente de las condiciones técnicas y financieras, sino también de la capacidad organizativa de los actores comunitarios.

3.4 Vacíos regulatorios y retos institucionales

El análisis del marco normativo de las comunidades energéticas en Colombia evidencia una tensión característica de los procesos contemporáneos de transición energética: mientras que el desarrollo regulatorio reciente ha avanzado rápidamente en el reconocimiento jurídico y en la creación de instrumentos de implementación, persiste una brecha significativa entre el diseño

normativo y las capacidades reales para su materialización territorial. La literatura especializada coincide en que la existencia de normas habilitantes constituye una condición necesaria, pero insuficiente, para consolidar modelos energéticos comunitarios sostenibles; su éxito depende también de factores institucionales, financieros, técnicos y sociales (Ulloa Castrillón, 2024).

Uno de los retos institucionales más relevantes corresponde al desajuste entre la complejidad técnica del marco regulatorio nacional y la capacidad efectiva de los actores locales para apropiarlo e implementarlo. La transición energética basada en esquemas descentralizados exige capacidades organizativas, administrativas y técnicas que no están distribuidas homogéneamente entre los territorios colombianos. Este desafío adquiere especial relevancia porque la política pública reciente ha orientado parte de sus instrumentos hacia poblaciones históricamente excluidas del sistema energético, muchas de ellas ubicadas en municipios con restricciones de capacidad institucional. En consecuencia, la implementación de comunidades energéticas requiere que gobiernos locales, organizaciones comunitarias y estructuras de representación territorial desarrollen capacidades para identificar instrumentos disponibles, estructurar proyectos y cumplir procedimientos administrativos asociados al acceso a programas del sector energético (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Otro desafío relevante corresponde al desajuste entre el diseño de los incentivos económicos y las capacidades reales de las comunidades, aunque el régimen construido desde la Ley 1715 de 2014 contempla beneficios tributarios importantes, gran parte de estos mecanismos fueron concebidos para inversionistas con capacidad financiera, estructura tributaria formal y acceso a asistencia técnica especializada. Por consiguiente, las comunidades rurales, organizaciones locales y esquemas asociativos de pequeña escala pueden enfrentar dificultades para cumplir los procedimientos de certificación ante la UPME y acceder efectivamente a los

incentivos disponibles. Este fenómeno ha sido descrito como una tensión entre el objetivo democratizador de la transición energética y el diseño tradicional de los instrumentos regulatorios (Ulloa Castrillón, 2024).

Adicionalmente, el desarrollo regulatorio reciente deja abierto un debate sobre la sostenibilidad financiera de largo plazo del modelo. Aunque el gobierno nacional ha impulsado mecanismos de apoyo público y programas de implementación acelerada, todavía no existe evidencia suficiente sobre la capacidad de las comunidades energéticas para mantener operación, reposición tecnológica y gestión administrativa una vez finalicen los apoyos estatales iniciales. Este desafío resulta especialmente relevante considerando que las inversiones energéticas suelen tener horizontes de recuperación superiores a una década y requieren estructuras estables de gobernanza comunitaria (International Renewable Energy Agency, 2024).

Finalmente, permanece el reto de consolidar una gobernanza energética multinivel que permita integrar objetivos de transición energética, descentralización y justicia territorial. Como advierte Ulloa Castrillón (2024), el riesgo principal no consiste únicamente en la insuficiencia regulatoria, sino en que las comunidades energéticas terminen reproduciendo esquemas tradicionales de concentración de poder si no se fortalecen mecanismos efectivos de participación, autonomía local y distribución equitativa de beneficios. Desde esta perspectiva, el desafío futuro del modelo colombiano no será solamente crear más comunidades energéticas, sino construir condiciones institucionales que permitan que estas operen como verdaderos espacios de democratización energética.

4. Dimensión social de las comunidades energéticas

La discusión sobre comunidades energéticas suele concentrarse en aspectos tecnológicos, regulatorios o económicos, sin embargo, su aporte más profundo se encuentra en la transformación de las relaciones sociales alrededor de la energía. Desde esta perspectiva, las comunidades energéticas no forman únicamente un mecanismo para producir electricidad a partir de fuentes renovables, sino una forma alternativa de organización colectiva que modifica quién participa, quién se beneficia y quién toma decisiones dentro del sistema energético.

Las comunidades energéticas introducen una dimensión social particular: convierten al usuario tradicional en un actor con capacidad de decisión, gestión e incluso producción energética. Este fenómeno ha sido descrito como una transición desde el consumidor pasivo hacia el prosumidor, entendido como aquel sujeto que simultáneamente consume, produce y participa activamente en el funcionamiento del sistema energético (European Comission, 2022). Su valor social radica en la construcción de capital social, confianza comunitaria y nuevas formas de acción colectiva, en una revisión sobre participación energética comunitaria, Berka y Cramer (2018) concluyen que estos modelos fortalecen vínculos sociales locales, generan procesos de aprendizaje colectivo y aumentan la aceptación social de las tecnologías renovables.

4.1 Participación comunitaria y empoderamiento local

La participación comunitaria constituye uno de los pilares conceptuales y operativos que diferencian a las comunidades energéticas de otros modelos convencionales de generación distribuida. Mientras los esquemas energéticos tradicionales han sido históricamente organizados bajo relaciones verticales entre empresas prestadoras y usuarios finales, las comunidades energéticas introducen estructuras donde los ciudadanos participan activamente en decisiones relacionadas con la planificación, implementación, administración y aprovechamiento de los

beneficios derivados de la energía. La participación comunitaria en el ámbito energético no se limita a mecanismos consultivos o de validación social, por el contrario, implica formas efectivas de incidencia sobre la toma de decisiones y sobre el control de los recursos energéticos locales. De este modo, las comunidades energéticas representan una expresión práctica de descentralización energética al trasladar parte del poder decisional desde agentes centralizados hacia actores territoriales (Walker & Devine- Wright, 2008).

El éxito de estos modelos depende menos de la instalación tecnológica y más de la capacidad de construir procesos participativos sostenidos en el tiempo. Al respecto, Sovacool y Dworkin (2015) argumentan que la justicia energética requiere no solo distribución equitativa de beneficios, además también participación significativa en los procesos de decisión que determinan cómo se produce, distribuye y consume la energía.

Aplicado al contexto colombiano, este enfoque adquiere especial relevancia debido a la diversidad territorial, la heterogeneidad institucional y las históricas brechas de acceso energético entre regiones urbanas y rurales. Bajo estas condiciones, la participación comunitaria no debe entenderse únicamente como un mecanismo administrativo para implementar proyectos, también como una estrategia orientada a fortalecer capacidades locales y ampliar la autonomía territorial frente al sistema energético.

En este marco, el empoderamiento energético local se ha consolidado como uno de los principales resultados asociados al desarrollo de las comunidades energéticas. Este concepto alude al fortalecimiento de las capacidades de las personas y de las organizaciones comunitarias para participar en las decisiones relacionadas con la energía, gestionar los recursos disponibles en sus territorios y acceder de manera más equitativa a los beneficios económicos, sociales y ambientales derivados de su aprovechamiento (Caramizaru & Uihlein, 2020).

El empoderamiento local asociado a comunidades energéticas suele manifestarse en tres dimensiones complementarias.

La primera corresponde al empoderamiento organizacional, entendido como el fortalecimiento de estructuras colectivas capaces de coordinar actores, administrar recursos y sostener procesos de decisión comunitaria. En este nivel, la energía deja de ser un servicio externo para convertirse en un asunto de gestión colectiva.

La segunda dimensión es el empoderamiento económico, que ocurre cuando la comunidad adquiere capacidad para capturar parte del valor generado por la producción energética y reinvertirlo localmente. Los proyectos energéticos con participación comunitaria tienden a generar mayores niveles de apropiación local de beneficios económicos y mayor aceptación social frente a proyectos desarrollados exclusivamente por agentes externos (IRENA, 2020).

La tercera dimensión corresponde al empoderamiento cognitivo o técnico, relacionado con la construcción de conocimientos locales sobre tecnologías energéticas, administración de sistemas y toma de decisiones informadas. Este componente resulta especialmente relevante porque evita que las comunidades se conviertan únicamente en receptoras pasivas de infraestructura energética. Este aprendizaje colectivo constituye una condición para la sostenibilidad a largo plazo de las iniciativas energéticas comunitarias, Berka y Creamer (2018) concluyen que las comunidades que participan activamente durante el diseño y operación de los proyectos presentan mayores niveles de permanencia organizativa y mejores resultados sociales que aquellas donde la participación se limita a etapas iniciales de consulta.

Para el caso colombiano, este componente adquiere una dimensión adicional asociada al reconocimiento del territorio como espacio de construcción colectiva. La política reciente de

comunidades energéticas incorpora expresamente actores comunitarios como sujetos relevantes dentro de la transición energética; sin embargo, como señala Ulloa Castrillón (2024), el verdadero alcance transformador del modelo dependerá de que la participación trascienda el acceso formal a programas públicos y energéticos en el tiempo.

En tal sentido, el empoderamiento local no debe interpretarse únicamente como transferencia tecnológica ni como acceso a incentivos económicos. Implica reconocer que la energía puede convertirse en un instrumento para fortalecer procesos comunitarios, ampliar capacidades territoriales y generar nuevas formas de ciudadanía energética.

En consecuencia, el reto principal para las comunidades energéticas en Colombia no consiste exclusivamente en aumentar el número de proyectos implementados, sino en consolidar mecanismos que garanticen participación efectiva, apropiación social del conocimiento y fortalecimiento de capacidades organizativas locales, elementos que determinarán la permanencia y legitimidad del modelo en el largo plazo.

4.2. Cohesión social y construcción de capital social

Unos de los aportes menos visibles, pero potencialmente más transformadores de las comunidades energéticas, se encuentran en su capacidad de fortalecer la cohesión social y consolidar formas de capital social dentro de los territorios. Mientras que el análisis económico suele concentrarse en variables como reducción de costos o generación distribuida, desde la dimensión social resulta igualmente relevante examinar cómo estos esquemas modifican las relaciones entre las personas, fortalecen redes comunitarias y generan capacidades colectivas para sostener procesos de desarrollo local.

La cohesión social puede entenderse como el grado en que una comunidad mantiene relaciones de confianza, cooperación, sentido de pertenencia e identificación como objetivos

comunes. De acuerdo con la definición propuesta por la Organisation for Economic Co-operation and Development, una sociedad cohesionada es aquella que promueve el bienestar de todos sus miembros, reduce desigualdades y evita procesos de exclusión mediante relaciones sociales basadas en confianza y reciprocidad. En este sentido, la cohesión no depende únicamente de factores económicos, además de la capacidad de construir vínculos sociales estables y mecanismos de colaboración (OECD, 2011).

Dentro de las comunidades energéticas, esta cohesión se fortalece porque los participantes dejan de relacionarse solamente como consumidores individuales y comienzan a actuar como integrantes de una estructura colectiva que comparte responsabilidades, beneficios y decisiones asociadas a la gestión energética.

Desde una perspectiva teórica, este fenómeno puede explicarse mediante el concepto de capital social, ampliamente desarrollado por Putnam (1993), quien lo define como el conjunto de redes sociales, normas compartidas y relaciones de confianza que facilitan la coordinación y la cooperación para alcanzar objetivos comunes. A diferencia del capital económico o físico, el capital social constituye un recurso intangible que incrementa la capacidad de las comunidades para resolver problemas colectivos y sostener procesos de largo plazo (Putnam, 1993).

Aplicado al contexto energético, el capital social se expresa en la capacidad de las comunidades para organizar mecanismos de mantenimiento de infraestructura, administrar recursos compartidos, distribuir beneficios y generar acuerdos internos que permitan la continuidad de los proyectos más allá de las fases iniciales de financiación pública. En otras palabras, el éxito de una comunidad energética depende tanto del desempeño tecnológico del sistema como de la fortaleza de las relaciones sociales que sostienen su operación cotidiana.

