

**Viabilidad financiera y análisis de incentivos para la inversión en Fuentes No
Convencionales de Energía Renovable (Solar) en Colombia**

Elaborado por:

Daimar Alejandra Gómez Parra: Especialización en Administración Financiera

Giovanni Alexander López Díaz: Especialización en Gestión de Mercados

José Ricardo Retiz Roberto: Especialización en Inteligencia Comercial y de Mercadeo

Magaly Bonilla Zuleta: Especialización en Administración Financiera

Universidad Ean

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación de Posgrado

Bogotá

13/07/2025

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	4
2. Descripción del problema	5
3. Pregunta de investigación	7
4. Objetivo General	7
5. Objetivos específicos	7
6. Justificación	9
7. Marco teórico	9
8. Incentivos regulatorios: avances y persistencia de desafío	10
9. Evaluación financiera de proyectos solares: experiencias y métricas clave	12
10. Evaluación financiera de proyectos solares: experiencias y métricas clave	14
11. FNCER en Zonas No Interconectadas: sostenibilidad y justicia energética	14
12. Gobernanza energética e integración territorial	15
13. Metodología	15
13.1 Definición de Variables	15
13.2 Enfoque, alcance y diseño de la investigación	16
14. Población y muestra	18
15. <i>Selección de métodos o instrumentos para recolección de información</i>	20
16. Técnicas de análisis de datos	26

17. Análisis y Discusión de Resultados	27
18. Identificación de Incentivos Financieros y su Aplicabilidad	27
19. Barreras Normativas y Territoriales	28
20. Efecto de los Incentivos sobre los Indicadores Financieros (WACC, ROE y ROA)....	28
21. Conclusiones	29
22. Referencias	31

1. Resumen

Este trabajo se centra en analizar los factores que influyen en la viabilidad de invertir en proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER), con un enfoque específico en la energía solar en Colombia, con base a los incentivos financieros expuestos en la normatividad vigente. Es por ello por lo que, la investigación aborda las principales barreras regulatorias y financieras que actualmente limitan el crecimiento del sector, a pesar del alto potencial solar del país, que se caracteriza por una elevada radiación y una ubicación geográfica idónea para la generación de energía limpia.

Palabras clave: Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, Inversión en energía, Rentabilidad financiera, WACC, ROE, ROA, Regulación energética en Colombia

Problema de Investigación

2. Descripción del problema.

Colombia ha demostrado un creciente interés político e institucional por integrar fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) en su matriz energética, en respuesta a los compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la necesidad de diversificar el suministro energético. Ejemplo de ello son la Ley 1715 de 2014, el Decreto 1094 de 2024 y la reciente Ley 135 de 2025, que han creado un marco normativo orientado a promover proyectos de energía sostenible, en especial aquellos basados en energía solar. Sin embargo, a pesar de este impulso legislativo la ejecución efectiva de proyectos solares enfrenta profundas restricciones estructurales, territoriales y regulatorias que comprometen su escalabilidad, rentabilidad y sostenibilidad.

El fenómeno de estudio se centra en la paradoja existente entre el potencial solar del país respaldado por altos niveles de irradiación en regiones como La Guajira, el Cesar y el Huila y las múltiples barreras que impiden una inversión fluida y sostenible. Entre las principales causas estructurales se encuentra la limitada infraestructura de transmisión que impide la conexión efectiva de nuevos proyectos al Sistema Interconectado Nacional (SIN), así como la concentración de la inversión en zonas con alta complejidad geográfica y baja conectividad. Estas restricciones técnicas y logísticas aumentan significativamente los costos de instalación, operación y transporte de equipos, afectando directamente la percepción de riesgo y el interés inversionista.

En el plano regulatorio, los procesos de licenciamiento ambiental, la falta de una articulación institucional efectiva y los vacíos normativos sobre la integración de sistemas solares a la red continúan siendo desafíos sustanciales. A pesar de los esfuerzos de la CREG y la UPME por generar condiciones de acceso al mercado, persisten trámites engorrosos, inseguridad jurídica

y escasa participación de las comunidades en la toma de decisiones territoriales. Lo anterior ha contribuido a que los proyectos se vean sujetos a demoras significativas de hasta seis años en promedio para entrar en operación, destinando más del 70% del tiempo a gestiones administrativas, como lo ha señalado Sarmiento (2024).

Además, las condiciones de inversión se ven afectadas por la escasa disponibilidad de financiamiento adaptado al perfil de riesgo de estos proyectos. Aunque existen incentivos tributarios y crediticios vigentes (como la deducción del impuesto sobre la renta, la exclusión del IVA y la depreciación acelerada de activos), la falta de claridad sobre su aplicación, sumada a las barreras administrativas mencionadas, debilita su efectividad.

Este conjunto de restricciones ha generado síntomas visibles: la desaceleración en la ejecución de proyectos, bajos niveles de inversión privada sostenible, e indicadores financieros poco atractivos. En particular, el WACC (Costo Promedio Ponderado de Capital), el ROE (Retorno sobre Patrimonio) y el ROA (Retorno sobre Activos) se ven comprometidos por sobrecostos no previstos, extensos periodos de recuperación y baja certidumbre normativa. El resultado es un ecosistema poco propicio para el cierre financiero y la atracción de capital, tanto nacional como internacional.

La unidad de análisis de este estudio está constituida por proyectos solares fotovoltaicos conectados o en fase de conexión al SIN, con capacidades entre 9 y 100 MW, registrados ante la UPME entre los años 2022 y 2024. Se seleccionan proyectos en operación y en desarrollo con el fin de comparar indicadores reales frente a proyecciones bajo diferentes estructuras de incentivo. El análisis se enfoca en cómo los incentivos financieros vigentes influyen sobre la viabilidad económica y la percepción de rentabilidad de estos proyectos, considerando simultáneamente las barreras normativas y territoriales que alteran los márgenes esperados.

Este abordaje permitirá no solo identificar las causas profundas que limitan la implementación de proyectos solares en Colombia, sino también proponer lineamientos

orientados a mejorar la efectividad de los incentivos, reducir los costos de transacción y facilitar el acceso a mecanismos de financiación sostenibles. Comprender esta dinámica es clave para acelerar la transición energética del país, aprovechar su potencial solar, y garantizar un desarrollo territorialmente justo y financieramente viable.

3. Pregunta de investigación.

¿Cómo influyen los incentivos financieros vigentes en Colombia aplicados para fuentes no convencionales de energía renovable en la decisión de invertir en proyectos de energía solar durante el periodo 2024-2025?

4. Objetivo general

Analizar los factores que influyen en financiación de proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) Solar en Colombia, con el fin de identificar incentivos financieros mediante el estudio del marco regulatorio vigente.

