

INFORME

GUÍA FINANCIERA Y ECONÓMICA DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS

FINANCIACIÓN

Mesa DER:

ACOLGEN
ANDESCO
ASOCODIS
COCIER
COLOMBIA INTELIGENTE
SER COLOMBIA
WEC COLOMBIA

20 24

MESA DER COLOMBIA

Espacio de socialización, análisis y definición de las mejores prácticas para integrar los recursos energéticos al Sistema Interconectado Nacional -SIN- con el propósito de influir proactivamente en la consolidación de los lineamientos de política y reglamentación existente o en diseño para fomentar el uso masivo de los DER.

Representantes Mesa.

CATALINA VARGAS. - SER COLOMBIA

DANIEL CASAS B. - ACOLGEN

DANIEL F. DÍAZ T. - CONSEJO MUNDIAL DE ENERGÍA COLOMBIA

DIEGO F. VARGAS Q. - CONSEJO MUNDIAL DE ENERGÍA COLOMBIA

HÉCTOR TATÍCUÁN. - SER COLOMBIA

JAIME RESTREPO G. - ASOCODIS

JESSICA M. SERRANO P. - ANDESCO

JUAN D. MOLINA C. - COLOMBIA INTELIGENTE

KATHRINE SIMANCAS A. - ANDESCO

LAURA SALAZAR P. - ACOLGEN

LUISA F. BUITRAGO A. - COLOMBIA INTELIGENTE

NELSON F. CAPERA - COCIER

OLGA L. POLANIA - ASOCODIS

RAUL E. LANCHEROS S. - ACOLGEN

EQUIPO DEL PROYECTO



Diego Martínez

LÍDER COMPONENTE FINANCIERO

Financial Planner, consultor empresarial financiero, certificado como Asesor Financiero por el AMV. Especialista en gerencia financiera de la UPB e Ingeniero Administrador de la UNAL



Juan Pablo Valencia

PROFESIONAL CONSULTOR

Especialista Fortalecimiento empresarial en CIDET, experto en innovación y modelos de negocio.



Daniel Chica Velásquez

LÍDER COMPONENTE TÉCNICO

Especialista Fortalecimiento empresarial en CIDET, experto en gestión de proyectos, energías renovables, estudios de prefactibilidad técnica de proyecto, ingeniero de control de la UNAL Medellín.



Mónica Montoya

PROFESIONAL CONSULTOR

Especialista Fortalecimiento empresarial, con experiencia en electrificación rural, desarrollo de modelos de energía comunitaria, regulación y marco normativo, ingeniera electricista de la UDEA.



Manuela Castañeda

PROFESIONAL CONSULTOR

Analista Fortalecimiento empresarial, investigadora, experta en nuevos materiales y vigilancia tecnológica, ingeniera de materiales de la UDEA.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

El informe presentado, así como la guía desarrollada en el marco de la consultoría considera el marco normativo y regulatorio para comunidades energéticas que se ha definido en el país hasta diciembre de 2023, reflejando con precisión la información más reciente disponible en ese período. Durante el proceso de consultoría, hemos trabajado diligentemente para proporcionar un análisis exhaustivo y detallado, abarcando los aspectos más relevantes del sector eléctrico. Por lo tanto, las actualizaciones que puedan surgir al marco normativo y regulatorio del sector eléctrico, a partir de diciembre de 2023, no forman parte del alcance de consultoría realizada.

Asimismo, se señala que los casos planteados en la guía desarrollada son ejemplos sobre el uso de la herramienta; sin embargo, cada usuario de la herramienta debe tener en cuenta que los análisis y resultados obtenidos pueden variar significativamente en función de los datos de entrada ingresados. Estos resultados están directamente relacionados con las características socio-demográficas y tecnológicas que se definan para cada proyecto de comunidad energética. Por lo tanto, se recomienda utilizar la herramienta como una guía y complementarla con análisis específicos adaptados a las circunstancias individuales de cada proyecto.

Las opiniones que contenga este documento son parte de un ejercicio en desarrollo de identificación y análisis sectorial para consolidar acciones de transformación del sector eléctrico colombiano y no necesariamente representan la opinión oficial de una organización, entidad o empresa.

La veracidad de los datos recopilados y utilizados en el presente documento no es puesta en duda por parte de las organizaciones participantes, no haciéndose responsable por su exactitud ni su integridad. Los análisis, proyecciones y estimaciones que se presentan en este documento reflejan distintos supuestos definidos por el grupo de trabajo, los cuales podrán o no estar sujetos a discusión.

La información contenida en este documento de trabajo podrá ser reproducida en cualquier medio o formato siempre y cuando se mencione explícitamente a las organizaciones de la Mesa DER Colombia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la oportunidad de participar en el proyecto de consultoría para la construcción de la guía destinada a la estructuración financiera y económica de comunidades energéticas. Ha sido un honor colaborar con el equipo de la MESA DER en este proyecto de importancia significativa para el escalamiento de las comunidades energéticas en Colombia.

La elaboración de esta guía representa un hito crucial en el impulso de comunidades energéticas en el territorio colombiano. La estructuración financiera y económica adecuada es un factor determinante para garantizar la viabilidad y la implementación exitosa de dichas comunidades. Este trabajo no solo contribuye al desarrollo sostenible de proyectos energéticos, sino que también establece un marco integral que servirá como referencia para futuras iniciativas en este ámbito.

Valoramos profundamente la colaboración estratégica establecida durante este proceso y reconocemos el compromiso de la MESA DER en la promoción de soluciones energéticas innovadoras y sostenibles. Estamos seguros de que la guía resultante desempeñará un papel fundamental en la formulación de políticas y la toma de decisiones que impulsarán el avance de las comunidades energéticas en Colombia.

Una vez más, agradecemos la confianza depositada en nuestro equipo y nos comprometemos a seguir trabajando con diligencia y dedicación para asegurar el éxito continuo de este proyecto.



Fortalecemos el desarrollo de la industria eléctrica.
Somos reconocidos por Minciencias como Centro de innovación y productividad, además, estamos acreditados por ONAC, ANAB e IDEAM.

Eduin Javier García Arbeláez
Director Fortalecimiento empresarial

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo	9
Glosario	10
Lista de acrónimos y siglas	16
Capítulo 1 Referenciamiento y consolidación del contexto de modelos financieros y económicos de comunidades Energéticas.	17
Capítulo 2 Descripción de la guía para la estructuración financiera y económica propuesta para Colombia. y modelación de casos de estudio.	28
Capítulo 3 Retos y estrategia para la implementación.	53
Capítulo 4 Recomendaciones.	64
Bibliografía	67
Anexos	69

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Interfaz de usuario principal de la guía. Fuente: Elaboración propia.....	34
Figura 2. Secciones Iniciales de la guía. Fuente: Elaboración propia.....	35
Figura 3. Captura de pantalla extracto sección de módulos de visualización y análisis de la herramienta Excel. Fuente: Elaboración propia.....	36
Figura 4. Extracto captura de pantalla – Secciones finales.....	37
Figura 5. Registro comunidades energéticas Ministerio Minas y Energía. Fuente: (MinEnergia, 2023) Consultado 18 de enero 2024	38
Figura 6. Aumento en registro de proyectos de energía solar en los últimos tres años. Fuente (UPME, 2023a).....	39
Figura 7. Tipos de actividades económicas. Fuente: Elaboración propia basado en Decreto MinEnergia 2236 de 2023 y Energy Communities: A review on trends, energy system modelling, business models, and optimisation objectives.....	40
Figura 8. Captura módulo estructura de capital Caso 1. Fuente: elaboración propia.....	44
Figura 9. Captura de pantalla módulo de Variables Económicas Caso 1. Fuente: elaboración propia.....	45
Figura 10. Captura de pantalla Otras actividades económicas de la comunidad – Caso 1.....	45
Figura 11. Captura pantalla sección CAPEX INVERSIÓN INICIAL Y ACTIVOS FIJOS. Para caso 1. Fuente: elaboración propia.....	46
Figura 12 . Captura de pantalla. Sección Punto de Equilibrio/Viabilidad para Caso 1. Fuente: Elaboración propia con base en resultados de simulación.....	46
Figura 13. Captura pantalla sección INDICADORES DEL PROYECTO (FINANCIEROS Y SOCIALES) Caso 1. Fuente: Elaboración propia	47
Figura 14. Captura de pantalla Punto Equilibrio/viabilidad para el Caso 2. Fuente: elaboración propia.....	48
Figura 15. Captura pantalla resultados sección INDICADORES DEL PROYECTO de los módulos de salida – Caso 2. Fuente: elaboración propia.....	49
Figura 16. Captura de pantalla – Sección estructura de capital para el Caso 3. Fuente: elaboración propia	50
Figura 17. Captura de pantalla – Sección punto de equilibrio Modelación Caso 3. Fuente: elaboración propia	51

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de referenciamiento.	18
Tabla 2. Resumen de fuentes de financiación. Fuente: elaboración propia	19
Tabla 3. Resumen experiencia comunidades energéticas Fuente: elaboración propia	21
Tabla 4. Resumen estado del arte	24
Tabla 5 Descripción de los supuestos, su justificación y módulos impactados. Fuente: Elaboración propia.	30
Tabla 6. Resumen de los casos de estudio y su parametrización. Fuente elaboración propia, usando juicio de expertos y criterios según términos de referencia.	43
Tabla 7. Repaso de características principales asociadas al Caso 1	44
Tabla 8. Repaso de las características principales del Caso 2.	48
Tabla 9. Repaso de la parametrización principal del Caso 3.	50

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento constituye el entregable del estudio GUÍA PARA LA ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN COLOMBIA – IDENTIFICAR LA VIABILIDAD DE SU IMPLEMENTACIÓN originada por necesidades identificadas por la Mesa DER en Colombia, conformada esta última por las asociaciones ACOLGEN, ANDESCO, ASOCODIS, COCIER, COLOMBIA INTELIGENTE, SER COLOMBIA y WEC COLOMBIA, la cual fue contratada para ser ejecutada por la Corporación Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico – CIDET. El objetivo de esta consultoría consistió en realizar un ejercicio orientado a la construcción de una guía para la estructuración financiera y económica de una comunidad energética con el fin de facilitar su construcción e implementación en el territorio colombiano.

En el primer capítulo de este documento se expresa la referenciación nacional e internacional de los modelos económicos financieros de comunidades energéticas (contenido del entregable 1 de la consultoría); por su parte, el segundo capítulo describe el guía de estructuración financiera y económica propuesto para Colombia, así como los tres casos de estudio propuestos, aprobados por el equipo supervisor del proyecto y los resultados de la modelación de dichos casos.

El diseño de la guía se describe en el segundo capítulo, respondiendo a requisitos de agilidad, facilidad y usabilidad en el manejo por parte de un perfil de usuario con conocimientos básicos (no necesariamente con conocimientos del sector). También se presenta la modelación de los tres casos ejemplo, que conservan criterios de diversidad, diferentes ubicaciones, tipos organizativos, tipos de actividad económica según el decreto definitivo, además de otros parámetros diferentes entre sí con el fin de probar la respuesta de la guía frente a casos diversos. Como se podrá observar la guía respondió satisfactoriamente a los casos expuestos, advirtiendo la viabilidad o no viabilidad de la comunidad energética, argumentando las razones por las cuales se da uno u otro resultado, ya sea que se trate de unas comunidades que tenga o no una actividad económica adicional a aquella relacionada con la energía. Además, brinda otras herramientas claras, coherentes y concretas para que el usuario tome decisiones frente a la comunidad constituida o por constituir.

Al final del informe, en los capítulos 3 y 4 se exponen retos organizacionales, normativos, técnicos y de entidades del gobierno para la implementación de la herramienta, así como recomendaciones de difusión y actualización de esta.

De este modo se logra el objetivo de la consultoría, resultando una herramienta, ágil, fácil de usar por cualquier usuario final administrador de comunidades energéticas que le permite de modo sencillo interpretar la viabilidad de una CE y tomar una decisión sobre el inicio o no de una inversión.

Solventando los retos, el desarrollo de la consultoría representa un valor supremamente relevante para todos los ciudadanos colombianos especialmente teniendo en cuenta el recién publicado Decreto definitivo del Ministerio de Energía de Colombia para Comunidades Energéticas, constituyéndose en un instrumento de evaluación imprescindible para aquellas personas interesadas en constituir este tipo de Comunidades.

GLOSARIO

UBICACIÓN

Corregimiento municipal. Tipo de centro poblado, ubicado en el área rural de un municipio, el cual incluye un núcleo de población y está considerado en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Fuente: DANE.

Departamento: Entidad territorial de primer nivel de la división político-administrativa del Estado que agrupa municipios y áreas no municipalizadas. Goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y las leyes. Los departamentos ejercen funciones: administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes. Fuente: DANE.

Distrito: Entidad territorial, que tiene una característica que la destaca o diferencia, puede ser por su importancia política, comercial, histórica, turística, cultural, industrial, ambiental, portuaria, universitaria o fronteriza. Fuente: DANE.

Municipio: Entidad territorial fundamental de la división político-administrativa del Estado, con autonomía política, fiscal y administrativa dentro de los límites que le señalen la Constitución y las leyes de la República y cuya finalidad es el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población en su respectivo territorio. Fuente: DANE.

Vereda. División territorial de carácter administrativo en el área rural de los municipios, establecida mediante acuerdo municipal. Se concibe como una agrupación comunitaria de base territorial y principal espacio de sociabilidad, caracterizada por la proximidad de residencia de sus miembros, el sentido de pertenencia e identidad común y el predominio de las relaciones vecinales. Se conforma principalmente por la agrupación de predios delimitados por accidentes geográficos y vías principales. Para el caso de los productos cartográficos censales rurales, la vereda se identifica con un texto dentro de las respectivas áreas operativas y facilita la ubicación del grupo operativo en campo. Fuente: DANE.

TIPO DE COMUNIDAD

Área rural o resto municipal: se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas, y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas. Fuente: DANE.

Área urbana: se caracteriza por estar conformada por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas, las cuales están delimitadas por calles, carreras o avenidas, principalmente. Cuenta por lo general, con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las ciudades capitales y las cabeceras municipales restantes. Fuente: DANE.

Asociación de derecho: Son aquellas entidades sin ánimo de lucro que se diferencian de las organizaciones comerciales reguladas por el Código de Comercio. Algunos ejemplos representativos de estas organizaciones son: asociaciones de pescadores, federaciones nacionales de pescadores o confederaciones de pescadores, entre otros. Su creación tiene como objetivo el beneficio mutuo, centrado en la protección de sus derechos, en contraposición a la búsqueda de ganancias económicas. Fuente: ABC Comunidades Energéticas.

Comunidad organizada: Se entiende por comunidad organizada a la asociación de derecho, sin ánimo de lucro, integrada por personas naturales y/o jurídicas, en la que sus integrantes estén unidos por lazos de vecindad y colaboración mutuos en beneficio del desarrollo local y la participación comunitaria. Fuente: DECRETO 1981 DE 2003.

Cooperativa: es una empresa asociativa sin ánimo de lucro, en la que sus trabajadores o usuarios aportan los dineros para su funcionamiento; estos aportes son permanentes, mínimos e irreductibles. Los trabajadores y usuarios se encargan de gestionar por sí mismos, el desarrollo de su objetivo social: producir o distribuir bienes y servicios que satisfagan la necesidad de sus asociados, sus familias o de la comunidad en general. (Se encuentra regulada por la ley 79 de 1988 y vigiladas por la Superintendencia de la Economía Solidaria, conforme lo señala la Ley 454 de 1998). Fuente: Cámara de comercio de Bogotá.

Estratificación socioeconómica: es una clasificación en estratos de los inmuebles residenciales que deben recibir servicios públicos. Se realiza principalmente para cobrar de manera diferencial por estratos los servicios públicos domiciliarios permitiendo asignar subsidios y cobrar contribuciones en esta área. Fuente: DANE.

Federaciones y confederaciones: son uniones sindicales de segundo y tercer grado, que desarrollan funciones de asesoría de sus organizaciones afiliadas ante los respectivos empleadores en la tramitación de sus conflictos y frente a las autoridades o terceros de cualesquiera reclamaciones y adicionalmente pueden, según sus estatutos, atribuirse "las funciones de tribunal de apelación contra cualquier medida disciplinaria, adoptada por una de las organizaciones afiliadas; la de dirimir las controversias que se susciten entre los miembros de un sindicato afiliado por razón de las decisiones que se adopten, y la de resolver las diferencias que ocurran entre dos o más organizaciones federales". Fuente: Sentencia C-797 de 2000 Corte Constitucional de Colombia.

Fundación: Una fundación es una persona jurídica sin ánimo de lucro que nace de la voluntad de una o varias personas naturales o jurídicas y cuyo objetivo es propender por el bienestar común, bien sea a un sector determinado de la sociedad o a toda la población en general. La Fundación, se encuentra regulada en el Decreto 1529 de 1990, para las fundaciones que se constituyan en los departamentos. Fuente: Cámara de comercio de Bogotá.

ZONA

Áreas Especiales: Para efectos del presente decreto, entiéndase por Áreas Especiales a las Áreas Rurales de Menor Desarrollo, Zonas de Difícil Gestión y Barrios Subnormales, respecto de los cuales los usuarios de los estratos 1 y 2 ubicados en las mismas, son beneficiarios del Fondo de Energía Social de que trata el artículo 103 de la Ley 1450 de 2011, de conformidad con las definiciones que se establecen para cada una de ellas en el presente acto. Fuente: Decreto CREG 111 de 2012.

Autogeneración colectiva (AGRC): Actividad realizada por la comunidad energética que produce energía, principalmente, para atender su propia demanda de energía. En el evento en que se generen excedentes de energía a partir de tal actividad, estos podrán entregarse a la red, en los términos que establezca la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para tal fin. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

Autogenerador colectivo (AC): Usuarios o potenciales usuarios de servicios energéticos que constituyen una comunidad energética para desarrollar la actividad de autogeneración colectiva. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

Comunidades Energéticas (CE): Los usuarios o potenciales usuarios de servicios energéticos podrán constituir Comunidades Energéticas para generar, comercializar y/o usar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía renovables - FNCER-, combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

Consumo de subsistencia: Se define como consumo de subsistencia, la cantidad mínima de electricidad utilizada en un mes por un usuario típico para satisfacer las necesidades básicas que solamente puedan ser satisfechas mediante esta forma de energía final. Se establece el Consumo de Subsistencia en 173 kWh-mes para alturas inferiores a 1.000 metros sobre el nivel del mar, y en 130 kWh-mes para alturas iguales o superiores a 1.000 metros sobre el nivel del mar. Fuente: RESOLUCIÓN UPME 355 DE 2004.

Demanda de Energía de los Integrantes de la Comunidad Energética: Sumatoria de la demanda individual de todos y cada uno de los integrantes de la comunidad que conforman la AGRC, siempre que dichas necesidades no sean inferiores a los valores definidos en la normatividad vigente por concepto de consumo de subsistencia o nivel de consumo indispensable. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

Generación Distribuida Colectiva (GDC): Es la producción de energía eléctrica realizada por la comunidad energética, cerca de los centros de consumo, conectada a un sistema de distribución local (SDL) o a una microrred. La entrega de la energía al Sistema de Distribución Local (SDL) se rige bajo la regulación que establezca la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para tal fin, dentro del plazo de tres (3) meses siguientes a la expedición del presente decreto. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

Límite máximo de potencia: Límite de potencia instalada, establecido por la Unidad de Planeación Minero-energética -UPME-, para un autogenerador colectivo y un generador distribuido colectivo. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

Microrred: (red local de producción y distribución de energía) Sistema eléctrico que integra la demanda (cargas) y los recursos energéticos distribuidos con la capacidad de operar durante un periodo de tiempo y con diferentes niveles de automatización y de coordinación, bien sea de modo aislado o interconectado a una red principal, bajo criterios técnicos, económicos, ambientales y socioculturales. La UPME podrá ajustar o desarrollar el concepto de microrred en función de, entre otros, el principio de adaptabilidad de la Ley 143 de 1994. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

Sistema Interconectado Nacional (SIN): está compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: plantas y equipos de generación, red de interconexión, redes regionales e interregionales de transmisión, redes de distribución y cargas eléctricas de los usuarios, según lo previsto por el artículo 11 de la Ley 143 de 1994, según información de la Comisión Nacional de Regulación de Energía y Gas (CREG). Fuente: Ley 143 de 1994 Congreso de la República de Colombia.

Usuario: persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor. Fuente: Capítulo II – Definiciones Especiales. Ley 142 de 1994.

