

**Manual instructivo de beneficios y pautas para los prosumidores de energía en zonas
residenciales de Barranquilla**

Nicolle Daiana Galindo Galindo

Edison Andrés Toledo Norato

Alejandro José Reyes Ruiz

Director:

Lina María Chacón Rivera

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Ingeniería en Energías

Proyecto de grado

Bogotá, 2023

Contenido

Introducción	3
Objetivos	4
General	4
Específicos	4
Definición del problema	5
Justificación	6
Análisis de requerimientos	7
Diseño y materiales	8
Interacción con el usuario	8
Especificaciones técnicas	8
Modelación	9
Marco de referencia	9
¿Qué son los prosumidores?	9
Evolución de los prosumidores	10
Requisitos para los prosumidores	11
Normas clave para los prosumidores	12
Efecto de los prosumidores a nivel mundial	13
Tipos de energías aplicables a los prosumidores	13
Condiciones de red para los prosumidores	14
Condiciones de generación de energía para los prosumidores	15
Marco legal	15
Análisis de restricciones	19
Análisis de incertidumbres	20
Definición del diseño de la solución y costos preliminares	23
Metodología para la selección	24
Desarrollo de la metodología	25
Selección de la solución	25
Análisis de costos	27
Análisis costo/beneficio	28
Análisis de impactos	29
Conclusiones	29
Anexos	30
Referencias	32

Resumen ejecutivo

En la actualidad los distribuidores de energía eléctrica en Barranquilla no satisfacen la demanda de los consumidores, debido a la infraestructura eléctrica en la ciudad, esto ha causado que la tarifa por el servicio aumente de manera que afecta la economía de la población, generando así, mala calidad de vida para los hogares debido a sus limitaciones económicas o su restringido acceso a la energía. Es por esto por lo que se sugiere como alternativa convertirse en prosumidor en las zonas residenciales de la ciudad.

Para lo cual una persona que quiera ser prosumidora debe apropiarse del conocimiento y esto se hace a través de medios informativos. Por tanto, a través de la recopilación de los beneficios sociales, ambientales y económicos, además de la búsqueda de los costos para la instalación y mantenimiento del proyecto fotovoltaico, se desarrollará material informativo con el fin de instruir el montaje del proyecto y se modelará el sistema como un arquetipo ilustrativo para ejemplificar la estructura del sistema, con el fin de que la población de Barranquilla conozca las ventajas y los desafíos de ser prosumidor. Inicialmente, se presentan los objetivos y la justificación del proyecto y se sigue ampliamente con el marco de referencia, planeación, análisis de incertidumbres, reducciones, definición del diseño y los costos estimados del proyecto.

Introducción

Actualmente, “el desarrollo energético con enfoque a energías limpias y renovables ha permitido el desarrollo de los prosumidores.” (Karol P. et al., 2023, p. 2). Entendiéndose como los ciudadanos que consumen energía y también la producen, compartiendo los excesos de energía eléctrica de manera sustentable y beneficiándose de incentivos fiscales brindados por el país u entidades del sector eléctrico.

Algunas dinámicas en Latinoamérica están en la expectativa de fomentar nuevos usuarios energéticos en el mercado, como: En Argentina el gobernador "Miguel Lifschitz (2018) presentó 'la versión 2020 del Programa Prosumidores, que tiene como objetivo incentivar la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables e inyectarla a la red de baja tensión' (Ente provincial regulador de la energía [EPRE], párrafo 1, 2018). Por otro lado, la Empresa multinacional de energía, grupo Enel. Busca la cooperación de los usuarios del autoconsumo energético y empresas del sector energético desde el 2021 “favorecen la integración de los prosumidores en el sector energético, que producen energía limpia tanto para

el autoconsumo como para inyectarla en la red, favoreciendo así la penetración de las fuentes renovables hacia un futuro con cero emisiones.” (Ente nazionale per l'energia elettrica [Enel], párrafo 4, 2021). Por lo tanto, ya existen varias medidas para añadir a los ciudadanos naturales en actividades energéticas.

Karol P. et al (2023) señala que “En el caso de Colombia, concretamente en la zona Caribe y específicamente en la ciudad de Barranquilla, encontramos condiciones idóneas para la generación de la energía solar fotovoltaica” (p.2). Es decir, convertir la radiación solar en electricidad. Estas oportunidades solo serán posibles si se logra incorporar y formar a los prosumidores, reestructurando funciones sociales vitales en Colombia como: empoderamiento y desarrollo en áreas metropolitanas que agravó la violencia y el uso único de energías convencionales. En la actualidad, no se cuenta con un instructivo que informe de manera clara y asertiva la formación de prosumidores en la ciudad de Barranquilla, Colombia. El desarrollar lo permitirá fortalecer y ampliar el mercado energético colombiano hacia la transición de energías no convencionales y renovables, mitigando el efecto de los combustibles fósiles en Colombia lo que constituye el objetivo de este trabajo.

Objetivos

General

Realizar un instructivo con el fin de presentar a los residentes de Barranquilla, los beneficios y pautas necesarias para convertirse en prosumidores de energía eléctrica y el modelo del costo beneficio.

Específicos

- Encontrar los beneficios económicos, sociales y ambientales para los prosumidores y su comunidad.
- Proponer estrategias para el aprovechamiento de energía solar fotovoltaica.
- Identificar las tecnologías y equipos necesarios para instalación del sistema.
- Generar material informativo que aborde la instalación y mantenimiento del sistema de generación de energía fotovoltaica.
- Desarrollar un modelo ilustrativo para ejemplificar la instalación del sistema fotovoltaico.
- Presentar el beneficio económico de la posible implementación del modelo ilustrativo en una vivienda promedio en Barranquilla.

Definición del problema

En la Costa Caribe de Colombia, especialmente la ciudad de Barranquilla, el costo de la tarifa que corresponde al servicio de la energía eléctrica ha sido un tema de creciente preocupación. Durante la última década las tarifas eléctricas han aumentado constantemente, lo que ha repercutido en la carga económica no solo de los hogares caribeños sino de las industrias locales. Casas (2022) por su parte, indica que la región caribe en general ha experimentado un incremento en el servicio del 73,3% en los últimos dos años y explicación a este infortunio se da a que el antiguo Operador de red (OR) “*Electricaribe*” no ejecuto el plan de inversiones y mantenimiento estipulados, para garantizar la confiabilidad y seguridad en la prestación del servicio.

En Relación con esto, también existe un impacto ambiental negativo adjunto al principal problema que no solo afecta a Barranquilla, sino a Colombia en general. La costa caribe depende en alrededor de un 37% de fuentes convencionales de energía como las termoeléctricas a cielo abierto que generan gases de efecto invernadero que contribuyen a daños altamente impactantes en la calidad el aire y al cambio climático. Barranquilla es una ciudad que es fácilmente proyectable hacia el uso de energías renovables debido a su gran potencial eólico y solar; La transición hacia fuentes de energía no convencionales como los sistemas fotovoltaicos, no solo reducirían el impacto tarifario, sino que también mostraría beneficios al medio ambiente y calidad de vida de los barranquilleros.

Por otro lado, en la ciudad de Barranquilla aún la mayoría de la población de las zonas residenciales no conocen la actividad de un prosumidor, y así mismo, tampoco los beneficios ni el proceso que se debe llevar para convertirse en uno. Esto, es una gran desventaja, debido a que como se ha mencionado anteriormente, la capital del Atlántico tiene un gran potencial fotovoltaico según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), ya que, Barranquilla tiene una radiación solar entre 4.5 y 5.5 KWh/m², y estos valores son unos de los más altos del país, seguido de la Guajira.