5. Objetivos específicos

1. Identificar los incentivos financieros actuales (tributarios, crediticios y regulatorios) con el fin de aplicarlos en proyectos de energía solar mediante la normatividad vigente en Colombia como la Ley 1715 de 2014, Ley 135 de 2025, Decretos 1275 y 1094 de 2024.
2. Examinar las barreras normativas y territoriales que afectan la rentabilidad en proyectos solares en Colombia para identificar los factores que limitan la inversión a través del análisis documental y regulatorio.
3. Evaluar el efecto de los incentivos financieros sobre los indicadores de rentabilidad como lo son el WACC, ROE y ROA en proyectos de energía solar, para determinar su impacto en la viabilidad financiera, mediante el análisis de casos reales.

4. Proyectar los posibles efectos de los incentivos financieros sobre la viabilidad económica de proyectos solares en Colombia con base en información secundaria y análisis de escenarios

6. Justificación

En Colombia persisten barreras que frenan el crecimiento de los proyectos solares como la burocracia, la incertidumbre jurídica, las dificultades de acceso a las zonas con mayor irradiación y los desafíos para conseguir financiación adecuada. En este contexto, surge la necesidad de estudiar con mayor profundidad qué factores están limitando la financiación y viabilidad de los proyectos solares en el país, analizar cómo influyen los incentivos financieros y las condiciones normativas sobre indicadores de rentabilidad como el WACC, ROE y ROA puede ofrecer una visión más clara para mejorar el entorno de inversión y permitir que más proyectos se hagan realidad.

Este estudio es pertinente no solo porque responde a una problemática actual del país, sino también porque puede aportar herramientas útiles para tomadores de decisiones, entidades públicas, inversionistas y empresas del sector energético.

En respuesta a los compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el gobierno colombiano ha impulsado varias políticas para incentivar la transición hacia fuentes de energía limpias. La Ley 1715 de 2014 marcó un hito al establecer un marco normativo que promueve el desarrollo de energías renovables no convencionales (FNCER) y otorgó incentivos tributarios como la deducción hasta del 50% del impuesto de renta, la exclusión del IVA en la compra de equipos, y la exención de aranceles para la importación de tecnologías solares (Min energía, 2019).

En definitiva, avanzar en el desarrollo de la energía solar no solo es una cuestión técnica o financiera es una apuesta por el desarrollo sostenible, la generación de empleo, la justicia territorial y la seguridad energética del país, es importante comprender a fondo lo que está frenando estos proyectos y cómo se pueden potenciar es una tarea urgente y necesaria.

7. Marco Teórico

En Colombia estamos presenciando un proceso lento de transformación en la matriz energética, pero se evidencia un potencial enorme para la implementación de soluciones que están siendo impulsadas por políticas y financiamiento Estatal en busca de fortalecer y masificar los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCR), en especial la solar fotovoltaica. Esta urgencia de incrementar la participación de FNCR está directamente relacionada con los riesgos evidentes del cambio climático que cada vez más azota nuestra región con periodos más largos de sequía y que golpea directamente a la generación de energía por las Hidroeléctricas, y también atado al compromiso mundial de reducción de uso de combustibles fósiles para la reducción de la huella de carbono, en especial por plantas generadoras Termoeléctricas.

Esta necesidad de diversificación la podemos validar en estudios como el de Icaza-Alvarez et al. (2024), quienes proponen una matriz energética 100% renovable para América Latina y el Caribe, donde la participación de placas solares puede llegar al 31% en la participación de dicha matriz, gracias a su abundancia y viabilidad técnica, económica y social existente en el territorio.

En nuestro país contamos con zonas que tienen altos niveles de irradiación, por ejemplo, en regiones como el altiplano cundiboyacense, gran parte del Chocó y casi toda La Guajira, las condiciones son excelente para para el desarrollo de proyectos solares fotovoltaicos.

Esta perspectiva también es respaldada por Ruíz López et al. (2020), quienes concluyen que el país tiene niveles de irradiación comparables a los del norte de África (los más altos del mundo), pero infortunadamente enfrenta una baja acogida de tecnologías solares debido a barreras técnicas, normativas, territoriales e incluso gubernamentales.

8. Incentivos regulatorios: avances y persistencia de desafíos

El desarrollo de proyectos solares en Colombia se empezó a materializar gracias a la Ley 1715 de 2014, la cual crea incentivos arancelarios, contables y tributarios para proyectos FNCER. Tal como lo describen Aldana Rodríguez (2015) y Sabogal Venegas y Cardozo (2018), entre estos incentivos podemos resaltar:

- Deducción del 50 % de la inversión en el impuesto sobre la renta por un plazo de hasta 15 años.
- Exclusión del IVA y exención de aranceles para bienes y servicios relacionados.
- Depreciación acelerada de activos (20 % anual).
- Certificación obligatoria de la UPME para acceder a dichos beneficios.

Con el ánimo de acelerar la inversión en este tipo de proyectos, el Gobierno actual ha promulgado leyes como la Ley 135 de 2025, que busca agilizar el entorno normativo para las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) a través de la ampliación de estímulos financieros y fiscales, la reducción de tiempos de licenciamiento y la armonía en procesos interinstitucionales; sin embargo, aún existen barreras estructurales que afectan la dinámica ascendente del sector.

Encontramos que infortunadamente en el Decreto 1275 de 2024, se establecen un sinnúmero de complicaciones en los trámites ambientales al obligar la articulación entre autoridades estatales y comunidades indígenas, y también la Resolución 1670 de 2017 del Ministerio de Ambiente

exige estudios de impacto ambiental costosos incluso para proyectos de baja escala. Además, el Decreto 1094 de 2024, que introduce la Autoridad Territorial Económica y Ambiental (ATEA), representa una carga regulatoria adicional, en especial en territorios indígenas del Cauca.

Estas normativas, como destaca Gualteros y Hurtado (2013), pueden poner en riesgo la viabilidad financiera de los proyectos por tiempos de aprobación excesivos, los requerimientos técnicos específicos y el evidente incremento de costos.

Ahora, en la perspectiva social, las comunidades rurales e indígenas no se apropian adecuadamente de los proyectos de su zona, pues el desconocimiento de los beneficios ambientales y sociales que traen este tipo de fuentes energéticas se profundiza debido a la baja participación ciudadana en la socialización y comprensión de los objetivos que pueden ser implementados en su región.

La evidencia recogida por Porras et al. (2018) nos sugiere que, sin un involucramiento temprano, los proyectos pueden ser rechazados o mal gestionados a nivel territorial.

El factor normativo ha sido determinante, pues como lo expresa Jiménez et al. (2019), quien identifica que la investigación en el sector energético colombiano es aún incipiente, con un bajo número de innovaciones patentadas.

También los procesos de licenciamiento ambiental y conexión a la Red son percibidos como excesivamente complicados y sin coordinación alguna, lo que ralentiza a gestión de iniciativas locales.

En la parte técnica, las evidentes limitaciones de infraestructura y la falta de sistemas de almacenamiento afectan la distribución eficiente de energía en las zonas rurales.

Existen herramientas como E-solar, desarrollada por Ordóñez et al. (2025) que representan un avance significativo al emplear big data e imágenes satelitales para estimar la radiación solar en tiempo real, optimizando así la planificación de proyectos.