La participación sostenida en proyectos energéticos colectivos puede convertirse en una plataforma para el desarrollo de otras iniciativas comunitarias vinculadas con sostenibilidad, educación y gobernanza territorial. Walker y Devine- Wright (2008) proponen distinguir entre proyectos energéticos realizados para la comunidad y proyectos desarrollados por la comunidad, señalando que los mayores efectos sobre cohesión social aparecen cuando la comunidad participa activamente en la propiedad, gestión y distribución de beneficios. Bajo esta lógica, el elemento transformador no es únicamente el acceso a energía renovable, sino la posibilidad de generar relaciones más horizontales entre actores locales.

Por consiguiente, la cohesión social y el capital social no deben interpretarse como efectos secundarios del modelo comunitario; por el contrario, constituyen factores que condicionan directamente su sostenibilidad. La capacidad de preservar relaciones de confianza, coordinar acciones colectivas y consolidar estructuras organizativas puede llegar a ser tan determinante para el éxito de una comunidad energética como la disponibilidad de recursos financieros o el desempeño técnico de sus instalaciones.

4.3. Estudios de caso y experiencias comunitarias en Colombia

El análisis de experiencias concretas de comunidades energéticas en Colombia permite transitar del plano normativo y conceptual hacia la dimensión empírico del fenómeno, revelando tanto las posibilidades reales de la transición energética comunitaria como las brechas que median entre el diseño de política y su implementación efectiva en el territorio, el presente apartado examina casos documentados y verificables que ilustran distintos modelos de comunidad energética en operación, sus condiciones de surgimiento, sus resultados medibles y las tensiones no resueltas que persisten en cada uno de ellos.

Para octubre de 2024, Colombia registraba 100 comunidades energéticas en operación en distintos puntos del territorio nacional, de acuerdo con el seguimiento realizado por Durán, Reina y Useche (2025) en el marco de su programa de Clima, Economía y Finanzas. Esta cifra, aunque significativa como indicador de la expansión cuantitativa de la política pública, oculta una heterogeneidad considerable en cuanto a escalas, modelos organizativos, tipos de beneficiarios y niveles de autonomía comunitaria real. Los casos seleccionados para este análisis responden a un criterio de máxima variación tipológica: se trata de experiencias que representan, cada una, un contexto geográfico, un tipo de actor comunitario y un modelo de implementación distintos, lo que permite extraer lecciones de alcance más general para el conjunto del sistema.

Caso 1. Barrio el Salvador, Medellín (Antioquia): la primera comunidad solar urbana con inyección al Sistema Interconectado Nacional

El piloto del barrio El Salvador constituye el primer caso documentado en Colombia de un esquema de generación distribuida colectiva con inyección efectiva de excedentes al Sistema Interconectado Nacional (SIN), lo que le confiere un valor histórico y analítico excepcional. El proyecto fue concebido por la Universidad EIA a través del programa Transforming Systems through Partnership de la Real Academia de Ingeniería del Reino Unido, en articulación con Empresas Públicas de Medellín (EPM) como operador de red y las empresas tecnológicas ERCO y NEU como proveedores de soluciones de medición y comercialización (Alcaldía de Medellín, 2023).

El modelo técnico adoptado consiste en una microrred interconectada en la que la energía generada por los paneles instalados en tres techos de viviendas del sector se distribuye de forma equitativa entre los 24 hogares participantes mediante un sistema de puntos que puede canjearse para reducir la factura de energía al final del mes o para adquirir otros servicios de la comunidad.

Cada hogar cuenta además con un medidor inteligente y acceso a una plataforma digital de gestión que les permite monitorear en tiempo real su consumo y su participación en la generación colectiva (Cambio Colombia, 2023).

Desde el punto de vista organizativo, el caso del barrio El Salvador introduce una dimensión de gobernanza comunitaria informal que merece atención analítica: se constituyó un comité de energía integrado por miembros de la comunidad, encargado de reunirse mensualmente para revisar el rendimiento del sistema, discutir mejoras y “decidir cómo reinvertir los ingresos generados por la venta del excedente de energía al SIN” (Cambio Colombia, 2023). Esta estructura de gobernanza no estaba prevista en el diseño original del proyecto, que respondía primariamente a una lógica de investigación aplicada, sino que emergió de la propia dinámica comunitaria, ilustrando el argumento de Bauwens et al. (2022) sobre la capacidad de las comunidades energéticas para generar institucionalidad informal como respuesta adaptativa a sus necesidades de coordinación.

No obstante, el caso también revela dificultades que son representativas de los obstáculos sistémicos que enfrenta la generación distribuida comunitaria en el contexto urbano colombiano. La operación oficial del piloto se retrasó aproximadamente dos años respecto al calendario inicial, debido a demoras en la firma de autorizaciones, el cambio de EPM a NEU como proveedor energético y la necesidad de resolver ambigüedades normativas sobre la figura de “generador distribuido colectivo” que, a la fecha de inicio del proyecto, carecía todavía de regulación explícita (El Colombiano, 2023). Este desfase entre la innovación técnica y la adaptación regulatoria confirma la hipótesis de la perspectiva multinivel (Geels, 2002) sobre la rigidez del régimen frente a innovaciones de nicho: la comunidad energética fue técnicamente viable antes de ser jurídicamente posible.

Tabla 2*Ficha técnica comunidad energética barrio El Salvador*

Comunidad Energética Barrio El Salvador	
Ubicación	Sector la Estrecha, barrio El Salvador, centro-oriente de Medellín, Antioquia
Año de implementación	2021-2023 (operación oficial: abril de 2023)
Actores	Universidad EIA, EPM, empresa ERCO, comercializadora NEU, apoyo del Fondo Newton / Real Academia de Ingeniería del reino Unido y University College London
Beneficiarios directos	24 familias (estratos socioeconómicos 1, 2 y 3)
Infraestructura instalada	43 paneles solares en tres techos, 2 generadores distribuidos, medidores inteligentes
Generación promedio	3000 kWh/mes

Caso 2. Cabo de la Vela y Media Luna, Uribia, La Guajira: primera comunidad energética priorizada en Zona No Interconectada con proyecto productivo integrado

En marzo de 2023, el IPSE anunció la priorización de Cabo de la Vela – Media Luna, en el municipio de Uribia, La Guajira, como uno de los dos primeros territorios del país en ser convertidos en comunidades energéticas, la selección de este territorio respondió a un ejercicio de caracterización socioeconómica y ambiental que evaluó simultáneamente la disponibilidad del recurso solar, la existencia de vocaciones productivas y la vulnerabilidad de la población, en

coherencia con los criterios de focalización establecidos posteriormente por la Resolución 40509 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía.

La singularidad analítica de este caso reside en su carácter de comunidad energética de anclaje productivo: el componente central del proyecto no es únicamente la provisión de energía eléctrica, sino la articulación de la infraestructura fotovoltaica con proyectos de generación de ingresos adaptados a la vocación económica del territorio. Para la comunidad de Cabo de la Vela, el IPSE diseñó un proyecto de fortalecimiento piscícola basado en tanques de geomembrana para la producción de tilapia roja, orientado tanto al autoconsumo como a la venta de excedentes en mercados locales y regionales. Para Media Luna, el componente complementario se enfocó en el fortalecimiento lúdico-educativo (IPSE, 2023). Este diseño integrado convierte la energía en un habilitador del desarrollo productivo comunitario, en lugar de un fin en sí mismo, aproximándose al enfoque de las capacidades formulado por Sen (1999).

Sin embargo, el caso también ilustra de manera descarnada la complejidad de implementar comunidades energéticas en territorios con demandas energéticas insatisfechas de larga data y con conflictos sociales subyacentes. En agosto de 2024, habitantes del Cabo de la Vela, Media Luna y rancherías aledañas bloquearon la línea ferroviaria del Cerrejón para denunciar que más de 550 familias llevaban quince días sin servicio eléctrico, suministrado por la empresa Helios Energía (operadora designada por IPSE en 2022) debido a fallas técnicas no resueltas (Infobae Colombia, 2024). Este episodio revela una tensión crítica entre la priorización y el anuncio de una comunidad energética, y la garantía efectiva de continuidad y calidad del servicio que esa figura promete. El desafío no es únicamente técnico, relacionado con la confiabilidad de los sistemas de generación y distribución, sino también institucional, en cuanto

a la capacidad de los operadores de red y del IPSE para responder ágilmente ante fallas en territorios de difícil acceso.

Tabla 3

Ficha técnica comunidad energética Media Luna

Comunidad energética Media Luna	
Ubicación	Cabo de la Vela y Media Luna, municipio de Uribia, La Guajira (ZNI)
Año de priorización	Marzo de 2023
Actor institucional	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las ZNI (IPSE), Ministerio de Minas y Energía
Población potencial beneficiaria	1500 familias (fase completa); 550 familias (fase 1)
Tecnología prevista	Conversión a microrred solar fotovoltaica centralizada con almacenamiento, desde soluciones individuales existentes
Componente productivo	Fortalecimiento piscícola (tilapia roja) en Cabo de la Vela; fortalecimiento lúdico-educativo en Media Luna

Caso 3. Comunidades Energéticas Educativas del Chocó: un modelo sectorial para la democratización del acceso en territorios de posconflicto

El 17 de mayo de 2024, en el municipio de Bojayá, el Gobierno Nacional inauguró las primeras 23 Comunidades Energéticas Educativas del país. El modelo de Comunidad Energética Educativa implica la instalación de sistemas solares en instituciones educativas públicas, convirtiendo a los colegios en nodos de generación renovable para la comunidad escolar, la primera fase sumó un total de 107 kWp instalados en 23 instituciones del Chocó, beneficiando a más de 1400 personas (Ministerio de Minas y Energía, 2004). La meta planeada por el Gobierno Nacional ha sido ampliar progresivamente este modelo en instituciones educativas con especial atención a zonas rurales y municipios que presentan mayores niveles de vulnerabilidad y pobreza energética. Bajo este enfoque, los establecimientos educativos dejan de cumplir únicamente una función pedagógica y pasan a convertirse en una infraestructura comunitaria capaz de articular procesos de generación, uso y apropiación social de la energía.

Desde una perspectiva institucional, este esquema se aproxima al enfoque de las *anchor institutions* (instituciones ancla), entendido como el papel que desempeñan determinadas organizaciones territoriales como escuelas, universidades, hospitales o entidades públicas en la estabilización y dinamización de procesos de desarrollo local. Estas instituciones, debido a su permanencia territorial, capacidad organizativa y legitimidad social, pueden actuar como plataformas para coordinar recursos, fortalecer redes comunitarias y generar beneficios colectivos de largo plazo (Taylor & Luter, 2013).

Desde el punto de vista social, el caso del Chocó introduce dos elementos de análisis de particular relevancia. El primero es la incorporación de los estudiantes como agentes activos del proceso de apropiación energética, 30 estudiantes denominados “Guardianes de la Energía”,

provenientes de 22 colegios de Quibdó, quienes recibieron formación sobre el funcionamiento y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos y sobre los principios de la transición energética (Naturgas, 2024). Esta estrategia pedagógica apunta a construir capacidades técnicas locales de largo plazo, reduciendo la dependencia de operadores externos para el mantenimiento del sistema.

El segundo elemento es la articulación entre la política de comunidades energéticas y las estrategias de construcción de paz y fortalecimiento territorial. El hecho de que algunas iniciativas hayan sido presentadas en territorios como Bojayá trasciende el componente simbólico y pone en relieve una dimensión institucional más amplia: la transición energética comunitaria comienza a proyectarse en escenarios históricamente afectados por exclusión estatal, desigualdad territorial y conflicto armado.