Zonas no interconectadas (ZNI): son los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado Nacional (artículo 1 de la Ley 855 de 2003). Por ejemplo, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Leticia en el Amazonas, Capurganá en el Chocó, Puerto Carreño en el Vichada y Mitú en el Vaupés. Fuente: Ley 143 de 1994 Congreso de la República de Colombia.

TIPO DE MIEMBROS

Afrodescendiente, afrocolombiano/a: Persona quien por su identidad es o se autorreconoce como descendiente de antepasados africanos, por su cultura y/o rasgos físicos. Fuente: DANE.

Hombre: Personas cuyas características genéticas, morfológicas y endocrinas le identifican como macho, según la clasificación biológica de la especie humana. Fuente: DANE.

Identidad étnica: Identificación consciente de una persona de pertenecer a un grupo étnico con el que comparte aspectos culturales, instituciones, comportamientos y rasgos físicos. Fuente: DANE.

Indígena: Persona quien por su identidad es o se autorreconoce como descendiente de los pueblos originarios de América o amerindios. Fuente: DANE.

Menores de edad: se entiende por niño o niña las personas entre los 0 y los 12 años, y por adolescente las personas entre 12 y 18 años. Fuente: Código de la infancia y la adolescencia-Ley 1098 de 2006.

Mujer: personas cuyas características genéticas, morfológicas y endocrinas le identifican como hembra, según la clasificación biológica de la especie humana. Fuente: DANE.

Mulato/a: Persona quien por sus rasgos físicos o su cultura se autorreconoce como fruto del mestizaje entre la población negra y blanca. Negro/a. Persona quien por su identidad se autorreconoce como perteneciente o miembro de poblaciones o comunidades negras ya sea por su cultura y/o rasgos físicos. Fuente: DANE.

Persona con discapacidad: Persona con deficiencias o alteraciones en las funciones y /o estructuras corporales, limitaciones en las actividades que puede realizar una persona de su edad y contexto, así como restricciones en la participación en los espacios de la vida cotidiana. Las discapacidades se clasifican así: discapacidad auditiva, discapacidad visual, discapacidad motora, discapacidad cognitiva, autismo y discapacidad múltiple. Fuente: Ministerio de Educación Nacional.

Víctima del desplazamiento forzado: toda persona que se ha visto forzada a migrar dentro del territorio nacional, abandonando su localidad de residencia o actividades económicas habituales, porque su vida, su integridad física, su seguridad o libertad personales han sido vulneradas o se encuentran directamente amenazadas, con ocasión de las violaciones a las que se refiere el artículo 3° de la presente Ley. Fuente: LEY 1448 DE 2011- Artículo 60, párrafo 2.

Víctimas del conflicto armado: personas que individual o colectivamente hayan sufrido un daño por hechos ocurridos a partir del 1º de enero de 1985, como consecuencia de infracciones al Derecho Internacional Humanitario o de violaciones graves y manifiestas a las normas internacionales de Derechos Humanos, ocurridas con ocasión del conflicto armado interno. Fuente: Minsalud.

Condiciones de vulnerabilidad: Condiciones de marginalidad de grupos significativos de la población que impiden procurarse su propia subsistencia o lograr niveles más altos de bienestar debido a situaciones que lo ponen en desventaja frente al resto de la población. Fuente: Decreto 2236 de 2023.

ESCOLARIDAD

Educación básica primaria: Proceso de formación cuya duración es de seis grados de instrucción básica educativa elemental. Comprende los primeros seis grados de la educación básica: transición, primero, segundo, tercero, cuarto y quinto. Fuente: DANE.

Educación básica secundaria: Proceso de formación que sigue a la educación básica primaria, cuya duración es de cuatro grados: sexto, séptimo, octavo y noveno. Fuente: DANE.

Universitario (profesional): Nivel de formación profesional cuya duración varía entre 4 y 5 años. Los programas de este nivel están destinados a impartir conocimientos, destrezas y competencias académicas o profesionales intermedias (nivel medio de complejidad o intensidad de los contenidos académicos) que conducen a un primer título. Son esencialmente teóricos, si bien pueden incluir un componente práctico, y están basados en investigaciones que reflejan los últimos avances en el campo o las mejores prácticas profesionales. (CINE 2011 A.C.) Fuente: DANE.

FUENTES ENERGÉTICAS

FNCER (fuentes no convencionales de energía renovables): Aquellos recursos de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no se usan o se utilizan de manera marginal y no se comercializan ampliamente. En Colombia se consideran renovables la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar, la proveniente de mares. Fuente: ABC Comunidades Energéticas.

Energía de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos: Energía obtenida a partir de cuerpos de agua de pequeña escala, instalada a filo de agua y de capacidad menor a los 50 MW. Fuente: LEY 2294 DE 2023.

Energía eólica: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el movimiento de las masas de aire. Fuente: La Ley 1715 de 2014 Fuentes No Convencionales de Energía Renovable – FNCER.

Energía geotérmica: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el calor que yace en el subsuelo terrestre. Fuente: La Ley 1715 de 2014 Fuentes No Convencionales de Energía Renovable – FNCER.

Energía solar: Energía obtenida de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en la radiación electromagnética proveniente del sol. Fuente: La Ley 1715 de 2014 Fuentes No Convencionales de Energía Renovable – FNCER.

DEFINICIONES FINANCIERAS

Activos: son los bienes y derechos que son propiedad de una empresa, institución o individuo, que pueden ser convertidos en un momento dado en dinero. Fuente: <https://www.significados.com/activo-y-pasivo/>

CapEx: es la abreviatura de Capital Expenditure. Se refiere a los fondos que una empresa utiliza para adquirir, actualizar y mantener activos físicos como propiedad, plantas, edificios, tecnología o equipo. Fuente: <https://www.investopedia.com/terms/c/capitalexpenditure.asp>

Costo de capital promedio ponderado (WACC): métrica financiera que representa el coste promedio que una empresa debe pagar por su capital, tanto deuda como capital propio. Es una tasa de descuento que se utiliza para evaluar proyectos de inversión, determinar el valor de una empresa y calcular el retorno requerido para inversionistas y acreedores. Fuente: <https://getquipu.com/blog/wacc/>

El valor presente neto (VPN): herramienta financiera fundamental para evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión. El VPN es el valor actual de los flujos de caja futuros del proyecto, descontados por una tasa de descuento apropiada. Fuente: <https://modelandum.com/como-calculiar-el-valor-presente-neto-vpn-para-evaluar-la-rentabilidad-de-un-proyecto-de-inversion/>

OPEX: es la abreviatura de Operating Expense. Se refiere a los gastos que una empresa incurre en sus operaciones normales, como el alquiler, el equipo, los costos de inventario, el marketing, la nómina, los seguros, los costos escalonados y los fondos asignados para la investigación y el desarrollo. Los gastos operativos son diferentes de los gastos de capital, que se relacionan con la adquisición, el mantenimiento o la actualización de un activo. Fuente: https://www.investopedia.com/terms/o/operating_expense.asp

Pasivos: son las deudas y compromisos que una empresa, institución o individuo ha asumido con terceros, como bancos, entidades crediticias, proveedores, empleados, etc. Fuente: <https://www.significados.com/activo-y-pasivo/>

Punto de equilibrio: El punto de equilibrio es aquel en el cual los ingresos son iguales a los egresos y por lo tanto no se genera ni utilidad ni pérdida en la operación. Nos permite determinar el número mínimo de unidades que deben ser vendidas o el valor mínimo de las ventas para operar sin pérdida. Fuente: <https://gestiopolis.com/como-calculiar-el-punto-de-equilibrio/>

Tasa de descuento: La tasa de descuento es el costo de capital que se aplica para determinar el valor presente de un pago futuro. Fuente: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-descuento.html>

Tasa Interna de Retorno (TIR): valor de la tasa de descuento que hace que el valor actualizado neto (VAN) sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. Fuente: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>

Patrimonio: conjunto de los bienes y derechos de una persona. Fuente: <https://www.significados.com/patrimonio/>

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

AGRC: Autogeneración Colectiva

AOM: Administración, Operación Y Mantenimiento

CE: Comunidad Energética

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas

ESAL: Entidad Sin Ánimo de lucro

FAER: Fondo De Apoyo Financiero Para La Energización De Las Zonas Rurales Interconectadas

FAZNI: Fondo de Apoyo financiero para la energización de las Zonas No Interconectadas

FENOGE: Fonde de Energías NO convencionales y Gestión eficiente de la Energía

FNCER: Fuentes No Convencionales de Energías Renovables

FOES: Fondo de Energía Social

GDC: Generación Distribuida Colectiva

IPSE: Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas

OR: Operador de Red

SDL: Sistema de Distribución Local

SGR: Sistema General de Regalías

SIN: Sistema Interconectado Nacional

UPME: Unidad de Planeación Minero-Energética

ZNI: Zonas No Interconectadas

A black and white photograph of a woman with curly hair, wearing a patterned blouse, sitting at a desk and working on a laptop. The scene is dimly lit, with the primary light source coming from the laptop screen. In the bottom left corner, there are two overlapping geometric shapes: a purple one on top and a cyan one below it, both with rounded corners.

Capítulo 1

REFERENCIAMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DEL CONTEXTO DE MODELOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS

REFERENCIAMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DEL CONTEXTO DE MODELOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS

Con el propósito de contextualizar los modelos financieros y económicos aplicados a comunidades energéticas, se llevó a cabo la revisión y análisis exhaustivo de un total de 29 documentos de referencia, de los cuales fueron procesados y tenidos en cuenta como línea base del proyecto. Estos documentos fueron obtenidos tanto de la Mesa de Generación Distribuida (Mesa DER) como de búsquedas internas realizadas por el equipo consultor de CIDET. La clasificación de los documentos analizados se estructuró en torno a tres categorías principales: Estado del arte, Fuentes de financiamiento y Experiencias en Comunidades Energéticas (CE).

Tabla 1. Resumen de referenciamiento.

#	Tipos de documentos	Documentos base
1	Estado del arte	16
2	Fuentes de financiación	3
3	Experiencia CE	10

Fuentes de financiación

A continuación, se realiza un análisis de las fuentes de financiación identificadas (ver Tabla 2). Por ejemplo, Bancolombia ofrece créditos para proyectos de comunidades energéticas bajo las opciones de leasing y arrendamiento operativo o para proyectos específicos. Por otra parte, Bancoldex ofrece una amplia gama de productos financieros y de garantía, incluyendo créditos directos, leasing, descuento de facturas, inversión en fondos de capital privado, y fortalecimiento empresarial. Apoya proyectos relacionados con eficiencia energética, energía renovable, economía circular, biodiversidad, bioeconomía, y otros.

El Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) en el cual se identificaron los siguientes ítems para la financiación de proyectos:

- **Requerimientos Previos:** Involucra estudios previos, estudios de pre-inversión y estimación del costo de operación y mantenimiento (AOM).
- **Tipo de Financiación:** Desglosa aspectos clave del financiamiento, como la adaptación a flujos de caja, la creación de *Special Purpose Vehicles* (SPV), el aislamiento de riesgos, esquemas fiduciarios, financiamiento estructurado y la integración de recursos públicos y privados.
- **Instrumentos Financieros:** Incluye una variedad de opciones como deuda estructurada, préstamos sindicados, *A/B Loan*, deuda *mezzanine*, *balloon*, *mini-perm* y *bullet*.
- **Mecanismos Financieros:** Menciona fondos de pre-inversión, créditos verdes, incentivos tributarios, *Energy Service Companies* (ESCOs), *Power Purchase Agreements* (PPAs), garantías y seguros de ahorro.

Las fuentes de financiación para comunidades energéticas abarcan una amplia gama de instrumentos, que van desde los tradicionales, como créditos y préstamos, hasta mecanismos financieros más especializados, como fondos de pre-inversión y garantías. Esta diversidad de opciones refleja la complejidad del sector y la necesidad de enfoques adaptativos para asegurar la viabilidad financiera de los proyectos.

La facilidad para adquirir financiamiento por parte de los integrantes de las comunidades ya sea a través de fuentes gubernamentales o privadas, desempeña un papel crucial en la conformación, construcción, generación y sostenimiento de estas. Es fundamental reconocer que la solvencia económica de los participantes no debe ser el único factor determinante para acceder a la financiación.

Para fomentar la creación y consolidación de comunidades energéticas, es necesario implementar políticas y medidas que faciliten el acceso a financiamiento, teniendo en cuenta no solo la capacidad financiera de los integrantes, sino también el potencial impacto ambiental y social de los proyectos. Esto podría incluir la creación de fondos específicos, incentivos fiscales, garantías gubernamentales y programas de capacitación financiera para los miembros de las comunidades.

La Tabla 2, presenta una variedad de fuentes de financiación para comunidades energéticas, destacando la diversidad de instrumentos y entidades involucradas en este ámbito.

Tabla 2. Resumen de fuentes de financiación. Fuente: elaboración propia

#	EMPRESA	PRODUCTO	APORTE AL EJERCICIO
1	BANCOLOMBIA	DEUDA CORPORATIVA(Grupo Bancolombia, 2023)	Crédito
2	BANCOLOMBIA	PROJECT FINANCE(Grupo Bancolombia, 2023)	Leasing- Arrendamiento operativo
3	EIA	FUENTES DE FINANCIACIÓN(Juan Pablo Cárdenas-Álvarez et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Financiación con deuda • Arrendamiento financiero • Acuerdo de compra de energía • Crowdfunding: financiación colectiva • Gobierno
4	FENOGE	REQUERIMIENTO PREVIOS(Fenoge & Juan Camilo Vallejo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios previos • Estudios de pre-inversión • Estimación AOM (Administración Operación y Mantenimiento)
5	FENOGE	TIPO DE FINANCIACIÓN – PROJECT FINANCE(Fenoge & Juan Camilo Vallejo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Financiamiento hecho a la medida de los flujos de caja • Creación de SPV (Entidad de Propósito Especial) • Aislamiento de riesgos • Esquema fiduciario (manejo de recursos estructurado) • Financiamiento estructurado (<i>covenants</i>, cuentas de reserva, cascada de pagos). • Alto nivel de apalancamiento • Integración de recursos públicos y privados • Instrumentos de financiación
6	FENOGE	INSTRUMENTOS FINANCIEROS(Fenoge & Juan Camilo Vallejo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Deuda estructurada • Préstamo sindicado • A/B Loan (Préstamos A/B) • <i>Deuda Mezzanine</i> • <i>Balloon</i> • <i>Mini-Perm</i> • <i>Bullet</i>

#	EMPRESA	PRODUCTO	APORTE AL EJERCICIO
7	FENOGE	MECANISMOS FINANCIEROS(Fenoge & Juan Camilo Vallejo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Fondo de pre-inversión • Créditos verdes • Incentivos tributarios • ESCO's (<i>Energy Service Company</i>) • PPA (<i>Power Purchase Agreement</i>) • Deuda estructurada • Garantías • Seguros de ahorro
8	FENOGE	INSTRUMENTOS FINANCIEROS(Fenoge & Juan Camilo Vallejo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Deuda estructurada • Préstamo Sindicado • A/B Loan- (Préstamos A/B) • Deuda <i>Mezzanine</i> • <i>Balloon</i> • <i>Mini-Perm</i> • <i>Bullet</i>
9	BANCOLDEX	PRODUCTOS(Bancóldex, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Crédito y garantías: • Bancóldex aliados financieros: redescuento, microfinanzas, comercio exterior y crédito interbancario • Bancóldex directo: leasing, descuento de facturas, crédito directo (modernización y capital de trabajo) y garantías • Inversión en fondos de capital privado: Bancóldex capital y fondo de fondos • Fortalecimiento empresarial: Formación, conocimiento y asistencia técnica
10	BANCOLDEX	TIPOS DE PROYECTOS(Bancóldex, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia energética • Energía Renovable • Economía Circular • Bioeconomía • Biodiversidad • Bioeconomía

Experiencias CE

A continuación, se proporciona una descripción de las experiencias en comunidades energéticas, destacando aspectos clave relacionados con el desempeño, la estructura organizativa y los indicadores financieros (ver Tabla 3).

Por ejemplo, la Alianza Colombia inteligente, la Universidad EIA y la Mesa DER hablan sobre los factores claves para el desarrollo de las comunidades energéticas:

- **Indicadores de Desempeño de la Comunidad:** donde se destacan indicadores como la variación del costo por demanda de energía, ingresos o reducción por autogeneración, usuarios capacitados y usuarios con sistemas renovables. Estos indicadores reflejan la eficiencia, sostenibilidad y el impacto social de la comunidad energética.
- **Esquema de Agrupación de Usuarios, Recursos Energéticos, Modelo Transaccional:** Proporciona información sobre la agrupación de usuarios, recursos energéticos y el modelo transaccional, subrayando la diversidad de enfoques organizativos que pueden adoptarse, como cooperativas, participación abierta y voluntaria, sociedad y membresía limitadas.

- **Estructuras Legales/Jurídicas:** Enumeran varias estructuras legales/jurídicas posibles para comunidades energéticas, incluyendo cooperativas, asociaciones, fideicomisos, fundaciones, sociedades público-privadas, empresas de servicios públicos y organizaciones comunitarias. Esto destaca la importancia de elegir la estructura adecuada para la situación específica.
- **Modelos de Negocio:** Presentan diversos modelos de negocio como *Peer-to-Peer (P2P)*, *agregador*, *Energy as a Service (EaaS)* y *Pay-as-you-go (PAYG)*, mostrando la versatilidad en la generación de ingresos y la prestación de servicios.

Con estas experiencias se evidencia la riqueza y complejidad de las estrategias y enfoques empleados en el ámbito de las comunidades energéticas, destacando la importancia de considerar factores legales, financieros y operativos en su desarrollo.

La Tabla 3 proporciona una descripción de las experiencias en comunidades energéticas, destacando aspectos sobre la estructura organizativa y aspectos financieros.

Tabla 3. Resumen experiencia comunidades energéticas Fuente: elaboración propia

#	EMPRESA	EXPERIENCIA CE	DESCRIPCIÓN
1	COLOMBIA INTELIGENTE	INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LA COMUNIDAD(Colombia Inteligente, 2019; Colombia Inteligente & Grupo de Trabajo Colaborativo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Variación del costo por demanda de energía • Ingresos / Reducción por autogeneración de energía • Usuarios capacitados • Usuarios con sistemas renovables
2	COLOMBIA INTELIGENTE	ESQUEMA DE AGRUPACIÓN USUARIOS, RECURSOS ENERGÉTICOS, MODELO TRANSACCIONAL(Colombia Inteligente, 2019; Colombia Inteligente & Grupo de Trabajo Colaborativo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperativas • Participación abierta y voluntaria • Sociedad limitada • Membresía limitada
3	COLOMBIA INTELIGENTE	ESTRUCTURAS LEGALES / JURÍDICAS(Colombia Inteligente, 2019; Colombia Inteligente & Grupo de Trabajo Colaborativo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperativas • Asociaciones • Fideicomisos • Fundaciones • Sociedades público - privadas • Empresas de servicios públicos • Organizaciones comunitarias
4	COLOMBIA INTELIGENTE	MODELOS DE NEGOCIO(Recomendaciones Para El Desarrollo de Comunidades Energéticas Elaborado Por, 2021; Colombia Inteligente & Grupo de Trabajo Colaborativo, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • P2P • Agregador • EaaS • PAYG
5	EIA	ESTRUCTURAS LEGALES / JURÍDICAS(Ana María Ramírez-Tovar et al., 2023; Juan Pablo Cárdenas-Álvarez et al., 2023; Universidad EIA, n.d.)	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperativas • Asociaciones • Organizaciones sin ánimo de lucro • Sociedad por acciones simplificada (S.A.S.) • Sociedad anónima (S.A.) • Sociedad de responsabilidad limitada (S.R.L.)

#	EMPRESA	EXPERIENCIA CE	DESCRIPCIÓN
6	EIA	INDICADORES FINANCIEROS (Ana María Ramírez-Tovar et al., 2023; Juan Pablo Cárdenas-Álvarez et al., 2023; Universidad EIA, n.d.)	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de caja futuros • Valor presente (positivo, negativo, cero)
7	MESA DER	DESARROLLO SOCIAL, FINANCIACION, REGLAMENTO, FOMACION/INFORMACION, INNOVACION/ DESARROLLO TECNOLOGICO E IMPACTO AMBIENTAL (Mesa DER Colombia, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperativas de Energías Renovables • Proyectos comunitarios de energía solar • Microrredes • Programas de energía compartida • Comunidad y cooperativa energéticas

Estado del arte

Los modelos de negocio para comunidades energéticas encontrados en la literatura (ver Tabla 4) referencian una gran variedad de parámetros que se tienen en cuenta para su diseño, dichos parámetros cambian según la magnitud del proyecto además de que puede variar con respecto al valor comunitario, los miembros que conforman la comunidad energética, el valor energético generado, las funciones claves de la comunidad, el efecto que tiene este proyecto en la red y las regulaciones, normativas e incentivos que se tiene en cada país.