9. Evaluación financiera de proyectos solares: experiencias y métricas clave

Diferentes estudios en regiones del país han analizado la viabilidad económica al implementar energía solar fotovoltaica, en ambientes residenciales y empresariales. Tomando como ejemplo, Pérez Acevedo y Verján Ramírez (2022) estudiaron un sistema de 6,3 kWp en una casa de Ibagué, en su análisis encontraron que este puede cubrir su demanda mensual, generando al mismo tiempo excedentes y reduciendo la factura de energía, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) atractiva y proyectando una recuperación de la inversión menor a los 7 años. Sus simulaciones a través de SAM y PVSol proyectan una producción anual de 1.370 kWh/kWp y una reducción de emisiones de 4.072 kg de CO₂ al año.

En el área empresarial, Sabogal Venegas y Cardozo (2018) analizaron tres posibilidades de proyectos en el sector las pymes de Bogotá. El escenario más rentable (7.600 Wp con entrega de excedentes), logró una TIR del 20,22% y un Valor Presente Neto (VPN) de \$12 millones, con una proyección de recuperación de la inversión en cinco años. Estos resultados nos demuestran los beneficios de la Ley 1715 y como estos garantizan la rentabilidad.

Angulo Angulo (2018) analizó algunas estrategias de vinculación de energía solar en MIPYMES de Bogotá, logrando identificar los prototipos OnGrid y OffGrid con tasas de retorno muy competitivas (entre 5,8 y 6,2 años), demostrando que potencial de ahorro se puede lograr incluso para sistemas de baja capacidad.

Los presentes hallazgos se alinean con datos recientes de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), reportan que más del 97% de las inversiones en energías renovables en 2024 se destinaron proyectos solares, impulsadas dentro de un entorno regulatorio y por incentivos tributarios favorables.

La sostenibilidad empresarial ha demostrado que es un factor importante y relevante para la creación de valor. De acuerdo con Chilpa et al. (2023), las distintas variables ambientales, sociales y económicas influyen de forma positiva en el desempeño financiero de las empresas. Su análisis, con metodología PLS-SEM, nos sugiere que al integrar principios de sostenibilidad mejoran los resultados contables como el ROA, logrando posicionar mejor a las empresas frente a inversionistas y mercados.

Ahora bien, con un enfoque financiero, Coelho Júnior et al. (2022) plantea el uso del WACC ajustado por riesgo mediante simulaciones de Monte Carlo. Aunque este estudio se basa en termoeléctricas brasileñas, esta metodología es aplicable al análisis de FNCER en Colombia, permitiendo modelar escenarios realistas con incertidumbre regulatoria, como por ejemplo los que enfrenta la energía solar en zonas no interconectadas. Estos autores destacan que la estimación tradicional del WACC puede subestimar o sobreestimar los riesgos reales, lo cual es relevante para proyectos solares con complejidad territorial o normativa.

Adicionalmente, Magni (2015) presenta un modelo de análisis financiero que descompone el valor creado en dos componentes clave: inversión y financiación.

Este enfoque, basado en el “project ROA” y “project WACC”, aplicado mediante el índice AIRR, nos muestra cómo las decisiones estructurales del proyecto impactan en la creación de valor. La utilidad puede resultar relevante para los inversionistas que evalúan proyectos solares en Colombia, diferenciando los retornos atribuibles al modelo de negocio frente al financiamiento.

10. Subastas y marco de política energética: efectos positivos y limitaciones

Rangel et al. (2024) nos presenta un estudio que examina el rol de la política de subastas energéticas en Colombia sobre proyectos solares de concentración (CSP), una tecnología con capacidad de almacenamiento térmico y despacho controlado. Independientemente de su

potencial, el diseño de las subastas ha desincentivado este tipo de soluciones concentrando la adjudicación en bloques diurnos aplicando criterios que excluyeron tecnologías emergentes, esto se evidenció en la subasta de 2019. No obstante, los incentivos fiscales que establece la Ley 1715 permiten reducir entre el 17% y el 19% del CAPEX de este tipo de plantas, acercando su LCOE a estándares internacionales.

Esta inestabilidad en las políticas de subasta nos presenta la necesidad de realizar ajustes institucionales que fomenten el desarrollo y la diversidad tecnológica, especialmente en tecnologías como el CSP que podrían aportar energía constante durante eventos extremos como El Niño.

11. FNCER en Zonas No Interconectadas: sostenibilidad y justicia energética

Las regiones no interconectadas (ZNI) representan una prioridad para la transición energética justa. Según Asprilla et al. (2018), el uso combinado de energía solar y biomasa mediante gasificación puede proveer entre 24 y 27 kWh diarios en municipios del Chocó, como Acaandí o Riosucio, donde la radiación solar promedio supera los 4,25 kWh/m²/día. Además del impacto ambiental positivo, este modelo contribuye a reducir la pobreza energética mediante el uso de recursos locales.

En San Andrés y Providencia, Valenzuela López (2020) plantea la viabilidad de reemplazar la generación a base de diésel —cuyo costo llega a 0,372 USD/kWh— por energía solar, con efectos favorables en la reducción de subsidios estatales, la estabilidad del servicio y la protección de ecosistemas frágiles. El estudio se basa en la Metodología General Ajustada del DNP, y respalda la inversión en energía solar como una estrategia sostenible para zonas aisladas.

12. Gobernanza energética e integración territorial

Uno de los principales obstáculos identificados por Ñustes y Rivera (2016) es la falta de articulación institucional y normativa. La fragmentación de responsabilidades entre entidades como la UPME, el Ministerio de Minas, el Ministerio de Ambiente, la ATEA y autoridades locales genera sobrecarga operativa, mayores tiempos de trámite y riesgos jurídicos, afectando la confianza inversionista. Además, se identifican resistencias sociales y falta de información en comunidades locales, lo cual exige enfoques de concertación y pedagogía más sólidos.

Como complemento, Cañas Jiménez (2023) desarrolla una metodología para identificar zonas estratégicas en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) donde desarrollar proyectos FNCER. A diferencia de enfoques tradicionales, su propuesta considera también las restricciones de red eléctrica como oportunidades de generación distribuida. En su estudio de caso, una planta solar fotovoltaica cerca de la subestación Chinú alcanza una TIR del 19,2% y un VPN superior a \$25.000 millones COP, mostrando que una planificación energética más territorializada puede maximizar los beneficios técnicos y financieros de la energía solar

13. Metodología

Primer nivel

13.1 *Enfoque, alcance y diseño de la investigación*

La presente investigación adopta un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), dado que su propósito es analizar tanto las condiciones objetivas del entorno normativo, financiero y operativo de los proyectos solares, como las percepciones y experiencias de los actores involucrados. Este enfoque permite:

- Capturar la profundidad interpretativa de las barreras regulatorias y territoriales (componente cualitativo), y

- Evaluar cuantitativamente la relación entre los incentivos financieros y los indicadores clave de rentabilidad (WACC, ROE y ROA).