Tabla 4

Ficha técnica Comunidades Energéticas Educativas del Chocó

Comunidades Energéticas Educativas del Chocó	
Ubicación	Municipio de Bojayá y otros 22 municipios del departamento del Chocó
Fecha de inauguración	17 de mayo de 2024
Actor institucional	Ministerio de Minas y Energía (a través del FENOGE), Ministerio de Educación Nacional
Número de instituciones beneficiadas	23 colegios públicos (primera fase); meta 1000 instituciones educativas en Colombia
Beneficiarios directos	Más de 1400 personas (primera fase)
Capacidad instalada	107 kWp (sistemas solares fotovoltaicos)

Caso 4. Hospital Lynd Newball, San Andrés y Providencia: primera Comunidad Energética de Salud y modelo de descarbonización insular

La inauguración en septiembre de 2024 de la primera Comunidad Energética de Salud de Colombia, en el Hospital Departamental Lynd Newball de San Andrés, abre una tipología nueva dentro de la política nacional: la comunidad energética de infraestructura hospitalaria, que utiliza el hospital público como nodo de autogeneración renovable con impacto directo sobre la continuidad y la calidad de los servicios de salud en territorios insulares o de difícil interconexión.

El sistema instalado consta de 224 paneles solares bajo una configuración On Grid, es decir, conectada a la red eléctrica existente, con una capacidad instalada de 135 kWp que permite cubrir el 20% del consumo energético total del hospital en su primera etapa. La segunda etapa incorporará baterías de almacenamiento con el objetivo de elevar el porcentaje de autoabastecimiento al 50% (PV Magazine Latinoamérica, 2024). Esta progresión por etapas responde a una lógica de reducción gradual del riesgo: implementar primero la generación conectada a la red con menor complejidad técnica y menor requerimiento de inversión antes de agregar almacenamiento que dotará al sistema de mayor autonomía.

El caso de San Andrés adquiere relevancia analítica adicional por su inserción en una estrategia de descarbonización insular más amplia. La inauguración de la Comunidad Energética de Salud se realizó en el marco del IX Encuentro de Zonas No Interconectadas, en el que el Ministerio de Minas anunció simultáneamente la contratación de 11 comunidades energéticas adicionales para el archipiélago, vinculando juntas de acción comunal y asociaciones de

pescadores artesanales y ancestrales al proceso de transición energética (Presidencia de la República, 2024).

Desde la perspectiva de sostenibilidad organizativa, el hecho de que el nodo central de la comunidad energética sea un hospital público con personal técnico permanente y una estructura institucional consolidada podría favorecer la continuidad operativa del sistema y facilitar las actividades de gestión y mantenimiento. Este aspecto resulta relevante considerando que diversos estudios han señalado la importancia de las capacidades organizativas, técnicas y de gobernanza para garantizar la sostenibilidad de las comunidades energéticas a largo plazo (International Energy Agency [IEA], 2024). No obstante, la ampliación del modelo hacia comunidades de pescadores y juntas de acción comunal requerirá estrategias de transferencia de conocimiento y de gobernanza adaptadas a organizaciones con menor capacidad técnica y administrativa que un hospital público.

Tabla 5

Ficha técnica Comunidad Energética de Salud San Andrés y Providencia

Comunidad Energética de Salud San Andrés y Providencia	
Ubicación	Hospital Departamental Lynd Newball, isla de San Andrés, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
Fecha de inauguración	Septiembre de 2024
Actor institucional	Ministerio de Minas y Energía
Infraestructura instalada	224 paneles solares, sistema On Grid de 135 kWp
Impacto energético	Reducción del 20% del consumo eléctrico del

	hospital (primera etapa); meta: 50% con segunda etapa (baterías)
Expansión proyectada	11 comunidades energéticas adicionales en el archipiélago (juntas de acción comunal y asociaciones de pescadores artesanales)

La revisión de los cuatro casos anteriores permite extraer un conjunto de lecciones transversales que iluminan tanto las oportunidades como los desafíos del modelo colombiano de comunidades energéticas.

Primeramente, los casos analizados evidencian que el éxito de las comunidades energéticas en Colombia está fuertemente condicionado por la calidad del acompañamiento institucional en las fases iniciales. En los casos de Chocó y San Andrés, la presencia directa del Ministerio de Minas y Energía y del FENOGÉ como actores de acompañamiento fue determinante para superar obstáculos normativos y logísticos propios del proceso de implementación. Por el contrario, en el caso del barrio El Salvador, los retrasos acumulados durante más de dos años estuvieron asociados a la ausencia de una figura regulatoria clara y a la necesidad de negociar caso por caso los términos de conexión a la red.

En segundo lugar, los casos muestran una tendencia a la verticalidad en el diseño de los proyectos, donde las decisiones técnicas y financieras son tomadas por actores institucionales o académicos externos, y la participación comunitaria se limita frecuentemente a la etapa de implementación y no a la de diseño. Esta dinámica es más pronunciada en los casos del Chocó y la Guajira, donde las comunidades beneficiarias tienen menor capacidad organizativa

preexistente y menos mercada en el caso de El Salvador, donde la universidad y la comunidad co-diseñaron elementos del esquema de gobernanza.

En tercer lugar, los casos revelan que la articulación entre la energía y los proyectos productivos locales es una condición de sostenibilidad a largo plazo que no todos los modelos incorporan. En el caso de Cabo de la Vela con su componente piscícola integrado, y el de San Andrés con su articulación de pescadores artesanales, representan aproximaciones más sofisticadas al concepto de comunidad energética como vector de desarrollo territorial, mientras que las Comunidades Educativas del Chocó, aunque altamente pertinentes desde la perspectiva del acceso a la educación, no incorporan todavía un componente de generación de ingresos que garantice la apropiación económica del proyecto por parte de la comunidad.

Finalmente, el contraste entre el avance cuantitativo (100 comunidades operativas en octubre de 2024) y las vulnerabilidades cualitativas documentadas en los casos analizados sugiere que el desafío central del modelo colombiano no es ya la demostración de su viabilidad técnica, sino la construcción de las condiciones institucionales, organizativas y financieras que permitan escalar con calidad. Durán, Reina y Useche (2025), concluyen en este sentido que la replicación exitosa de las experiencias existentes requiere resolver de manera sistemática los problemas de financiamiento a largo plazo, articulación interinstitucional y fortalecimiento de las capacidades locales de gestión.

5. Avances técnicos y operativos

La dimensión técnica de las comunidades energéticas no es un compartimiento aislado del análisis de la transición energética colombiana: es sustrato material. La viabilidad de cualquier modelo de gobernanza participativa, de cualquier instrumento de política pública y de

cualquier aspiración de justicia energética depende, en última instancia, de que existan tecnologías apropiadas, de que esas tecnologías puedan ser operadas con fiabilidad en contextos geográficamente complejos y de que las comunidades dispongan de las capacidades técnicas para mantenerlas funcionando en el tiempo. El presente capítulo examina estas tres condiciones en el contexto colombiano, con particular atención a las Zonas No Interconectadas (ZNI), donde los desafíos técnicos son más intensos y donde las consecuencias del fracaso técnico se traducen de manera más directa en pobreza y exclusión.

El país atraviesa un momento de aceleración sin precedentes en su historia energética. Colombia actualmente cuenta con 4405,52 MW de capacidad renovable no convencional instalada (UPME, s.f.). Al cierre de 2025 la capacidad fotovoltaica instalada en el SIN llegó a 1594 MW, equivalentes al 7,6% de la capacidad total nacional, y los proyectos de autogeneración y minigranjas duplicaron su potencia hasta 1200 MW (PV Magazine Latinoamérica, 2026; GBM Media, 2025). Estos datos sitúan a Colombia en una posición cualitativamente distinta a la de hace apenas cinco años, cuando la energía solar era una curiosidad estadística dentro de una matriz dominada por la energía hidroeléctrica y los combustibles fósiles.

Sin embargo, esta expansión nacional oculta una asimetría territorial profunda que es el núcleo del problema técnico que se analiza en este capítulo. Las 1.664 localidades de las ZNI que abarcan cerca del 52% del territorio nacional que no se encuentran conectadas al Sistema Interconectado Nacional y que, en consecuencia, operan mediante esquemas autónomos, a marzo de 2025, el 78% de su capacidad instalada (262.056 kW de un total de 335.271 kW) proviene todavía de grupos electrógenos diésel, mientras que solo el 22% corresponde a fuentes renovables no convencionales (IPSE, 2025a). En estas zonas viven 1.371.394 hogares que aún

carecen de acceso a la energía eléctrica según datos de la UPME citados por el propio IPSE (2025b).

5.1. Tecnologías aplicadas a las comunidades energéticas en Colombia

En el presente capítulo se caracteriza el estado del arte de las tecnologías disponibles para las comunidades energéticas colombianas, analizar los modelos de infraestructura, operación y mantenimiento que condicionan su sostenibilidad técnica, e identificar los desafíos técnicos específicos de las zonas rurales y no interconectadas que configuran la frontera más difícil de la transición energética justa en Colombia.

5.1.1. El ecosistema tecnológico fotovoltaico: madurez, costos y modularidad

La energía solar fotovoltaica ocupa el centro del ecosistema tecnológico de las comunidades energéticas colombianas por tres razones convergentes. Primera, la disponibilidad del recurso: Colombia cuenta con un promedio de irradiación horizontal global de 4,9 kWh/m²/día en todo el territorio, con zonas como La Guajira y el noroccidente de Vichada donde ese valor supera los 6,0 kWh/m²/día (DNP, 2023). Segunda, la reducción sostenida de costos: BloombergNEF (2023) documenta una caída en los precios internacionales los cuales alcanzaron mínimos históricos cercanos a 0,13 USD/Wp durante 2023 como resultado del aumento de la capacidad manufacturera y de la presión competitiva sobre la cadena global de suministros. Tercera, la modularidad del sistema, que permite escalar la instalación progresivamente según la capacidad financiera de la comunidad, desde unos pocos kWp hasta varios cientos, sin cambios de arquitectura técnica fundamentales.

Desde el punto de vista de la arquitectura de conexión, las instalaciones fotovoltaicas en comunidades energéticas colombianas se organizan en tres modalidades. La primera es el sistema fotovoltaico aislado (off – grid), sin conexión a ninguna red convencional, que opera con

almacenamiento local en baterías y es la opción técnica predominante en las comunidades de las ZNI. La segunda es en sistema (on – grid) o interconectado, que inyecta excedentes al SIN mediante inversores bidireccionales y medidores inteligentes, como el implementado en el barrio El Salvador de Medellín y en el Hospital Lynd Newball de San Andrés. La tercera es el sistema híbrido, que combina fotovoltaica, almacenamiento en baterías y un generador de respaldo (diésel o gas), siendo la arquitectura técnicamente más robusta para las ZNI porque garantiza continuidad del suministro variaciones del recurso solar. La elección entre estas modalidades depende del contexto geográfico, del nivel de radiación, del acceso a la red convencional y de la capacidad de inversión de la comunidad o del ente que financia el proyecto.

5.1.2. Energía eólica: potencial concentrado y barreras de escala

La energía eólica representa el segundo recurso renovable con potencial para comunidades energéticas en Colombia, aunque su distribución geográfica es mucho más concentrada que la solar. El mayor potencial eólico del país se localiza en La Guajira, donde velocidades medias de viento de 9 a 11 m/s a 80 metros de altura configuran uno de los recursos eólicos más atractivos de América Latina (SEI, 2025). Sin embargo, las características técnicas de los sistemas eólicos, mayor complejidad de instalación, necesidad de mástiles de gran altura, mantenimiento especializado de palas y los generadores, condicionamientos acústicos, lo hacen considerablemente menos apropiados para comunidades de pequeña escala que los sistemas fotovoltaicos. A diciembre de 2025, Colombia no contaba aún con ningún proyecto eólico en operación comercial dentro del SIN, aunque existían proyectos en fase de prueba con 31.9 MW de capacidad total proyectada (DNP, 2023).

Para el contexto específico de las comunidades energéticas rurales, la micro y mini eólica, sistemas de potencia inferior a 100 kW, puede resultar pertinente en zonas costeras y de

alta montaña donde el recurso solar es limitado por nubosidad. Sin embargo, la oferta de sistemas de esta escala con certificación técnica adecuada es limitada en el mercado colombiano, y la falta de técnicos especializados en su mantenimiento en territorios rurales es una barrera importante. En consecuencia, la eólica a escala comunitaria permanece como una tecnología de nicho con potencial en territorios específicos, pero sin perspectivas de convertirse en una opción generalizable en el corto plazo.