Teniendo en cuenta esta información, es importante resaltar las políticas del país, ya que, incentivan e impulsan a los ciudadanos a aportar a la transición energética y a cumplir los objetivos propuestos para el 2030, como lo es la disminución de los gases efecto invernadero, por esta razón es clave dar a conocer la función de un prosumidor. Por otra parte, en la ciudad de Barranquilla se han evidenciado una gran cantidad de robos de energía eléctrica debido a

los altos costos de la factura, que, en comparación con la capital del país, donde mensualmente un estrato 3 paga un costo total entre 70.000 y 150.000 pesos, en Barranquilla el mismo estrato paga entre 70.000 y 450.000 pesos, esto según una encuesta de Karol P. (2023). Por esto, actualmente “la empresa A-ire lidera con la Fiscalía cerca de 440 investigaciones penales por hurto y defraudación de fluidos” menciona Herrera (2023).

Finalmente, se ha evidenciado que la población de Barranquilla ha estado sufriendo problemas con el servicio de prestación de energía eléctrica debido a la mala operación y mantenimiento de la red por parte de las empresas distribuidoras de energía, en consecuencia, las facturas de cada hogar llegan a tener valores muy altos que los consumidores no alcanzan a cubrir teniendo en cuenta sus necesidades básicas y esto genera diferentes efectos como el robo de la energía, la evasión a los pagos de la factura o limitaciones económicas dentro de cada vivienda.

Justificación

Una de las soluciones más prometedoras a este problema radica en la generación de energía a partir de sistemas fotovoltaicos. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) data a Barranquilla con predicciones de gran radiación solar al ser esta parte de la zona costera colombiana. Es por eso, que proyectos solares son viables en la ciudad ya que incrementan la eficiencia en cuanto a la generación y aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica.

Es dentro de este contexto, que el objetivo general de este proyecto se alinea con la necesidad de investigar y analizar la viabilidad de adoptar fuentes de energía fotovoltaica y así proporcionar una alternativa económicamente sostenible y viable para hacer frente al incremento casi que exponencial de la tarifa de energía en Barranquilla.

Para lograr ese objetivo, se propone crear un instructivo completo y accesible para los habitantes de la ciudad de Barranquilla, suministrando así, una guía minuciosa sobre como emprender camino en prosumidores de energía eléctrica a través de la instalación y uso de paneles solares. La información desarrollada en el manual será detallada y específica para las condiciones locales de la ciudad y estará diseñado para la comprensión y aplicación en una extensa variedad de individuos o ciudades.

Al impulsar a los habitantes de esta región a que se integren a la red eléctrica del caribe como prosumidores, para que generen su propia energía a través de fuentes no convencionales de energía renovables (FNCER), el proyecto tiene el potencial de reducir significativamente la dependencia la infraestructura de red eléctrica convencional y a su vez los costos en cuanto a la generación, distribución y comercialización en la cadena de valor de la energía. Además de lo anterior el prosumidor energético también podría inyectar excedentes de energía, generados de forma local, lo que, a su vez, deberá ser remunerado por parte del operador regional según la comisión de regulación energética y gas (CREG) y podría generar algunos beneficios económicos adicionales o gran porcentaje de reducción en el cobro de la factura. “Después de todo la energía más cara es la que no se tiene y la más barata es la que no se consume” Anónimo (2022).

Análisis de requerimientos

Para analizar los parámetros que requiere el proyecto se deben identificar las partes interesadas, los intereses y sus expectativas.

<i>Partes interesadas</i>	<i>Intereses</i>	<i>Expectativas</i>
Ciudadanos residenciales de Barranquilla	Tener energía continua y reducir el valor de la factura	Que el sistema sea eficiente y reduzca la utilización de la energía de la red
Diseñadores del manual	Dar a conocer el concepto de prosumidor y sus beneficios, e impulsar las FNCER	Que a las personas les interese el manual y se motiven a ser prosumidores
Universidad EAN	Promover la sostenibilidad a partir de las FNCER	Que el manual se pueda difundir con entidades del gobierno

Tabla 1. Partes interesadas – Elaboración propia

Con esta información, se deben establecer unos requerimientos específicos para que el manual cumpla con el propósito de comunicar el concepto y ser entendido, además, de especificar los parámetros establecidos para ser prosumidor en cuanto al marco legal y al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Diseño y materiales

Para que el manual mantenga la atención de los usuarios durante su lectura, sea fácil de leer y además el documento tenga un enfoque de sostenibilidad, se deben establecer los siguientes parámetros:

- Se debe emplear un lenguaje apropiado para llamar la atención de los lectores, en este documento se utilizarán los tipos de estilo literario informal, descriptivo y didáctico.
- El número de páginas debe ser limitado para no perder la atención de los usuarios.
- El manual debe tener la información de los beneficios económicos, sociales y ambientales para los prosumidores, estrategias para el aprovechamiento de energía solar fotovoltaica, las tecnologías y equipos necesarios para instalación del sistema, información que aborde la instalación y mantenimiento del sistema, el modelo ilustrativo y el beneficio económico de la posible implementación del modelo en una vivienda promedio en Barranquilla.
- Si el manual se realiza en físico debe ser a partir de papel reciclable contribuyendo así a la economía circular.
- Si se distribuye el manual por medio de dispositivos electrónicos se requiere de estos mismos en los hogares e internet para la descarga del documento.

Interacción con el usuario

Para hacer llamativo el documento del lector y tener su atención en el tiempo de lectura se implementarán actividades lúdicas por medio de códigos QR para verificar que el concepto de prosumidor y sus partes quedaron claro en cada usuario.

Especificaciones técnicas

El sistema de energía solar fotovoltaica debe tener la capacidad de generar la demanda de energía del modelado, y, además, tener excedentes de energía para suministrárselo a la red del Sistema Interconectado Nacional (SIN). Para poder proveer la energía se deben cumplir los siguientes parámetros:

Energía activa

La energía que genere el prosumidor debe ser energía útil, es decir, que se transforme en trabajo o calor, debido a que, si la energía es reactiva se aplicará un cobro según la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

Compatibilidad

La energía que entreguen los prosumidores a la red debe cumplir con los parámetros de del RETIE, es decir, voltajes de baja tensión de 120 a 208 V debido a que se entrega a los sistemas de distribución, y frecuencia de 60 Hz.

Modelación

El documento debe demostrar la cantidad de energía generada en una vivienda promedio con el sistema diseñado del manual y el costo beneficio del proyecto. Para el modelado se requiere de un programa que permita visualizar una casa promedio en 3D y se pueda diseñar el sistema de energía solar fotovoltaico para así ejemplificar la instalación en el manual y sea más claro para los usuarios.

Marco de referencia

¿Qué son los prosumidores?

Los prosumidores de energía representan una nueva tendencia revolucionaria en la industria energética. Estas personas u organizaciones no sólo consumen energía de la red, sino que también generan su propia energía a partir de fuentes renovables como paneles solares o turbinas eólicas. Su doble papel como consumidores y productores de energía les confiere un papel fundamental en la transición hacia un sistema energético más sostenible y descentralizado. Los prosumidores pueden generar un excedente de energía que no necesitan y, en lugar de desperdiciarla, pueden devolverla a la red, contribuyendo así a la estabilidad y resiliencia del sistema. Además, las tecnologías avanzadas, como los medidores y las redes inteligentes, están facilitando la gestión eficiente de la energía por parte de los prosumidores y las empresas de servicios públicos, lo que hace que esta tendencia sea aún más prometedora para el futuro de la energía.