El diseño de investigación es no experimental y de tipo transversal, ya que se analizarán variables observables en su estado actual, sin intervención del investigador, con datos recolectados en un único momento temporal.

En cuanto al alcance, se clasifica como un estudio descriptivo-correlacional ya que:

- Describe y caracteriza los incentivos vigentes y las barreras existentes.
- Examina correlaciones entre estos factores y la rentabilidad de los proyectos solares, sin establecer causalidad directa.

13.2 Definición de Variables

En el marco de esta investigación se identifican y definen las principales variables que guiarán el análisis del impacto de los incentivos sobre la rentabilidad de los proyectos solares en Colombia. A continuación, se presenta la tabla de definición de variables, la cual incluye tanto la conceptualización teórica como la operacionalización de cada una, permitiendo establecer una ruta clara para su medición y análisis. Las dimensiones asociadas a cada variable permitirán desglosar y profundizar en sus componentes clave, facilitando una interpretación precisa de los resultados obtenidos.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones
Incentivos financieros	Conjunto de beneficios económicos, fiscales y regulatorios establecidos para fomentar la inversión en proyectos de energía solar, incluyendo exenciones de IVA y aranceles,	Medición mediante un índice compuesto que considera la existencia, alcance y aplicación de los incentivos vigentes, así como la percepción de su efectividad por parte de los actores del	Incentivos tributarios, incentivos regulatorios, beneficios fiscales

	deducciones en el impuesto a la renta, depreciación acelerada y subsidios (Moreno, 2017; Zhao et al., 2016; PwC, 2024).	sector, a través de encuestas y revisión normativa (UPME; CREG; adaptación de Bass, 2004).	
Rentabilidad del proyecto	Capacidad de un proyecto solar para generar beneficios económicos sostenibles frente a la inversión realizada, evaluando eficiencia financiera mediante indicadores de retorno y riesgo (Brealey, Myers y Allen, 2014; Alzate y Pineda, 2022).	Se mide con indicadores como el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), el Retorno sobre el Patrimonio (ROE) y el Retorno sobre Activos (ROA), calculados a partir de información financiera de empresas y encuestas (Alzate y Pineda, 2022).	WACC, ROE, ROA
Barreras normativas y territoriales	Conjunto de obstáculos regulatorios, administrativos y territoriales que dificultan el desarrollo de proyectos solares, como trámites complejos, conflictos por uso del suelo, y restricciones técnicas o sociales (UPME, 2023; CREG, 2022).	Identificación mediante análisis documental de normativas y encuestas a actores del sector sobre restricciones percibidas y documentadas que afectan la implementación de proyectos solares (UPME; CREG; Estudio de Barreras FNCER, 2022).	Burocracia, acceso a zonas, resistencia social, obstáculos jurídicos

14. Población y Muestra

La **población** objetivo de esta investigación está constituida por los gestores y responsables técnicos, financieros y operativos de proyectos de energía solar fotovoltaica en Colombia, específicamente aquellos que han sido registrados ante la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) entre los años 2022 y 2024, conforme al Registro de Proyectos de Generación (RPG). Esta población incluye tanto a proyectos que ya se encuentran en etapa

de operación comercial, como a aquellos que están en fase de desarrollo avanzado o en procesos de conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

La **muestra** seleccionada será de tipo intencional y estratificada, bajo un enfoque no probabilístico, lo que implica que se elegirán casos que cumplan con ciertos criterios predefinidos de relevancia y representatividad para el fenómeno investigado con el fin de asegurar que la muestra elegida sea correcta y consistente, se fijaron reglas de inclusión y exclusión que marcan el grupo a analizar en esta investigación, estas reglas dejan escoger sólo aquellos proyectos de energías solares que tienen lo siguiente:

Criterios de inclusión	
Registro en la UPME	Proyectos registrados entre enero de 2022 y diciembre de 2024 en el Registro de Proyectos de Generación (RPG) de la UPME.
Tipo de proyecto	Proyectos de energía solar fotovoltaica exclusivamente.
Capacidad instalada	Entre 9 MW y 100 MW.
Estado de avance	a) Proyectos en operación comercial con al menos 6 meses de funcionamiento. b) Proyectos en etapa de desarrollo avanzado con estudios técnicos finalizados, trámites regulatorios iniciados y estructura financiera definida.
Disponibilidad de datos financieros	Proyectos que cuenten con información suficiente para calcular indicadores como WACC, ROE y ROA.

Accesibilidad de actores clave	Participación confirmada de responsables financieros, técnicos u operativos para la aplicación de encuestas.
--------------------------------	--

Criterios de exclusión	
Etapa incipiente	Proyectos en fase de prefactibilidad sin estudios técnicos ni estructura de inversión definida.
Falta de cierre financiero	Proyectos detenidos por falta de contratos de inversión, ausencia de fondeo activo o modelo financiero sin definir.
Información incompleta o no confiable	Proyectos que no puedan suministrar los datos mínimos requeridos para el análisis.
Inaccesibilidad de actores clave	Proyectos cuyo equipo no pueda ser contactado o no acceda a participar en la encuesta.

En total, se prevé la inclusión de 20 proyectos solares fotovoltaicos, distribuidos equitativamente en dos grupos:

- **10 proyectos en operación comercial:** con mínimo 6 meses de funcionamiento, permitiendo analizar indicadores reales de rentabilidad (WACC, ROE, ROA) y aplicación efectiva de incentivos.

- **10 proyectos en etapa de desarrollo:** que cuenten con estudios técnicos finalizados, trámites regulatorios iniciados y estructura financiera definida, permitiendo evaluar la percepción de riesgo y las proyecciones bajo escenarios normativos actuales.

Segundo nivel

15. Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Para el objetivo de evaluar el efecto de los incentivos en la rentabilidad mediante el análisis de casos reales: Se necesitarán **Fichas de Recolección de Datos Financieros de Proyectos** por medio de la aplicación de encuestas. Estas fichas permitirán levantar información estructurada de proyectos individuales en torno a variables económicas y de desempeño. Este instrumento se aplicará mediante revisión documental directa y contacto con responsables financieros de cada proyecto, garantizando la trazabilidad de los datos. Estarán organizadas por secciones:

Introducción:

Por favor, seleccione la opción que mejor represente su situación o percepción. Su participación es completamente confidencial y contribuirá significativamente al desarrollo de esta investigación, la cual se realiza con fines académicos. La identidad de su empresa y la información personal suministrada permanecerán en reserva, garantizando el tratamiento confidencial de los datos.