En los artículos revisados, se destaca la convergencia en la necesidad de modelos innovadores y ajustados a regulaciones específicas para integrar eficientemente las comunidades energéticas (CE) en el panorama energético. Se identificaron modelos de países pioneros, como Alemania, España, Australia, Finlandia e Italia, que sirven como referencia para naciones en etapas iniciales.

Los modelos de negocio planteados se basan principalmente en la caracterización y estructuración de la comunidad energética según su capacidad y la forma en cómo se obtienen ingresos y se ejecutan egresos en esta. Entre los modelos encontrados en la referenciamiento se destacan: Modelo *P2P*, ABC, PUE, Generación Distribuida Cooperativa, Gestión de Energía Comunitaria, *Microgrids* Comunitarias, etc.

Los modelos negocio pueden variar según el país en el cual se conforman, por ejemplo, para Alemania (Karami & Madlener, 2022) (Fioriti et al., 2021; Müller & Welpé, 2018) y Australia (Fina & Monsberger, 2023).

Los modelos de negocios más comunes son:

- **Modelo de Compartición de Electricidad:** Se exploran modelos donde los propietarios de paneles solares individuales comparten electricidad con otros dentro de una comunidad. Este modelo enfrenta desafíos regulatorios y técnicos.
- **Microrredes Administradas:** Se propone un enfoque donde las microrredes son gestionadas por la administración de desarrollos multifamiliares. Este modelo ofrece una alternativa bajo el marco regulatorio actual de los países y permite una gestión más centralizada.

En el caso de Italia (Barabino et al., 2023; Bertolini & Morosinotto, 2023; Cielo et al., 2021; Fioriti et al., 2021; Iazzolino et al., 2022) se observa que los modelos de negocios más utilizados para las comunidades son:

- **REC (*Renewable Energy Community*) que Cubre Todos los Costos:** La comunidad asume todos los costos de inversión en la planta de energía solar y almacenamiento. Todos los ingresos generados por la energía se destinan a la comunidad.
- **REC y Desarrollador Comparten Costos e Ingresos:** Una empresa externa actúa como socio tecnológico, cubriendo parte de los costos y compartiendo ingresos con la comunidad. La comunidad también comparte costos y beneficios.
- **Desarrollador Cubre Todos los Costos y Vende Servicios a REC:** El desarrollador financia, construye y opera la instalación, vendiendo servicios a la comunidad. La REC recibe un porcentaje de los ingresos generados por la planta.

Con respecto al acceso descentralizado a electricidad también se encontraron otros enfoques de modelos como:

- **Modelo ABC de Mini-Redes:** Propone un modelo donde las mini-redes son respaldadas por empresas ancla y la participación activa de la comunidad (*Anchor-Businesses-Community*)(Evgenia Vanadzina et al., 2019).
- **Diseño de Modelos Centrados en Ingresos:** Sugiere la creación de modelos que se centren en generar ingresos para garantizar la sostenibilidad financiera.
- **Rol Creciente de Financieros Locales:** Destaca la importancia de la participación de financiadores locales para respaldar proyectos de acceso descentralizado.
- **“Securitización” de Activos:** Plantea estrategias financieras como la “securitización” de activos y documentos de reconocimiento de deuda (*receivables*) para atraer inversiones y reducir riesgos.

En términos generales, estos modelos de negocio representan diversas aproximaciones hacia la creación y operación de comunidades energéticas, abordando desafíos específicos y aprovechando oportunidades particulares en diferentes contextos y regulaciones. La variedad de modelos refleja la necesidad de enfoques flexibles y adaptativos para lograr la sostenibilidad financiera y el éxito a largo plazo en este campo.

Dentro de la revisión también se identificaron tendencias y hallazgos comunes dentro de los estudios como, por ejemplo:

- **Modelos de negocio sostenibles:** En los estudios se resalta la importancia de desarrollar modelos de negocio adecuados para facilitar la transición hacia un sistema energético más sostenible de los cuales no solo benefician a las comunidades locales, sino que también tienen un impacto positivo en el sistema energético en general.
- **Tamaño y Escala:** La viabilidad financiera de las comunidades energéticas puede depender del tamaño de la comunidad y su capacidad para garantizar flujos de ingresos estables.
- **Educación y Conciencia:** La participación efectiva de la comunidad puede depender de la conciencia ambiental y de las ventajas económicas. La educación y la creación de conciencia son esenciales para superar barreras sociales y culturales.
- **Diversidad de Actores y Enfoques:** Se destaca la diversidad de actores involucrados, desde prosumidores y consumidores hasta desarrolladores y operadores de red. Los enfoques varían desde comunidades locales que comparten recursos hasta plataformas P2P a mayor escala.
- **Papel Crítico de la Regulación:** En todos los estudios, se subraya la importancia del marco regulatorio en el éxito de los modelos de negocio de comunidades energéticas. La eliminación de barreras regulatorias y la adaptación de políticas son clave para fomentar la adopción de tecnologías y modelos innovadores.

- **Consideración de Aspectos Financieros:** La viabilidad financiera es un tema recurrente. Se destaca la importancia de ajustar modelos de negocio para abordar los riesgos financieros, cumplir con regulaciones y satisfacer las necesidades económicas de los participantes, especialmente en contextos donde la asequibilidad es un desafío.
- **Riesgo Crediticio:** El riesgo crediticio asociado a la participación de los usuarios y la financiación externa puede ser un obstáculo. La inclusión de clientes ancla y estrategias de titulización se plantean como soluciones.
- **Valor más Allá de lo Económico:** Los modelos de negocio no se centran únicamente en beneficios económicos. Se reconoce el valor ambiental, social y comunitario, destacando la necesidad de evaluar y fomentar estos aspectos en lugar de centrarse exclusivamente en la rentabilidad económica.
- **Desafíos Comunes:** Las barreras regulatorias, la necesidad de ajustes en tarifas y zonas de precios, y la importancia de superar desafíos legales y de gobernanza son temas recurrentes. También se destaca la necesidad de adaptar el marco regulatorio para hacer que el almacenamiento compartido sea económicamente atractivo.
- **Innovación Financiera:** Explorar estrategias innovadoras para hacer más atractivas las oportunidades de inversión, incluyendo modelos de titulización de activos y la participación de nuevas tecnologías y actores financieros.

Como resultado vemos que la diversidad de actores, enfoques y desafíos evidencia la complejidad de este campo en constante evolución. Las oportunidades para futuras investigaciones y adaptaciones regulatorias son cruciales para garantizar el éxito y la escalabilidad de estos modelos en la transición hacia sistemas energéticos más sostenibles y descentralizados, además de innovar con herramientas financieras que se adapten a cada situación regulatoria, cultural, capacidad, etc. De cada país y que permita proyectar la viabilidad de los proyectos se hace necesario para la inclusión de las comunidades energéticas.

En la Tabla 4, se describen los modelos de negocio para comunidades energéticas.


Tabla 4. Resumen estado del arte

#	INSTITUCIÓN	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
1	LUT UNIVERSITY, FINLANDIA	Business models for community microgrids(Evgenia Vanadzina et al., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> • De la microrred propiedad del cliente a la propiedad mixta. • Modelo de negocio de servicios públicos. • Modelo de propiedad de terceros o <i>Microgrid-as-a Service</i>. • Empresa de servicios energéticos. • Modelo de energía como servicio. • Modelos Anchor, ABC o PUE. • Modelo de pago por uso (<i>PAYG</i>).
2	DETEST UNIVERSITY, ITALY	Optimal sizing of energy communities with fair revenue sharing and exit clauses: value, role and business model of aggregators and users(fioriti et al., 2021)	Modelos de agregadores para comunidades energéticas: <ul style="list-style-type: none"> • No Activos (NA). • No Cooperativo (NC). • Agregado No Cooperativo (ANC). • Cooperativa (CO).
3	TECHNICAL UNIVERSITY OF MUNICH, GERMANY	Sharing electricity storage at the community level: An empirical analysis of potential business models and barriers(Müller & Welp, 2018)	Los proyectos tienen financiación pública en común, por lo que los principales ingresos actuales provienen de subvenciones a I+D. <i>Alkimos, White Gum Valley, Weinsberg y Smart Community Speyer</i> expiden facturas según este modelo.

#	INSTITUCIÓN	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
4	DESTEC AND IUSS Pavia, Italy	Energy Communities: A review on trends, energy system modelling, business models, and optimization objectives(Barabino et al., 2023)	<i>Business Model: Peer-to-peer (17), Prosumers (12), Local energy community (10), Local energy markets (8), Self-consumption (9), Coalition game theory (6), Blockchain (4), Business models (4), Benefit allocation (3), Game theory (3), Collective self-consumption (3), Profitability (3), Self-sufficiency (3), Cooperative game (2), Demand response (2), Techno-economic analysis (2), Energy market (2), Access economy (1), Aggregation (1), Energy contracts (1).</i>
5	University of St. Gallen AND Smart innovation norway.	A typology of business models for energy communities: Current and emerging design option(Kubli & Puranik, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de negocio en las comunidades energéticas. • <i>Community value proposition:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Generating renewable energy.</i> 2. <i>Increasing self- consumption.</i> 3. <i>Increasing grid reliability.</i> 4. <i>Reducing energy consumption.</i> 5. <i>Reducing energy cost,</i> 6. <i>Becoming a living lab.</i>
6	University of Padua, Italy	Business Models for Energy Community in the Aggregator Perspective: State of the Art and Research Gaps(Bertolini & Morosinotto, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Standard Aggregator Business Model.</i> • <i>DER operator Business Model.</i> • <i>Central Planner Business Model.</i> • La investigación resalta la importancia de alinear los modelos de negocio con las características específicas de las comunidades y los entornos de mercado para garantizar el éxito en la implementación de microrredes comunitarias.
7	Technische Universität Dresden	The Transition Value of Business Models for a Sustainable Energy System: The Case of Virtual Peer-to-Peer Energy Communities(Plewnia & Guenther, 2021)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de negocio en las comunidades energéticas peer-to-peer (p2p). • El artículo destaca la importancia de los modelos de negocio en las comunidades energéticas peer-to-peer (p2p) para la transición hacia un sistema energético más sostenible. A pesar de que las comunidades energéticas virtuales a nivel suprarregional en Alemania no ofrecen todos los beneficios de las comunidades locales, sí proporcionan diversas ventajas a las partes interesadas y al sistema energético en general debido a la legislación actual. • El papel crítico de los actores políticos en el apoyo a las organizaciones que buscan contribuir a las transiciones sostenibles.
8	Technical University of Munich, Germany	Sharing electricity storage at the community level: An empirical analysis of potential business models and barriers(Müller & Welppe, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos ejemplares: <ol style="list-style-type: none"> 1) Compartir entre viviendas unifamiliares a través de la red pública. 2) Compartir dentro de una microrred detrás del medidor de servicios públicos.

#	INSTITUCIÓN	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
			<ul style="list-style-type: none"> La investigación resalta la importancia de los ajustes regulatorios y la clarificación de políticas para facilitar el desarrollo de modelos de negocio de almacenamiento compartido, con un enfoque en superar barreras fiscales y regulatorias para fomentar su adopción a escala comunitaria y global.
9	Gruppo EGEA, Fondazione LINKS AND Politecnico di Torino, Italy	Renewable Energy Communities business models under the 2020 Italian regulation. (Cielo et al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> El estudio propone un método de optimización multicriterio para evaluar la eficiencia de una Comunidad de Energía Renovable (CER) con sistemas fotovoltaicos y almacenamiento de energía. En los casos de estudio, se definen tres modelos de negocio diferentes basados en diferentes roles en la compartición de costos de capital y porcentaje de ingresos entre la CER y el desarrollador.
10	National Technical University of Athens, Greece	Energy Communities Overview: Managerial Policies, Economic Aspects, Technologies, and Models. (Kyriakopoulos, 2022)	En los modelos de negocio se destaca la viabilidad y confiabilidad del Sistema Energético Híbrido con múltiples fuentes de energía. Para las CER, se destaca la posibilidad de considerarlas virtualmente, conectando todas las fuentes y cargas a diferentes puntos en la red, compartiendo ingresos entre los miembros.
11	University of Calabria, Italy	Energy communities and key features emerged from business models review	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de negocio: <i>P2P-SmartTest, EMPower, NRGcoin, Community First Village PeerEnergy Cloud, Enerchain, Smart Watts, NOBEL, Energy Collective, P2P3M, CleanEnergyCollective, SOM Energía, Sonnen, ComESto.</i> La importancia del tamaño de la comunidad para la sostenibilidad, sugiriendo la necesidad de agregar usuarios finales bajo diferentes subestaciones transformadoras. Se recomienda considerar la agrupación de usuarios finales según perfiles de consumo de energía para lograr una agregación más rentable. La inversión inicial y los incentivos nacionales se identifican como obstáculos superables, y se sugiere compartir los beneficios para desalentar oportunidades individuales y fomentar la creación de nuevas instalaciones de generación.
12	International Institute for Applied Systems Analysis, Università Ca'Foscari Venezia	Harnessing finance for a new era of decentralised electricity access: A review of private investment patterns and emerging business models. (Falchetta et al., 2022)	Modelos de minired ABC, modelos centrados en la generación de ingresos, un papel creciente para financiadores "locales" y la titulización de activos.

#	INSTITUCIÓN	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
13	University of Oxford, UK, University of Ljubljana, Slovenia, And Vrije Universiteit Amsterdam, the Netherlands	Creating valuable outcomes: An exploration of value creation pathways in the business models of energy communities. (Barnes et al., 2024)	<ul style="list-style-type: none"> • Generación comunitaria de energía renovable. • Suministro de energía local. • Autoconsumo colectivo. • Creación de valor de los modelos de negocio de comunidades energéticas: 1) vinculación de actividades comerciales y su organización con la creación de valor funcional, medible en términos económicos, como ahorro de costos o reducción de CO2. 2) conecta la gobernanza de los modelos de negocio con la creación de valor normativo, como el aumento de la agencia o la cohesión social, que depende de la percepción individual.
14	University of Padua, Italy. University of Surrey, University of Edinburgh, UK. Comillas Pontifical University Spain.	Emerging business models in local energy markets: A systematic review of peer-to-peer, community self-consumption, and transactive energy models. (Schwidtal et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de negocio en mercados energéticos locales, específicamente en los conceptos de peer-to-peer, autoconsumo comunitario y energía transactiva. • Se destaca la falta de atención en la literatura académica hacia los aspectos microeconómicos de los diversos actores involucrados en estos modelos.
15	RWTH Aachen University, Germany and NTNU, Norway	Business models for peer-to-peer energy trading in Germany based on households' beliefs and preferences. (Karami & Madlener, 2022)	Modelos de negocios predominantes en Alemania: creación de comunidades de intercambio de energía P2P y suministrar a consumidores de energía locales.
16	AIT Austrian Institute of Technology, Australia	Measures and business model approaches to facilitate the diffusion and integration of energy communities—A special focus on the Austrian case. (Fina & Monsberger, 2023)	Modelos de negocio básicos, basados en (i) financiación mediante subvenciones, (ii) tarifas de alimentación y (iii) una combinación de tarifas de alimentación y acuerdos de compra de energía.



Capítulo 2

DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA PARA LA ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA PROPUESTA PARA COLOMBIA.

DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA PARA LA ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA PROPUESTA PARA COLOMBIA

En este capítulo se describe la estructura de la guía económico y financiero para las comunidades energéticas, construido a partir de la referenciación expuesta en el capítulo I.

Desde el referenciamiento se identificaron las fuentes de financiación y mecanismos de sostenibilidad aplicados en el mundo para comunidades energéticas. Con ello, se identifican los tipos de gobernanza y se identifica el hecho de que cada comunidad establece su tipo de modelo de negocio. La comunidad define si es un crédito, si es un leasing, si es arrendamiento.

Adicionalmente, el referenciamiento permitió identificar los siguientes elementos:

- Propuesta de valor (para qué se está generando).
- Cuáles son los miembros.
- Generación energética.
- Funciones claves que tendrá la comunidad.
- Efecto de la comunidad dentro de la red.
- Que la madurez de la tecnología permite accesibilidad y masificación por parte de usuarios.

Desde el ámbito regulatorio, se utilizó la información de un conjunto de resoluciones, leyes y sitios web de instituciones oficiales del sector, que permitieron alimentar también los supuestos y requerimientos para diseñar y desarrollar la guía. Entre los documentos consultados se encuentran la resolución CREG 030 de 2018, Resolución CREG 004 de 2021, los proyectos de decreto definitivo de Comunidades energéticas decreto 2236 de 2023 del Ministerio de Minas y Energía, así como la página principal de Comunidades energéticas del Ministerio de Minas y energía y su ABC, Resolución 355 DE 2004 de la Superintendencia de la Economía Solidaria. El Costo Nivelado de la Energía (LCOE por sus siglas en inglés) de la Unidad de Planeación Minero-energética (UPME, 2023b), el cual, es una herramienta útil que permite comparar de forma consistente los costos de diferentes tipos de tecnologías, lo que permite a su vez guiar los fundamentos legales de los requerimientos de la guía en construcción.

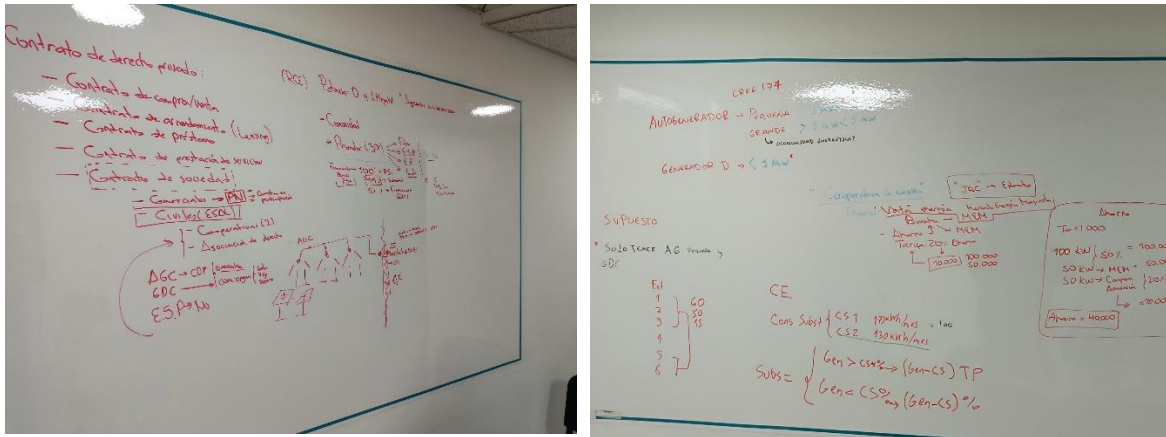
Como metodología de desarrollo, se construyó inicialmente el conjunto de supuestos de donde se partiría a la hora de plantear los requisitos y las características de la herramienta de Excel Guía Económica y Financiera. A partir de allí, se construiría el viaje del usuario en las secciones y campos para cada módulo de la herramienta en Excel, finalizando en el diseño y estructuración del contenido de cada módulo.

La guía constituye un (1) documento en formato/extensión .xlsx con la implementación de tres (3) casos de estudio más un cuarto caso que es una variante del Caso 2.

Definición de supuestos

Para la definición de los supuestos se utilizaron talleres de juicio de expertos, considerando tanto las conclusiones principales de los modelos de comunidades energéticas en el referenciamiento, como los proyectos de decretos publicados entre octubre y diciembre de 2023 por parte del Ministerio de Minas y Energía, adicionalmente se utilizó el material expuesto en el portal web creado por la misma entidad, incluyendo el ABC de las comunidades energéticas. Así mismo, en estos espacios se discutieron las observaciones planteadas por los miembros de la Mesa DER.

En las Fotografía 1, se muestra registro de la realización de los talleres de juicio de experto con el equipo de trabajo.



Fotografía 1. Registro de talleres de juicio de experto realizados. Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se describen los supuestos, su justificación y los módulos que impactan el modelo.

NOTA: Aunque inicialmente se establecieron supuestos en noviembre y diciembre de 2023, divulgados a la mesa DER en algunas sesiones realizadas, los supuestos expuestos en la tabla son la actualización final, posterior a la publicación de la versión definitiva del decreto 2236.