Por otra parte, el surgimiento de prosumidores de energía está cambiando la dinámica tradicional de la relación entre las empresas de servicios públicos y los consumidores. Los prosumidores tienen un mayor control sobre su suministro de energía, pueden reducir los costos energéticos a largo plazo y contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el uso de energía limpia. Además, alientan la descentralización de la producción de energía, reduciendo la dependencia de grandes centrales eléctricas y aumentando la resiliencia del sistema en caso de interrupciones. Sin embargo, la transición a un sistema energético basado en el prosumidor también trae desafíos, como la necesidad de

mejorar la infraestructura eléctrica y desarrollar políticas y regulaciones apropiadas para garantizar un sistema justo y seguro.

En última instancia, los prosumidores de energía representan un cambio importante en la forma en que pensamos y gestionamos la energía, y su papel seguirá evolucionando a medida que avanzamos hacia un futuro más sostenible y energéticamente eficiente.

Evolución de los prosumidores

Los prosumidores energéticos han surgido a finales del pasado siglo, y su desarrollo ha estado influenciado por avances tecnológicos, cambios en las políticas energéticas y la creciente conciencia sobre la importancia de la energía sostenible y el cambio climático. A continuación, su desarrollo por décadas:

- **Década 1980:** Los primeros intentos de permitir a los prosumidores generar su propia energía. Se están popularizando los sistemas solares de agua caliente y algunas pequeñas instalaciones solares fotovoltaicas.
- **Década de 1990:** Los importantes avances en la tecnología de la energía solar conducen a una mayor adopción de paneles solares en hogares y empresas. Sin embargo, durante este período, el concepto de prosumidor no estaba completamente definido.
- **Principios del siglo XXI (2000):** Con la creciente preocupación por el cambio climático y la promoción de la energía renovable, empezamos a hablar más de prosumidores. Desarrollar programas y políticas de incentivos que fomenten la generación solar descentralizada y comenzar a desarrollar tecnología de almacenamiento de energía.
- **Década de 2010:** Esta década supuso un punto de inflexión en la evolución de los prosumidores. La caída de los costos de los paneles solares y el almacenamiento de baterías ha facilitado la generación de energía solar para el hogar. Los contadores inteligentes se han convertido en una herramienta clave para medir y gestionar el consumo y la generación de energía. La idea de vender el excedente de energía a la red (medición neta) es popular en varios países.
- **Actualmente:** la tecnología continúa avanzando y la integración de sistemas solares y de almacenamiento se vuelve más común. Los prosumidores se convierten en actores importantes en la transición hacia las energías renovables y la descarbonización de la matriz energética. A medida que las redes inteligentes se vuelven más frecuentes, la gestión de la oferta y la demanda de energía se vuelve más compleja.

En otras palabras, los prosumidores han tenido un desarrollo progresivo y sostenido por políticas a favor del cambio climático. Como plan adaptativo del uso de la energía, actualmente sigue en construcción los lineamientos para el desarrollo eficiente de los prosumidores en el mundo.

Requisitos para los prosumidores

Ser un prosumidor de energía implica generar su propia energía y potencialmente compartir el exceso de energía con la red. Los requisitos pueden variar según la ubicación y las regulaciones locales, pero aquí hay algunos requisitos generales que generalmente se aplican bajo 3 campos que permiten su uso según el periódico *infobae* en el 2018:

1. Análisis de viabilidad.
 - a) Fuente de energía renovable: Para convertirse en un prosumidor, debe tener acceso a una fuente de energía renovable, como paneles solares fotovoltaicos, turbinas eólicas o sistemas de cogeneración que utilizan fuentes renovables.
 - b) Evaluación de la viabilidad económica: Realizar un análisis de la viabilidad económica. Esto implica calcular los costos iniciales, los ahorros potenciales en su factura de energía y el período de recuperación de la inversión.
 - c) Capacidad de inversión: La inversión inicial en equipos de generación de energía renovable puede ser significativa. Debe estar dispuesto y ser capaz de invertir en la adquisición e instalación de los equipos necesarios.
 - d) Comprensión de las políticas de compensación: Debe comprender las políticas de compensación y los esquemas de tarifas para la energía que exporta a la red eléctrica. En algunos lugares, los prosumidores pueden recibir créditos o pagos por la energía que aportan.
2. Instalación.
 - a) Instalación adaptada: Debe contar con una instalación adecuada de generación de energía, que cumpla con las normas de seguridad y los requisitos técnicos locales.
 - b) Mantenimiento y gestión: Realizar el mantenimiento regular de sus sistemas de generación de energía renovable y gestionar eficientemente su producción y consumo de energía.
 - c) Medidor bidireccional: Se necesita un medidor bidireccional o un medidor inteligente que sea capaz de medir tanto la energía que consume de la red eléctrica como la energía que genera y devuelve a la red.

3. Contratos:

- a) Regulaciones locales: Debe cumplir con las regulaciones locales y las políticas gubernamentales relacionadas con la generación de energía distribuida. Esto puede incluir la obtención de permisos y la conformidad con los estándares de seguridad.
- b) Conexión a la red eléctrica: Su propiedad debe estar conectada a la red eléctrica para poder exportar el exceso de energía generado. La capacidad de conexión y las tarifas asociadas pueden variar según la ubicación.

Normas clave para los prosumidores

Los prosumidores energéticos y sus regulaciones varían según el país, ya que, la jurisdicción local. Puede incorporar ciertas áreas claves de legislación y regulación que a menudo se asocian con los prosumidores energéticos. Por ejemplo: Según la Ley 27.424, promulgada en el año 2017, se estableció el marco para la "generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con la posibilidad de inyectar eventuales excedentes en la red". Donde la Republica de Argentina, Impulsa nuevas medidas energéticas para fortalecer las dinámicas económicas para el país.

Por lo general, se puede incorporar en 7 aspectos generales de las fases políticas para la integración de los prosumidores:

1. Derechos de acceso a la red eléctrica: La legislación debe garantizar que los prosumidores tengan derecho a conectarse a la red eléctrica y a vender su exceso de energía a la misma. Esto incluye reglas sobre la interconexión y los acuerdos de acceso a la red.
2. Compensación y tarifas: Las leyes y regulaciones establecen cómo se compensa a los prosumidores por la energía que generan y vierten en la red eléctrica. Esto puede implicar tarifas de alimentación, es decir, recibir créditos en su factura eléctrica o tarifas de compra de energía renovable por parte de las compañías eléctricas.
3. Derechos de propiedad y autoconsumo: La legislación debe abordar los derechos de propiedad de los prosumidores sobre los sistemas de generación de energía renovable y su capacidad de autoconsumo. Esto incluye la capacidad de utilizar la energía generada directamente en su hogar o negocio.

4. Permisos y regulaciones técnicas: Los prosumidores suelen estar sujetos a regulaciones técnicas y de seguridad relacionadas con la instalación y operación de sistemas de energía renovable.
5. Medidores inteligentes: La legislación puede requerir la instalación de medidores inteligentes o medidores bidireccionales que permitan la medición precisa de la energía consumida y generada.
6. Políticas de respaldo y garantía de energía: En algunos lugares, puede haber regulaciones que establezcan políticas de respaldo en caso de interrupciones en la generación de energía propia, como la capacidad de utilizar la red eléctrica como respaldo.
7. Incentivos y programas de apoyo: Algunas jurisdicciones ofrecen incentivos fiscales o financieros para fomentar la adopción de tecnologías de generación de energía renovable por parte de los prosumidores. La legislación puede establecer y regular estos programas.
8. Derechos y obligaciones contractuales: Las leyes también pueden abordar los derechos y obligaciones contractuales entre los prosumidores y las compañías eléctricas, incluyendo los términos de los acuerdos de compra de energía.