5.1.3. Sistemas de almacenamiento: el componente crítico del autoabastecimiento

El almacenamiento de energía es el componente técnico que determina el grado de autonomía de una comunidad energética: sin almacenamiento, la generación fotovoltaica solo está disponible durante las horas de irradiación solar, lo que limita el servicio a una fracción del día y excluye los usos nocturnos y los suministros críticos como los de salud y agua potable. Las baterías de ion de litio se han consolidado como la tecnología de almacenamiento de referencia para las aplicaciones comunitarias de pequeña escala y mediana escala, desplazando progresivamente a las baterías de plomo ácido por su mayor densidad energética, menor degradación por ciclos profundos de carga y descarga, y vida útil más larga.

La OCDE (2023), en un análisis sobre energía renovable distribuida en las ZNI de Colombia, documenta que entre 2020 y 2022 la capacidad renovable instalada en estas zonas creció de 16 MW a 46 MW, impulsada principalmente por sistemas fotovoltaicos domiciliarios. Sin embargo, la mayoría de estos sistemas no incluye almacenamiento centralizado de escala comunitaria: se trata de instalaciones que alimentan directamente el consumo del hogar durante las horas de sol, sin capacidad para transferir energía entre usuarios o para garantizar el suministro nocturno. La incorporación de baterías comunitarias de mayor capacidad, que permitan compartir el almacenamiento entre múltiples hogares y optimizar su uso mediante

algoritmos de gestión, es una de las innovaciones técnicas con mayor potencial para mejorar la calidad del servicio en las comunidades energéticas de las ZNI, pero su costo inicial sigue siendo la principal barrera de entrada para comunidades con recursos limitados (OCDE, 2023). Los proyectos piloto en La Guajira han demostrado que la energía solar integrada con almacenamiento puede reducir los costos de electricidad entre un 30% y un 40% en comparación con los generadores diésel, lo que ilustra el potencial económico de esta tecnología cuando se logra superar la barrera de inversión inicial (IPSE, 2025b).

En 2025, la CREG avanzó en la construcción del marco regulatorio para el almacenamiento energético mediante la expedición de la Resolución CREG 701 103 de 2025, orientada a definir los mecanismos para la incorporación de Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica con Baterías (SAEB) en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) (CREG, 2025). Este desarrollo regulatorio responde a una necesidad ampliamente reconocida en la transición energética, dado que los sistemas de almacenamiento desempeñan un papel fundamental para incrementar la flexibilidad operativa de las redes eléctricas y facilitar una mayor integración de fuentes renovables variables, especialmente la solar y eólica (International Energy Agency, 2024).

La incorporación regulatoria del almacenamiento abre oportunidades relevantes para fortalecer modelos de autogeneración colectiva y generación distribuida mediante el uso de baterías para gestionar excedentes, desplazar consumos hacia horas de mayor conveniencia económica, mejorar la calidad del servicio y aumentar la resiliencia energética local.

5.1.4. Pico-hidráulica y biogás: tecnologías complementarias en territorios específicos

Además de las tecnologías fotovoltaica y eólica, existen dos fuentes renovables que presentan potencial técnico relevante para comunidades energéticas en territorios específicos de

Colombia. Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) y las pico centrales hidráulicas de potencia inferior a 100 kW son apropiadas para comunidades asentadas en ríos y quebradas con caudal suficiente y desnivel topográfico adecuado, condiciones que se dan con frecuencia en las regiones andina, pacífica y amazónica. A marzo de 2025, el IPSE reportaba 4.643 kW de capacidad instalada en pequeñas centrales hidroeléctricas en las ZNI (IPSE, 2025a), lo que las convierte en la segunda fuente renovable en importancia después de la fotovoltaica en estos territorios.

El biogás, producido por la digestión anaeróbica de residuos agropecuarios y orgánicos, es una opción técnicamente viable para comunidades rurales con actividad ganadera o agrícola significativa. Su atractivo radica en que puede suministrar energía térmica y eléctrica en ciclos de 24 horas sin depender del recurso solar o eólico, actuando como fuente de generación base que complementa la variabilidad de las renovables. La OCDE (2023) identificó el potencial técnico de la bioenergía en las ZNI colombianas como significativo, aunque su implementación a escala comunitaria enfrenta desafíos relacionados con la gestión de los residuos, la capacitación técnica para la operación de los biodigestores y la percepción de las comunidades sobre los riesgos de manipulación de material orgánicos en descomposición.

5.2 Infraestructura, operación y mantenimiento de las comunidades energéticas

5.2.1. Arquitectura técnica de las microrredes comunitarias

La microrred es la arquitectura técnica que integra los diferentes componentes de generación, almacenamiento y distribución en una comunidad energética. Desde el punto de vista de ingeniería eléctrica, una microrred comunitaria típica incluye: (1) generadores fotovoltaicos distribuidos en múltiples puntos del asentamiento; (2) un sistema de almacenamiento centralizado o semi distribuido; (3) un controlador de microrred que gestiona en tiempo real el

balance entre generación, consumo y estado de carga de las baterías; (4) una red de distribución de baja tensión que conecta a todos los usuarios; y en las ZNI, (5) un generador diésel de respaldo para cubrir períodos de baja irradiación. La Superservicios (2023), en su informe sectorial sobre la prestación del servicio de energía en ZNI, identifica estas microrredes híbridas como la alternativa técnica prioritaria para las localidades de mediana concentración poblacional, frente a la extensión del SIN, técnicamente inviable por costos logísticos, y los sistemas fotovoltaicos individuales, insuficientes para satisfacer demandas productivas comunitarias.

El IPSE avanza en la implementación de tres tipologías diferenciales de microrred en las ZNI colombianas. Las centrales híbridas solar-diésel, como la implementada en Guachalito (Nuquí, Chocó) con una inversión de 2.100 millones de pesos, que garantizó servicio eléctrico continuo y redujo 144.8 toneladas de CO₂ anuales respecto al esquema previo exclusivamente diésel (IPSE, 2025a).

La inversión total de proyectos estructurados por el IPSE en el primer trimestre de 2025 superó los 119.000 millones de pesos, distribuidos en iniciativas financiadas con recursos del FAZNI, el Sistema General de Regalías y recursos propios de la institución, y priorizando la inclusión de comunidades étnicas y territorios dispersos con enfoque diferencial (IPSE, 2025a). Esta inversión ilustra tanto la escala del esfuerzo institucional como la magnitud del desafío pendiente, dado que las 1.664 localidades de las ZNI identificadas a marzo de 2025 representan un universo de necesidades muy superior a la capacidad de despliegue actual.

5.2.2. Estándares de calidad técnica y fiabilidad de equipos

La calidad de los equipos que conforman los sistemas de generación distribuida es un determinante crítico de la vida útil y la sostenibilidad económica de las comunidades energéticas. En Colombia, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) establece las

condiciones mínimas de seguridad para los equipos y las instalaciones eléctricas, incluyendo los sistemas fotovoltaicos. Su cumplimiento es exigido tanto por la normativa de conexión al SIN como por los procedimientos de habilitación de operadores en las ZNI.

Un problema documentado en la primera generación de proyectos de electrificación rural colombiana es la instalación de equipos de calidad insuficiente, especialmente módulos fotovoltaicos e inversores importados fuera de los estándares de la Comisión de Electrotécnica Internacional (IEC). Bueno-López et al. (2020), en su evaluación de sistemas solares fotovoltaicos aislados en las ZNI, documentaron el caso de Isla Fuerte (Bolívar) donde la eficiencia de los paneles instalados se había reducido a menos del 50% de su capacidad original por falta de mantenimiento y por el uso de equipos de calidad insuficiente, limitando el acceso a electricidad a un máximo de tres horas diarias pese a que el sistema había sido diseñado para un servicio más amplio. Los autores concluyen que es necesario “aplicar estándares IEC muchos ya adaptados al contexto colombiano como requisito de habilitación para todos los sistemas instalados, independientemente del fondo público” con el que hayan sido financiados, y establecer mecanismos de post-instalación que detecten tempranamente desviaciones respecto a las especificaciones técnicas (Bueno-López et al., 2020, p. 8).

5.2.3. Modelos de operación y mantenimiento: de la dependencia al técnico local

La operación y mantenimiento (O&M) de los sistemas energéticos comunitarios representan la dimensión técnica con mayor impacto sobre la sostenibilidad de largo plazo, y también aquella en la que se manifiestan con mayor nitidez las brechas entre los modelos de la política y la realidad territorial. La gestión del O&M puede organizarse en un espectro que va desde la dependencia total de un operador externo hasta la gestión autónoma por la comunidad, con modelos híbridos de corresponsabilidad en el medio.

El modelo de gestión por operador externo, aunque técnicamente competente cuando el proveedor cuenta con personal calificado, presenta vulnerabilidades documentadas. La más grave es la discontinuidad del servicio ante fallas del operador: el caso de Cabo de la Vela y Media Luna, donde más de 550 familias permanecieron sin energía durante más de quince días por fallas de la empresa Helios Energía no resueltas en tiempo oportuno (Infobae Colombia, 2024), ilustra esta vulnerabilidad. El Plan Indicativo de Cobertura de Energía Eléctrica (PIEC) del IPSE reconoce esta situación y ha establecido indicadores de gestión para reducir los días sin servicio en las localidades ZNI. Asimismo, el Informe de Telemetría del IPSE realiza seguimiento permanente en tiempo real al 80% de la energía generada en las ZNI (136 localidades que concentran esa proporción de la generación), lo que permite anticipar necesidades de mantenimiento y mejorar los tiempos de respuesta ante fallas (IPSen OTICIAS, 2023).

El modelo de microfranquicia técnica emerge como alternativa promisorio: un técnico local, residente en la comunidad o localidad próxima, recibe formación técnica de un operador regional y asume la responsabilidad del mantenimiento preventivo y las reparaciones de primer nivel. Bueno-López et al. (2020) evalúan positivamente este modelo, señalando que “a través de la cercanía entre promotor y usuario facilita los trabajos de reparación y mantenimiento dentro de las comunidades” (p. 12). El convenio suscrito por el IPSE y el SENA en 2023 para la capacitación de operarios del servicio de energía eléctrica en las ZNI, que finalizó exitosamente su primera cohorte en Inírida, Guainía, en junio de ese año, representa la implementación institucional de este modelo formativo (IPSE Noticias, 2023).

La Guía ambiental y social para proyectos de generación fotovoltaicos e híbridos menores e iguales a 1 MW, elaborada para orientar la implementación de proyectos energéticos en estos territorios, incorpora la jerarquía de estrategias para la gestión integral de los RAEE

como criterio de evaluación ambiental y social, priorizando acciones de prevención, extensión, de la vida útil de los equipos, reutilización, aprovechamiento y tratamiento antes de recurrir a la disposición final (Planas, Quintero y Montealegre, 2021).

No obstante, trasladar este enfoque a contextos rurales dispersos implica retos operativos relevantes. La implementación efectiva de esquemas de recuperación, aprovechamiento y disposición final depende de la existencia de cadenas logísticas, mecanismos de recolección selectiva y gestores autorizados, elementos que históricamente presentan menor cobertura en territorios aislados. En Colombia, la gestión integral de RAEE se encuentra soportada en el principio de responsabilidad extendida del productor, establecido por la Ley 1672 de 2013 y desarrollado reglamentariamente mediante el Decreto 284 de 2018 y la Resolución 851 de 2022, instrumentos que asignan obligaciones de recolección, aprovechamiento y gestión ambientalmente adecuada a productores y demás actores involucrados en el ciclo de vida de los equipos eléctricos y electrónicos (Congreso de la República, 2013; ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Por lo tanto, el diseño de comunidades energéticas basadas en tecnologías fotovoltaicas requiere incorporar desde la etapa de formulación mecanismos claros para la gestión de paneles solares, baterías e infraestructura asociada al final de su vida útil, incluyendo responsabilidades institucionales, estrategias de logística inversa y provisiones financieras orientadas a garantizar el manejo ambiental adecuado de estos residuos.