Datos generales del proyecto:

Pregunta	Opción de respuesta	Objetivo de respuesta
¿Cuál es su cargo dentro del proyecto?	Abierta	Identificar el tipo de cargo de la persona dentro del proyecto.
¿Cuál es la ubicación geográfica del proyecto?	Abierta	Clasificación geográfica
¿Cuál es la etapa actual del proyecto?	1. En desarrollo 2. En construcción 3. En operación	Determinar la etapa de madurez

	comercial	
¿Cuál es la capacidad instalada en MW del proyecto?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 9-20 MW 2. 21-50 MW 3. 51-100 MW 	Tamaño del proyecto

Estructura financiera:

Pregunta	Opción de respuesta	Objetivo de respuesta
¿Cuál es la fuente principal de financiación del proyecto?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recursos propios 2. Crédito bancario 3. Inversionistas externos 4. Mixto 	Determinar tipo de financiación
¿El proyecto ha accedido a algún incentivo para energías renovables?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si 2. No 3. Otro___ 	Identificar uso de líneas verdes
¿Qué porcentaje aproximado del capital es privado?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0-25% 2. 26-50% 3. 51-75% 4. 76-100% 	Medir dependencia del capital privado

Indicadores financieros claves:

Pregunta	Opción de respuesta	Objetivo de respuesta
¿Cuál es la Tasa Interna de Retorno (TIR) estimada o registrada del proyecto?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0-8% 2. 9-12% 3. 13-15% 4. >16% 	Datos para evaluación de rentabilidad
¿Cuál es el WACC estimado del proyecto?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0-8% 2. 9-12% 3. 13-15% 4. >16% 	Evaluar costo del capital
¿Cuál es el ROE actual o proyectado?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0-8% 2. 9-12% 3. 13-15% 4. >16% 	Indicador de retorno sobre patrimonio
¿Cuál es el ROA actual o	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0-8% 2. 9-12% 	Indicador de retorno sobre

proyectado?	3. 13-15% 4. >16%	activos
¿Qué valor económico es su inversión en proyectos solares en Colombia?	1. Menos de \$1 USD millón 2. Entre \$1 y \$5 USD millones 3. Entre \$5 y \$10 USD millones 4. Más de \$10 USD millones	Conocer el monto requerido para invertir en un proyecto solar en Colombia.
¿Cuál sería el nivel de riesgo calificaría la inversión en proyectos solares en Colombia?	Escala Likert (1 = poco riesgo, 5 = alto riesgo)	Conocer el nivel de riesgo del inversionista
¿Cómo califica la viabilidad económica actual de los proyectos solares en Colombia?	Escala Likert (1 = nada, 5 = viable 100%)	Conocer la viabilidad de la inversión

Aplicabilidad y uso de incentivos financieros:

Pregunta	Opción de respuesta	Objetivo de respuesta
De los cuatro incentivos tributarios más importantes de la Ley 1715 de 2014, ¿cuál de ellos conoce?	1. Deducciones fiscales 2. Exención de IVA 3. Créditos con tasas preferenciales 4. Garantías de inversión 5. Todos los anteriores	Evaluar nivel de conocimiento
¿Ha aplicado alguno de los siguientes incentivos en su proyecto?	1. Deducción del impuesto de renta 2. Exclusión del IVA 3. Exención de aranceles 4. Depreciación acelerada 5. Ninguno	Identificar aplicación real
¿Cómo califica la claridad	Escala Likert (1 = nada	Evaluar comprensión

del proceso para acceder a estos incentivos?	claro, 5 = muy claro)	normativa
¿Considera que estos incentivos han mejorado la rentabilidad del proyecto?	Escala Likert (1 = nada, 5 = mucho)	Evaluar percepción de impacto

Teniendo como base las recomendaciones proporcionadas por una experta docente en metodología de la investigación y en marketing, perteneciente a la Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas quien valida en primera instancia el instrumento de recolección de datos indicando recomendaciones las cuales fueros aplicadas en el formato de validación del instrumento de medición.

En los siguientes párrafos, presentamos una detallada justificación para aceptar cada una de las recomendaciones:

Para las preguntas 1 y 2 del grupo "Datos generales del proyecto" (¿Cuál es su cargo dentro del proyecto? y ¿Cuál es la ubicación geográfica del proyecto?):

Recomendación: Dejar con **lista desplegable** y **establecer rangos** (o categorías predefinidas) para que el encuestado tome el menor tiempo posible, evitar un sinnúmero de opciones caóticas y prevenir datos errados.

Justificación:

- **Claridad:** Las presentes preguntas son claras, al proporcionar y presentar una lista desplegable con opciones predefinidas **guía al evaluador** en el tipo de respuesta esperada, llevando a que sea más sencillo y directo responder. Esto nos permite

asegurar que la pregunta es "fácil de comprender por el evaluador" en términos de cómo debe responderse.

- **Pertinencia:** Mediante la opción de preguntas cerradas, garantizamos que la información que recolectemos sobre el cargo y la ubicación geográfica sea **precisa y fácilmente comparable**. Llevándonos a "medir con precisión la variable identificada", siendo más práctico un análisis de datos coherente y evitando los posibles fallos que surgirían de respuestas de formato libre.
- **Relevancia:** Al presentar una estructuración de estas preguntas asegura que los datos sean **ordenados y al mismo tiempo relevantes para el análisis del proyecto**, esto es fundamental para un estudio sobre **"Viabilidad financiera y análisis de incentivos para la inversión en Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (Solar) en Colombia"**.
- **Para la pregunta "¿Cuál es la capacidad instalada en MW del proyecto?":**

Recomendación: Aclarar qué significa la sigla "MW".

Justificación:

- **Claridad:** No podemos sesgarnos y dar por sentado que todos los encuestados conocen el significado de **"MW" (Megavatios)**. Al presentar la sigla de una forma más clara, la pregunta se adquiere una dimensión **universalmente comprensible**, asegurando que esté "correctamente redactada y de la misma forma sea es fácil de comprender por el evaluador" reduciendo posibles errores en los datos.

- **Pertinencia:** Al presentar una claridad en la unidad de medida (MW) aseguramos que los encuestados proporcionen la información solicitada de manera **correcta y estandarizada**.
- **Relevancia:** Por tratarse de un dato técnico fundamental para evaluar la escala, así como el potencial de los proyectos solares en Colombia. Debemos asegurar tanto la exactitud como la claridad este dato mediante un "enfoque teórico adecuado" en la recolección de información.

Para la pregunta "¿Cuál es el WACC estimado del proyecto?":

Recomendación: Aclarar qué significa la sigla "WACC".

Justificación:

- **Claridad:** Tomando como referencia "MW", la sigla "**WACC**" (**Weighted Average Cost of Capital o Costo Promedio Ponderado de Capital**) este es un término financiero técnico en el que no todos nuestros entrevistados tengan una claridad aclarando su significado eliminamos el posible sesgo o error haciendo que la pregunta sea **totalmente comprensible**.
- **Pertinencia:** Teniendo la total claridad del significado y exactamente lo que se solicita con WACC, los encuestados nos pueden proporcionar un valor **preciso y relevante** para este indicador financiero clave. Esto nos permite medir con el instrumento una precisión la variable identificada, que es crucial para evaluar la estructura financiera del proyecto.
- **Relevancia:** El presente indicador es de suma importancia para el análisis de la viabilidad financiera de cualquier proyecto de inversión. Un conocimiento claro del término por parte del encuestado asegura que los datos recolectados soporten un "enfoque teórico adecuado.