Efecto de los prosumidores a nivel mundial

La necesidad de aumentar la promoción de las energías renovables en todos los sectores de la economía promueve el surgimiento de los prosumidores. Por lo tanto, en última instancia la importancia de que los gobiernos intensifiquen sus esfuerzos para promover el desarrollo de las energías renovables.

La energía renovable no solo es una opción viable sino también fundamental para resolver los desafíos actuales relacionados con la sostenibilidad, la mitigación del cambio climático y la diversificación energética.

Tipos de energías aplicables a los prosumidores

La elección de la fuente de energía de carácter renovable o en su excepción energía no convencional dependerá de la ubicación geográfica, las condiciones del sitio y los recursos disponibles. Es importante evaluar la viabilidad técnica y económica de cada tipo de energía antes de tomar una decisión. Además, las políticas y regulaciones pueden influir en las opciones de generación de energía disponibles para los prosumidores. Con el objetivo de aprovechar

diversas fuentes de energía para generar electricidad en su propiedad. A continuación, se presentan algunos de los tipos de energías aplicables a los prosumidores:

- **Energía Solar Fotovoltaica:** La energía solar fotovoltaica es una de las opciones más populares para los prosumidores. Los paneles solares convierten la luz solar en electricidad, que puede utilizarse para alimentar los dispositivos y sistemas eléctricos en el hogar o el negocio. Los excedentes de energía pueden inyectarse en la red eléctrica o almacenarse en baterías para uso posterior.
- **Energía Eólica:** Los prosumidores pueden instalar turbinas eólicas en sus propiedades para aprovechar la energía cinética del viento y generar electricidad. La energía eólica es especialmente efectiva en áreas con vientos consistentes y fuertes.
- **Energía Hidroeléctrica: (PCH)** En regiones con acceso a corrientes de agua adecuadas, la energía hidroeléctrica micro o mini puede ser una opción viable para los prosumidores. Utiliza el flujo de agua para generar electricidad mediante una rueda de agua o una turbina.
- **Biomasa:** Esta fuente de energía utiliza materia orgánica para generar electricidad. Los prosumidores pueden usar sistemas de digestión anaeróbica.
- **Cogeneración:** Los sistemas de cogeneración permiten a los prosumidores generar electricidad y calor simultáneamente a partir de una sola fuente de energía, como gas natural o biogás. Esta tecnología es eficiente y adecuada para aplicaciones comerciales e industriales.
- **Geotérmica:** En áreas con acceso a fuentes geotérmicas, como aguas termales o vapor geotérmico, los prosumidores pueden utilizar sistemas de bombas de calor geotérmicas para calefacción, refrigeración y generación de electricidad.
- **Energía de las Olas y Mareas:** En áreas costeras, la energía de las olas y mareas puede convertirse en electricidad mediante tecnologías específicas, como generadores de olas o turbinas de corriente de mareas.

Condiciones de red para los prosumidores

Las condiciones de red para los prosumidores energéticos son un aspecto fundamental para la integración exitosa de la generación de energía renovable en la red eléctrica existente.

- **Conexión a la red:** Los prosumidores deben conectarse a la red de distribución eléctrica. Esta conexión permite a los prosumidores inyectar cualquier exceso de energía que generen en la red.
- **Gestión de la red:** Las necesidades del mercado energético, los requisitos de restricción de la red y las prioridades de los prosumidores.
- **Red eficiente:** Maximizar eficiencia de la red energética o de las redes de transformación de la energía que controlan los flujos de electricidad.
- **Medidores inteligentes:** Adquirir tecnologías actuales o en su excepción inteligentes de enfoque adaptativo para desarrolla su producción y consumo de energía.

Condiciones de generación de energía para los prosumidores

Es importante buscar asesoramiento legal o técnico. Las condiciones específicas pueden variar y es crucial entender como cumplir con los requisitos locales y las políticas relacionadas con la generación de energía renovable.

- **Conexión a la red:** Los prosumidores deben conectarse a la red de distribución eléctrica. Esta conexión permite a los prosumidores inyectar cualquier exceso de energía que generen en la red.
- **Gestión de la red:** Distribuir todos los recursos energéticos para así suplir las necesidades del mercado energético, los requisitos de restricción de la red y las prioridades de los prosumidores.

Marco legal

Ley o Norma	Descripción	Importancia
RETIE	El Reglamento técnico de instalaciones eléctricas que establece las medidas y prevenciones para garantizar la seguridad de la vida y minimizar o anula el riesgo a la vida en las instalaciones eléctricas. (RETIE, 2022. P. 3)	El RETIE establece de forma confiable las exigencias y especificaciones que garantizan el buen desempeño y funcionamiento en la instalación, y también determina los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

<p>CREG 015 del 2018</p>	<p>La comisión de regulación de energía y Gas en su resolución 015 del 2018 da como objetivo el parámetro por el cual se debe remunerar o compensar a los usuarios debido a la calidad del servicio entregado por las distribuidoras de Energía eléctrica. (CREG, 2018, cap. 5)</p>	<p>La resolución también brinda el parámetro el cual el operador de red debe seguir con respecto a remunerar al prosumidor de energía con respecto a la entrega e inyección de energía a la red por medio de contadores bidireccionales</p>
<p>CREG 030 del 2018</p>	<p>La CREG en su resolución 030 del 2018 cobija a los generadores de energía a pequeña escala, es decir aquellos que su generación no supera los 1MW de energía eléctrica a través de métodos convencionales de generación.</p>	<p>La resolución establece métodos para la inclusión y adopción de pequeños generadores de energía que asegura que los prosumidores emergentes pueden inyectar excedentes de energía a la red y ser compensada por esta.</p>
<p>CREG 017 del 2015</p>	<p>La Ley 017 del 2015 tiene como por objeto principal Regular la integración de fuentes no convencionales de Energías Renovables al sistema eléctrico Nacional (CREG, 2015 p. 2)</p>	<p>La Ley promueve el desarrollo de fuentes no convencionales de energía y la gestión y uso eficiente de energía mediante incentivos tributarios y otros beneficios para el incremento de la confiabilidad energética y diversificación de la matriz energética colombiana</p>

<p>CREG 2099 de 2021</p>	<p>La ley 2099 de 2021 estipulada por la CREG tiene por objetivo dictar las disposiciones para la transición energética, dinamización del mercado eléctrico, reactivación económica e interconexión de las zonas no interconectadas de Colombia a partir de fuentes no convencionales de energía</p>	<p>La ley modifica, reemplaza y generaliza la ley 1715 de 2014, proponiendo nuevos mecanismos de incentivación y activación en el mercado par a inclusión de pequeños generadores de energía</p>
<p>RESOLUCION 121 de 2017</p>	<p>La resolución 121 de 2017 tiene como por objeto principal regular las actividades de autogeneración y cogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el sistema interconectado nacional (SIN). (CREG, 2017 p. 1)</p>	<p>La resolución establece criterios para la autonegación y cogeneración de energía eléctrica para los compromisos de compra y venta de energía, también asegura un mercado competitivo y justo para los proyectos emergentes de energía.</p>
<p>Ley 075 de 2021</p>	<p>La ley 075 de 2021 establecida por la CREG, La UPME, y el Min. Minas y Energías, establece el método en que se asignan la capacidad de conexión al sistema interconectado nacional, transmisión local y regional en el país (CREG, 2021 p. 3)</p>	<p>Bajo esta ley están cobijados los proyectos clase 2 que son proyectos locales o regionales en el cual el operador de red gestiona el proceso en el cual se distribuye la energía eléctrica en la asignación o trazo del sistema eléctrico nacional</p>