Tabla 5 Descripción de los supuestos, su justificación y módulos impactados. Fuente: Elaboración propia.

SUPUESTO	JUSTIFICACIÓN	MÓDULOS IMPACTADOS DE LA GUÍA
1. La guía se basa en lo establecido el decreto 2236 del Ministerio de Minas, para la aplicabilidad de la guía.	La guía debe ser aplicable bajo el marco legal colombiano.	Impacto a todos los módulos.
2. La guía sólo trabajará con AGRC con límite de pequeña y GDC con límite de GD (resolución 174 de 2021).	El rango de capacidad del supuesto (0 a 1MW) representa la mayor cantidad de casos entre las potenciales CE, se espera que las CE contemplen requisitos simplificados de conexión y en la regulación históricamente se destinan a estos rangos. Los proyectos que superan 1MW son Aerogeneradores GE están asociados a grandes consumidores industriales concentrados, usualmente.	<u>Modulo Sistema Energético</u> , ingresos al depender de venta de excedentes y ahorro, y menores costos por administración y operación y mto. <u>Módulo de Desarrollo Capacidades</u> . Impacto en cantidad de personas capacitadas/formadas y divulgadas, siendo menor cantidad.
3. El nivel riesgo será alto para todas las CE usuarias de la guía, exceptuando aquellos casos donde el capital necesario no proviene de préstamos (privado o	Una solicitud de préstamos a personas naturales por ser comunidades organizadas es menos probable, es más riesgoso para un Banco, tiene tasas de interés mayores y el proyecto y el	Impacta el <u>módulo de Forma asociativa</u> , en sus componentes de <u>Financiación del proyecto</u> .

SUPUESTO	JUSTIFICACIÓN	MÓDULOS IMPACTADOS DE LA GUÍA
donación), en los que será considerado perfil de riesgo bajo.	<i>gobierno pretende que las CE beneficien a comunidades vulnerables. Normalmente el riesgo bajo se asocia a empresas con alta trayectoria. Las CE serían nuevas, no tendrían una experiencia demostrable, flujo de caja de varios años.</i>	
4. La ubicación geográfica de las CE aplicables al modelo corresponde a comunidades agrupadas locativamente y cuyos miembros de la comunidad todos pertenecen al mismo estrato.	<i>La conformación de la CE por miembros de una misma organización local (barrio, junta acción comunal – JAL, vereda, cabecera municipal) permite una mayor probabilidad de conceso y la gobernanza al facilitar el conocimiento y comunicación entre los miembros, promoviendo sostenibilidad y la equidad dentro de la comunidad. Además, si las comunidades tienen miembros virtuales, i.e. ubicados en lugares diferentes la logística sería más compleja para la implementación de activos de generación.</i>	<u>Módulo de Forma Asociativa</u> (el tema afecta el <u>componente de ingresos</u> en el <u>módulo del Sistema Energético</u>).
5. La guía sólo aplica para una comunidad energética (no para asociaciones de comunidades).	<i>El alcance de la guía es determinar la viabilidad y ejecutar la guía de comunidad energética, no de asociaciones de comunidades.</i>	<u>Impacta todos los módulos.</u>
6. Sí sería aplicable la guía a microrredes de GDC, considerando activos de coordinación y automatización y configuraciones de equipos para que operativamente puedan operar en isla. Se asume que el usuario tiene todos los valores adicionales necesarios asociados a la microrred para ingresar al modelo.	<i>Aplicabilidad de la opción GDC con Microrred.</i>	influye en <u>Inversión inicial del Módulo Sistema Energético</u>) y <u>Activos Fijos e Intangibles del módulo Gestión administrativa y de Sostenibilidad.</u>
7. La guía trabajará con las opciones de conformación de Comunidad Organizada. (Cooperativa, Asociación)	<i>De acuerdo con lo definido en el Decreto 2236 del Ministerio.</i>	Influye en <u>Módulo de Forma Asociativa</u> en la Estructura Jurídica específicamente.
8. Para el AGRC, el circuito donde se encuentre la Comunidad Organizada (Comunidad energética) tiene capacidad para recibir los excedentes de energía según la información de su	<i>Cumplimiento de requisitos que disponga la CREG para habilitar la comercialización de excedentes. NOTA: El párrafo transitorio del artículo 2.2.9.1.11. establece que las solicitudes de conexión de las comunidades energéticas al SDL</i>	<u>Impacta componente Ingresos y costos en Módulo Sistema Energético.</u>

SUPUESTO	JUSTIFICACIÓN	MÓDULOS IMPACTADOS DE LA GUÍA
OR y según lo que establezca la CREG.	<i>no tendrán prioridad sobre las solicitudes presentadas por AG y GD previo a la presentación de este decreto. El párrafo transitorio del artículo 2.2.9.1.13. manifiesta que el mientras se adoptan disposiciones definitivas, el límite máximo de potencia para la AGRC y la GDC son los expedidos por la Resolución 281 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya (Actualmente 1MW).</i>	
9. Para los casos de copropiedad con terceros, la CE obtendrá cualquier porcentaje de la propiedad de los activos. Incluir el promotor como fuente de propiedad de activo hasta la proporción que tenga.	<i>El decreto 2236 definitivo, no contempla un % de propiedad límite, como si lo hacían los proyectos de decreto.</i>	Impacta Componente de <u>Financiación</u> en forma asociativa y el de <u>inversión inicial</u> en el módulo de Sistema Energético.
10. La guía contemplará beneficios tributarios 1715 y ley Transición diferentes a aquellos relacionados con renta para Comunidades Organizadas, ya que ESAL ya tienen sus propios beneficios.	<i>Las comunidades organizadas deberán constituirse como tal a través de acta consensuada. A pesar de que según la Ley 1715 y ley transición energética contemplan uso de beneficios por parte de personas naturales o personas jurídicas, se tiene que para personas jurídicas tendrán que ser declarantes y contribuyentes de renta; sin embargo, las CE deben conformarse como ESAL, según la nueva versión del Proyecto Decreto; por tanto, al ser ESAL no pagarían renta. Además, aunque para personas naturales también se pueda, las CE serían una representación de un conjunto de personas naturales que pueden o no ser contribuyentes, por tanto, deben regular la representación.</i>	Afecta Componente de incentivos y descuentos e inversión inicial en el <u>módulo de Sistema Energético</u> y Estructura de Capital en el <u>Módulo de Forma Asociativa.</u>
11. No se contemplará leasing operativo ni renting como inversión inicial.	<i>En estos esquemas financieros no existe opción de compra por parte de la persona que está solicitando dicha financiación y esto es necesario para las opciones de participación /propiedad que establece el decreto.</i>	<i>Influye en el componente Financiación del proyecto del Módulo FORMA ASOCIATIVA DE LA COMUNIDAD y componente de Ingresos y Costos del MODULO SISTEMA ENERGETICO.</i>
12. CONJUNTO DE SUPUESTOS FINANCIEROS ADICIONALES:	<i>La no exigencia del documento cámara de comercio está fundamentada en el artículo 2.2.9.1.5. del decreto 2293.</i>	Impacta en el MÓDULO DE ANÁLISIS FINANCIERO.

SUPUESTO	JUSTIFICACIÓN	MÓDULOS IMPACTADOS DE LA GUÍA
<ul style="list-style-type: none"> • La CE tendrá una opción de financiación ya determinada. La guía no la sugerirá. • Se realiza bajo el supuesto que la entidad que solicita el crédito es una MiPymes. • Para créditos con banca de segundo piso el periodo de gracia se contempla sin pago de intereses. • Toda la financiación se simulará en cuota fija en pesos. • Los créditos no tendrán incluido el seguro de vida a pagar. • La guía sólo considerará máximo 3 financiaciones. • La tasa se proyectará como una tasa fija y sin indexación. • La tasa promedio ponderada se calculará al inicio del proyecto. • La comunidad organizada no requerirá de cámara de comercio, solo un acta de constitución. 		

Viaje del usuario

A partir de los supuestos establecidos, relacionados con las secciones y campos de los módulos de la guía, se procede a diseñar el viaje del usuario en el mismo.

Perfil del Usuario de la guía

La herramienta está diseñada para una persona con el rol de administradora y/o líder de la comunidad energética o un aliado asesor de la misma comunidad, quien tendrá la capacidad de recopilar los datos que se deben ingresar, analizar sus resultados y socializarlos con la comunidad. Se espera que el usuario tenga conocimientos básicos en *Microsoft Excel*, aplicativo informático bajo el cual está desarrollada la herramienta.

Requisitos

Se establecen los siguientes requerimientos:

- El usuario de la guía llegará a un archivo de Excel muy visual y con muchas explicaciones para que pueda diligenciarlo sin ningún inconveniente.
- Inicialmente contará con una pestaña de instrucciones que se recomienda leer antes de diligenciar la guía financiera.
- Luego contará con una pestaña donde encontrará los datos que debe proporcionar. Dentro de estos revisará que hay unos datos que él como usuario debe conocer, otros que la guía le recomienda, pero le da la opción de cambiar y otros donde se le hace una referenciación al respecto, pero finalmente es el usuario que pone la información.

- Con los datos que entregue el usuario, ya todo se calculará automáticamente entregándole los resultados y explicándole en que consiste cada uno.
- Cada pestaña entregará normalmente una tabla, una gráfica y una explicación de los resultados obtenidos.
- Hay dos resultados que se muestran a la izquierda que corresponden a los indicadores financieros y el punto de equilibrio/viabilidad.

A partir de los requerimientos planteados, se define una interfaz visual con la que el usuario se encontrará al inicio de la herramienta. Esta interfaz fue diseñada con el fin que el administrador de la comunidad energética o cualquier usuario de la herramienta sólo ingrese datos en el campo “Datos” y posteriormente consulte cualquier resultado en las secciones asociadas a los módulos, el punto de equilibrio e indicadores.

Esta interfaz se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Interfaz de usuario principal de la guía. Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, se recomendará una lectura de las instrucciones siempre que se inicie la interacción con la herramienta. Posteriormente el usuario pasará a ingresar todos los datos de identificación y caracterización de la Comunidad Energética, además de otros datos de entrada identificados.

Posteriormente el usuario de la guía tendrá la oportunidad de ingresar a la sección de Datos donde escribirá y seleccionará toda aquella información que corresponde a su ubicación, caracterización, objetivo de la Comunidad Energética, entre otros datos de entrada necesarios para evaluar el modelo.

Con base en los datos ingresados, cada módulo podrá establecer, calcular diversas variables asociadas a cada uno de dichos módulos, para poder visualizarlos en las pestañas respectivas.

Es así como, en las pestañas de cada Módulo (Forma Asociativa de la comunidad, Desarrollo de Capacidades, Sistema Energético, Gestión Administrativa y Sostenibilidad de la Comunidad Energética y Análisis Financiero) el usuario de la guía podrá visualizar tanto los resultados a través de gráficos y tablas, así como las anotaciones y recomendaciones asociadas a dichos resultados con el fin de facilitar su interpretación.

Finalmente ingresará a las pestañas de Punto de Equilibrio e Indicadores del Proyecto para poder evaluar las condiciones que permiten una sostenibilidad de la Comunidad Energética y los indicadores que dan cuenta de los impactos de esta.

Diseño y estructuración de secciones de la interfaz de la guía

Como se mencionaba anteriormente, la interfaz pretende ser intuitiva y de fácil lectura. Para prevenir dificultades en el manejo de la herramienta, considerando niveles de escolaridad bajos por usuarios finales de la misma, no se contemplan macros y se diseñó considerando relación de campos con el menor nivel de automatización y más “ligero” posible para favorecer la usabilidad.

Secciones Iniciales

A continuación, se referencia la captura de pantalla de las secciones iniciales de la guía (ver Figura 2).



Figura 2. Secciones Iniciales de la guía. Fuente: Elaboración propia

Sección Instrucciones

Comprende las pautas que el usuario de la guía (quien se asume líder – administrador de la Comunidad Energética o quien está interesado en conocer la viabilidad de esta) debe comprender para poder realizar el viaje del usuario por los diferentes módulos.

Describe las diferentes secciones y módulos de la guía y las características que permiten servir de ayuda y facilidad para que el usuario de la herramienta siga los pasos de la manera correcta con el fin de obtener sus resultados

Sección de datos

Esta sección comprende los campos donde el usuario será más protagonista, ya que en estos se ingresarán los datos que caracterizan la comunidad tanto en su aspecto socio económico como organizacional, así como los datos asociados con el tipo de agente (modelo de negocio), características de la solución energética seleccionada, entre otras.

Sección de Módulos para visualización y análisis de información

A continuación, se presenta una captura de pantalla de la interfaz de inicio donde se puede acceder a los módulos de visualización y análisis de información (ver Figura 3).



Figura 3. Captura de pantalla extracto sección de módulos de visualización y análisis de la herramienta Excel. Fuente: Elaboración propia.

Estos módulos se diseñaron para que, a través de tablas, textos y gráficos, el usuario pudiera identificar datos de entrada como insumo, identificar evolución de estados de flujos, presupuestos, identificar resultados requeridos con el análisis de su caracterización y analizar diferentes resultados preliminares que posteriormente permitirán sacar una conclusión sobre su viabilidad.

Los módulos Forma Asociativa de la comunidad, Desarrollo de capacidades en la comunidad, Módulo del Sistema Energético, Módulo de Gestión Administrativa y Sostenibilidad de la comunidad energética (con horizonte a 10 años) y el módulo de análisis financiero, todos ellos comprenden las secciones donde el usuario podrá visualizar, analizar los resultados que la guía arroja asociados a la estructura jurídica, estructura de capital (de donde provienen los ingresos), estructura financiera, a qué parte del análisis financiero corresponden las capacitaciones y divulgaciones y porqué son relevantes para la CE, visualizar el flujo de efectivo de las otras actividades económicas que plantea la Comunidad, analizar el ingreso mínimo que le permite a dicha actividad ser sostenible, visualizar de una manera ordenada la información relacionada con la inversión inicial, la información y proyección en el tiempo sobre la operación y mantenimiento y el cómo se proyectan, la posibilidad que tiene la comunidad de aplicar a los Fondos (FAER, FOES, FAZNI y FENOGE) y las gráficas de la evolución año a año de la financiación.

En estos módulos también podrá observar la evolución depreciación de activos fijos (equipos y su pérdida de valor en el tiempo), observar los parámetros macroeconómicos como Inflación, PIB y demás (presentados al usuario como variables externas a sus datos de entrada que influyen en el punto de equilibrio e indicadores del proyecto) así como observar los requisitos que tienen en cuando a personal requerido para administrar la CE y gastos asociados al mismo.

Finalmente en el módulo de análisis financiero obtendrá las tablas numéricas e indicadores principales que representan el valor de la comunidad como empresa a sus grupos de interés y lo que queda contablemente luego de pagar impuestos, el presupuesto del flujo de dinero (lo que entra y sale de la operación sin contemplar depreciación) y la información financiera en cuanto a pasivos (deudas) y patrimonio (activos con los que opera la comunidad) así como la proporción de la pertenencia de los mismos.

Secciones finales o de salidas de la guía

En la Figura 4, se presenta una captura de pantalla de la sección del MENÚ o interfaz inicial donde se encuentra el acceso a las secciones finales: punto de equilibrio/viabilidad e Indicadores del proyecto



Figura 4. Extracto captura de pantalla – Secciones finales.

Sección Punto de Equilibrio/ Viabilidad

En esta sección el usuario podrá analizar y sobre todo concluir si la comunidad energética es viable y sostenible, de acuerdo con el análisis de indicadores de ingresos tanto por la actividad económica energética (venta de energía o excedentes de energía) como por la actividad económica complementaria. Algo adicional muy importante es que, a través de esta sección, para aquellos casos donde la comunidad energética no sea viable y sostenible, el usuario podrá darse cuenta de cuántos ingresos necesita para que lo sea.

Indicadores del proyecto

En esta última sección de la guía, el usuario podrá visualizar los indicadores financieros y socioeconómicos más relevante para tomar una decisión acertada sobre si avanzar o no en la inversión del sistema y conformación de la comunidad energética con sus miembros.

Manual de usuario

El objetivo principal del manual de usuario es proporcionar a los usuarios una guía completa y detallada para utilizar la guía financiera y económica en Excel diseñado para la estructuración y evaluación de comunidades energéticas en el contexto colombiano. Este manual tiene como propósito facilitar la viabilidad y la implementación exitosa de proyectos energéticos en el territorio colombiano a partir de datos específicos de entrada.

El detalle del manual de usuario se presenta en el Anexo 1 del presente informe.

Identificación, selección, aprobación y aplicación de casos tipo

A partir del referenciamiento y los talleres sostenidos para la estructuración de la guía, se llevaron a cabo discusiones para la definición de tres casos tipo que se usarán como pruebas de la herramienta.

Se aclara que la guía no estaría diseñada sólo para estos casos, sino que simplemente representan tres potenciales Comunidades Energéticas que, con sus características particulares diversas entre sí, permitirán poner a prueba las capacidades, comportamiento, resultados y valor de la guía. Por supuesto, y tal como es el objetivo de la consultoría, la guía contempla otras opciones y características en las condiciones de la comunidad de tal manera que pueda ser usado por diferentes Comunidades Energéticas en Colombia.

A continuación, se describen los parámetros para escoger los tres casos tipo: diversidad y característica tecnológica, esquema de financiación y ubicación.

Diversidad

Hace referencia a que los casos no sean similares (diferenciarse en su alcance, características del sistema energético [1], características socioculturales y ubicación geográfica).

Para la parametrización de los casos respecto a la diversidad se tienen en cuenta los siguientes elementos:

- *El mapeo de comunidades energéticas realizado por Colombia Inteligente.*
- *El mapa del registro de las más de las 3.969 comunidades postuladas en la página web de Comunidades energéticas del ministerio de Minas y Energía (<https://www.minenergia.gov.co/es/comunidades-energeticas/>) a 18 de enero de 2024, para indicar región.*

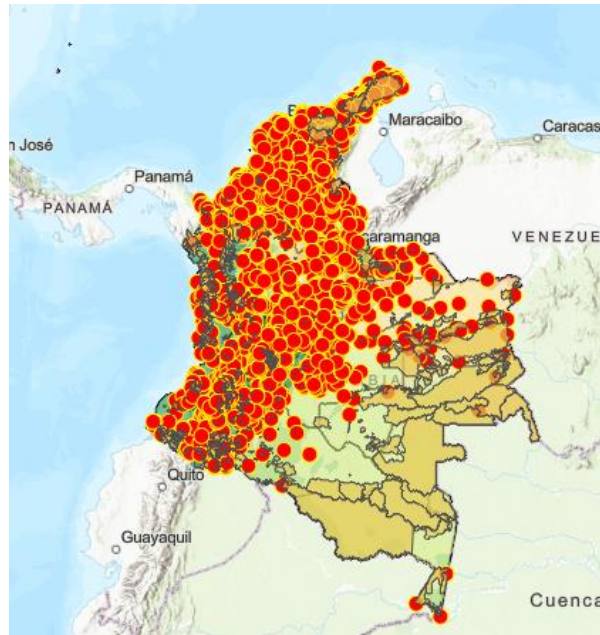


Figura 5. Registro comunidades energéticas Ministerio Minas y Energía. Fuente: (MinEnergía, 2023) Consultado 18 de enero 2024

- *Aunque la guía permite la diversidad de fuentes energéticas, se considera potencial solar fotovoltaico para los tres casos, debido a que:*

La Madurez de la tecnología solar entre las convencionales es superior a las demás y Existe mayor penetración de la tecnología solar en Colombia. A continuación, se exponen las fuentes que justifican este hecho: según el informe de Presidencia presentado en Julio 2023, en la última asignación de capacidad instalada por la UPME, se concentran en 190 proyectos, de los cuales 77% corresponden a energía solar, 15% a energía eólica y 4% de energía hidráulica.

Así mismo, en la figura se presenta el aumento de participación de la energía solar en los proyectos registrados en Colombia de acuerdo con el Informe de Registro de Proyectos de la UPME con corte a septiembre 2023.