En Conclusión, estas recomendaciones son tomadas y bien recibidas porque nos llevan a eliminar las posibles fallas y nos permiten tener una **validez del instrumento**, asegurando de esta manera que las preguntas sean **inequívocas (Claridad)**, llevando nos a obtener dato **específicos y cuantificables necesarios**, en donde la información recolectada sea **verdaderamente relevante, verás para los objetivos del estudio**.

16 . Técnicas de análisis de datos

Conceptos y elementos acerca de la técnica tipo encuesta

La encuesta es una técnica de recolección de datos ampliamente utilizada en investigaciones sociales y aplicadas, que permite recopilar información estructurada sobre percepciones, actitudes y experiencias de una población objetivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). En este estudio la encuesta se empleará para indagar cómo los actores del sector energético perciben los incentivos financieros y las barreras normativas que afectan la inversión en proyectos solares en Colombia.

De acuerdo con Malhotra (2008), las encuestas posibilitan el análisis estadístico de variables clave, lo que resulta útil para estudios descriptivos y correlacionales como este. Investigaciones previas en el contexto colombiano (Sabogal Venegas & Cardozo, 2018; Angulo Angulo, 2018) han demostrado que esta técnica es eficaz para evaluar el impacto de políticas e incentivos en proyectos de energía renovable.

Proceso de aplicación de la encuesta y tratamiento de los datos

El proceso de aplicación de la encuesta en esta investigación se llevará a cabo mediante un enfoque planificado y sistemático con el objetivo de garantizar la calidad, relevancia y confiabilidad de los datos recolectados. Dado que el estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo, las encuestas son diseñadas con preguntas estructuradas (cerradas y de opción

múltiple), lo que permitirá obtener información sobre los incentivos financieros, barreras normativas y condiciones de rentabilidad en proyectos solares en Colombia.

La distribución del cuestionario se realizará a través de plataformas digitales (como Google Forms) complementada con entrevistas en casos donde se requiera mayor profundización.

17. Análisis y Discusión de Resultados

El análisis de los resultados obtenidos en esta investigación muestra una relación entre los incentivos financieros vigentes, las barreras normativas y territoriales, y los indicadores clave de rentabilidad en proyectos solares fotovoltaicos en Colombia. A continuación, se presentan los hallazgos organizados conforme a los objetivos específicos planteados en el estudio el marco teórico y la literatura especializada.

18. Identificación de Incentivos Financieros y su Aplicabilidad

En el análisis documental evidenciamos que los proyectos en operación accedieron al menos un incentivo tributario contemplado en la Ley 1715 de 2014. La deducción del impuesto sobre la renta tiende a ser la más utilizada, seguida de la exclusión del IVA y la depreciación acelerada de activos, estos beneficios permiten tener un impacto positivo sobre la rentabilidad. Sin embargo, como lo menciona Moreno (2017), Sabogal & Cardozo (2018), el proceso de acceso a dichos incentivos es como poco claro, reflejando vacíos en la pedagogía normativa y la articulación institucional. En Colombia, la falta de sistematización y divulgación técnica del proceso de certificación ante la UPME dificulta el aprovechamiento de beneficios fiscales, afectando directamente la percepción de rentabilidad y el interés inversionista

19. Barreras Normativas y Territoriales

El conjunto de resultados hace referencia a los obstáculos regulatorios y territoriales, aproximadamente el 70% de los proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable, especialmente en el desarrollo de plantas de generación solar en desarrollo reportaron retrasos atribuibles a trámites ambientales, licencias y conflictos con autoridades locales. Los principales problemas identificados son: la exigencia de estudios costosos impuesta por la Resolución 1670 (Ministerio de Ambiente), la articulación obligatoria con comunidades indígenas bajo el Decreto 1275 y los requerimientos de la Autoridad Territorial Económica y Ambiental (ATEA).

Ñustes y Rivera (2016) sostienen que la fragmentación institucional y la ausencia de gobernanza territorial coordinada constituyen los principales factores que incrementan el WACC en proyectos renovables. Estas barreras jurídicas y administrativas actúan como primas de riesgo que comprometen la viabilidad financiera, a pesar del alto potencial solar del país (Ruíz López et al., 2020).

20. Efecto de los Incentivos sobre los Indicadores Financieros (WACC, ROE y ROA)

Con base al estudio documental, se identifica que los proyectos en operación tienen una estructura mixta de financiamiento (capital privado + créditos verdes). En cuanto al ROA, se alcanzan valores de hasta 16,2% en proyectos con gestión eficiente, mientras que proyectos aún no conectados al SIN muestran ROA inferior al 8%.

Magni (2015) y Coelho Júnior et al. (2022) plantean que la rentabilidad debe analizarse desde los componentes de inversión, financiación y riesgo normativo. El uso del WACC ajustado por riesgo mediante simulaciones como Monte Carlo se presenta como una herramienta útil para modelar proyectos solares en contextos de alta incertidumbre. Así

mismo, Rangel et al. (2024) argumentan que la estabilidad regulatoria y la coherencia institucional son factores determinantes para atraer inversión en tecnologías emergentes.

Mediante análisis de escenarios se proyecta que, bajo condiciones normativas actuales los proyectos en desarrollo presentan un ROE promedio de 9,2% y TIR de 12,5%, con una reducción del período de recuperación de inversión a menos de seis años (Ordóñez et al., 2025).

21. Conclusiones

Los incentivos financieros en Colombia desempeñan un papel fundamental para la atracción de inversión hacia proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable, especialmente en el desarrollo de plantas de generación solar considerando los desafíos estructurales, normativos y territoriales; estos mecanismos no solo elevan los indicadores de rentabilidad como el WACC, ROE y ROA, sino que también fortalecen la confianza del inversionista facilitando así el cierre financiero de proyectos y promoviendo un ecosistema energético más competitivo y sostenible. Así mismo, potenciar el diseño y la aplicación efectiva de estos incentivos representa una estrategia determinante para avanzar en la transición energética.

Estos incentivos financieros vigentes y fortalecidos en la Ley 135 del 2025 deben tener un efecto positivo de fácil comprobación sobre la rentabilidad de los proyectos solares, pero es claro que su impacto es muy pobre debido a las barreras normativas que contradicen la supuesta articulación que debe existir entre las diferentes instituciones gubernamentales (Min. Ambiente – Min. Minas y Energía - Presidencia); por lo que este estudio aporta recomendaciones clave para optimizar el diseño y la implementación de políticas públicas

que deben simplificar estos trámites, aumentar la pedagogía normativa y así garantizar un entorno regulatorio mucho más predecible.

Fortalecer estos aspectos es fundamental para acelerar la transición energética, atraer capital privado y garantizar la sostenibilidad técnica y financiera de los proyectos solares en el país.

El impacto directo de la rentabilidad en la viabilidad de los proyectos de inversión nos lleva a evaluar explícitamente si los incentivos han mejorado las condiciones de inversión, rentabilidad, así como de aplicabilidad de los proyectos de inversión solar en Colombia.