<p>UPME 703 de 2018</p>	<p>La resolución 703 de 2018 desarrollada por la unidad de planeación minero energética y tiene como objetivo principal establecer el procedimiento y requisitos para obtener la certificación que avala los proyectos de FNCE, para la obtención de beneficios tributarios (UPME,2018. P. 1)</p>	<p>Esta resolución informa y desarrolla el paso a paso para certificar un proyecto como legitimo en FNCE con el fin de que tanto grandes como pequeños auto generadores apliquen a los beneficios mencionados en la 2099 del 2021</p>
<p>CREG 174 de 2021</p>	<p>La Resolución 174 de 2021 expedida por la comisión reguladora de energía y gas para la conexión y estos dependen de cada circuito o transformador y el método en el que se remunera las actividades de autogeneración a pequeña escala partir de FNCE (CREG, 2021 p. 3)</p>	<p>La importancia de esta resolución abunda en el procedimiento y reglamentación para ser beneficiario de la autogeneración. También propone el método en el que se debería remunerar esta actividad</p>
<p>LEY 121 de 2017</p>	<p>La comisión de regulación de energía colombiana con su con la resolución 121 regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el sistema interconectado nacional (CREG, 121, 2017. p. 3)</p>	<p>Dicta los lineamientos necesarios con respecto a información útil de la conexión y regulación de pequeños generadores al sistema eléctrico colombiano</p>

<p>CREG 135 de 2021</p>	<p>La CREG con su resolución 135 de 2021 dispone los mecanismos y procesos de protección como los deberes de los usuarios del servicio que practican la Autogeneración a pequeña escala y entregan o venden sus excedentes a los comercializadores prestadores del servicio (CREG, 135. 2021 p. 2)</p>	<p>Le norma dispone de los deberes y derechos que tienen los autogeneradores, cogeneradores y prosumidores de energía eléctrica y a su vez regular la actividad del comercializador al cual se le venderán los excedentes</p>
-------------------------	--	---

Tabla 2. Marco legal – elaboración propia

Análisis de restricciones

Los paneles solares son una fuente de energía renovable cada vez más popular, pero su eficacia está sujeta a varias restricciones que deben ser analizadas cuidadosamente. Una de las limitaciones más evidentes es la dependencia de la luz solar. Los paneles solares solo pueden generar electricidad durante el día y su producción puede verse afectada por factores como la ubicación geográfica, las estaciones del año (Fenómeno del niño y la niña) y las condiciones climáticas. No obstante, hay diversas restricciones como:

1. **Recursos Financieros Limitados:** La creación de un manual de calidad requiere recursos financieros para investigación, diseño gráfico, impresión y distribución. La disponibilidad de fondos puede condicionar la calidad y alcance del manual.
2. **Conocimientos Técnicos:** La producción de un manual efectivo sobre energía fotovoltaica exige un profundo conocimiento técnico para poder efectuar el manual con fácil entendimiento y comprensión.
3. **Actualización Constante:** La tecnología fotovoltaica está en constante evolución. Esto implica que cualquier manual debe mantenerse actualizado para reflejar los avances tecnológicos.
4. **Disponibilidad de Datos y Estadísticas:** La precisión de la información en el manual depende de datos confiables. La falta de acceso a fuentes fiables puede limitar la calidad de la información presentada.

5. **Normativas:** La energía fotovoltaica está sujeta a requisitos. Estas restricciones pueden variar según su impacto nivel social o ambiental y deben ser respetadas y marcadas en el manual para su correcto desarrollo.
6. **Idioma y Audiencia Objetivo:** El manual debe estar redactado en un idioma comprensible para la audiencia objetivo y con palabras poco técnicas o con su respectivo significado. La limitación de recursos para adaptar a diferentes audiencias puede ser un desafío.
7. **Disponibilidad de Materiales de Apoyo:** La creación de un manual eficaz puede requerir materiales de apoyo como gráficos, diagramas y fotografías. La falta de acceso a estos recursos puede afectar la presentación visual del manual para su correcta interpretación de los usuarios.
8. **Distribución y Alcance:** El manual debe entender su alcance pueden estar limitados por la disponibilidad de canales de distribución, la capacidad de promoción y la cantidad de copias impresas para los ciudadanos.

En el diagrama de Ishikawa o espina de pescado (ver anexo 1. Figura 2) se recolecta información parcial de las causas de las posibles restricciones en la elaboración de un manual energético fotovoltaico en la ciudad de Barranquilla, Colombia. Identificando varias categorías u factores que pueden afectar en la creación como desarrollo del instructivo fotovoltaico para abordar lo de manera más efectiva durante su elaboración.

Análisis de incertidumbres

En la gestión eficiente de un proyecto se debe realiza un análisis exhaustivo de los riesgos e incertidumbres que pueden intervenir en el desarrollo del proyecto o prototipado; Este análisis tiene como objetivo mejorar la seguridad, confianza y certidumbre, aspectos cruciales frente a las restricciones temporales y los requisitos previamente definidos para alcanzar los objetivos. Además, permite estar alerta ante posibles cambios, amenazas u oportunidades que puedan surgir durante las diferentes etapas del proyecto.

Bara (2014) por su parte, indica que el termino incertidumbre se puede asociar con la palabra “Riesgo”, y que la incertidumbre de un proyecto puede predecir qué tan exitoso o desastroso puede acabar un proyecto. Es dentro de este contexto que se presentan las posibles incertidumbres que se puedan dar en materia del desarrollo del proyecto y prototipado, para de misma forma presentar una propuesta para el manejo de aquellos riesgos u oportunidades que se presenten durante la construcción del instructivo en cuestión (Párrafo 4).

A continuación, se presenta el análisis pestel con respecto a las incertidumbres consideradas en el entorno que afectan directamente al instructivo y a su pre y post desarrollo contemplando posibles sucesos futuros:

Análisis pestel de incertidumbres



Figura 1. Elaboración propia a partir de office 365.

Tal y como se presenta en el diagrama pestel, se analizaron las posibles incertidumbres relacionadas a lo largo del desarrollo del proyecto. Aquellas incertidumbres pueden generar barreras, o incluso oportunidades que pueden repercutir en la obtención de resultados al desarrollar el material instructivo que se desea generar como resultado final del proyecto.

- **Factor político:** Las regulaciones actuales están en constante transición debido a las necesidades de la comunidad energética, es por eso que se plantea como una incertidumbre el marco regulatorio y normativo colombiano ya que el instructivo se construirá con la normativa vigente en materia de energías renovables y eficiencia energética
- **Factor económico:** La disponibilidad de fondos y presupuesto para la creación y distribución es limitada ya que debido a esto se debe ajustar el diseño y formas de modelación con respecto al instructivo.

- **Factor Social:** La metodología de distribución y creación del instructivo presenta una gran incertidumbre ya que se tiene como por objetivo que el material pueda ser de libre acceso para cualquier generación, desde las personas que pueden acceder a la virtualidad o aquellos que por su parte no están familiarizados con un entorno tecnológico.
- **Factor tecnológico:** Los programas de modelación de procesos, tales como sketch up, PV system, AutoCAD; son programas que se debe pagar para tener libre acceso a todas las herramientas y por lo cual es si se quiere tener una modelación y desarrollo del instructivo de una forma impecable, deben utilizarse estos programas que a su vez pueden presentar cambios a la hora de representar de manera modelada lo que se quiere transmitir al usuario final.
- **Factor ambiental:** Si bien el desarrollo original del instructivo presenta un impacto ambiental casi que nulo se debe tener en cuenta la metodología de distribución donde si se quiere tener un acceso libre a cualquier persona también deberán existir instructivos físicos los cuales deberán ser impresos con el menor impacto ambiental. Además de eso se tiene en cuenta el posible impacto ambiental de la post implementación del instructivo con la tecnología solar fotovoltaica después de su uso útil de vida.
- **Factor legal:** Para poder distribuir y hacer uso de herramientas y/o procesos que se requieran dentro del desarrollo, se debe requerir permisos legales que permitan la libre distribución del material, también un factor importante frente a posibles canciones o personajes digitales (instructivo digital), tengan los derechos de autor para evitar problemas legales.