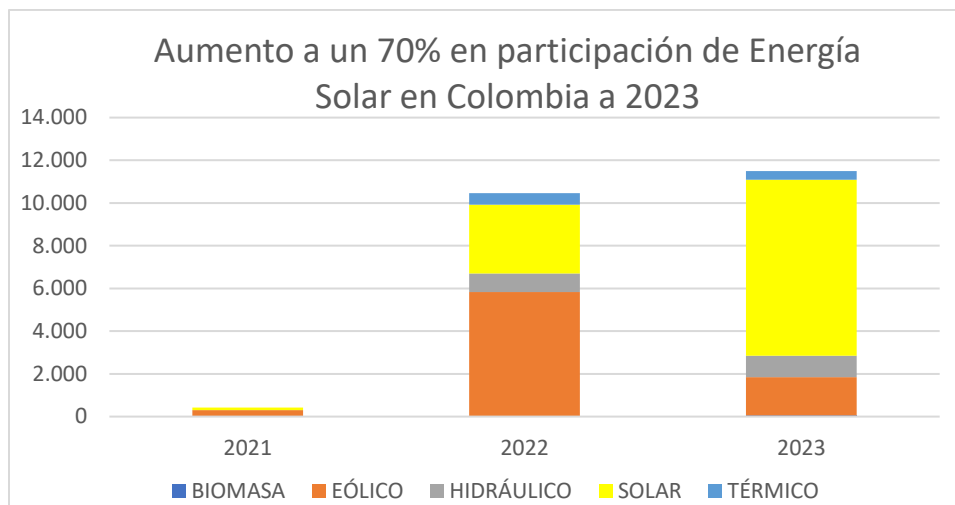


Figura 6. Aumento en registro de proyectos de energía solar en los últimos tres años. Fuente (UPME, 2023a)

Adicionalmente, de acuerdo con *Mackensie Wood* (Latam Green, 2023), se estima que exista un crecimiento récord en la construcción de instalaciones fotovoltaicas a nivel mundial de aquí a 2050, lo que impulsa la disminución del costo nivelado de energía - *LCOE*, comparativamente a otras fuentes.

Por todas las razones mencionadas, se justifica el supuesto de una mayor asequibilidad, mayor nivel de apropiación y mayor divulgación de este tipo de tecnologías frente a las demás y por tanto se define esta fuente tecnológica para los tres casos tipo.

Esquema de financiación

Se busca que los casos consideren diferentes esquemas de apoyo o financiación (por ejemplo, con recursos públicos, privados propios o de terceros, de entidades tales como el FENOGE, banca, fondos multilaterales, entre otros).

De acuerdo con las investigaciones realizadas en el referenciamiento, para la parametrización de los casos frente al esquema de financiación se tiene en cuenta que:

- Entre los recursos públicos se visualiza el Sistema General de Regalías del Departamento Nacional de Planeación como una potencial fuente de financiación común de orden territorial Municipal.
- Entre los fondos públicos existentes, El FENOGE (Fondo de Energías No Convencionales y Gestión de Energía), se identifica como fondo destacado.
- Los recursos privados son una alternativa para copropiedades u otras cooperativas con solvencia económica.

Ubicación

La ubicación constituye una característica fundamental de la Comunidad Energética sujeta al modelo. Por su parte los casos este criterio hace referencia a que las Comunidades propias de los casos de estudio estén ubicadas en diferentes zonas, abarcando la división Sistema Interconectado Nacional – SIN y Zonas No Interconectadas – ZNI, o en alguna Área Especial – AE del SIN. Como mínimo uno sea en el SIN y otro en la ZNI.

Adicionalmente, se consideraron 2 criterios relevantes para escoger la diversidad de casos asociados a:

Tipo de estructura

Corresponde a la estructura organizativa que escogerá la comunidad energética según acuerdo convenido entre los miembros y se divide en dos: Asociación de Derecho y Cooperativa. Las definiciones de este tipo de organización pueden consultarse en el Glosario.

El planteamiento de estas opciones de tipo de estructura como opciones para los casos, es la definición dictaminada en el Decreto definitivo de 2236 de 2023 que las comunidades energéticas serán Comunidades Organizadas y estas serán Organizaciones Sin Ánimo de Lucro.

Tipo de actividades de las comunidades energéticas

Uno de los aspectos más importantes para la CE será escoger su modelo de negocio o modelo de sostenibilidad. Esta característica es justamente lo que describen las nuevas actividades del eslabón de la cadena que se encuentran definidas en el Decreto definitivo 2236 de 2023 del Ministerio de Minas y Energía. En la Figura 7, se visualizan los dos tipos de actividades económicas de las CE.

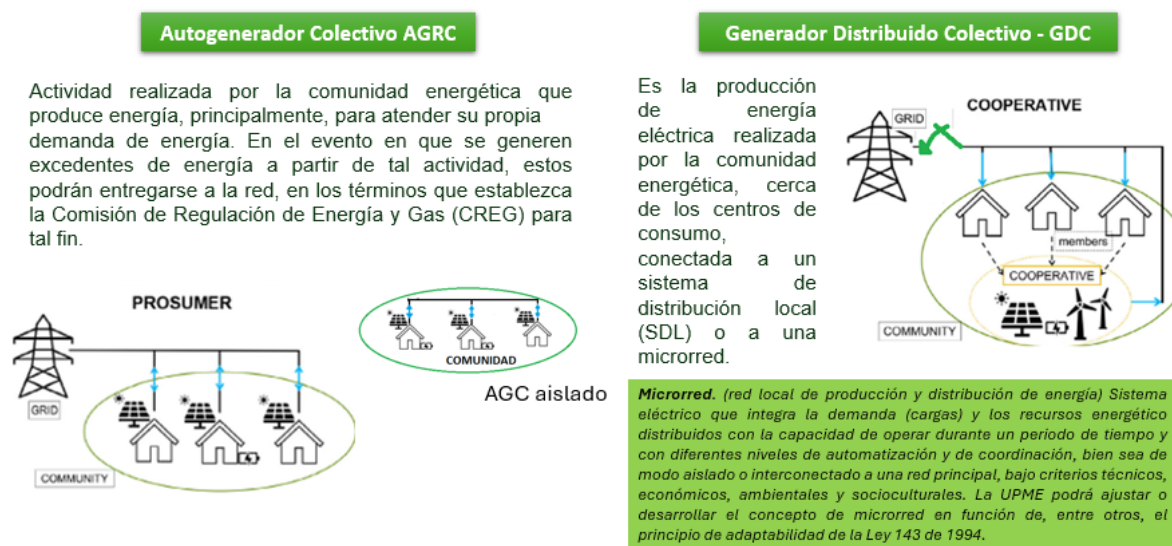


Figura 7. Tipos de actividades económicas. Fuente: Elaboración propia basado en Decreto MinEnergía 2236 de 2023 y Energy Communities: A review on trends, energy system modelling, business models, and optimisation objectives.

Propuesta y aprobación de los tres casos de estudio

En diversas reuniones sostenidas en noviembre de 2023, el equipo consultor presentó ante la Mesa DER la propuesta de los tres casos de estudio (o tres comunidades tipo). En correo enviado el 27 de noviembre el supervisor de la consultoría envió las observaciones al equipo consultor para ser consideradas en la elaboración de la guía, las cuales fueron acogidas para definirlos.

Parametrización de los casos de estudio

A continuación, se describen la parametrización realizada a los tres casos de estudio, considerando las observaciones realizadas.

Descripción del caso 1

El primer caso busca dar cuenta de una comunidad que tiene necesidades energéticas y busca la conformación de la comunidad con el fin de satisfacerlas. Los parámetros específicos del primer caso de estudio se describen a continuación:

Estructura: Asociación de derecho.

Tipo Actividad CE: Autogenerador Colectivo (AGRC) – Con interés únicamente de atender sus necesidades.

Diversidad: Campesina con actividad económica cafetera.

Tipo de fuente: Fotovoltaica.

Esquema de financiación: Recursos Públicos Municipales - SGR

Ubicación: Comunidad rural ubicada en Zona No Interconectada. Específicamente la ubicación elegida para el Caso 1 es el municipio de Santuario en el departamento de Risaralda.

Descripción del caso 2

Por su parte, el caso 2 corresponde a un grupo de miembros de una Comunidad Organizada que deciden participar de la actividad de autogeneración colectiva AGRC con opción de vender excedentes. Las características específicas asociadas al caso 2 son:

Estructura: Cooperativa.

Tipo Agente: Autogenerador Colectivo (AGRC) – Le interesa vender la energía excedentaria.

Diversidad: Esta comunidad educativa, se encuentra ubicada en un barrio, y contempla un tipo de fuente solar fotovoltaica para su proyecto

Esquema de Financiación será a través del Fondo FENOGE con recursos reembolsables.

Ubicación: Está ubicado en un municipio con cobertura del Sistema Nacional Interconectado – SIN en Zona Rural. Se selecciona para este caso el municipio de Soledad, en el Departamento del Atlántico (altitud menor a 1.000).

Descripción del caso 3

Finalmente se planteó un caso con características diferenciadas de los dos anteriores, que tuviera un condicionamiento que representará ubicaciones más urbanas con inversión privada; a continuación, los parámetros de este:

Estructura: Cooperativa.

Tipo Actividad CE: Generador Distribuido Colectivo.

Diversidad: Comunidad privada copropiedad parcelación – PV.

Esquema: Financiación privada. 10% se obtendrá de la cooperativa, 40% financiación de un banco y 50% inversionista de la propiedad.

Ubicación: se escoge una zona urbana de un corregimiento del municipio de Bello, ubicado en el Valle de Aburrá en el Departamento de Antioquia, el cual cuenta con cobertura del Sistema Interconectado Nacional.

Una de las cosas que debe reflejar la guía en este caso, es que la Comunidad no puede estar habilitada para los fondos. Esto ya que la estratificación asociada a dicho caso no lo permite.

Caso adicional – Variante del caso 2

A raíz del caso 2, se puede desprender un caso adicional, para cuando la decisión de la comunidad es optar por recursos no reembolsables del FENOGÉ. A continuación, la variante de dicho caso.

Estructura: Cooperativa.

Tipo Actividad CE: Autogenerador Colectivo (AGRC) no se quiere vender la energía excedentaria.





Diversidad: Esta comunidad educativa, se encuentra ubicada en un barrio, y contempla un tipo de fuente solar fotovoltaica para su proyecto.

Esquema de Financiación es a través del Fondo FENOGÉ a través de recursos no reembolsables.

Ubicación: Está ubicado en un municipio con cobertura del Sistema Nacional Interconectado – SIN en Zona Rural. Se selecciona para este caso el municipio de Soledad, en el Departamento del Atlántico (altitud menor a 1.000).

En la Tabla 6 se presenta el resumen de la parametrización de los casos de estudio para el modelo. Los archivos en formato .xlsx asociados a cada uno de los casos se entregan como anexos al presente informe.

Tabla 6. Resumen de los casos de estudio y su parametrización. Fuente elaboración propia, usando juicio de expertos y criterios según términos de referencia.

	UBICACIÓN	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	TIPO DE ACTIVIDAD CE	DIVERSIDAD	ESQUEMA DE FINANCIACIÓN
Caso 1	Santuario, Risaralda (ZNI)5-6 	Asociación de derecho	AGRC sin venta de excedentes	Campesina con actividad económica cafetera PV- 100kWp	Recursos Municipales - SGR Públicos
Caso 2	Soledad, Atlántico (rural SIN) 6-7 	Cooperativa	AGRC con venta de excedentes	Comunidad educativa, ubicada en un barrio, 50kWp PV	Fondo FENOGE con recursos reembolsables
Caso 3	Bello, Antioquia (Urbana, SIN) 5-6 	Cooperativa	GDC	Comunidad privada copropiedad parcelación – PV 200kWp	Financiación privada. 10% se obtendrá de la cooperativa, 40% financiación de un banco 50% inversionista de la propiedad.
Caso adicional – Variante del caso 2	Soledad, Atlántico (rural SIN) 	Cooperativa	Sin venta de excedentes	comunidad educativa, ubicada en un barrio, y contempla un tipo de fuente solar fotovoltaica para su proyecto	Fondo FENOGE a través de recursos no reembolsables.

Resultados de la modelación de los casos de estudio


Con base en el diseño de los casos de estudio y las observaciones realizadas a los mismos, se procedió a modelarlos en la herramienta construida. Esto permitió generar mejoras a la misma.

Las oportunidades de mejora identificadas luego de modelar cada caso fueron evaluadas y algunas habilitaron campos y ayudas útiles para la herramienta en general.

A continuación, se presentan los resultados de cada caso.

Resultados Caso 1

Tabla 7. Repaso de características principales asociadas al Caso 1

	UBICACIÓN	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	TIPO DE ACTIVIDAD CE	DIVERSIDAD	ESQUEMA DE FINANCIACIÓN
Caso 1	Santuario, Risaralda (ZNI)5-6 	Asociación de derecho	AGRC sin venta de excedentes	Campesina con actividad económica cafetera PV- 100kWp	Recursos Públicos Municipales - SGR

Otros datos relevantes son: El estrato de esta comunidad es 3, tienen una educación básica, son 262 miembros y 110 usuarios. Presentan un consumo promedio de la comunidad de 14.300 kWh/mes (sumatoria de consumos promedio). En el archivo Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_1_v8, en la hoja de datos pueden verse el resto de los valores escritos para este caso.

En la Figura 8 se presentan los resultados de este caso en el módulo estructura de capital.

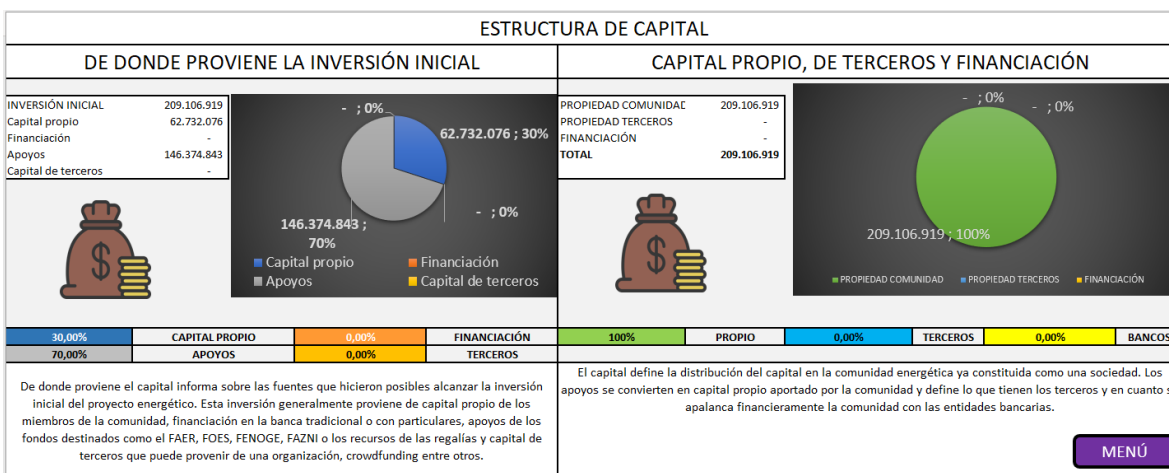


Figura 8. Captura módulo estructura de capital Caso 1. Fuente: elaboración propia

Como se observa en la figura anterior, el usuario de manera gráfica puede observar que tiene un apoyo del gobierno en su mayoría y que la propiedad de la comunidad es de un 100%.

MIEMBROS DE LA COMUNIDAD	PRIORIZACIÓN DE LA COMUNIDAD	EDUCACIÓN DE LA COMUNIDAD	ESTRATO DE LA COMUNIDAD
75	NO APLICA PRIORIZACIÓN PARA ESTA COMUNIDAD	EDUCACIÓN BÁSICA	
92	CAPACIDAD ORGANIZATIVA	CUIDADO MEDIO AMBIENTE	
5	42,86%		ESTRATO 3
90	VOCACIÓN PRODUCTIVA	VARIABLES ECONÓMICAS	
262			
% SERVICIOS PÚBLICOS SANTUARIO RISARALDA 99,45	% SERVICIOS PÚBLICOS CABECERA MUNICIPAL 99,85	% SERVICIOS PÚBLICOS CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO 99,00	

Figura 9. Captura de pantalla módulo de Variables Económicas Caso 1. Fuente: elaboración propia

En este módulo el usuario puede fácilmente observar la composición de su comunidad que tiene una alta vocación productiva y baja capacidad organizativa. También le permite visualizar correctamente el estrato y analizar datos de cobertura de su municipio (en la parte inferior). Se observa que, para Santuario Risaralda, los porcentajes de cobertura de servicios públicos superan el 99%.

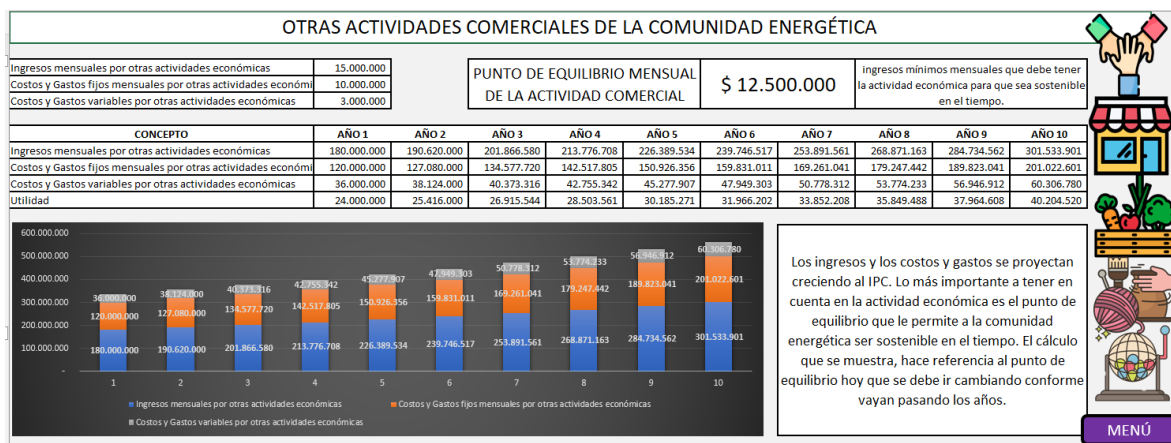


Figura 10. Captura de pantalla Otras actividades económicas de la comunidad – Caso 1

Lo más importante de este módulo es que le permite observar al usuario, en este caso de la CE de Risaralda el valor de ingresos mínimo que necesita para que la CE sea sostenible en el tiempo a partir de esta actividad económica. En este caso, esta comunidad cafetera **le debe ingresar más de 12,5 millones al mes para que pueda sostener dicha actividad comercial cafetera.**

Otra pantalla relevante de los módulos de visualización se presenta en la sección “CAPEX INVERSIÓN INICIAL Y EN ACTIVOS FIJOS” (ver Figura 11).

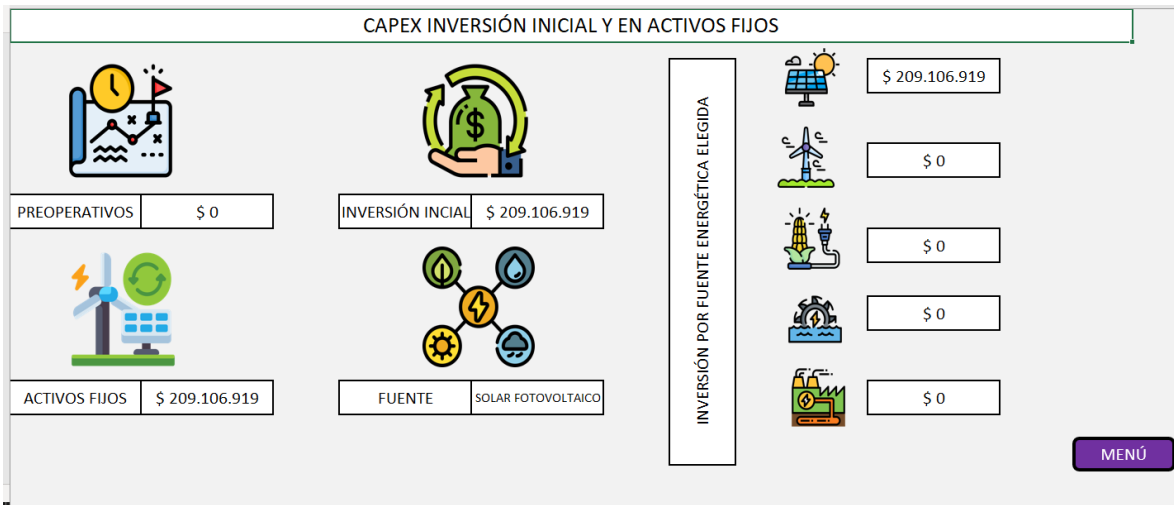


Figura 11. Captura pantalla sección CAPEX INVERSIÓN INICIAL Y ACTIVOS FIJOS. Para caso 1. Fuente: elaboración propia

En esta pantalla el usuario puede validar que no ingresó datos de gastos de antes de la operación (preoperativos), que su **inversión inicial son 209 millones de pesos aproximadamente**, con el mismo valor en activos fijos. Adicionalmente valida **que la fuente de generación escogida es solar fotovoltaico y que toda la inversión está dirigida a esta fuente de generación.**

Los resultados restantes de los módulos de visualización y análisis se muestran en detalle en el Anexo relacionado con el Caso 1.