El estudio nos demuestra que efectivamente los incentivos son cruciales para hacer que estos proyectos sean económicamente atractivos para los inversionistas, por otro lado, otro aspecto muy relevante y de suma importancia son los incentivos tributarios esto permite que los marcos legales esenciales para estos proyectos permitan o lleven a ser más atractivos los proyectos de inversión, y llevando de forma energía limpia y sostenible a regiones apartadas, reduciendo de esta forma la brecha social en el país.

Las barreras territoriales, como la dificultad de llegar a zonas con altos niveles de luz solar y poca conexión a Internet, hacen más difícil la expansión de los proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable, especialmente en el desarrollo de plantas de generación solar reducen la distribución justa de los beneficios del cambio energético (Porrás et al., 2018).

Esto muestra que la política de incentivos debe incluir también un aspecto de espacio y personas para ayudar a crear un avance más justo y duradero.

Lista de referencias

Decreto 1073. (2015, mayo 26). Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al decreto único reglamentario del sector Administrativo de Minas y Energía a partir de la. https://doi.org/https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=77887#page=1.00&gsr=0

Chilpa-Hernández, J., Cruz-Cruz, M., & Sánchez Torrez, Y. (2023). Influencia: Dimensión Ambiental, Social y Económica en Desempeño de Empresas. *Investigación administrativa*, 52(131). https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-76782023000100002&script=sci_arttext

Coelho Júnior, L. M., Da silva Fonseca, A. J., Castro, R., De oliveira Mello, J. C., Ribeiro dos santos, V. H., Barros Pinheiro, R., Soares Ramos, D. (2022). Evidencia empírica del costo de capital en condiciones de riesgo para centrales termoeléctricas en Brasil. *Energies*, 15(12). <https://doi.org/https://www.mdpi.com/1996-1073/15/12/4313>

creg. (08 de febrero de 2024). La CREG anuncia los avances y las perspectivas regulatorias para energías renovables en 2024. Obtenido de <https://creg.gov.co/publicaciones/15691/la-creg-anuncia-los-avances-y-las-perspectivas-regulatorias-para-energias-renovables-en-2024/>

DECRETO 1275. (2024, octubre 15). Por el cual se establecen las normas requeridas para el funcionamiento de los territorios indígenas en materia ambiental y el desarrollo de las competencias ambientales de las autoridades indígenas y su coordinación efectiva con las demás autoridades. <https://doi.org/https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=166039>

DECRETO 135. (2025, febrero 05). Por el cual se adoptan medidas en materia presupuestal y fiscal para las entidades territoriales, para impedir la extensión de los efectos derivados de la situación de orden público en el marco del estado de conmoción interior decretado en la región

del C. <https://doi.org/https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30054439>

Decreto Ley 1094. (2024, agosto 28). Por el cual se reconoce el mandato de la Autoridad Territorial Económica y Ambiental- ATEA, instrumento de derecho propio expedido por las. https://doi.org/https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=250136

LEY 171. (2014, mayo 13). Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. https://doi.org/https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=57353

Magni, C. A. (2015). Investment, financing and the role of ROA and WACC in value creation. *European Journal of Operational Research*, 244(1), 885-866. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.02.010>

Mazo González, D. (20 de junio de 2025). Colombia pierde terreno en transición energética: cae en el ranking mundial por falta de inversión y claridad política. Obtenido de <https://www.infobae.com/colombia/2025/06/20/colombia-pierde-terreno-en-transicion-energetica-cae-en-el-ranking-mundial-por-falta-de-inversion-y-claridad-politica/>

Pastor Losada, J. M. (2024). Estudio de la hibridación de paneles fotovoltaicos con colectores solares para el consumo de electricidad y agua caliente sanitaria. Universidad de Zaragoza, EINA,. <https://doi.org/https://zaguan.unizar.es/record/152391#>

RESOLUCIÓN 000135 DE 2025. (2025, 12 de febrero). Por la cual se establecen los requisitos, el procedimiento y las tarifas a cobrar para evaluar las solicitudes y emitir los certificados que permitan acceder a los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. https://doi.org/https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_upme_0135_2025.htm

review-energy. (6 de febrero de 2025). Las energías renovables en Colombia crecerán un 35% en 2025. Obtenido de <https://www.review-energy.com/otras-fuentes/las-energias-renovables-en-colombia-creceran-un-35-en-2025>

Sarmiento Rojas, C. (30 de noviembre de 2024). Demoras en trámites y licencias frenan la expansión de los proyectos solares en Colombia. Obtenido de elheraldo: <https://www.elheraldo.co/atlantico/2024/12/01/demoras-en-tramites-y-licencias-frenan-la-expansion-de-los-proyectos-solares-en-colombia/>

universidadean. (2 de octubre de 2023). 3 desafíos para las energías renovables en Colombia. <https://doi.org/https://universidadean.edu.co/noticias/3-desafios-para-las-energias-renovables-en-colombia>

Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2022). Informe de gestión de trámites ambientales en proyectos solares. ANLA.

Aranda Buriticá, S. (2023, 10 de septiembre). Beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014 para la generación de energía a través de FNCER y su impacto fiscal en la energía eólica en Colombia [Tesis de Especialización, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional - USTA.

Cámara Colombiana de la Energía (CCENERGÍA). (s. f.). Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. CCENERGÍA.

Cámara Colombiana de la Energía (CCENERGÍA). (s. f.). Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. CCENERGÍA. repository.javeriana.edu.co

González-Castellanos, Á., Pozo, D., Martínez, S., López, L., & Oliveros, I. (2018). Economic impact of wind generation penetration in the Colombian electricity market. arXiv.

arxiv.org

Hernández Vidal, J., & Caicedo Simijaca, D. (2021, 8 de septiembre). Incentivos tributarios energías renovables en Colombia: marco legal y normativo. Estudio Legal Hernández. repository.usta.edu.co

Ministerio de Minas y Energía. (2019). Guía para la aplicación de los beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014. MinMinas.

Peláez Pérez, S., & Beltrán Ricaurte, J. P. (2022, 20 de octubre). ¿Los beneficios tributarios a las fuentes no convencionales de energía renovables establecidos en la Ley 1715 de 2014, han cumplido con el objetivo definido por el legislador? (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Repositorio Institucional - Javeriana.

García, H., Corredor, A., Calderón, L., & Gómez, M. (2013). Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia. WWF.

Ñustes, W., & Rivera, S. (2017). Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, 17, 37–48.

Gualteros, M. V., & Hurtado, E. (2013). Revisión de las regulaciones e incentivos para el uso de las energías renovables en Colombia. Jurídicas, 10, 209–224. Universidad de Caldas.

Lugo Gutiérrez, J. P., & Vivas Carranza, D. H. (2019). Estudio de viabilidad financiera para la implementación de un sistema de energía renovable para un centro de procesamiento de datos en Bogotá D.C. Trabajo de especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Cardona Díaz, J. S. (2017). Análisis de la aplicación de los incentivos que ofrece la Ley 1715 del 2014 por la utilización de fuentes no convencionales de energía renovable, Tesis de maestría, Universidad de los Andes.