También hay que tener cuidado con el procedimiento de brindar la información y estar seguros de que se siguen las leyes y normativas referentes a las instalaciones eléctricas y otros.

El contexto anterior presenta en su mayoría, algunas incertidumbres que pueden afectar de manera negativa o positiva el resultado final que se espera. Se realizó el análisis anterior con el fin de generar propuestas para tratar de disminuir al máximo el nivel de incertidumbre dentro del proyecto ya que esta no se puede eliminar en un 100% y se es consciente de que nuevos riesgos o incertidumbres pueden emerger a lo largo del desarrollo del material instructivo que se desea realizar.

Para aumentar las probabilidades de éxito con los objetivos establecidos para desarrollar el Manual instructivo de beneficios y pautas para los prosumidores de energía en zonas

residenciales de Barranquilla, se presentan las siguientes propuestas en relación con lo analizado anteriormente:

- Realizar monitoreos periódicos utilizando estrategias SMART con el fin de reducir la ambigüedad y aclarar expectativas concisas con respecto a la construcción del material en cuestión.
- Adoptar metodologías secundarias que permitan brindar un plan B en la construcción del instructivo, es decir, evaluar distintas herramientas o posibilidades que permitan al proyecto adaptarse a cambios bruscos y repentinos
- Buscar partes interesadas dispuestas a involucrarse en el desarrollo del proyecto, bien sea de manera económica, tecnológica, diseño o bien pueda proporcionar conocimiento contundente.
- Realizar revisiones periódicas que permitan evaluar el progreso del proyecto y poder identificar nuevas incertidumbres que puedan haber surgido.

Maureria (2019, pr. 4) dice que “La incertidumbre está presente en todos los proyectos. En muchas ocasiones los proyectos se inician con mucha incertidumbre, con poca claridad en los cronogramas, con recursos compartidos e inciertos, con un cliente complicado, con la necesidad de desarrollar una tecnología que no dominamos plenamente”, pero también es algo que se pueda mitigar con una buena planeación y revisión periódica de cada proyecto.

Definición del diseño de la solución y costos preliminares

En el presente trabajo se toman como referencia tres cartillas de carácter educativo de Colombia, que tienen como finalidad enseñar metodologías, conceptos o sistemas enfocados a poblaciones desde adolescentes hasta adultos y utilizan formas didácticas para entrar al usuario, las cartillas seleccionadas fueron de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), Colombia Aprende y el Banco de la República de Colombia, con el fin de determinar la ruta de selección y poder establecer los parámetros del diseño, además de, identificar oportunidades de mejora y un lineamiento basado en la experiencia de la producción de estos documentos.




Institución	Referencia	Descripción
Unidad de Planeación Minero-Energética		Es una cartilla informativa, la cual describe detalladamente cada concepto para que el usuario entienda el documento, también contiene diagramas llamativos y contiene menos de 30 página.
Colombia Aprende		Es una cartilla llamativa con ilustraciones, tiene interacción con el usuario a través de ejercicios prácticos y contiene más de 50 páginas.
Banco de la República de Colombia		Es una cartilla en donde el 90% del contenido es texto, por ende, no es tan atractiva a la hora de leer y contiene más de 50 páginas.

Tabla 3. Cartillas de referencia – elaboración propia

Metodología para la selección

Teniendo en cuenta las referencias de la tabla 3 se evaluará cada una con respecto a los requerimientos establecidos en el documento, como lo son la cantidad de gráficos, imágenes, texto, el lenguaje del texto y la cantidad de páginas que tiene la cartilla ya que esto es un factor que limita a los usuarios. La metodología de evaluación será con una puntuación del 1 al 10, siendo:

- 1 no cumple el requerimiento.
- 5 cumple la mitad del requerimiento.
- 10 cumple el requerimiento.

Desarrollo de la metodología

A continuación, se evaluará cada referencia conforme a los requisitos mencionados en el documento a través de una matriz de decisión para así determinar cuál es la mejor guía para realizar el manual teniendo en cuenta las necesidades de este.

Requisitos	Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	Colombia Aprende	Banco de la República de Colombia
Cartilla interactiva	1	10	1
Lenguaje descriptivo e informal	7	5	3
Número de páginas menor a 30	10	1	2
Fácil acceso	10	10	10
Imágenes y diagramas	8	7	2
TOTAL	36	33	18

Tabla 4. Matriz de decisión – elaboración propia

Con el resultado se puede evidenciar que la mejor alternativa como guía es la cartilla de UPME, debido a que el lenguaje hacia sus usuarios cumple con los requisitos definidos, como la diagramación en el documento, el número de páginas y el lenguaje adecuado para el entendimiento de la cartilla.

Selección de la solución

Se va a realizar un manual instructivo para la comunidad de Barranquilla, acerca de la energía solar fotovoltaica, presentando los beneficios del aprovechamiento, técnicas de instalación y se ejemplificará en un modelo ilustrativo con el fin de enseñar el potencial del recurso energético que se tiene en esta región.

El objetivo principal es impulsar a la población de las zonas residenciales de Barranquilla a utilizar fuentes no convencionales de energía renovable, debido a, los costos altos en la factura de la energía eléctrica, en esta región, y el mal estado de las líneas de tensión, lo que hace que tengan difícil acceso a la energía o los limita en temas económicos. Con esta información pueden aprovechar el recurso energético del sol y así mismo aportar a la transición energética del país y los Objetivos de Desarrollo Sostenibles como lo son el número 7 y 11. El manual se distribuirá de manera virtual, con el fin de ser de fácil acceso para las personas y evitar el uso de papel para disminuir la contaminación.

En el manual se encontrarán los siguientes temas:

- Energía solar fotovoltaica.
- Aprovechamiento del potencial energético.
- Beneficios sociales, ambientales y económicos.
- Tecnologías y equipos necesarios para la instalación.
- Guía de instalación y mantenimiento del sistema.
- Modelo ilustrativo del sistema solar fotovoltaico.

Esta información contribuirá para la toma de decisiones en los hogares con respecto al proveedor de la energía eléctrica de la población de Barranquilla y aportar en los conocimientos con respecto a energía solar.

Para el manual se tiene la siguiente ruta metodológica:

- 1. Estudio de la teoría en literatura:** para desarrollar el manual de manera practica y que los usuarios entiendan el concepto de energía solar fotovoltaica, su sistema y los beneficios que trae, se realizará una investigación profunda acerca de los incentivos tributarios, instalación y mantenimiento del sistema y todo lo relacionado, con el fin de plasmar la información en el documento con un lenguaje apropiado para un mejor entendimiento de la población.
- 2. Análisis comparativo de selección:** se buscarán 3 cartillas de aprendizaje como referencia con el fin de determinar la ruta de selección y poder establecer los parámetros del diseño para el manual.
- 3. Selección de diagramación editorial:** al determinar los parámetros para el diseño del manual se debe seleccionar el tipo de letra, la ubicación del texto, tipo de imágenes o diagramas, la ubicación de ellos dentro de la pagina y otros mecanismos de detalle para la producción de la cartilla con el objetivo de ser llamativa para los usuarios.
- 4. Desarrollo del manual:** después de tener claro los lineamientos para diseñar el manual se inicia con el contenido de este, en primer lugar, se contextualizará al usuario acerca de que es la energía, tipos de generación, energía solar fotovoltaica, potencial energético de la ciudad, entre otros, luego se guiará por medio de pasos y técnicas el proceso de instalación y mantenimiento de un sistema solar fotovoltaico y finalmente se presentan los beneficios de la energía solar. Para ejemplificar como funcionará el

sistema se realizará un modelo ilustrativo de una casa con un consumo promedio en la ciudad de Barranquilla.