A continuación, se exponen los resultados expuestos en las secciones de salida: punto de equilibrio/viabilidad e indicadores del proyecto.

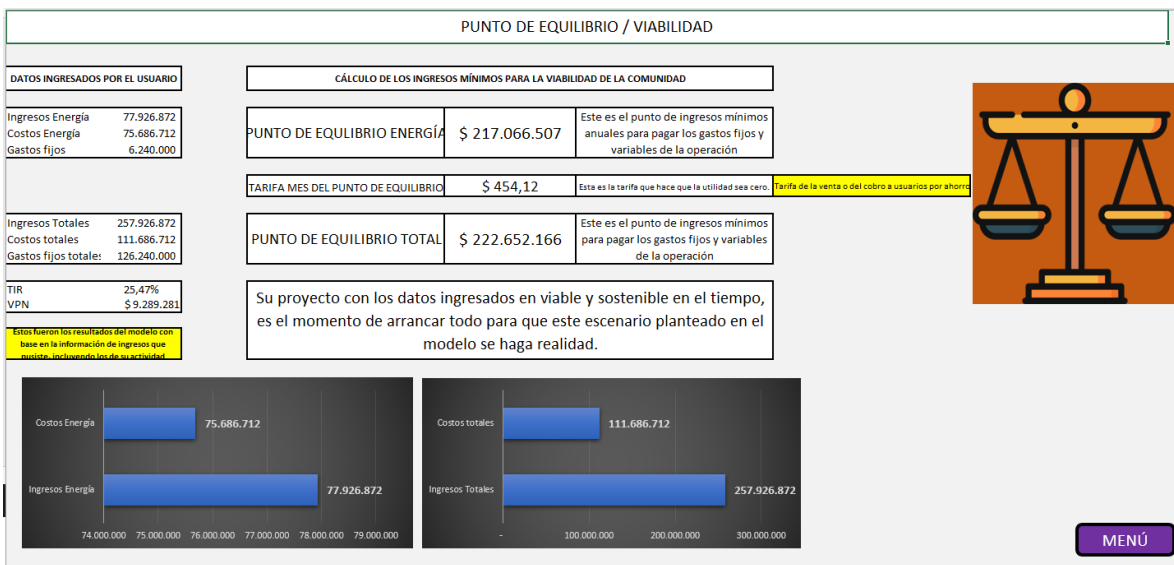


Figura 12. Captura de pantalla. Sección Punto de Equilibrio/Viabilidad para Caso 1. Fuente: Elaboración propia con base en resultados de simulación.

En la sección Punto de Equilibrio/viabilidad (ver Figura 12) se muestran los campos más importantes que reflejan la viabilidad de la Comunidad Energética para el administrador o líder o quien use la herramienta para evaluarla. Tanto visual como textualmente le muestra que tiene aproximadamente un costo de energía de 75,6 MM, unos ingresos de 78MM aprox. Así mismo tiene unos costos totales de 111,7 MM y unos ingresos totales de 257,9 MM COP aprox.

El usuario puede darse cuenta aquí que **debe tener mínimo 217 millones** aproximadamente para **pagar los gastos fijos y variables de la operación** de la CE en cuanto al aspecto de la energía. También se puede dar cuenta que **requiere cobrar 454,12 pesos a cada usuario de la comunidad** para que pueda **sostenerse la comunidad** con la actividad de Autogeneración colectiva. **Si requiere una utilidad requeriría hacer un mayor cobro para el sostenimiento.**

También a través de este módulo, se da cuenta que **requiere mínimamente 222,65 millones de pesos colombianos cada mes** (de las dos actividades: energía y actividad económica cafetera) para **poder hacer viable la comunidad energética.**

Además de visualizar la Tasa Interna de Retorno, y el valor presente neto, le proporciona de un modo claro y explícito que a raíz de los resultados **el proyecto es viable y sostenible** en el tiempo y que recomienda realizarlo si se conservan las características entregadas como datos a la guía.

Finalmente, en la sección de Indicadores del proyecto (Financieros y sociales) el usuario podrá encontrar otros elementos para contribuir con su decisión de creación e implementación de su CE. El resultado de esta sección para este caso en prueba se muestra en la Figura 13.

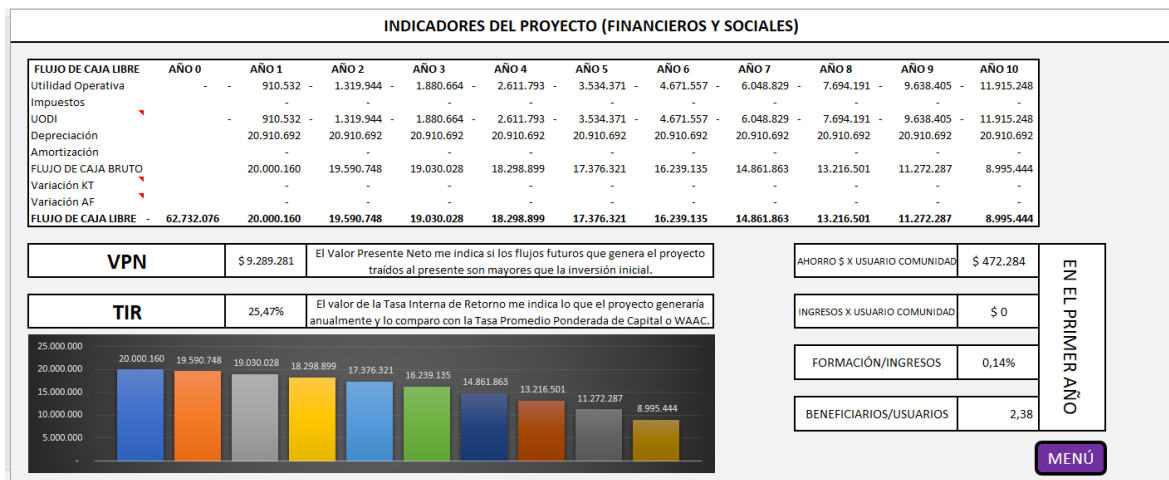



Figura 13. Captura pantalla sección INDICADORES DEL PROYECTO (FINANCIEROS Y SOCIALES) Caso 1. Fuente: Elaboración propia

En esta pantalla el usuario puede observar los resultados de flujo de caja libre (el dinero que se proyecta que cada año les quede a los socios del proyecto – miembros de la comunidad). También puede observar que los flujos futuros de este proyecto traídos al presente representan un valor de 9,2 millones aproximadamente, y se le indica explícitamente que **esto indica que son mayores que la inversión inicial**. Así mismo le genera un valor de la Tasa Interna de retorno de 25,5% que puede comparar con la Tasa Promedio ponderada de capital (WACC) para que **pueda decidir si su inversión está acorde**. Finalmente puede observar que existe un **ahorro por usuario de 472.284 pesos** en el primer año, que **no tiene ingresos por usuario de la comunidad**, que **invierte un 0,14% de sus ingresos en formación** y que tiene **2,38 beneficiarios por cada usuario**.

Resultados Caso 2

En la Tabla 8 se muestran las características principales del Caso 2.

Tabla 8. Repaso de las características principales del Caso 2.

	UBICACIÓN	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	TIPO DE ACTIVIDAD CE	DIVERSIDAD	ESQUEMA DE FINANCIACIÓN
Caso 2	Soledad, Atlántico (rural SIN) 6-7 	Cooperativa	AGRC con venta de excedentes	Comunidad educativa, ubicada en un barrio, 50kWp PV	Fondo FENOGÉ con recursos reembolsables

Otros datos relevantes, que podrán ser visualizados en la hoja de datos del Anexo Guía caso 2, son: pertenece al estrato 2, no tiene educación presenta 620 miembros y 40 usuarios. Corresponde a una comunidad de Palenqueras (priorizadas según política pública), presenta un consumo de 7200 kWh/mes como comunidad. El usuario escoge en este caso que un 60% del ahorro será considerado ingreso para la comunidad. Tiene un valor de inversión inicial de 152,6 millones aproximadamente en un sistema de generación que tiene una capacidad para generar 10.500 kWh/mes, asociado a un brillo solar de 7h/día promedio.

Algo importante es que el usuario decide no escribir datos de otras actividades económicas, esto debe verse reflejado en los módulos de viabilidad e indicadores, si la guía está correcta. Los demás datos que se registran pueden consultarse en la hoja de datos de Microsoft Excel del archivo Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_2_FENOGÉ_CON_REEMBOLSO_v8. En la Figura 14, se proyectan los resultados más relevantes del caso, dados en las secciones de punto de equilibrio/viabilidad e Indicadores del proyecto.

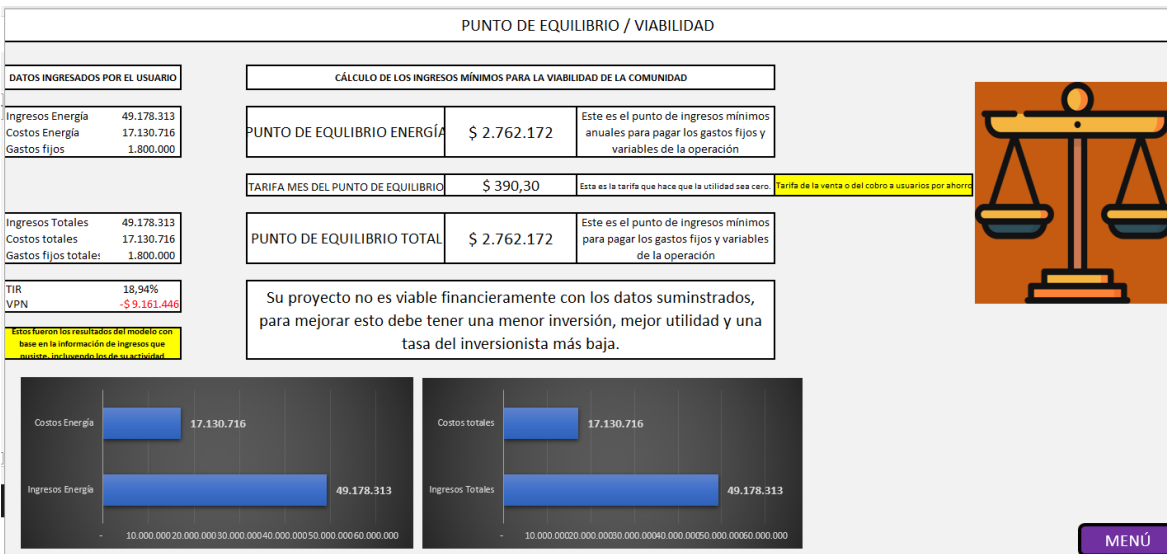


Figura 14. Captura de pantalla Punto Equilibrio/viabilidad para el Caso 2. Fuente: elaboración propia.

En esta sección, el usuario administrador de la comunidad de la costa atlántica colombiana puede validar tanto visual como textualmente que presenta unos ingresos por la actividad de energía, de alrededor de 49,2 millones de pesos mientras que los costos representan 17 millones, (una tercera parte). También visualiza que los ingresos y costos que tiene de la totalidad de actividades de la CE son iguales a los que tiene solo por energía, así como el valor de punto de equilibrio total es igual al de energía (Esto es coherente con el hecho de que el usuario no haya ingresado valores para otras actividades económicas (lo que valida consistencia del resultado de la guía en sus módulos).

La conclusión principal que obtiene de esta sección de los módulos de salida es que con los datos ingresados **NO es viable el proyecto, que le deben ingresar mínimo 2.76 millones de pesos** para pagar gastos fijos y variables de operación y **que debe vender su energía con una tarifa superior aprox. de 390 COP/kWh** para que traiga utilidad a la comunidad y esta sea viable. Para facilitar el ejercicio, se le sugiere disminuir la inversión, aumentar la utilidad, y obtener una tasa de inversionista más baja. La no viabilidad del resultado puede validarla también en el valor negativo del Valor presente Neto, el cual también será explicado en detalle en la siguiente sección de resultados.

En la Figura 15, se pueden observar los resultados de la sección “Indicadores del proyecto (financieros y sociales).

En esta sección, el usuario puede darse cuenta de que tendrá proyectado un flujo de caja libre (dinero para los socios de la CE) de más de 30 millones de pesos anuales aproximadamente. Sin embargo, puede observar que tiene un valor presente neto negativo de -9 millones aproximadamente, significa que **el proyecto tiene flujos futuros traídos al presente que son menores que la inversión inicial**. Así mismo se puede dar cuenta que el proyecto generaría una Tasa de Retorno del proyecto de 18%, que le sirve para contrastar esta inversión contra otras opciones de “dónde colocar su dinero”.

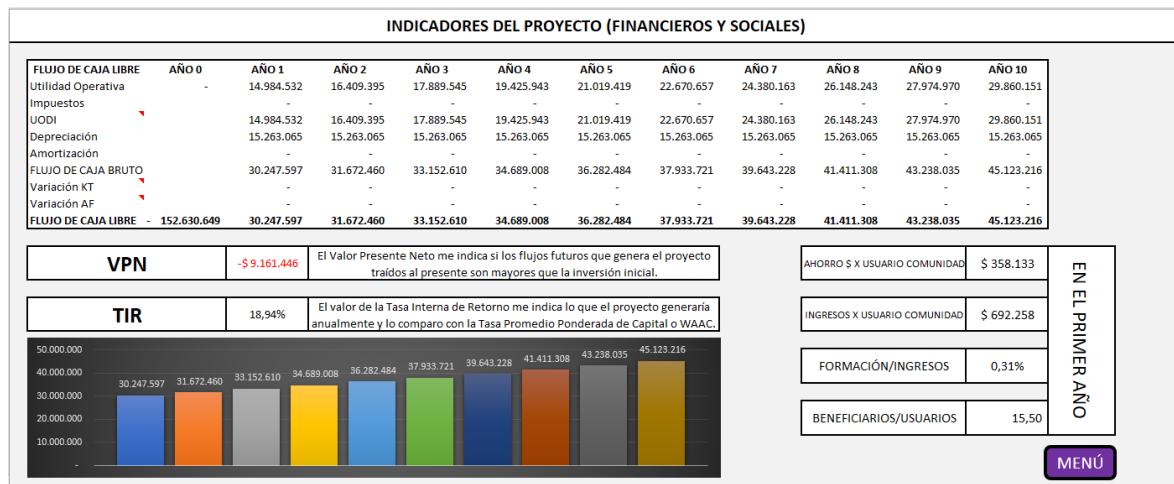


Figura 15. Captura pantalla resultados sección INDICADORES DEL PROYECTO de los módulos de salida – Caso 2.
Fuente: elaboración propia

Finalmente, también puede observar que cada usuario se está ahorrando **358.133 COP en el primer año**, que los **ingresos por usuario son de 700 mil pesos aprox.** Que **invierte un 0,31% de sus ingresos en formación** y que **existen 15,5 beneficiarios por cada usuario** en promedio para la comunidad.

Resultados Caso 3

Finalmente se prueba el caso 3; en la Tabla 9 se muestran de nuevo las características principales de este caso probado, ubicado en el departamento de Antioquia.

Tabla 9. Repaso de la parametrización principal del Caso 3.

	UBICACIÓN	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	TIPO DE ACTIVIDAD CE	DIVERSIDAD	ESQUEMA DE FINANCIACIÓN
Caso 3	Bello, Antioquia (Urbana, SIN) 5-6 	Cooperativa	GDC	Comunidad privada copropiedad parcelación – PV 200kWp	Financiación privada. 10% se obtendrá de la cooperativa, 40% financiación de un banco 50% inversionista de la propiedad.

Esta comunidad ubicada en el Valle de Aburrá, en el marco del Sistema Interconectado Nacional, está además ubicada en estrato 4, tiene una educación media en promedio entre los 620 miembros que tiene. Tiene 300 usuarios para un total de consumo comunitario de 40.500 kWh/mes. También seleccionó una fuente solar fotovoltaica que aporta una capacidad de generar 42.000 kWh/mes. Tiene alrededor de 8,6 millones en gastos mensuales de AOM. No contempla otras actividades económicas. La inversión es de 355,5 millones aprox., la cual va a financiar con un 10% de capital propio, 40% a través de banca y 50% de capital de terceros.

En la Figura 16, se puede observar los aspectos mencionados.

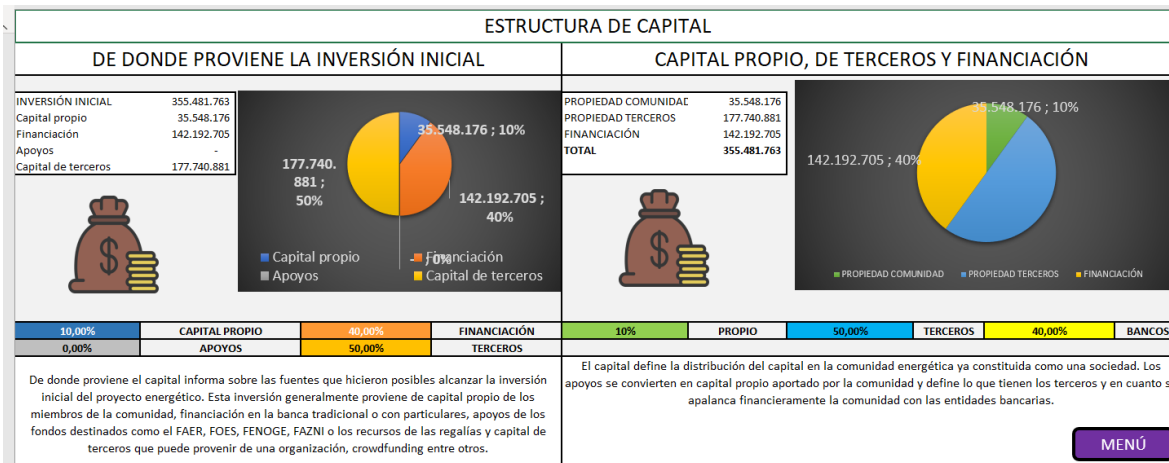


Figura 16. Captura de pantalla – Sección estructura de capital para el Caso 3. Fuente: elaboración propia

Otros resultados de visualización relevantes pueden ser consultados en el archivo Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_3_v8.

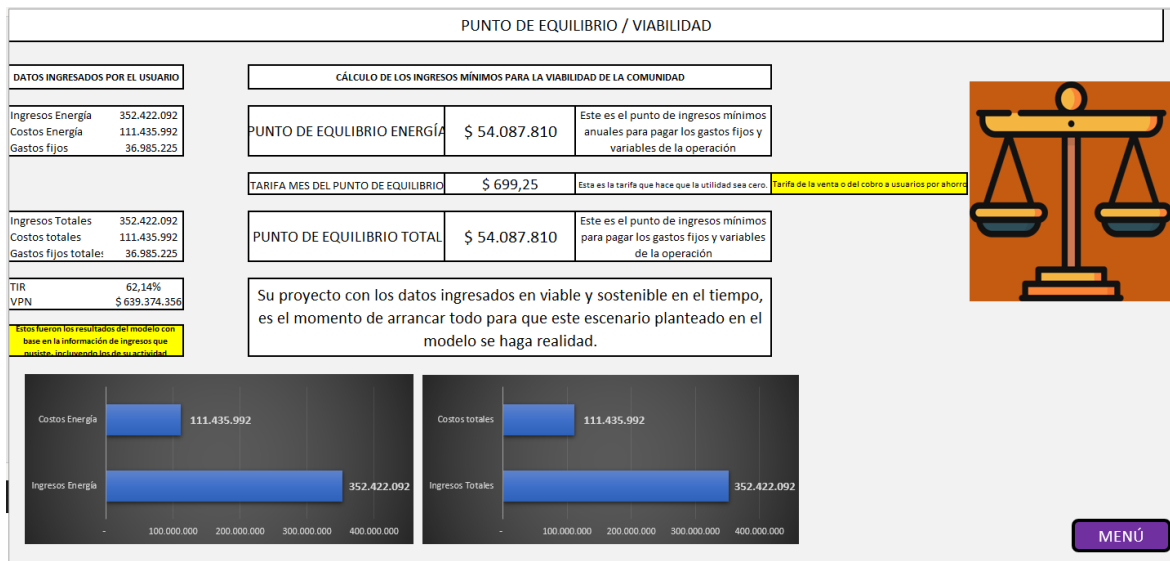


Figura 17. Captura de pantalla – Sección punto de equilibrio Modelación Caso 3. Fuente: elaboración propia.