5.2.4. Telemetría e inteligencia artificial para la gestión técnica remota

La digitalización de la operación de los sistemas energéticos en las ZNI ha avanzado de forma notable con la expansión de la infraestructura de telemetría del IPSE. A marzo de 2025, la entidad reporta monitoreo en tiempo real al 87% de la energía producida en las zonas no

interconectadas a través de sistemas de telemetría que transmiten datos de generación, consumo y estado de equipos hacia centros de control centralizados (IPSE, 2025a). Esta capacidad de supervisión remota permite no solo la detección temprana de fallas sino también la optimización del despacho de los generadores de respaldo, reduciendo el consumo de diésel en las centrales híbridas y mejorando la eficiencia global del sistema.

El IPSE (2025b) identifica la inteligencia artificial como el siguiente vector de mejora técnica en la gestión de los sistemas energéticos de las ZNI: los algoritmos de aprendizaje automático pueden predecir fallos en paneles solares, turbinas eólicas o baterías antes de que ocurran, ajustar la orientación de los seguidores solares en tiempo real según las condiciones climáticas, y optimizar la carga y descarga de las baterías en función de predicciones de demanda y generación. Sin embargo, el mismo documento reconoce las limitaciones estructurales para el despliegue de estas tecnologías en contextos rurales: "llevar tecnología avanzada a zonas remotas puede ser complicado debido a la falta de carreteras y comunicaciones", y la inversión inicial requerida para las infraestructuras de conectividad necesarias es significativa (IPSE, 2025b). En respuesta, el IPSE explora el uso de sistemas de comunicación por radiofrecuencia y satelital de baja órbita, como los provistos por constelaciones tipo Starlink, para superar la limitación de la conectividad celular en las ZNI, una solución que comenzó a ganar terreno a partir de 2023 con la apertura del mercado colombiano a estos servicios.

5.3. Desafíos técnicos en zonas rurales y no interconectadas

5.3.1. La paradoja geográfica: alto potencial renovable y bajo acceso energético

Colombia exhibe una paradoja técnica y territorial que es, al mismo tiempo, la mayor oportunidad y el mayor desafío de la transición energética justa: las regiones con mayor potencial de recursos renovables —La Guajira, el Pacífico, la Amazonía, la Orinoquia— son

precisamente las que concentran los déficits de acceso energético más severos. Esta paradoja no responde a razones de escasez del recurso sino a la intersección de barreras geográficas, institucionales y financieras que el DNP (2023) identifica explícitamente como las causas del subaprovechamiento del potencial renovable de las ZNI.

El análisis de la OCDE (2023) sobre energía renovable distribuida en Colombia profundiza en esta paradoja, señalando que el costo de conexión promedio por nuevo usuario en las ZNI colombianas supera en múltiples veces el promedio mundial, debido a los costos de transporte de equipos, la dispersión de los asentamientos y la ausencia de cadenas de suministro locales. Los nuevos modelos de negocio serán cruciales para reducir el costo de las tecnologías renovables, así como para mejorar el acceso al financiamiento e inversión, y para lograr reemplazar la generación actual de diésel (OCDE, 2023). Esta observación apunta a un problema que trasciende lo técnico: la inviabilidad económica de los modelos convencionales de electrificación en las ZNI colombianas obliga a innovar simultáneamente en la tecnología, en el financiamiento y en la gobernanza.

5.3.2. Logística de instalación y acceso físico al territorio

La geografía colombiana impone costos de instalación que pueden duplicar o triplicar el precio de adquisición de los equipos fotovoltaicos. Las selvas tropicales del Chocó y el Amazonas, los sistemas de ciénagas del Caribe, las rancherías dispersas de La Guajira y las comunidades de alta montaña de la Sierra Nevada de Santa Marta comparten la condición de ser territorios de difícil acceso por vía terrestre, lo que encarece el transporte de módulos fotovoltaicos, baterías, estructuras y cables, y limita la frecuencia con que los técnicos externos pueden realizar labores de mantenimiento. El IPSE (2025a) reporta la construcción e

inauguración de obras de mejoramiento de infraestructura eléctrica en municipios como Astrea, Pijiño del Carmen y Pueblo Viejo como parte de su plan de inversiones 2025, lo que ilustra que la intervención técnica requiere frecuentemente obras de adecuación de la infraestructura de acceso previas a la instalación de los sistemas energéticos. El uso de drones para el diagnóstico de fallas en sistemas fotovoltaicos remotos es identificado por el IPSE (2025b) como una de las soluciones técnicas emergentes para reducir la dependencia de visitas presenciales en zonas de difícil acceso.

Esta dificultad logística impone también restricciones sobre el diseño técnico de los sistemas: los ingenieros deben dimensionar los sistemas con mayores márgenes de seguridad para compensar la imposibilidad de realizar ajustes frecuentes; deben seleccionar equipos con robustez elevada ante condiciones ambientales adversas, humedad, temperatura extrema, salinidad en zonas costeras, polvo en zonas áridas; y deben diseñar los sistemas de manera que las labores de mantenimiento de primer nivel puedan ser ejecutadas por personas de la comunidad con formación técnica básica, a través de procedimientos simples y herramientas estándar disponibles localmente.

5.3.4. Brecha de conectividad digital y capacidades técnicas locales

La implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real, plataformas de gestión energética comunitaria y modelos avanzados de optimización de microrredes en las ZNI depende de la disponibilidad de conectividad digital, que en muchos de estos territorios es escasa o inexistente. El IPSE (2025a) identifica las condiciones geográficas y climáticas de cada zona como el condicionante principal para la elección de sistemas de comunicación, y explora tecnologías alternativas que incluyen redes LPWAN (como LoRaWAN para transmisión de datos de sensores a larga distancia con bajo consumo energético), comunicación por

radiofrecuencia de corto alcance para redes locales, y redes satelitales de baja latencia para la comunicación entre las comunidades y los centros de control del IPSE. La elección entre estas opciones depende del volumen de datos que debe transmitirse, del costo total de la solución y de la disponibilidad de energía para alimentar los equipos de comunicación. En áreas donde la falta de carreteras y comunicaciones imposibilita el despliegue de cualquier tecnología de conectividad convencional, el IPSE (2025b) explora el uso de drones apoyados con inteligencia artificial para el diagnóstico remoto de fallas.

La brecha de capacidades técnicas locales es el obstáculo más estructural y de más difícil resolución que enfrenta la sostenibilidad técnica de las comunidades energéticas en las ZNI. A diferencia de las barreras tecnológicas o logísticas, que pueden superarse con inversión económica suficiente, la formación de técnicos locales capaces de operar y mantener sistemas híbridos fotovoltaicos es un proceso que requiere tiempo, continuidad institucional y modelos pedagógicos apropiados para contextos con bajos niveles educativos formales y altas barreras lingüísticas y culturales en los territorios indígenas. El convenio IPSE-SENA de 2023 y la Escuela para la Transición Energética Justa del IPSE son respuestas institucionales a esta brecha, pero su escala de formación es aún insuficiente frente al universo de comunidades que requerirían técnicos propios para garantizar la sostenibilidad de sus sistemas energéticos.

6. Oportunidades y desafíos para las comunidades energéticas en Colombia

Colombia atraviesa lo que Vega-Araújo, Muñoz Cabré y Gil (2025) describen como un "momento de convergencia crítica" para las comunidades energéticas: se dan simultáneamente la madurez tecnológica de la fotovoltaica, un marco normativo en construcción acelerada,

compromisos climáticos que exigen resultados concretos, una demanda social creciente de democratización energética y liderazgos comunitarios que han demostrado capacidad de autoorganización incluso en contextos de posconflicto. Sin embargo, esa convergencia no basta por sí sola para garantizar que las comunidades energéticas se consoliden como un vector real de justicia energética y transición climática: requiere ser gestionada con instrumentos de política robustos, financiamiento adecuado y capacidad institucional suficiente para acompañar a decenas de miles de comunidades en procesos complejos de largo aliento.

Este capítulo no repite los análisis normativos, sociales o técnicos ya desarrollados. Su propósito específico es construir una lectura transversal que cruce las tres dimensiones para identificar, en primer lugar, dónde está Colombia en el mapa global de las comunidades energéticas; en segundo lugar, qué obstáculos sistémicos frenan el desarrollo de estas iniciativas más allá de las barreras sectoriales ya documentadas; y en tercer lugar, qué palancas de cambio están disponibles o son realizables en el corto y mediano plazo para aprovechar las oportunidades que el contexto nacional ofrece.

6.1. Síntesis de los avances normativos, sociales y técnicos

6.1.1. Un marco normativo construido en tiempo récord, con vacíos de segundo nivel

Entre 2019 y 2025, Colombia experimentó una aceleración significativa en la construcción del marco regulatorio aplicable a las comunidades energéticas. Aunque antes de este período existían antecedentes normativos relacionados con energías renovables, generación distribuida y autogeneración, especialmente a partir de la Ley 1715 de 2014 y su modificación mediante la Ley 2099 de 2021, la figura de las comunidades energéticas como categoría jurídica diferenciada comenzó a consolidarse únicamente en los desarrollos normativos más recientes.

El punto de inflexión se produjo con el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023 Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, que adicionó el numeral 25 al artículo 5 de la Ley 1715 de 2014 e incorporó por primera vez una definición legal expresa de comunidad energética en el ordenamiento colombiano, otorgándole además reconocimiento como instrumento de la política pública para la democratización del acceso a la gestión de la energía (Congreso de la república, 2023).

Posteriormente, el Decreto 2236 de 2023 reglamentó esta figura mediante su incorporación al Decreto Único Reglamentario del Sector Minero-Energético (Decreto 1073 de 2015), estableciendo aspectos relacionados con su objeto, modalidades operativas, mecanismos de asociación y acceso a instrumentos de financiamiento público, incluyendo las modalidades de Autogeneración Colectiva (AGRC) y Generación Distribuida Colectiva (GDC) (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

El desarrollo institucional continuó con la Resolución 40509 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía, que creó el Registro de Comunidades Energéticas (RCE) y estableció criterios para el registro, focalización y priorización de iniciativas susceptibles de recibir acompañamiento e instrumentos de apoyo estatal (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Finalmente, la Resolución CREG 101 072 de 2025 desarrolló condiciones técnicas y comerciales orientadas a facilitar la integración de las comunidades energéticas al sistema eléctrico, armonizando el régimen existente para autogeneración y generación distribuida con las nuevas modalidades colectivas previstas en el Decreto 2236 de 2023 (CREG, 2025). Esta secuencia normativa es, en sí misma, un avance institucional de primer orden que sitúa a Colombia en una posición de vanguardia relativa en el contexto latinoamericano.

Sin embargo, la Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas (Ministerio de Minas y Energía, 2024) reconoce que el marco normativo presenta todavía "vacíos de segundo nivel": los instrumentos de alto nivel están en su lugar, pero las regulaciones técnicas de detalle — estándares para microrredes comunitarias en ZNI, modelos de medición para el autoconsumo colectivo en propiedad horizontal, esquemas tarifarios diferenciados para comunidades energéticas en posconflicto, mecanismos de resolución de disputas entre prosumidores dentro de la misma comunidad, están incompletas o ausentes. Esta brecha entre el marco habilitante y la regulación operativa crea incertidumbre para los diseñadores de proyectos, los inversores y, sobre todo, para las propias comunidades, que con frecuencia no encuentran una ventanilla única ni un camino claro desde la postulación hasta la operación autónoma. La meta de 3.000 comunidades operativas para 2026, declarada por el Gobierno como objetivo del mandato (ColombiaCheck, 2023), exige que esa brecha de segundo nivel se cierre a una velocidad que el ritmo regulatorio actual no garantiza.