- 5. Modelación del sistema:** para poder evidenciar cómo funciona el sistema solar fotovoltaico se modelará el proyecto por medio de softwares de modelación digital 3d como AutoCAD y ScketchUp 3D.

Análisis de costos

Para llevar a cabo el proyecto y poder distribuirlo en la ciudad de Barranquilla se debe realizar un análisis de costos, en el se especifican los costos relacionados a los materiales, mano de obra y otros costos asociados.

Materiales

Para la producción del manual no se requiere de una inversión para el material, debido a que toda la elaboración será con programas gratuitos, con el fin de que al distribuir el material sea de libre acceso para cualquier persona.

Mano de obra

El manual se realizará entre tres ingenieros en energías, los cuales aplicarán su conocimiento en energía solar fotovoltaica y, además, por medio de investigaciones, enseñarán todo el sistema de instalación y mantenimiento, la duración de la producción del material será de 6 meses aproximadamente.

Personal de trabajo	Cantidad de personas	Costo mensual individual de mano de obra (COP)	Valor total (COP)
Ingeniero en energías	3	\$3.500.000	\$10.500.000
Valor total por cantidad de personas			\$31.500.000

Tabla 5. Costos de mano de obra – elaboración propia

Otros costos asociados a la elaboración

Costos adicionales asociados	Costo (COP)	Tiempo en uso	Costo total (COP)
Electricidad (diaria)	\$2,135	90 días	\$192.150
Arriendo (mensual)	\$1.000.000	3 meses	\$3.000.000
Dispositivo electrónico	\$1.500.000	6 meses	\$1.500.000
Costo final (COP)			\$4.692.150

Tabla 6. Otros costos asociados – elaboración propia

El costo total de la elaboración del manual para prosumidores en Barranquilla es de \$36.192.150 COP siendo la inversión inicial del proyecto.

Análisis costo/beneficio

Un análisis Costo/Beneficio ayuda a estimar la rentabilidad de un proyecto en general, sin embargo, el estimar este tipo de análisis en relación con la construcción del instructivo, pasa a ser un poco irrelevante ya que, en “este” proyecto no se estimó con el objetivo de lucrar sino de informar y compartir conocimiento con todas las personas que lo requieran.

Para demostrar lo anterior se tiene que:

$$CB = \frac{\text{Beneficios Netos}}{\text{Costo de la inversión}}$$

Siguiendo ese orden de ideas, y tomando como dato principal el Análisis de costos realizado para el proyecto en general, se tiene lo siguiente:

$$CB = \frac{\$0.00}{\$36.192.150} = 0$$

A simple vista y con respecto al cálculo el proyecto no es rentable ya que no hay una tasa interna de retorno al tiempo invertido, sin embargo, hay que ser consistentes en que el proyecto es social y por ende no tiene como objetivo lucrarse, ya que, se buscará en lo posible que el contenido sea de libre acceso e informe de manera gratuita a las personas que estén interesadas.

Ahora, Si bien este proyecto no busca una remuneración monetaria, si busca reconocimiento y posicionamiento en un mercado que aún se encuentra en investigación y en su mayoría sin explorar. Es dentro de este contexto que vemos este proyecto como la puerta a diversos proyectos en materia del prosumismo energético, donde muy seguramente aquella persona que leyó la cartilla y está altamente interesada en iniciar su camino hacia la autogeneración se contactara con personas expertas en el entorno.

Es decir que la identificación y reconocimiento de aquellas personas que lean el instructivo y estén interesados en ser prosumidores de energía, dejara abierto el mercado a uno o varios proyectos relacionados a la instalación, el mantenimiento, la consultoría y entre otros muchos ámbitos relacionados a la Cartilla para ser prosumidor de energía.

Análisis de impactos

Tipo de impacto	Negativo	Positivo
Ambiental	Al utilizarse una fuente de energía para acceder al documento es probable que contribuya a las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la fuente de generación convencional.	El manual no genera residuos sólidos debido a que es virtual.
Social	Las personas que quieran acceder al material no tienen acceso a internet o tecnología no podrán visualizarlo.	Es un manual educativo acerca de las oportunidades que tiene la población con la energía renovable, además de brindarles alternativas de mejora para su economía y toma de decisiones con respecto a la fuente de energía que quieran consumir.
Económico	No aplica	El documento es de acceso libre y por ende la comunidad no tendrá que pagar para acceder a él.

Tabla 7. Análisis de impactos – elaboración propia

Conclusiones

En síntesis, el análisis realizado de los posibles prosumidores en Barranquilla ofrece una visión o panorama de los modelos energéticos en las zonas y cascos urbanos sobre la aplicación de sistemas solares fotovoltaicos. Por ende, el manual permite integrar estrategias adaptativas para la transición energética a fuentes no convencionales limpias o renovables, basado en las condiciones específicas de la ciudad de estudio. El objetivo no es sólo mejorar la calidad de vida sino también reducir la huella ambiental de la ciudad. Una parte esencial de la propuesta es la identificación detallada de los equipos y la tecnología necesarias, como se describe en el manual para prosumidores interesados en instalar sistemas fotovoltaicos. Para cumplir con una apropiada orientación detallada para la instalación y el mantenimiento de estos sistemas solares. Con la intención de desarrollar un modelo ilustrativo que informe de manera práctica e intuitiva el proceso de instalación de estos sistemas.

En la búsqueda de maximizar el potencial de la energía solar fotovoltaica (eficiencia como de generación). El manual permitió desarrollar y optimizar la implementación del sistema de

energía solar fotovoltaico con relación a los posibles beneficios en las comunidades de Barranquilla en base a normativas como la ley 1715 del 2015. Cabe resaltar que el manual no tiene como objetivo consideraciones económicas, ya que es netamente sin ánimo de lucro. No obstante, los datos recolectados nos permitieron inferir en que “En las condiciones actuales no es rentable la instalación de paneles solares fotovoltaicos, en áreas urbanas como prosumidores energéticos, a menos que de que haya una mejora de instalaciones y un consumo más moderado para el uso híbrido de tecnologías energéticas, concientización de consumo energético, oportunidad de nuevas tecnologías y nuevos marcos legales que impulsen estas ideas e implementaciones.

Finalmente, la ciudad de Barranquilla tiene un alto potencial solar de irradiación de 1700 KWh/m2 por año. Es decir, hay una oportunidad de implementación bajo una visión práctica y realista, facilitando su visión de instalación en un modelo promedio para industrias como doméstico. El manual, cumplió con dar una perspectiva confiable que informada sobre la viabilidad financiera, potencial solar y normatividad de implementar sistemas fotovoltaicos para los hogares promedio de la región.