En esta pantalla, el usuario se da cuenta que tiene un ingreso por la actividad de Generación Distribuida colectiva por alrededor de 352 MM y unos costos de 111 MM con base en los datos que ingresó.

Observa también que deben ingresar mínimamente 54 millones anualmente aproximadamente para que se puedan pagar los gastos fijos y variables ingresados. Así mismo, que debería vender a una tarifa aprox. de \$700 COP/kWh aproximadamente para que la comunidad sea viable.

Así como en el caso anterior, debido a que el usuario no plantea realizar alguna otra actividad económica (únicamente se reúne con su comunidad para vender a través del sistema fotovoltaico invertido) los datos de actividad total con actividad de energía son iguales, lo que de nuevo valida la coherencia en el comportamiento de la guía.

Finalmente, y lo más relevante, **el usuario en esta pantalla observa que con los datos ingresados el proyecto bajo los supuestos e información suministrada es viable, el proyecto se podría implementar si mantiene las condiciones que ingresó en la guía.**

Resultados Caso adicional probado

Con el fin de generar sensibilidad al tipo de recursos por los que se optaban en los fondos que manejan diferentes tipos, como el FENOGÉ, Además de los casos estudiados, existe un caso adicional, llamado Caso 4, que corresponde en todas sus características al Caso 2 (ubicación en Soledad Atlántico, AGRC, fotovoltaico ubicado en zona rural de SIN) excepto que en este caso la CE está aplicando a recursos no reembolsables del FENOGÉ. Los criterios de elegibilidad para proyectos No Reembolsables, que están descritos en la infografía publicada por el Fondo, plantean que los Planes Proyectos y Programas no pueden ser ejecutados o desarrollados en forma comercial (FENOGÉ, 2023). Por tanto, en este caso, por las condiciones expuestas, que se basan en lo dispuesto por el Manual Operativo de esta institución de apoyo, la comunidad no podría vender sus excedentes. Esto se valida en la guía (ver Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_4_FENOGÉ_SIN_REEMBOLSO_v8).

Como se puede observar en las secciones de Viabilidad y Estado de resultados del Caso 4, con los datos proporcionados, y bajo estas condiciones de financiamiento el proyecto es viable proporcionando un punto de equilibrio de 3,5 millones y una tarifa de punto de equilibrio de aprox. 248,7 COP/kWh.

Conclusiones modelación tres casos de estudio aprobados

Como se pudo observar, bajo las condiciones dispuestas en los tres casos se obtuvieron dos ejercicios viables para las condiciones planteadas en los casos 1 y 3, y un caso no viable asociado al caso 2, otorgando argumentos al usuario por qué da un tipo de resultado o el otro. A partir de dichos resultados de los tres casos de estudio, expuestos en las secciones anteriores, se valida que esta herramienta en formato Microsoft Excel está respondiendo los requisitos planteados. Responde a criterios de usabilidad planteados (facilidad para el usuario final) explicaciones básicas mostrando resultados textuales y visuales coherente, esto pensando en usuarios de bajo nivel de escolaridad, además responde a diferentes condiciones de tipo de zona, tipo de estructura, diversas capacidades de fuente y además cumple con requisitos de validación de campos requeridos.

Además, gracias a las diferentes pruebas, se puede comprobar que responde coherentemente respecto a lo planteado para validar la viabilidad de las comunidades energéticas con base en los datos planteados, en cuanto a su punto de equilibrio tanto en la venta de excedentes o venta de energía completa del sistema, como punto de equilibrio total (contemplando también la actividad económica adicional, que la comunidad pudiese plantear). Así mismo, las pruebas pudieron otorgar pruebas de consistencia entre modelos conservando resultados coherentes entre los módulos y con las secciones de salida de la guía.

En pruebas de usabilidad se puede observar que la ausencia de macros o formulaciones avanzadas o elementos automáticos facilita la agilidad y velocidad de la respuesta de la herramienta ante acciones (“clic” del usuario).

Con esto se concluye que la guía está cumpliendo con el objetivo para lo cual fue diseñada.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad económica y financiera, a partir de la herramienta y la ejecución de los casos ejemplo se pueden resaltar dos aspectos:

- En un sentido, la sensibilidad que puede tener la guía frente a diferentes datos de entrada en su inversión inicial o CAPEX. Usuarios que describan una alta inversión inicial (que sucede cuando por ejemplo el asesor o epecista les cotice un sistema fotovoltaico elevado en comparación con los potenciales ingresos), la guía arrojará una inviabilidad de la guía. Es preciso que el usuario se encuentre bien asesorado frente a los valores y éstos sean extraídos de rango de cotizaciones u ofertas de diferentes.
- La constitución de una comunidad energética como ESAL permite un beneficio ya que en el estado de resultaos se elimina la necesidad de pago de impuestos; esto sin duda aliviana en gran medida el flujo de caja y permite una mayor viabilidad desde que los demás factores sean favorables para este escenario.

Capítulo 3

RETOS Y ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN



RETOS Y ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos con la simulación de los tres casos definidos por la presente consultoría y considerando los resultados del referenciamiento realizado en el capítulo 1 del presente informe, los retos se pueden agrupar en cuatro componentes¹: el **componente normativo** el cual habilita la implementación de las comunidades energéticas definiendo las condiciones y reglas que deben cumplir para su formalización y operación, el **componente tecnológico** el cual permite la materialización (implementación) para llevar a cabo el proyecto que da vida a la comunidad energética, el **componente organizacional** el cual representa la base fundamental para la sostenibilidad de la comunidad energética y el **componente gubernamental**, que constituye el respaldo institucional necesario.

A continuación, se presentan los retos para estos 3 componentes.

i. Retos normativos

Si bien en el país desde el año 2015 se vienen desarrollando acciones en pro de la constitución de comunidades energéticas bajo instrumentos como la electrificación rural, fue solamente hasta el año 2022 que se formalizó mediante el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 la inclusión de las comunidades energéticas como una estrategia para el país en el marco de la transición energética.

Reto normativo:
Conocimiento, experiencia y apropiación del marco normativo establecido en el sector eléctrico para operar en el sistema

El reto normativo fundamental y más importante al que se enfrentan las comunidades energéticas para su formalización en términos normativos es el conocimiento y la experiencia para implementar el conjunto de normas, reglamentos, decretos y resoluciones establecidos por la institucionalidad del sector eléctrico colombiano para la operación de los activos eléctricos involucrados en la prestación de servicios con criterios técnicos de calidad, confiabilidad y seguridad del servicio.

De acuerdo con el artículo 35 de la Ley 2294 del 19 de mayo de 2022 la cual oficializa el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (PND 2022-2026, establece que, “Los usuarios o potenciales usuarios de servicios energéticos podrán constituir Comunidades Energéticas para generar, comercializar y/o usar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía renovables -FNCER-, combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos.”, abriendo la posibilidad a la población civil (personas naturales y jurídicas) para participar en los servicios de generación, comercialización y/o uso eficiente. Adicionalmente, el PND 2022-2026 también prioriza grupos sociales que pueden ser beneficiarios de recursos públicos para financiar la inversión, operación y mantenimiento de la infraestructura de la comunidad energética y que todo lo que se lleve a cabo con estos recursos pueden ser cedidos a la comunidad de forma gratuita, significando esto que la comunidad puede obtener la titularidad o la propiedad de los activos adquiridos.

¹ De acuerdo con el referenciamiento nacional e internacional realizado en la consultoría y presentado en el capítulo 1 del presente informe.

Con el PND 2022-2026, establece que comunidades como comunidades indígenas comunidades campesinas negras afrocolombianas raizales y palenquera y población en general, puede participar en la prestación de servicio de generación, comercialización y/o eficiencia energética.

El 22 de diciembre de 2023, el Ministerio de Minas y Energía publicó el Decreto 2236 "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". Mediante este decreto se introduce la definición de Autogeneración colectiva (AGRC), Autogenerador colectivo (AC), Demanda de Energía de los Integrantes de la Comunidad Energética, Generación Distribuida Colectiva (GDC), adicionalmente establece la naturaleza jurídica, lineamientos de operación y la administración de los recursos.

El reto normativo se enmarca entonces en el requerimiento de conocer, observar e implementar el marco normativo establecido en el sector eléctrico para el dimensionamiento, la operación, y mantenimiento de sistemas de generación, comercialización y/o eficiencia energética, que recaería en las comunidades anteriormente descritas para implementar la comunidad energética. Para dimensionar el reto, a continuación, se identifican algunas de las disposiciones normativas y regulatorias a considerar por las comunidades energéticas para su entrada en operación, cabe resaltar que, dependiendo de la guía seleccionada por la comunidad, aplicaran unas u otras y esta selección afectará la complejidad de su implementación también:

- *Decreto 298 de 2017 (Artículo 1.2.1.9.1)*: Este decreto regula la operación y administración de las redes eléctricas nacionales y regionales, estableciendo condiciones para la conexión de autogeneradores.
- *Resolución UPME 281 de 2015*: En esta resolución se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala.
- *Resoluciones CREG 084 de 1996 y 024 de 2015*: reguló las actividades del autogenerador conectado al Sistema Interconectado Nacional, SIN.
- *Decreto 348 de 2017 de MINMINAS*: Establece los lineamientos de política frente a las condiciones simplificadas para la autogeneración, en términos de la medición, la conexión, el contrato de respaldo, y la entrega de excedentes y su respectiva liquidación. Adicionalmente, el decreto 348 de 2017 dispone que para la autogeneración a pequeña escala que utilice FNCER, los excedentes que entreguen a la red de distribución se reconocerán mediante un esquema de medición bidireccional, como créditos de energía.
- *Decreto 2236 de 2023*: Establece que para la conexión de las comunidades energéticas al sistema de distribución local (SDL), las comunidades energéticas deberán cumplir los requisitos previos que defina la CREG.
- *Resolución 174 de 2021*: En esta resolución se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional.
- *Ley 1715 de 2014*: Esta ley establece el marco regulatorio para la promoción de la generación distribuida y la autogeneración de energía eléctrica. Busca fomentar la participación de los usuarios en la generación de energía, permitiendo la conexión a la red y estableciendo incentivos.

- *Ley 142 de 1994 (Artículo 23)*: Aunque no está específicamente centrada en la autogeneración, la Ley 142 regula los servicios públicos domiciliarios, incluyendo el suministro de energía eléctrica, y establece los derechos y deberes de los usuarios.
- *Disposiciones de los operadores de red (OR)*: Se deben considerar las disposiciones particulares de cada operador de red para la conexión al sistema de distribución local.

Es importante tener en cuenta que en el marco normativo actual de acuerdo con lo establecido en el decreto 2236 de 2023, la CREG y la UPME estarán a cargo de la armonización de las comunidades energéticas en el marco normativo actual, el resultado de esta armonización afectará en mayor o menor medida la masificación de las comunidades energéticas de acuerdo con la complejidad que esta armonización establezca.

Estrategias para abordar los retos normativos

La estrategia para enfrentar este reto se enfoca en el **DESARROLLO DE CAPACIDADES NORMATIVAS** en las potenciales comunidades energéticas en el marco normativo y regulatorio, los procesos y trámites que se deben surtir en ellos para la implementación de las comunidades energéticas. A continuación, se describen las estrategias que se pueden llevar a cabo el desarrollo de capacidades en el marco normativo:

- **Guía práctica para la implementación de comunidades energéticas**: Desarrollar materiales educativos visualmente atractivos y de fácil comprensión, como folletos, infografías y videos. Estos materiales sirven como recursos continuos para las comunidades, facilitando la comprensión y el cumplimiento a largo plazo del marco normativo.
- **Programa de formación para comunidades energéticas**: Elaborar programas de capacitación adaptados a las necesidades específicas de las comunidades energéticas, abordando de manera detallada los aspectos clave del marco normativo del sector eléctrico para su implementación y entrada en operación. Esto puede incluir sesiones teóricas y prácticas, con material educativo claro y accesible, con aliados regionales como son el SENA y las Universidades. Dentro de las temáticas es fundamental incorporar los procesos, procedimientos, tramites e institucionalidad del sector involucrados en la actividad económica que la comunidad energética va a implementar.
- **Sesiones de concientización y diálogo**: Realizar sesiones de concientización para presentar el marco normativo, los procedimientos y los tramites que se deben realizar para la formalización de las comunidades energéticas, resaltando su importancia y beneficios. Fomentar el diálogo abierto para abordar preguntas y preocupaciones, promoviendo la participación activa de la comunidad en el proceso de implementación.
- **Red de aliados dinamizadores**: Constituir una red de aliados regionales que se conviertan en puntos de dinamización de la información para las comunidades energéticas, así como organizaciones enlace entre las comunidades y la institucionalidad del sector.
- **Formación de facilitadores locales**: Identificar líderes dentro de las comunidades y proporcionarles capacitación específica para que se conviertan en facilitadores locales. Estos facilitadores pueden actuar como enlaces clave entre la comunidad y los equipos encargados de la implementación del marco normativo.

- **Sesiones de mentorías:** Organizar sesiones prácticas y simulaciones que permitan a las comunidades aplicar directamente los conceptos del marco normativo. Esto refuerza el aprendizaje y ayuda a superar barreras potenciales en la implementación.

ii. Retos técnicos

Los aspectos técnicos del presente estudio hacen referencia aquella información y conocimiento asociado a la infraestructura eléctrica que ha decidido implementar una comunidad para conformar una comunidad energética.

Como se presenta en el capítulo de referenciamiento, la claridad en los aspectos técnicos juega un rol fundamental para la búsqueda de recursos financieros para la implementación del proyecto, el cumplimiento normativo y las estrategias de administración, operación, mantenimiento del sistema instalado por la comunidad energética.

De acuerdo con las comunidades seleccionadas para los casos de estudio y las comunidades para las cuales se espera alta participación en las estrategias de comunidades energéticas en el país, se identifican los siguientes retos técnicos:

- *Dimensionamiento del sistema:* La falta de conocimiento técnico local sobre las tecnologías de generación y gestión de energía puede dificultar la implementación y el mantenimiento adecuado de los sistemas.
- *Adquisición y uso de información de los usuarios:* La adquisición y uso de equipos especializados que faciliten la gestión de los usuarios de la comunidad energética, como medidores inteligentes y sistemas de monitoreo avanzados, para definir la topología de medición, arquitectura y gestión de datos, puede ser una barrera para la implementación de las comunidades energéticas, pero sobre todo para su sostenibilidad.
- *Costos de la tecnología:* La falta de acceso a tecnologías avanzadas, como sistemas de gestión de la demanda y almacenamiento de energía, puede limitar la capacidad de las comunidades para optimizar la generación y el consumo de energía.
- *Limitaciones en la red de distribución:* Problemas en la red de distribución, como la capacidad insuficiente o la falta de flexibilidad, pueden afectar la integración de la energía generada por las comunidades energéticas.
- *Problemas de Interconexión y Compatibilidad:* Dificultades en la interconexión y compatibilidad de sistemas, especialmente cuando se integran múltiples fuentes de energía y tecnologías, pueden surgir y afectar la eficiencia del sistema.
- *Desafíos en la Integración de Microrredes:* La implementación sistemas avanzados como las microrredes puede enfrentar desafíos técnicos relacionados con la gestión de carga, la estabilidad del sistema y la coordinación de la operación múltiples fuentes de generación distribuida.

Estrategias para abordar los retos técnicos

Cabe resaltar que en Colombia existen empresas dedicadas a la realización de diseños de sistemas de generación, es importante que la comunidad cuente con el conocimiento técnico para ejercer su posición autónoma respecto al sistema a implementar.

Por ello a continuación se plantean las siguientes estrategias para abordar los retos técnicos mediante el **DESARROLLO DE CAPACIDADES TÉCNICAS**:

- **Realizar evaluaciones de necesidades:** Realizar evaluaciones y caracterizaciones exhaustivas de las necesidades técnicas de la comunidad, identificando áreas de conocimiento y habilidades específicas que deben ser fortalecidas para la implementación exitosa de proyectos de energía eléctrica.
- **Diseñar programas de capacitación personalizados:** Desarrollar programas de capacitación específicos y personalizados que aborden las necesidades identificadas. Estos programas deben incluir módulos teóricos y prácticos sobre generación de energía, infraestructura eléctrica, dimensionamiento de proyectos de generación, mantenimiento y operación.
- **Incorporar plataformas educativas:** Utilizar tecnologías educativas, como plataformas en línea o recursos multimedia, para complementar la formación presencial y facilitar el acceso continuo a material educativo relevante. En este punto, también vale la pena destacar la importancia de la caracterización de la comunidad porque desde allí se deben identificar las herramientas idóneas para la transferencia de conocimiento a la comunidad.
- **Establecer red de expertos técnicos:** Facilitar la colaboración con expertos técnicos, ingenieros y profesionales del sector energético para brindar sesiones de capacitación especializada y asesoramiento técnico a la comunidad, en temas relacionados con el dimensionamiento de los sistemas energéticos, implementación/construcción, operación, mantenimiento y monitoreo.
- **Promover la participación activa:** Fomentar la participación activa de la comunidad en actividades prácticas, simulaciones y proyectos piloto que les permitan aplicar directamente los conocimientos adquiridos y ganar experiencia práctica.
- **Establecer centros de recursos técnicos:** Crear centros de recursos técnicos en la comunidad que alberguen bibliotecas especializadas, laboratorios prácticos y herramientas necesarias para el aprendizaje continuo y la resolución de problemas técnicos.
- **Implementar programas de aprendizaje continuo:** Establecer programas de aprendizaje continuo que brinden oportunidades de actualización y capacitación a medida que evolucionan las tecnologías y las mejores prácticas en el campo de la energía eléctrica.

iii. Retos organizacionales

Las comunidades energéticas por ser grupos de personas que se reúnen, organizan y cooperan conjunta y voluntariamente para generar, comercializar y/o usar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía renovables, combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos, implicando por ello la existencia de consenso de la comunidad para el proyecto a desarrollar; la generación de compromisos para su implementación y puesta en marcha, y por supuesto para la definición de los **roles y responsabilidades** necesarias para garantizar la sostenibilidad de dichas actividades. En cada uno de estos aspectos se identifican los retos o desafíos a los que se enfrentarán las comunidades energéticas en nuestro país, a continuación, describimos cada uno de estos retos:

- **Consolidación de la comunidad:** como se mencionaba anteriormente las comunidades energéticas son grupos de personas que se reúnen y si organizan voluntariamente para la constitución de un proyecto energético que les permita generar, comercializar o usar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía. Es precisamente esta característica de voluntariedad y libre participación la que puede convertirse en una barrera a la que se deben enfrentar las comunidades energéticas para consumo su constitución, dado que debe llegarse a un consenso respecto a las necesidades a priorizar y con ello llegar a un consenso del mecanismo a implementar de acuerdo con lo establecido en el marco normativo.
- **Modelo de negocio:** En línea con lo anterior, de acuerdo con la definición de comunidad energética para Colombia, existe de por medio un modelo de negocio o un beneficio económico generado, ya sea por realizar la actividad de generación, de comercialización y/o uso eficiente de la energía. **La comunidad debe llegar al consenso de:** cómo se realizará la distribución de las ganancias generadas por la actividad económica implementada, el valor de la tarifa, la forma de cubrir los costos asociados a la operación mantenimiento, reposición y administración del negocio implementado, **la definición del mecanismo de propiedad de los equipos**, las remuneraciones por el reconocimiento de los trabajos realizados por aquellas por miembros de la comunidad involucrados en la operación, mantenimiento y administración del sistema y en sí del modelo de negocio, la identificación y selección de proveedores y aliados que puedan fortalecer o generar valor al modelo de negocio implementado, entre otros.
- **Formalización de la comunidad:** Como se identificó en el referenciamiento presentado en el capítulo 1, para la búsqueda de recursos económicos que le permitan a la comunidad implementar un proyecto con FNCER, es un requisito fundamental que la comunidad esté formalizada bajo una figura jurídica la cual pueda hacerse cargo de las responsabilidades generados por la recepción de recursos económicos, la adquisición de equipos, la prestación de un servicio como el de generación y comercialización de energía, entre otros. La comunidad debe observar, conocer y apropiar las diferentes formas jurídicas bajo las cuales puede asociarse, sus implicaciones, obligaciones y responsabilidades.