6.1.2. Avances sociales: desde la demanda espontánea hasta la institucionalización

En la dimensión social, el avance más significativo de los últimos tres años no es programático sino cualitativo: la demanda de comunidades energéticas ha superado ampliamente la capacidad de respuesta institucional, revelando que existe una base social mucho más amplia de la que el Estado había anticipado. Las 18.460 postulaciones recibidas, de las cuales 2.500 obtuvieron los puntajes más altos según la Resolución 40509 de 2024 y 1.000 fueron priorizadas por mayor vulnerabilidad (Ministerio de Minas y Energía, 2024), son la expresión más contundente de que las comunidades energéticas no son una iniciativa impuesta desde arriba sino una respuesta a necesidades y aspiraciones preexistentes.

Igualmente, significativo es el surgimiento de modelos de financiamiento comunitario endógeno que complementan o suplen los recursos institucionales. Durán, Reina y Useche (2025) documentan el caso del Resguardo Indígena de Tamilco en Natagaima (Tolima), donde la comunidad creó una cooperativa financiera propia que gestiona dos fondos solidarios, el Fondo Rotatorio y el Fondo de Ahorro Particular— alimentados con el 5% de las ganancias por venta de pescado, destinados al mantenimiento del sistema fotovoltaico y al crédito para los asociados. Este modelo, que reproduce en clave energética las tradiciones de economía solidaria propias de las comunidades indígenas, ilustra que la sostenibilidad financiera de las comunidades energéticas no depende exclusivamente de los subsidios públicos cuando existen capacidades organizativas endógenas suficientes. La pregunta que esta evidencia plantea para la política pública es si el diseño institucional actual incentiva y replica estos modelos o si, por el contrario, los invisibiliza al exigir a las comunidades encajar en moldes organizativos externos.

La emergencia de las Comunidades Energéticas de Paz representa el avance social más novedoso del período, al articular la agenda energética con los compromisos del Acuerdo Final de 2016. El proyecto Sol de Perijá, inaugurado en noviembre de 2025 en el ETCR Pondores de Fonseca (La Guajira) con financiamiento de 8.49 millones de dólares del Gobierno de Corea (KIAT), beneficia a más de 200 familias firmantes de paz y es operado por la cooperativa COOMPAZCOL con el acompañamiento del Ministerio de Minas y Energía, la UPME y GECELCA. Según El Espectador (2025), el plan contempla que en cinco años sean los propios excombatientes, desde su cooperativa, quienes gestionen autónomamente la comunidad solar, constituyendo un modelo inédito de reincorporación energética que vincula la construcción de paz con el empoderamiento técnico y económico. Este modelo abre una perspectiva de investigación y política pública que no ha sido explorada en la literatura colombiana: el potencial

de las comunidades energéticas como instrumento de reintegración y consolidación territorial en zonas de posconflicto.

6.1.3. Avances técnicos: expansión cuantitativa sin equivalencia en las ZNI

La síntesis del avance técnico muestra una asimetría estructural que atraviesa todo el análisis: Colombia ha logrado una expansión fotovoltaica de escala histórica, de 486 MW al cierre de 2023 a 2685 MW al cierre de 2025 (GBM Media, 2025), pero esa expansión se ha concentrado en proyectos de gran y mediana escala del SIN, mientras que en las 1664 localidades de las ZNI el 78% de la capacidad instalada sigue siendo a diésel (IPSE, 2025).

Esta asimetría no es una anomalía sino el reflejo de un modelo de política energética que prioriza la generación centralizada renovable para el SIN sobre la descentralización energética con base comunitaria en los territorios más vulnerables. El plan Colombia Solar (Decreto 0972 de 2025) intenta corregir parcialmente esta tendencia al extender la autogeneración fotovoltaica a los estratos 1, 2 y 3, tanto en el SIN como en las ZNI, con estimaciones de reducción de tarifas de entre el 20% y el 40% para los hogares beneficiados (Ministerio de Minas y Energía, 2025b). Sin embargo, la sostenibilidad técnica de esa expansión masiva depende de resolver simultáneamente el déficit de técnicos locales, la brecha de conectividad digital y la ausencia de modelos tarifarios funcionales en las ZNI.

6.2. Principales barreras para la implementación

6.2.1. Barrera estructural: la brecha entre postulación e implementación

La barrera más reveladora del estado actual de las comunidades energéticas en Colombia es la distancia entre la demanda social, 18.460 postulaciones, y la capacidad de implementación efectiva, 100 comunidades operativas a octubre de 2024 (Durán et al., 2025). Esta brecha no refleja únicamente limitaciones financieras: refleja una desproporción entre la ambición de la

política y la capacidad institucional para ejecutarla. La Estrategia Nacional contempla metas de 2025 a 2033, pero los instrumentos concretos de ejecución, criterios de selección, metodologías de evaluación técnica y social, modelos de contratos, mecanismos de desembolso, fueron desarrollándose en paralelo a las postulaciones, lo que generó períodos de incertidumbre e inactividad que erosionan la confianza de las comunidades y de los potenciales inversores (SEI, 2025). Transformar las postulaciones en comunidades operativas a la velocidad requerida para cumplir la meta de 3.000 para 2026 exige un salto cualitativo en la capacidad operativa del Ministerio de Minas y Energía, el IPSE y el FENOGE que no está plenamente garantizado con los recursos y la estructura institucional actuales.

6.2.2. Barrera financiera: el problema del capital inicial y la sostenibilidad fiscal del subsidio

Durán, Reina y Useche (2025) identifican el financiamiento como la principal limitante para la implementación y sostenibilidad de las comunidades energéticas. Los mecanismos disponibles fondos FAZNI y FAER, SGR, incentivos tributarios de la Ley 1715, presentan tres limitaciones críticas para su aplicación en contextos comunitarios. Primera, su diseño para personas jurídicas con obligaciones tributarias, lo que excluye a las comunidades de menores ingresos que frecuentemente no están formalizadas. Segunda, su orientación hacia la inversión inicial, con escasa atención al financiamiento del ciclo de operación y mantenimiento. Tercera, la fragmentación institucional de los fondos, que obliga a las comunidades a navegar múltiples ventanillas con diferentes requisitos, plazos y condicionalidades.

El programa Colombia Solar introduce una innovación de política relevante al proponer la sustitución progresiva del subsidio al consumo por inversión en infraestructura de autogeneración. El Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos (FSSRI) destina actualmente más de 4 billones de pesos anuales, aproximadamente 1.000 millones de

dólares a subsidios eléctricos, una presión fiscal que el programa busca aliviar convirtiendo gasto corriente en inversión de capital (PV Magazine Latinoamérica, 2025). Sin embargo, el éxito de este modelo depende de que el costo de instalación de los sistemas fotovoltaicos y su mantenimiento a lo largo de su vida útil sea inferior al costo acumulado de los subsidios que reemplaza, lo que requiere una gestión eficiente de la cadena de suministro, del proceso de instalación y del ciclo de O&M, condiciones que no están garantizadas en todos los contextos.

6.2.3. Barrera institucional: la fragmentación interinstitucional como costo de transacción

La implementación de una comunidad energética en Colombia requiere la articulación de al menos cinco tipos de actores institucionales: el Ministerio de Minas y Energía (diseño de política y supervisión), el IPSE o el FENOGE (financiamiento y ejecución en ZNI y SIN respectivamente), la CREG (regulación técnica y comercial), el operador de red (conexión técnica y medición), y las autoridades ambientales regionales (permisos ambientales). En territorios con presencia de comunidades étnicas se agrega la obligación de consulta previa, que involucra al Ministerio del Interior y a las propias autoridades tradicionales. Esta multiplicidad de actores con ventanillas, requisitos, plazos y lógicas institucionales distintas genera costos de transacción elevados que son desproporcionados para organizaciones comunitarias con limitada capacidad administrativa.

Durán, Reina y Useche (2025) identifican la fragmentación interinstitucional como uno de los obstáculos más recurrentes en las experiencias documentadas, señalando que en áreas como las zonas marítimas protegidas del Caribe y el Pacífico, la ausencia de consenso entre Parques Nacionales, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Dirección General Marítima y las comunidades retrasa indefinidamente la implementación de los proyectos. La Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas (Ministerio de Minas y Energía, 2024) contempla la

creación de una ventanilla única y la simplificación de trámites como medidas de política, pero su implementación efectiva requiere decisiones de coordinación interministerial que trascienden la capacidad de actuación unilateral del sector minero-energético. SER Colombia (2024) documenta que proyectos de pequeña escala, dentro de los cuales se clasifican muchas comunidades energéticas, deben navegar al menos 15 tipos de trámites distintos entre permisos técnicos y ambientales ante autoridades nacionales, regionales y locales, consumiendo el 70% del tiempo total del proyecto en actividades burocráticas antes del inicio de operaciones.

6.2.4. Barrera política: inestabilidad regulatoria y riesgos de discontinuidad

Una barrera de naturaleza sistémica que la literatura académica suele subestimar en el análisis de políticas públicas de largo plazo es el riesgo de discontinuidad política. Las comunidades energéticas son proyectos que requieren horizontes de planificación de diez a veinticinco años, la vida útil de los sistemas fotovoltaicos, pero la política colombiana opera en ciclos de cuatro años con frecuentes cambios de orientación sectorial entre administraciones. La Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas 2025-2033, presentada por el Ministerio de Minas y Energía (2024), es el primer instrumento de política que intenta superar ese horizonte temporal, pero su implementación depende de decisiones presupuestales y regulatorias que cada nueva administración puede revisar. SEI (2025) señala que existe optimismo en torno a las comunidades energéticas pero que su viabilidad está sujeta a reglas claras y fuentes de financiamiento adecuadas, una condición que requiere estabilidad jurídica más allá de los ciclos electorales.

La inestabilidad regulatoria tiene también efectos directos sobre el financiamiento privado: SER Colombia (2024) reporta que el 47% de las empresas no logró concretar sus inversiones en energía renovable en 2024, citando como tercera causa principal la incertidumbre

en la seguridad jurídica y estabilidad regulatoria. Si bien esta estadística se refiere principalmente a proyectos de gran escala, el efecto desincentivador sobre los inversores de impacto y la banca de desarrollo que podrían financiar comunidades energéticas de pequeña escala es igualmente significativo.

6.3. Oportunidades de desarrollo en el contexto nacional

6.3.1. El andamiaje climático internacional como palanca de financiamiento

Colombia ha asumido compromisos climáticos vinculantes la reducción del 51% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 y la carbono neutralidad en 2050 en el marco del Acuerdo de París (Resolución 40509, 2024), que generan obligaciones de acción concreta en el sector energético. Las comunidades energéticas, al reducir la generación diésel en las ZNI y desplazar consumo de energía convencional en el SIN, contribuyen directamente a esas metas, lo que las convierte en activos elegibles para mecanismos de financiamiento climático internacional, incluyendo los fondos del Fondo Verde para el Clima (GCF), el Fondo de Adaptación, los mecanismos del artículo 6 del Acuerdo de París sobre mercados de carbono, y los instrumentos de la banca multilateral de desarrollo (BID, Banco Mundial, CAF).

Colombia Inteligente (2026) señala que la integración de soluciones de energía renovable distribuida en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) permite articular mitigación climática, adaptación, acceso energético, electrificación rural, servicios sociales y desarrollo económico bajo una misma ruta de implementación. Esta multidimensionalidad convierte a las comunidades energéticas en instrumentos especialmente atractivos para los financiadores climáticos internacionales, que buscan proyectos con cobeneficios medibles en múltiples ODS. El proyecto Sol de Perijá, financiado con una donación de 8,5 millones de dólares del Gobierno de Corea a través de KIAT (El Pílon, 2025) ilustra el tipo de cooperación

internacional que puede canalizarse hacia las comunidades energéticas cuando existe un proyecto bien estructurado con componentes verificables de impacto social, ambiental y de construcción de paz. La tarea pendiente es crear vehículos financieros estandarizados que permitan agregar múltiples proyectos de pequeña escala en instrumentos de inversión suficientemente grandes para ser atractivos para los financiadores institucionales, que tienen umbrales mínimos de desembolso que los proyectos individuales no alcanzan.