Anexos

1. Diagrama de Ishikawa.

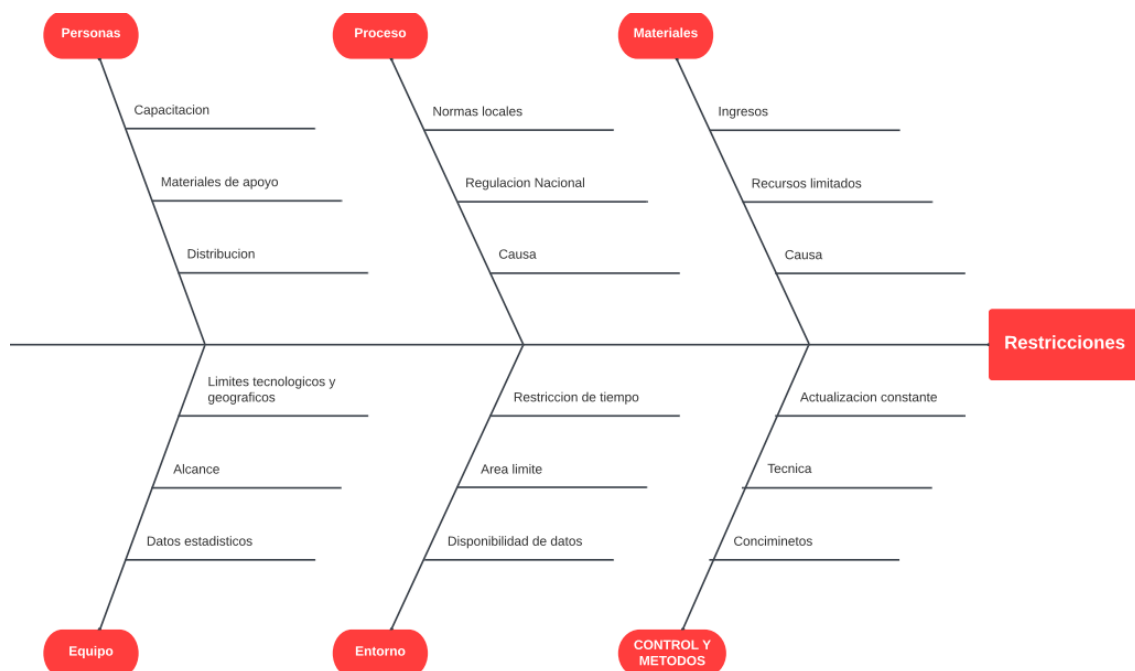


Figura 2. Elaboración propia (Alejandro R. et al, 2023).

2. Manual instructivo de beneficios y pautas para los prosumidores de energía en zonas residenciales de Barranquilla.



Figura 3. Elaboración propia (Alejandro R. et al, 2023).

Referencias

Anónimo. “La energía más cara es la que no se tiene y la más barata es la que no se consume”. Nn 2022

Álvarez, Marcelo. “La hora de las Energías Renovables en la matriz eléctrica argentina.” Congreso Energyyear, Buenos Aires, Argentina, 10 de marzo de 2017

Bara, M. (2014, 6 mayo). La incertidumbre en la gestión de proyectos. OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/la-incertidumbre-en-la-gestion-de-proyectos>

Caminos de lectura y escritura. (s/f). Edu.co. Recuperado el 8 de octubre de 2023, de https://colombiaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/plan-lectura-2021/manuales-y-cartillas/Caminos_de_lectura_y_escritura_secuencias_didacticas_para_los_grados_10_y_11.pdf

Casas, C. L. (2022). Costa caribe: Los cinco ejes para paliar la crisis eléctrica: Inversión pública y un fondo de estabilización, entre las propuestas de la región al gobierno para solventar la coyuntura de altas tarifas que impactan a la ciudadanía. Portafolio, Retrieved from <https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/trade-journals/costa-caribe-los-cinco-ejes-para-paliar-la-crisis/docview/2697614729/se-2>

CASTRO, J. M., Buitrago, L. F. ., Téllez , S. ., Giraldo, S., & Zapata , J. (2023). Comunidades energéticas: modelos para el empoderamiento de los usuarios en Colombia. Enerlac. Revista De energía De Latinoamérica Y El Caribe, 7(1). Recuperado a partir de <https://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/article/view/249>

Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG. (2014). Ley 1715 de 2014. regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

(p. 10). 13 de mayo de 2014.

Coria, G. E., & Samper, M. E. (2022). Evaluación de mecanismos de incentivo para la generación de energía solar distribuida en san juan, argentina. [Evaluation of incentive mechanisms for distributed solar power generation in San Juan, Argentina] *Ingenerate : Revista Chilena De Ingenieria*, 30(3), 551-563. Retrieved from <https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=https://www-proquest->

com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/scholarly-journals/evaluación-de-mecanismos-incentivo-para-la/docview/2739204139/se-2

De la Ley, G. P. P. la A. de L. I. T. (s/f). Invierta y Gane con Energía. Gov.co. Recuperado el 8 de octubre de 2023, de https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf

Delgans, L. H. (2023, junio 25). En casa en el norte de Barranquilla se robaban energía por 7 millones de pesos. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/barranquilla/robo-de-energia-encuentran-fraude-de-7-millones-en-casa-de-barranquilla-780672>

Directiva, J., Carrasquilla, A., ministro De Hacienda, B., Público, C., Darío, J., Escobar, U., Gustavo, C., Sanz, C., José, J., Soto, E., Laserna, J. M., Fernando, J., & Galarza, T. (s/f). Cloudfront.net. Recuperado el 8 de octubre de 2023, de https://d1b4gd4m8561gs.cloudfront.net/sites/default/files/publicaciones/archivos/guia4_la_globalizacion.pdf

Eliashev, Nicolás. Un nuevo paradigma energético: la autogeneración distribuida. Aspectos constitucionales y legales. Radhem. Revista Argentina de Derecho de la Energía, Hidrocarburos y Minería, número 14, octubre, 2017, pp. 53-6

Gutiérrez Pérez, José (1997). La educación ambiental. Madrid: La Muralla.

Jarabo, F., Fernández, J. (1989). Experiencias sobre energías renovables. Salamanca. Instituto de investigaciones Científicas y Ecológicas.

John Alexander Cruz Castillo-Bogotá D. (s/f). Atlas Interactivo - Radiación IDEAM. Gov.co. Recuperado el 29 de agosto de 2023, de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

Maureria, S. (5 de octubre de 2019). ACERCA DE LA INCERTIDUMBRE EN LOS PROYECTOS..linkedin. <https://es.linkedin.com/pulse/acerca-de-la-incertidumbre-en-los-proyectos-maureria-ferrada>

Murcia, H. R. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas Development of Solar Energy in Colombia and its Prospects. Revista de Ingeniería, 28, 83–89.

Norton Rose Fulbright. Renewable energy in Latin America. Reino Unido: Norton Rose Fulbright, 2017

Resolución 135 de 2021[Comisión de Regulación de Energía y Gas]. Por la cual se establecen los mecanismos de protección y deberes de los usuarios del servicio público domiciliario de energía eléctrica que ejercen la actividad de Autogeneración a Pequeña Escala entregan o venden sus excedentes al Comercializador que le presta el servicio. 02 de septiembre de 2021.

Reyes, J., Galindo, N., Toledo, E., & Párrado, K. (2023). Estudio de beneficios del prosumidor en las zonas residenciales: caso específico Barranquilla. Universidad EAN, Colombia.

TESTA, María Eugenia; GOMEL, Daniela. Renovables. Generación eléctrica distribuida. Energía limpia desde los propios usuarios. Buenos Aires: Fundación Heinrich Böll Stiftung Conosur, 2016.

Toffler, A. y Toffler, H. (2006). La revolución de la riqueza