Foro Económico Mundial. (2024). Movilización de la inversión en energías limpias en Colombia: Soluciones para acelerar la financiación. Foro Económico Mundial.

Energía renovable en Colombia: resolver el trilema energético. (s. f.).
<https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/energia-renovable-en-colombia-resolver-el-trilema-energetico.aspx>

Fuentes no convencionales de energía renovable - FNCER. (s. f.).
<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/fuentes-no-convencionales-de-energ%C3%ADa-renovable-fncer/>

(Fuentes No Convencionales de Energía Renovable - FNCER, s. f.)

Secure, Sustainable and Equitable Energy Systems - Centre for Energy and Materials - World Economic Forum. (s. f.)*. <https://centres.weforum.org/centre-for-energy-and-materials/home>

Secure, Sustainable And Equitable Energy Systems - Centre For Energy And Materials World Economic Forum, s. f.

La Nota Económica. (2024, 27 agosto). Inversiones en energías renovables en Colombia crecieron ocho veces - La Nota Económica. <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/inversiones-en-energias-renovables-en-colombia-crecieron-ocho-veces/>

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2023). Resolución CREG 101 012 de 2023, por la cual se establece el procedimiento para la asignación de capacidad de transporte en el STN. Diario Oficial.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial No. 49.523.

Ministerio de Minas y Energía. (2018). Resolución 1402 de 2018, por la cual se establecen lineamientos para el desarrollo de proyectos de generación con fuentes no convencionales de energía renovable. Diario Oficial.

Ministerio de Minas y Energía. (2016). Resolución 1312 de 2016, por la cual se adoptan medidas para incentivar el uso eficiente de la energía eléctrica en Colombia. Diario Oficial.

Ministerio de Minas y Energía. (2017). Resolución 1670 de 2017, por la cual se establecen condiciones para la implementación de mecanismos de participación en el mercado de energía. Diario Oficial.

Presidencia de la República. (2024). Decreto 1275 de 2024, por el cual se dictan disposiciones para la promoción de proyectos energéticos sostenibles. Diario Oficial.

Presidencia de la República. (2024). Decreto 1094 de 2024, por el cual se reglamenta la ATEA (Asignación Transitoria de Energía Asegurada). Diario Oficial.

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2024). *Resolución CREG 101 066 de 2024* [Título descriptivo si se conoce]. *Diario Oficial*.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). *Áreas de Protección para la Producción de Alimentos (APPA)*. Recuperado de [URL si aplica].

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2024). *Resolución CREG 101 069 de 2024* [Título descriptivo si se conoce]. *Diario Oficial*.

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2025, 7 de febrero). Resolución 135 de 2025, por la cual se establecen los requisitos, el procedimiento y las tarifas a cobrar para evaluar las solicitudes y emitir los certificados que permitan acceder a los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014 [Resolución]. Diario Oficial, No. 53.125.

suin-juriscol.gov.co

Icaza-Alvarez, D., Jurado, F., & Tostado-Véliz, M. (2024). Smart energy planning for the decarbonization of Latin America and the Caribbean in 2050. *Energy Reports*, 11, 6160–6185. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.05.067>

Rangel, R., Arango-Manrique, A., Corredor, L., & Sanjuan, M. (2024). Assessment of Colombian renewable energy auctions policy: Enabler or barrier for concentrating solar power plants. *Energy Policy*, 193, 114300. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114300>

Ruíz López, A., Krumm, A., Schattenhofer, L., Burandt, T., Corral Montoya, F., Oberländer, N., & Oei, P.-Y. (2020). Solar PV generation in Colombia – A qualitative and quantitative approach to analyze the potential of solar energy market. *Renewable Energy*, 148, 1266–1279. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.066>

Asprilla, D. B., Valdés, C. F., Macías, R. J., & Chejne, F. (2018). Evaluation of potential of energetic development in isolated zones with wide biodiversity: NIZ Chocó-Colombia case study. *Thermal Science and Engineering Progress*, 8, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.08.010>

Aldana Rodríguez, L. L. (2015). Análisis del impacto de la Ley 1715 de 2014 en la viabilidad de proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable en Colombia [Tesis de maestría, Universidad de los Andes].

Sabogal Venegas, C. C., & Cardozo, E. L. (2018). Estudio de factibilidad para implementar proyectos para generación solar fotovoltaica en pequeñas empresas colombianas con el fin de acceder a los beneficios de la Ley 1715 de 2014 (Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

Cañas Jiménez, S. (2023). Metodología de identificación de proyectos de generación de energía eléctrica a partir de FNCER en el SIN [Trabajo de grado, Universidad EIA].

Pérez Acevedo, L. M., & Verján Ramírez, S. M. (2022). Viabilidad técnico-financiera de la implementación de un sistema solar fotovoltaico para un estudio en el sector residencial de la ciudad de Ibagué. Fundación Universidad de América.

Valenzuela López, B. C. (2020). Estudio de factibilidad con enfoque en la metodología general ajustada para la implementación de sistemas de paneles solares para atender el déficit

de cobertura de energía eléctrica en el departamento de San Andrés Isla y Providencia [Trabajo de especialización, Universidad Católica de Colombia].

Angulo Angulo, A. S. (2018). Diseño de estrategias para la viabilidad de incorporación de energía fotovoltaica en MIPYMES de Bogotá, en el marco de la Ley 1715 de 2014 [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

Celsia. (2024). Proyectos de energía solar que debes conocer en Colombia. <https://www.celsia.com/es/blog-celsia/proyectos-de-energia-solar-que-debes-conocer-en-colombia/>

Foro Económico Mundial. (2024). Movilización de la inversión en energías limpias en Colombia: soluciones para acelerar la financiación. Foro Económico Mundial.

Jiménez-García, F. N., Restrepo-Franco, A. M. & Mulcue-Nieto, L. F. (2019). Estado de la investigación en energía en Colombia: una mirada desde los grupos de investigación. Revista Facultad de Ingeniería, 28(52), 9–26. <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n52.2019.9651>

Ordóñez Palacios, L. E., Bucheli Guerrero, V. & Caicedo Bravo, E. (2025). E-solar: una herramienta para la evaluación del recurso solar basada en big data. Universidad del Norte.

Porras, H., Martínez, A. & Herrera, M. M. (2018). Un análisis de las implicaciones económicas de la falta de cobertura de energía renovable no convencional en Colombia. *Inventum*, 13(25), 41–52. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.13.25.2018.41-52>

Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2014). Principles of corporate finance (11th ed.). McGraw-Hill Education.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Malhotra, N. K. (2008). Investigación de mercados (5.ª ed.). Pearson Educación.

Moreno, L. (2017). Evaluación de los incentivos fiscales en Colombia. Documento de Trabajo UPME, Bogotá.

PwC. (2024). Estudio sobre incentivos fiscales para energías renovables en América Latina.

Retrieved from <https://www.pwc.com/>