Estrategias para abordar los retos organizacionales

En el marco de las comunidades energéticas se identifica en la literatura la expresión “empoderamiento de la comunidad”, este término sin apellido se convierte en una utopía para la constitución de comunidades energéticas, sin embargo, el mismo término acompañado de acciones que permitan su materialización incrementan la posibilidad de que las comunidades energéticas en el país sean una realidad. Por ello a continuación de describen acciones que permitan **DESARROLLAR CAPACIDADES ORGANIZACIONALES** en las comunidades:

- **Diagnóstico de las capacidades organizacionales:** En el marco de las caracterizaciones a realizar al inicio de la formalización de una comunidad energética, adicional a la identificación de capacidades técnicas y experiencia en proyectos de infraestructura, es necesario llevar a cabo evaluaciones detalladas de las capacidades organizacionales actuales de la comunidad, identificando áreas de mejora en la gestión de equipos de personas, administración, gestión financiera y administración de proyectos de energía.

- **Diseñar programas de formación empresarial a la medida:** Desarrollar programas específicos de desarrollo empresarial que propendan por el cierre de brechas identificadas en el diagnóstico, incluyendo módulos sobre gestión financiera, planificación estratégica y operaciones.
- **Desarrollo de habilidades blandas en la comunidad:** Impartir talleres de liderazgo y gestión a líderes comunitarios y a aquellos involucrados en la administración y gerencia del proyecto comunitario, enfocándose en habilidades de toma de decisiones y resolución de problemas, comunicación asertiva, entre otros.
- **Promover la educación financiera:** Los proyectos de energía comunitarios son a la medida, por ello es fundamental implementar programas de educación financiera que doten a la comunidad con las habilidades necesarias para: 1) maximizar el beneficio recibido en pro del mejoramiento de la calidad de vida de los miembros y 2) realizar una gestión eficiente de recursos financieros, elaboración de presupuestos y seguimiento de costos generados por el modelo de negocio comunitario.
- **Establecer sistemas de monitoreo y evaluación:** Diseñar e implementar sistemas de monitoreo y evaluación que permitan a la comunidad evaluar regularmente el desempeño del proyecto, identificar áreas de mejora, tomar decisiones respecto a la continuidad del proyecto y la expansión de los servicios o de la capacidad del sistema.
- **Red de aliados estratégicos:** Establecer colaboraciones con instituciones financieras y programas de apoyo para continuar trabajando conjuntamente durante la vida útil del proyecto, buscando facilitar el acceso a recursos financieros, como préstamos o subvenciones, para el desarrollo de proyectos futuros en la comunidad. Adicionalmente, formalizar alianzas estratégicas con organizaciones gubernamentales, ONG y empresas del sector energético para acceder a recursos técnicos, asesoramiento y oportunidades de financiamiento
- **Capacitar en tecnologías de la información:** Alineado con lo que se mencionada al inicio de esta sección, en la si bien es fundamental la definición de roles y responsabilidades, fundamental que la comunidad mantenga en el radar la necesidad de formación continua de los miembros de la comunidad y muy especialmente de que aquellos responsables de la administración, operación y mantenimiento del sistema y por ende del modelo de negocio. Brindar capacitación en tecnologías de la información, es una de las herramientas necesarias para que la comunidad obtenga información oportuna, se mantenga en el radar de los interesados y pueda continuar trabajando por la sostenibilidad de la guía implementada.

iv. Retos institucionales

Además de los retos ya mencionados se identifican barreras adicionales que han sido y son comunes a diversos sectores y dimensiones de actuación de organizaciones sociales en el país y la región y tienen que ver con la institucionalidad y autoridad gubernamental para la coordinación, implementación y especialmente operación y mantenimiento de decisiones y acciones políticas para apalancar las diferentes iniciativas.

Uno de los aspectos transversales que se debe afrontar es la pérdida de confianza institucional vigente frente a diferentes actuaciones de entidades del sector público, ya sean ministerios, entes territoriales (alcaldías y gobernaciones) o entidades adscritas a los mismos.

Otro de los retos transversales, correlacionado con el anterior, es la baja capacidad operativa de los entes de planeación y regulación, que impide cumplir con agendas de política pública y regulatorias trazadas por los mismos y demandadas para la implementación de nuevos agentes, nuevas tecnologías y modelos de actuación dentro del sector energético como son las CE. Se requiere estabilidad en políticas y recursos de las instituciones mencionadas, que permitan la gestión en el mediano y largo plazo.

Finalmente, se identifica una altísima complejidad que genera la aparición de nuevos agentes del mercado AGRC y GDC adicionales a los ya existentes que demandan una convivencia óptima de diversos actores, en un sector que incluso antes de la aparición de estos nuevos agentes, ya presenta alta cantidad de variables jurídicas, reglamentarias y organizativas volviendo el análisis de la actividad de generación energética aún más complicado de tratar.

Entre los retos por entidad particular se identifican los siguientes:

Retos para el Ministerio de Minas y Energía:

- Se requiere garantizar la correcta identificación, registro, coordinación, asesoría técnica de las comunidades energéticas y potencial cierre bajo el marco de la nueva legislación, lo que requiere de asignación presupuestal de recursos públicos con el fin de que dichas actividades necesarias no finalicen luego de una vigencia fiscal o un periodo legislativo. Se requiere garantizar una plataforma tecnológica y equipo humano necesario para gestionar la diversidad de Comunidades Organizadas que realicen las solicitudes.
- Se requiere de procedimientos claros en el acceso a recursos y facilitar los trámites de acceso por parte de los líderes de Comunidades energéticas.
- Se requiere de claridad política (eliminación de incertidumbre política) de tal modo que todo lo dispuesto en término legislativo sea coherente con la Transición Energética Justa planteada en el Plan de Desarrollo y en las metas de gobierno planteadas.

Retos Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME:

- Se requiere una coordinación óptima con el Ministerio de Energía para que la identificación, registro y gestión de indicadores de etapas de proyectos de Comunidades Energéticas, ya que los proyectos CE se suman a aquellos de Autogeneración y Generación distribuida individuales y en operación en el país.
- Se requiere garantizar la capacidad operativa, principalmente reflejada en recurso humano y plataforma tecnológica para la atención de alta demanda de trámites asociados a la generación con Fuentes No Convencionales de Energía, gestión eficiente de energía, incluyendo las solicitudes de beneficios tributarios (ley 1715 y ley de Transición), y otros alcances solicitados por nuevos proyectos de ley; también debido a la mayor demanda de procesos asociados a la legislación de las CE.

Retos Comisión de Regulación de Energía y Gas -CREG:

- El cumplimiento de obligaciones adjudicadas en el Decreto 2236 tal como establecer el esquema de remuneración de excedentes “basado en principio de eficiencia económica,

sin trasladar ineficiencias en gestión o sobrecostos que afecten el precio que paga el comercializador o usuarios” tal como reza el artículo 2.2.9.1.14 representa un reto, más cuando se une a una agenda regulatoria nutrida bajo los nuevos modelos asociados al resto de obligaciones de regulación energética por parte de la entidad.

- Justo asociado a lo anterior, uno de los aspectos que más demanda la coyuntura que genera la reglamentación y registro masivo de CE en la nueva legislación es la armonización regulatoria solicitada por el artículo 2.2.9.1.15 Decreto 2236 y el cumplimiento de agenda regulatoria adicional en paralelo. Esto considerando que en años recientes se requirió el mismo procedimiento para Autogeneración y Generación Distribuida individual (asociada a personas naturales y jurídicas y no a comunidades), lo que agrega factores de complejidad adicionales en el sector. La limitada capacidad operativa, administrativa.

Es importante tener en cuenta el reto que representa la armonización regulatoria respecto a la posibilidad de comercialización de energía eléctrica que tendrán las comunidades energéticas de acuerdo con el artículo 2.2.9.1.6., el cual indica que “Las comunidades energéticas y/o asociación de comunidades energéticas que se conformen con el fin de comercializar energía podrán ser sujetos de derechos y obligaciones.

En consecuencia, su existencia y representación, estará sujeta al tipo de organización asociativa que adopte y las normas especiales propias de ese tipo de entidades, sin que se requiera de otro tipo de condiciones o solemnidades especiales”. Desde el ejercicio del equipo de consultoría se sugiere que dichas normas especiales según a la organización asociativa queden absolutamente claras y explícitas en cada divulgación, según el medio más utilizado por el público objetivo.

Retos Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD:

- De acuerdo con lo solicitado en el literal c) del artículo 2.2.9.1.11 Lineamientos para la operación de AGRC y GDC, se menciona que la SSPD dispondrá de una plataforma diferenciada y flexible acorde a los objetivos de las Comunidades Energéticas. Esta función demanda igualmente capacidad operativa y, sobre todo, condiciones de sostenimiento que no dependa de ciclos y periodos administrativos.

Para la actividad de comercialización, se debe contar con esquemas de supervisión y vigilancia para garantizar las condiciones de prestación del servicio de energía eléctrica de acuerdo con la Ley 142 y la Ley 143.

Es necesario, teniendo en cuenta las condiciones de vigilancia de la superintendencia bajo el marco regulatorio anterior a la creación del concepto de Comunidad Energética como Comunidad Organizada, que se clarifique totalmente ante el usuario de la herramienta los roles, actividades clave, acciones y costos que debe ejecutar la CE ante dicha entidad, para que la operación de la CE sea óptima y pueda orientar su administración de manera clara y asegurar su sostenibilidad.

Estrategias para abordar los retos institucionales

Existe una acción común fundamental y urgente para la Transición Energética Justa que permite atender los retos mencionados. Esto es asegurar estabilidad jurídica y de recursos (humanos y tecnológicos, especialmente) para garantizar capacidad operativa, analítica, de coordinación y estratégica en las entidades a cargo de planear, regular y supervisar la transición energética justa, con el fin de atender todas las funciones que demandan las actividades económicas de la cadena del sector energético en todas sus dimensiones, más cuando se demanda una transformación energética que busque justicia entre diferentes actores, incluyendo aquellos más vulnerables del país.

La habilitación de la guía de comunidades energéticas que se presenta no es excepción en la solicitud de dicha demanda ante dichas instituciones, y se requiere que se resuelvan los riesgos identificados, con el fin de evitar la materialización de amenazas que bloqueen la pretensión de la política pública con la creación de las CE.

Se necesita además la articulación permanente con actores del sector para la divulgación, operación y asesoría en terminología técnica y apalancamiento de CE, tales como agentes del mercado, operadores de red, entes territoriales, juntas de acción local, centros de innovación y desarrollo tecnológico, universidades, asociaciones de copropiedades, agremiaciones y demás grupos de interés que puedan habilitar u oponerse a la existencia, y apalancamiento de las Comunidades Organizadas y su modelos de sostenibilidad.

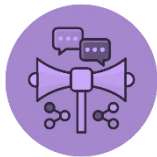
Finalmente se necesita generar mecanismos de acceso ágil y supremamente claro ante los ciudadanos de acceso a los recursos públicos destinados para las comunidades energéticas, lo que requiere un trabajo coordinado de Juntas de Acción local, gobierno municipal, departamental y nacional. Que tengan claridad de los requisitos y cuánto, cuándo y en dónde pueden acceder a los mismos.



Capítulo 4
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el ejercicio de consultoría se identifican algunas recomendaciones que puedan ser utilizadas por distintos actores del sector eléctrico para la implementación de la guía desarrollada principalmente aquellos actores promotores del presente ejercicio.



01 – Difusión de la herramienta

Como se ha planteado a lo largo de la consultoría, la implementación de comunidades energéticas requiere la convergencia de diferentes aliados estratégicos para su materialización y por ello se hace fundamental **establecer una agenda de difusión** de la herramienta desarrollada, así como el marco de referencia actual de las comunidades energéticas en el país entre los actores que puedan sumarse a la estrategia de materialización de las comunidades energéticas en el país.

Entre estos aliados estratégicos, se encuentra:

- *El estado*, encargado del establecimiento de las políticas, reglamentos y mecanismos de financiación pública para la implementación y masificación de las comunidades energéticas.
- *Los aliados tecnológicos*, empresas con experiencia y conocimiento en la implementación de proyectos de generación de energía, con fuentes no convencionales de energía eléctrica y que también pueden brindar asesoría a la comunidad para el cumplimiento de requisitos normativos asociados al sector eléctrico.
- *Los aliados financieros*, entidades encargadas de establecer o desarrollar mecanismos que le permitan a las comunidades acceder a financiación para la materialización de sus proyectos y finalmente se encuentran las comunidades que como bien lo describe la resolución 2236 de 2023 son comunidades ubicadas a lo largo y ancho del país con perfil de usuario o como potencial usuario de servicios energéticos.
- *Los aliados de conocimiento*, instituciones que pueden cooperar conjuntamente con la Mesa DER para el uso de la herramienta en las formaciones impartidas por estos aliados.



02 – Actualización de la herramienta

Como se indicó en el *descargo de responsabilidad* presentado en las primeras hojas del presente informe, la guía desarrollada se llevó a cabo con la información actualizada con corte a diciembre del año 2023, dejando esto, por lo tanto, la necesidad de **actualizar la guía periódicamente de acuerdo con los cambios generados en el marco regulatorio** asociado a las comunidades energéticas del país. Como ejemplo de esta recomendación, son las acciones pendientes que deberá emprender la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y la Unidad de Planeación Minero-energética (UPME) para la armonización de las comunidades energéticas en el marco regulatorio actual, esta instrucción es indicada en el decreto 2236 de 2023 emitido por el Ministerio de Minas y Energía.



03 – Dinamización con *stakeholders*

El desarrollo de la guía asociada al presente ejercicio de consultoría fue financiado por organizaciones relevantes del sector eléctrico colombiano, las cuales se caracterizan por ser actores que constantemente contribuyen al avance tecnológico del sector; en este caso, la implementación de las comunidades energéticas en el país.

Es por esta razón que se recomienda como mecanismo de dinamización de la herramienta desarrollada, la plataforma relacional de los *stakeholders* de la Mesa DER, espacios de participación, redes sociales, página web entre otros, con el objetivo de dar a conocer los resultados de la consultoría, así como los avances en la materialización de las comunidades energéticas en el país desde los aspectos normativos y regulatorios. De esta manera, se conservará de la inercia generada en este tema y con ello se logrará mantener vigente las conversaciones en esta materia y por lo tanto se logrará finalmente que las comunidades energéticas sean una realidad en el país.

BIBLIOGRAFÍA

- Bancóldex. (2023). *BANCÓLDEX SOSTENIBLE-Banca de Desarrollo y Apoyo a la Transición Energética*.
- Barabino, E., Fioriti, D., Guerrazzi, E., Mariuzzo, I., Poli, D., Raugi, M., Razaei, E., Schito, E., & Thomopoulos, D. (2023). Energy Communities: A review on trends, energy system modelling, business models, and optimisation objectives. In *Sustainable Energy, Grids and Networks* (Vol. 36). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2023.101187>
- Barnes, J., Hansen, P., Kamin, T., Golob, U., Darby, S., van der Grijp, N. M., & Petrovics, D. (2024). Creating valuable outcomes: An exploration of value creation pathways in the business models of energy communities. *Energy Research & Social Science*, 108, 103398. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103398>
- Bertolini, M., & Morosinotto, G. (2023). Business Models for Energy Community in the Aggregator Perspective: State of the Art and Research Gaps. In *Energies* (Vol. 16, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en16114487>
- Cielo, A., Margiaria, P., Lazzeroni, P., Mariuzzo, I., & Repetto, M. (2021). Renewable Energy Communities business models under the 2020 Italian regulation. *Journal of Cleaner Production*, 316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128217>
- Colombia Inteligente, & Grupo de Trabajo Colaborativo. (2023). *Comunidades Energéticas Gestión Operativa Barreras y oportunidades Abril, 2023*.
- Colombia Inteligente. (2019). *RESPUESTA DE LA DEMANDA ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO*.
- Evgenia Vanadzina, Gonçalo Mendes, Samuli Honkapuro, Antti Pinomaa, & Helinä Melkas. (2019). Business models for community microgrids. *LUT University*, 1–7.
- Falchetta, G., Michoud, B., Hafner, M., & Rother, M. (2022). Harnessing finance for a new era of decentralised electricity access: A review of private investment patterns and emerging business models. *Energy Research and Social Science*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102587>
- Fenoge, & Juan Camilo Vallejo. (2023). *Condiciones necesarias para financiar proyectos de FNCE y GEE*.
- FENOGE. (2023). *Infografía FENOGE*. <https://fenoge.gov.co/infografias/>
- Fina, B., & Monsberger, C. (2023). Measures and business model approaches to facilitate the diffusion and integration of energy communities—A special focus on the Austrian case. *Energy Strategy Reviews*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101161>
- Fioriti, D., Frangioni, A., & Poli, D. (2021). Optimal sizing of energy communities with fair revenue sharing and exit clauses: Value, role and business model of aggregators and users. *Applied Energy*, 299. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117328>
- Grupo Bancolombia. (2023). *Experiencia en la financiación de la transición energética*.

- Iazzolino, G., Sorrentino, N., Menniti, D., Pinnarelli, A., De Carolis, M., & Mendicino, L. (2022). Energy communities and key features emerged from business models review. *Energy Policy*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112929>
- Juan Pablo Cárdenas-Álvarez, Jan George, Juanita Giraldo, Juan Andrés Estrada, Juan Manuel España¹, Santiago Ortega, & Camila Duque Restrepo. (2023). *REDEFINIENDO LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS PARA UNA TRANSICIÓN JUSTA*.
- Karami, M., & Madlener, R. (2022). Business models for peer-to-peer energy trading in Germany based on households' beliefs and preferences. *Applied Energy*, 306. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118053>
- Kubli, M., & Puranik, S. (2023). A typology of business models for energy communities: Current and emerging design options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113165>
- Kyriakopoulos, G. L. (2022). Energy Communities Overview: Managerial Policies, Economic Aspects, Technologies, and Models. In *Journal of Risk and Financial Management* (Vol. 15, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jrfm15110521>
- Latam Green. (2023). *Wood Mackenzie estima crecimiento récord de la energía solar*.
- Mesa DER Colombia. (2023). *Comunidades Energéticas- Retos para la participación y su sostenibilidad*. www.asocodis.org.co
- MinEnergía. (2023). *Registro comunidades energéticas Ministerio Minas y Energía*.
- Müller, S. C., & Welpe, I. M. (2018). Sharing electricity storage at the community level: An empirical analysis of potential business models and barriers. *Energy Policy*, 118, 492–503. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.064>
- Plewnia, F., & Guenther, E. (2021). The Transition Value of Business Models for a Sustainable Energy System: The Case of Virtual Peer-to-Peer Energy Communities. *Organization and Environment*, 34(3), 479–503. <https://doi.org/10.1177/1086026620932630>
- Ramírez-Tovar, Ana María; Duque Restrepo, Laura; Cristóbal Rodríguez, Marco; España Forero, Juan Manuel; Cárdenas, Juan Pablo & Duque Restrepo, Camila. (2023). *GUÍA PARA DESARROLLAR COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN COLOMBIA*. <https://www.transactive-energy.co/>,
- Recomendaciones para el desarrollo de Comunidades Energéticas Elaborado por, 1 (2021).
- Schwidtal, J. M., Piccini, P., Troncia, M., Chitchyan, R., Montakhabi, M., Francis, C., Gorbacheva, A., Capper, T., Mustafa, M. A., Andoni, M., Robu, V., Bahloul, M., Scott, I. J., Mbavarira, T., España, J. M., & Kiesling, L. (2023). *Emerging business models in local energy markets: A systematic review of peer-to-peer, community self-consumption, and transactive energy models*. <https://doi.org/10.48420/169307>
- Universidad EIA. (n.d.). *DIÁLOGO EMPRESARIAL SOBRE COMUNIDADES ENERGÉTICAS: RETOS Y OPORTUNIDADES PARA COLOMBIA RESUMEN DE ACTIVIDADES*.
- UPME. (2023a). *INFORME DE AVANCE PROYECTOS DE GENERACIÓN – SEPTIEMBRE 2023 SUBDIRECCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA – GRUPO DE GENERACIÓN*. www.upme.gov.co
- UPME. (2023b). *Costos Nivelados de Generación de Electricidad*. <https://lcoev2.upme.gov.co/>

ANEXOS

ANEXO 1. Manual del usuario v. 3

Anexo_GUIA_FINANCIERO_v8

Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_1_v8

Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_2_FENOGE_CON_REEMBOLSO_v8

Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_3_v8

Anexo_GUIA_FINANCIERO_CASO_4_FENOGE_SIN_REEMBOLSO_v8