6.3.2. El posconflicto como laboratorio de innovación en gobernanza energética comunitaria

Los territorios priorizados por el Acuerdo de Paz de 2016 a través de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) representan una oportunidad singular para las comunidades energéticas: son zonas con alta necesidad energética, muchos de ellos en las ZNI o con cobertura eléctrica deficiente, con recursos renovables disponibles, con mandatos legales explícitos de intervención del Estado, y con procesos activos de reconstrucción del tejido social que pueden potenciarse con proyectos energéticos participativos. La Resolución 40509 de 2024 reconoce esta oportunidad al establecer que el sector de minas y energía tiene la obligación de crear nuevos usuarios con servicio de energía y dejar capacidad instalada de FNCER en municipios PDET y ZNI (Resolución 40509, 2024).

El modelo de la Comunidad Energética de Paz es una innovación institucional que Colombia está construyendo sin referentes directos en la experiencia internacional. La articulación entre la cooperativa de firmantes de paz (COOMPAZCOL), el Estado colombiano (Ministerio de Minas y Energía, UPME), una empresa del sector eléctrico (GECELCA) y la cooperación internacional (KIAT de Corea) en el proyecto Sol de Perijá constituye un modelo de alianza que puede replicarse en los más de 24 Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR) y sus comunidades aledañas que existen en el país. La clave de la

replicabilidad, como señala El Espectador (2025), está en que el modelo contemple desde el inicio la transferencia de la operación autónoma del sistema a la cooperativa comunitaria, con plazos definidos y programas de formación técnica que garanticen esa autonomía. El diplomado Transición Energética Justa para la Paz implementado en Fonseca con participación universitaria es el tipo de intervención formativa que puede sentar esas bases cuando se implementa de manera sistemática y no como actividad puntual.

6.3.3. La transformación del subsidio en inversión: la apuesta de Colombia solar

El programa Colombia Solar (Decreto 0972 de 2025) representa la apuesta de mayor escala e implicaciones sistémicas del actual período de política energética. Al proponer la sustitución progresiva del subsidio al consumo por instalaciones de autogeneración solar, el programa transforma la lógica de la política energética para los estratos más bajos: de una transferencia permanente de ingresos hacia la factura eléctrica a una inversión única con impacto de largo plazo sobre el costo del servicio para las familias más vulnerables (PV Magazine Latinoamérica, 2025). Las estimaciones oficiales proyectan ahorros de entre el 20% y el 40% en las facturas de los hogares beneficiados, dependiendo de la radiación solar y el tipo de instalación (Ministerio de Minas y Energía, 2025b). A mediano plazo, más de un millón de usuarios en el Caribe y otras regiones del país podrían beneficiarse en los pilotos iniciales.

Para que esta apuesta se convierta en una oportunidad real para las comunidades energéticas, y no solo para los hogares individuales, es necesario articular el programa Colombia Solar con el marco comunitario: incentivar la organización colectiva de los hogares beneficiados en comunidades energéticas que compartan infraestructura, gestionen colectivamente los excedentes y construyan capacidades organizativas comunes. La primera etapa del programa — 100 soluciones solares para la región Caribe, dirigidas a comerciantes de estratos 1, 2 y 3 en

Atlántico, Magdalena y La Guajira con reducciones entre el 50% y el 70% en las facturas (Ministerio de Minas y Energía, 2025a) muestra que la escala individual está funcionando; el reto es escalar desde los sistemas individuales hacia modelos verdaderamente comunitarios de propiedad y gestión colectiva.

6.3.4. La economía popular y solidaria como plataforma organizativa

Una oportunidad estructural que la política de comunidades energéticas colombiana ha comenzado a reconocer, pero que todavía no ha integrado plenamente en sus instrumentos, es la articulación con el ecosistema de la economía popular y solidaria: las cooperativas, los fondos de empleados, las cajas de compensación, las juntas de acción comunal y las organizaciones comunitarias de base que operan en los mismos territorios donde se implementan las comunidades energéticas. Estas organizaciones no son nuevas: muchas tienen décadas de experiencia en la gestión colectiva de recursos, en la administración de servicios para sus asociados y en la negociación con el Estado. Incorporarlas como actores centrales no como receptoras pasivas del modelo de comunidades energéticas podría reducir significativamente los costos de transacción organizativa y acelerar la curva de aprendizaje institucional de las nuevas iniciativas.

El caso del Resguardo de Tamilco, donde la cooperativa financiera comunitaria ya preexistía y fue adaptada para gestionar el fondo de mantenimiento del sistema fotovoltaico (Durán et al., 2025), ilustra esta oportunidad: la comunidad no necesitó crear una nueva organización desde cero, sino adaptar una estructura ya existente a las nuevas necesidades. El programa Colombia Solar para Economías Populares, que en su primera etapa instaló soluciones solares en 1.068 negocios de estratos 1, 2 y 3, articulándose con la Unión Nacional de Comerciantes (UNDECO) en Barranquilla (Ministerio de Minas y Energía, 2025a) reconoce

implícitamente esta oportunidad al apoyarse en estructuras gremiales existentes. Sin embargo, la extensión sistemática de este enfoque requiere mapear el ecosistema de organizaciones de economía solidaria en los territorios con mayor potencial de comunidades energéticas y diseñar instrumentos específicos que les permitan asumir funciones de gestión del sistema sin perder su identidad y su misión social originales.

7. Conclusiones

El análisis desarrollado a lo largo de esta monografía permite concluir que las comunidades energéticas representan uno de los cambios más relevantes en la evolución reciente del sector energético colombiano, al introducir una lógica de participación colectiva que modifica parcialmente el modelo tradicional de generación centralizada y de relación pasiva entre usuario y sistema eléctrico. Más allá de una innovación tecnológica o de una política sectorial aislada, las comunidades energéticas constituyen una apuesta institucional orientada a integrar objetivos de transición energética, democratización del acceso a la energía, inclusión territorial y fortalecimiento de capacidades locales.

Desde el punto de vista normativo, se identificó que Colombia ha construido en un período relativamente corto un marco regulatorio específico para habilitar este modelo. Aunque existían antecedentes importantes en materia de promoción de energías renovables particularmente a partir de la Ley 1715 de 2014 y su actualización mediante la Ley 2099 de 2021, fue únicamente con el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023 que las comunidades energéticas adquirieron reconocimiento jurídico expreso dentro del ordenamiento colombiano. Posteriormente, el Decreto 2236 de 2023, la Resolución MME 40509 de 2024 y la Resolución CREG 101 072 de 2025 permitieron avanzar en su reglamentación institucional, organizativa y

técnica. Este conjunto normativo evidencia una transformación regulatoria orientada a incorporar actores comunitarios dentro del sistema energético nacional.

No obstante, el estudio también mostró que el desarrollo regulatorio alcanzado no elimina automáticamente las barreras para la implementación efectiva del modelo. Persisten limitaciones asociadas a capacidades institucionales territoriales insuficientes, restricciones de financiamiento para operación y mantenimiento, vacíos de coordinación entre política energética y ordenamiento territorial, ausencia de mecanismos regulatorios consolidados para esquemas de intercambio energético más avanzados y dificultades para adaptar los instrumentos existentes a las condiciones específicas de las Zonas No Interconectadas. En consecuencia, el éxito de las comunidades energéticas dependerá menos de la creación de nuevas normas y más de la capacidad estatal y comunitaria para convertir el marco jurídico existente en proyectos sostenibles en el territorio.

Desde una perspectiva social, la investigación permitió identificar que el principal valor agregado de las comunidades energéticas no se limita a la generación de energía renovable, sino a la posibilidad de fortalecer procesos de organización colectiva, participación ciudadana y construcción de capacidades locales. La evidencia revisada muestra que la sostenibilidad de estos proyectos depende de factores como la confianza entre actores, la apropiación comunitaria de la infraestructura, la existencia de mecanismos participativos de gobernanza y el fortalecimiento del capital social. En este sentido, las comunidades energéticas deben entenderse como espacios de innovación social que producen simultáneamente resultados energéticos y transformaciones en las relaciones comunitarias.

En el ámbito técnico y ambiental, el estudio permitió establecer que las tecnologías asociadas a generación distribuida, sistemas fotovoltaicos, almacenamiento energético y

soluciones híbridas amplían significativamente las posibilidades de acceso energético en territorios históricamente excluidos. Sin embargo, también generan nuevos desafíos relacionados con mantenimiento especializado, sostenibilidad financiera, gestión de residuos tecnológicos y adaptación de soluciones técnicas a contextos rurales dispersos. La transición energética, por tanto, no puede reducirse a un cambio tecnológico; exige incorporar enfoques de ciclo de vida, justicia territorial y sostenibilidad de largo plazo.

Finalmente, puede concluirse que las comunidades energéticas constituyen una oportunidad para avanzar hacia un modelo energético más descentralizado, resiliente y participativo en Colombia. Sin embargo, su consolidación dependerá de que el Estado, las entidades regulatorias, los gobiernos territoriales y las propias comunidades logren construir mecanismos permanentes de acompañamiento técnico, fortalecimiento institucional y financiación que permitan que la participación ciudadana en el sector energético trascienda el plano declarativo y se convierta en una capacidad efectiva de transformación territorial. El reto de los próximos años no será únicamente ampliar el número de comunidades energéticas creadas, sino garantizar que estas sean técnicamente viables, socialmente apropiadas y sostenibles en el tiempo.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Medellín. (2023). *En el barrio El Salvador de Medellín nace la primera comunidad energética solar de Colombia.* <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/en-el-barrio-el-salvador-de-medellin-nace-la-primer-comunidad-energetica-solar-de-colombia/>
- Bauwens, T., Schraven, D., Drewing, E., Radtke, J., Holstenkamp, L., Gotchev, B., & Yildiz, Ö. (2022). Conceptualizing community in energy systems: A systematic review of 183 definitions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 156, Article 111999. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111999>
- BloombergNEF. (2023). *Global PV market outlook, 4Q 2023.* <https://about.bnef.com/insights/clean-energy/global-pv-market-outlook-4q-2023/>
- Bueno-Lopez, M., Rodríguez-Sánchez, P., & Arboleda Guzmán, E. E. (2020). *Evaluación de sistemas solares fotovoltaicos aislados y sus esquemas de sostenibilidad en las zonas no interconectadas de Colombia.* Universidad Nacional de Colombia. <https://www.researchgate.net/publication/345771205>
- Cambio Colombia. (2023, noviembre 6). *Cómo funciona la comunidad energética del barrio El Salvador en Colombia.* <https://cambio.com.co/articulo/como-funciona-la-comunidad-energetica-del-barrio-el-salvador-en-colombia/>
- Caramizaru, A., & Uihlein, A. (2020). *Energy communities: An overview of energy and social innovation* (JRC119433). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/180576>

Colombia Inteligente. (2026, mayo). *Strengthening national climate plans through distributed renewable energy*. <https://colombiainteligente.org/tendencias/strengthening-national-climate-plans-through-distributed-renewable-energy/>

ColombiaCheck. (2024, julio 15). *¿Qué son las comunidades energéticas y qué tan ambiciosa es esta apuesta para la transición?* <https://colombiacheck.com/investigaciones/que-son-las-comunidades-energeticas-y-que-tan-ambiciosa-es-esta-apuesta-para-la>

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2021). *Resolución CREG 174 de 2021, por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional*. https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0174_2021.htm

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2025). *Resolución CREG 101 072 de 2025, por la cual se armoniza la regulación para la integración de las comunidades energéticas al Sistema Energético Nacional y se dictan otras disposiciones*. https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_072_2025/index.htm

Congreso de la República de Colombia. (2001). *Ley 697 de 2001, por la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 44.573. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4446>

Congreso de la República de Colombia. (2013). *Ley 1672 de 2013, por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 48.856. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56115>

- Congreso de la República de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014, por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. Diario Oficial No. 49.150.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Congreso de la República de Colombia. (2015). *Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018 “Todos por un nuevo país”*. Diario Oficial No. 49.538. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933>
- Congreso de la República de Colombia. (2021). *Ley 2099 de 2021, por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 51.731.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326>
- Congreso de la República de Colombia. (2023). *Ley 2294 de 2023, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”*. Diario Oficial No. 52.400.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2023). *Energía renovable en Colombia: Resolver el trilema energético*. <https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/energia-renovable-en-colombia-resolver-el-trilema-energetico.aspx>
- Durán, J., Reina, J. D., & Useche, C. (2025, abril 4). *Comunidades energéticas en Colombia: Historias de éxito, desafíos y aprendizajes en el marco de la transición energética justa*. World Resources Institute (WRI). <https://es.wri.org/insights/comunidades-energeticas-en-colombia-historias-de-exito-desafios-y-aprendizajes-en-el-marco>

- El Colombiano. (2023, abril 19). *Por primera vez, barrio de Medellín le venderá energía solar al país*. <https://www.elcolombiano.com/medellin/barrio-de-medellin-vendera-energia-solar-al-pais-DE21164968>
- El Espectador. (2025, abril 3). *Los exguerrilleros que impulsan comunidades energéticas para la paz en Colombia*. <https://www.elespectador.com/ambiente/los-exguerrilleros-que-impulsan-comunidades-energeticas-para-la-paz-en-colombia/>
- El Pílon. (2025, noviembre 27). *Inauguran comunidad energética de paneles solares en Fonseca: Corea donó 8,4 millones de dólares para su construcción*. <https://elpilon.com.co/sin-categoria/inauguran-comunidad-energetica-de-paneles-solares-en-fonseca-corea-dono-84-millones-de-dolares-para-su-construccion>
- Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE). (2024, mayo 17). *Gobierno del Cambio inicia con la entrega de Comunidades Energéticas Educativas*. <https://fenoge.gov.co/gobierno-del-cambio-inicia-con-la-entrega-de-comunidades-energeticas-educativas/>
- GBM Media / Reuters. (2025, diciembre 4). *Colombia registra salto en energías renovables en 2025, pero va a mitad de camino: gremio*. <https://gbm.com/media/noticia/colombia-registra-salto-en-energias-renovables-en-2025-pero-va-a-mitad-de-camino-gremio/>
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. W. (2014). Regime resistance against low-carbon transitions: Introducing politics and power into the multi-level perspective. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 21–40. <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>

- Hewitt, R. J., Bradley, N., Baggio-Compagna, A., Barlagne, C., Ceausu, S., Cremades, R., Meador, A., & Mills, J. (2019). Social innovation in community energy in Europe: A review of the evidence. *Frontiers in Energy Research*, 7, Article 31. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2019.00031>
- Infobae. (2024, agosto 26). *Bloquearon nuevamente el tren del Cerrejón: habitantes del Cabo de la Vela denuncian que llevan más de 15 días sin energía.* <https://www.infobae.com/colombia/2024/08/26/bloquearon-nuevamente-el-tren-del-cerrejon-habitantes-del-cabo-de-la-vela-denuncian-que-llevan-mas-de-15-dias-sin-energia/>
- Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). (2023). *Convenio IPSE-SENA para capacitación de operarios en ZNI.* <https://ipse.gov.co/noticias-ipse/9/>
- Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). (2023, noviembre 12). *Así puede postularse al programa de Comunidades Energéticas del Gobierno del Cambio.* <https://ipse.gov.co/blog/2023/11/12/14918-postulacion-comunidades-energeticas/>
- Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). (2025a). *Informe de gestión IPSE enero–septiembre 2025.* Ministerio de Minas y Energía. <https://www.minenergia.gov.co/documents/14805/informeGestion-IPSE-2025.pdf>
- Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). (2025b, mayo 12). *Inteligencia artificial y energías renovables: Una oportunidad para las Zonas No Interconectadas de Colombia.*

<https://ipse.gov.co/blog/2025/05/12/inteligencia-artificial-y-energias-renovables-una-oportunidad-para-las-zonas-no-interconectadas-de-colombia/>

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). (2025c, mayo 15). *Zonas No Interconectadas: La urgencia de una transición energética con monitoreo inteligente.*

<https://ipse.gov.co/blog/2025/05/15/columna-del-director-zonas-no-interconectadas-la-urgencia-de-una-transicion-energetica-con-monitoreo-inteligente/>

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). (2025d, diciembre 24). *Columna del Director: Colombia 2026: Los retos reales de llevar energía donde nunca ha llegado.*

<https://ipse.gov.co/blog/2025/12/24/columna-del-director-colombia-2026-los-retos-reales-de-llevar-energia-donde-nunca-ha-llegado/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/9781009157926>

International Energy Agency. (2024). *Batteries and secure energy transitions.*

<https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions>

International Energy Agency. (2024, September 25). *Bottom-up energy transitions: Managing the rise of energy communities in Latin America.*

<https://www.iea.org/commentaries/bottom-up-energy-transitions-managing-the-rise-of-energy-communities-in-latin-america>

International Renewable Energy Agency. (2023). *Renewable power generation cost in 2022*.

<https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022>

Meadowcroft, J. (2009). What about the politics? Sustainable development, transition management, and long term energy transitions. *Policy Sciences*, 42(4), 323–340.

<https://doi.org/10.1007/s11077-009-9097-z>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Guía ambiental y social para proyectos de generación fotovoltaicos e híbridos menores o iguales a 1 MW en Zonas No Interconectadas de Colombia*.

<https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Guia-ambiental-y-social-para-proyectos-de-generacion-fotovoltaicos-e-hibridos-menores-o-iguales-a-1-MW.pdf>

Ministerio de Educación Nacional. (2024, mayo 17). *Gobierno del Cambio inicia la entrega de Comunidades Energéticas Educativas*.

<https://www.mineducacion.gov.co/portalsalaprensa/Comunicados/420781:Gobierno-del-Cambio-inicia-la-entrega-de-Comunidades-Energeticas-Educativas>

Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Plan Energético Nacional Colombia 2020–2050: La transformación energética que habilita el desarrollo sostenible*. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).

https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2021, junio 25). *Resolución 40591 de 2021, por la cual se establecen los lineamientos para la elaboración de los Planes de Energización Rural Sostenible (PERS)*.

Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Metodología general: Estrategia Nacional de Comunidades Energéticas 2025–2033.*

<https://www.minenergia.gov.co/documents/13312/Metodologia-General-Estrategia-Nacional-Comunidades-Energeticas-2024.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Resolución 40509 de 2024, por la cual se reglamenta el Registro de Comunidades Energéticas (RCE) y se definen los criterios de focalización y priorización.*

https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_minminas_40509_2024.htm

Ministerio de Minas y Energía. (2024, mayo 17). *Gobierno del Cambio inicia con la entrega de Comunidades Energéticas Educativas.* <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/gobierno-del-cambio-inicia-con-la-entrega-de-comunidades-energ%C3%A9ticas-educativas/>

Ministerio de Minas y Energía. (2025a, abril 16). *Ministro de Minas y Energía anuncia ampliación del Programa Colombia Solar para economías populares.* <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/ministro-de-minas-y-energ%C3%ADa-anuncia-ampliaci%C3%B3n-del-programa-colombia-solar-para-econom%C3%ADas-populares/>

Ministerio de Minas y Energía. (2025b, mayo 29). *MinEnergía firma decreto que pone en marcha el programa Colombia Solar para generar energía limpia en estratos 1, 2 y 3 (Decreto 0972 de 2025).* <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/minenerg%C3%ADa-firma-decreto-que-pone-en-marcha-el-programa-colombia-solar-para-generar-energ%C3%ADa-limpia-en-estratos-1-2-y-3/>

- Naturgas. (2024, mayo 24). *Primeras 23 comunidades educativas energéticas se inauguran en el Chocó*. <https://naturgas.com.co/primeras-23-comunidades-educativas-energeticas-se-inauguran-en-el-choco/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *Distributed renewable energy in Colombia: Unlocking private investment for non-interconnected zones* (OECD Environment Working Papers No. 213). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9b32d9b3-en>
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2018). *Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (RED II)*. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 328, 82–209. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2019). *Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE*. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 158, 125–199. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32019L0944>
- Planas, A., Quintero, J. D., & Montealegre, L. (2021). *Guía ambiental y social para proyectos de generación fotovoltaicos e híbridos menores o iguales a 1 MW en Zonas No Interconectadas de Colombia*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0003114>

Presidencia de la República de Colombia. (2023). *Decreto 2236 de 2023, por el cual se adiciona al Decreto 1073 de 2015 con el fin de reglamentar parcialmente el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 en lo relacionado con las Comunidades Energéticas en el marco de la Transición Energética Justa en Colombia.*

Diario Oficial No. 52.617.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=227230>

Presidencia de la República de Colombia. (2024, septiembre 16). *El Ministerio de Minas y Energía inauguró en San Andrés la primera Comunidad Energética en Salud del país.*

<https://www.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/El-Ministerio-de-Minas-y-Energia-inauguro-en-San-Andres-la-primera-Comunida-240916.aspx>

Putnam, R. D. (1993). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton University Press.

PV Magazine Latinoamérica. (2025, febrero 10). *Colombia sumó 1.625 MW de nueva capacidad fotovoltaica en 2024, entre centralizada y distribuida.* <https://www.pv-magazine-latam.com/2025/02/10/colombia-sumo-1-625-mw-de-nueva-capacidad-fotovoltaica-en-2024-entre-centralizada-y-distribuida/>

PV Magazine Latinoamérica. (2025, septiembre 11). *El gobierno colombiano lanza el programa Colombia Solar para sustituir subsidios eléctricos.* <https://www.pv-magazine-latam.com/2025/09/11/el-gobierno-colombiano-lanza-el-programa-colombia-solar-para-sustituir-subsidios-electricos/>

PV Magazine Latinoamérica. (2026, febrero 5). *Colombia incorporó 333,87 MW fotovoltaicos en 2025.* <https://www.pv-magazine-latam.com/2026/02/05/colombia-incorporo-33387-mw-fotovoltaicos-en-2025/>

- Sovacool, B. K. (2021). Who are the victims of low-carbon transitions? Towards a political ecology of climate change mitigation. *Energy Research & Social Science*, 73, Article 101916. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101916>
- Sovacool, B. K., & Dworkin, M. H. (2015). Energy justice: Conceptual insights and practical applications. *Applied Energy*, 142, 435–444. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.002>
- Sovacool, B. K., & Florini, A. (2012). Examining the complications of global energy governance. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 30(3), 235–263. <https://doi.org/10.1080/02646811.2012.11435289>
- Szulecki, K. (2018). Conceptualizing energy democracy. *Environmental Politics*, 27(1), 21–41. <https://doi.org/10.1080/09644016.2017.1387294>
- Ulloa Castrillón, L. F. (2024). Marco conceptual regulatorio de la transición minero-energética justa y comunidades energéticas en Colombia. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 74(289), 207–234. <https://doi.org/10.22201/fder.24488933e.2024.289.88994>
- Vega-Araújo, J., Muñoz Cabré, M., & Gil, M. P. (2025). *Energía solar, eólica y comunidades energéticas en Colombia: Panorama 2025*. Stockholm Environment Institute (SEI). <https://www.sei.org/publications/energia-solar-eolica-comunidades-energeticas-colombia-2025/>
- Walker, G., & Devine-Wright, P. (2008). Community renewable energy: What should it mean? *Energy Policy*, 36(2), 497–500. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.10.019>
- World Resources Institute (WRI). (2025, abril 4). *Comunidades energéticas en Colombia: Historias de éxito, desafíos y aprendizajes en el marco de la transición energética justa*.

<https://es.wri.org/insights/comunidades-energeticas-en-colombia-historias-de-exito-desafios-y-aprendizajes-en-el-marco>

Wüstenhagen, R., Wolsink, M., & Bürer, M. J. (2007). Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*, 35(5), 2683–2691.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.001>