

Sostenibilidad Empresarial y Valor Financiero: Estrategias de Reducción de Huella de Carbono e Incentivos Fiscales en el Contexto Energético Colombiano

Corporate Sustainability and Financial Value: Carbon Footprint Reduction Strategies and Tax Incentives in the Colombian Energy Sector

Luis Eduardo Castellanos González
*Contador Público, Candidato a Magíster
en Administración*
Universidad Santo Tomás ·
luis.castellanosgo@usantoto.edu.co

Anny Sirleny García Ochoa
*Contadora Pública, Candidata a
Magíster en Administración*
Universidad Santo Tomás ·
anny.garcia@usantoto.edu.co

*Universidad Santo Tomás Seccional Tunja
Facultad de Administración de Empresas
Tunja – Boyacá 2026*

Sostenibilidad Empresarial y Valor Financiero: Estrategias de Reducción de Huella de Carbono e Incentivos Fiscales en el Contexto Energético Colombiano

Corporate Sustainability and Financial Value: Carbon Footprint Reduction Strategies and Tax Incentives in the Colombian Energy Sector

Luis Eduardo Castellanos González
*Contador Público, Candidato a Magíster
en Administración*
Universidad Santo Tomás ·
luis.castellanosgo@usantoto.edu.co

Anny Sirleny García Ochoa
*Contadora Pública, Candidata a
Magíster en Administración*
Universidad Santo Tomás ·
anny.garcia@usantoto.edu.co

TRABAJO DE GRADO

Para optar al título de Magister en Administración

DIRECTOR

Dr. Luis Fredy Sosa Quintero

CODIRECTOR

Dra. Nancy Patricia García Pacheco

*Universidad Santo Tomás Seccional Tunja
Facultad de Administración de Empresas
Tunja – Boyacá 2026*

Resumen

Este artículo de investigación evalúa la relación entre las estrategias corporativas de reducción de huella de carbono y la generación de valor financiero en empresas del sector energético colombiano, amparada en los incentivos fiscales establecidos por las Leyes 1715 de 2014 y 2099 de 2021. Mediante un enfoque metodológico mixto que integra el análisis de tres referentes internacionales Ørsted, Iberdrola y AES Andes, con el estudio de tres empresas nacionales ISA, Celsia y TermoemCali, y un modelo de flujo de caja descontado con un costo de capital del 7% real construido por CAPM a partir de la prima de riesgo país de Colombia (Damodaran, 2026), se cuantifica el efecto de los incentivos sobre la rentabilidad de la inversión. El análisis revela que, con un costo de capital adecuadamente estimado, los proyectos de energía renovable resultan viables aun sin incentivos, y que el aporte decisivo de estos consiste en multiplicar el valor creado y acelerar la recuperación del capital: el valor presente neto de un parque eólico de 50 MW asciende de 38.794 a 105.963 millones de pesos, y la tasa interna de retorno de una granja solar de 10 MW sube del 10,6% al 15,6%. El valor presente del escudo fiscal equivale a cerca del 20% del capital invertido una vez aplicado el límite de la Tasa de Tributación Depurada de la Ley 2277 de 2022, y sitúa el costo nivelado de energía muy por debajo del costo marginal térmico. El estudio propone además cuatro indicadores financiero-ambientales -ROI Verde, EBITDA ajustado por carbono, intensidad de carbono sobre ingresos y greenium- para hacer seguimiento a este tipo de proyectos. Los casos de ISA y Celsia confirman empíricamente que la sostenibilidad y el desempeño financiero son objetivos complementarios. El artículo concluye con recomendaciones estratégicas diferenciadas por perfil de empresa.

Palabras clave: sostenibilidad empresarial; huella de carbono; incentivos fiscales; energías renovables; valor financiero; indicadores financiero-ambientales; Colombia.

Abstract

This article examines the relationship between the adoption of corporate carbon footprint reduction strategies and financial value creation in Colombia's energy sector, within the framework of tax incentives established by Law 1715 of 2014 and Law 2099 of 2021. Using a mixed-methods approach that integrates analysis of three international benchmarks Ørsted,

Iberdrola, and AES Andes, with three national case studies ISA, Celsia, and TermoemCali, and a discounted cash flow model with a 7% real cost of capital built through CAPM from Colombia's country risk premium (Damodaran, 2026), the study quantifies the effect of incentives on investment profitability. The analysis reveals that, with a properly estimated cost of capital, renewable energy projects are viable even without incentives, and that the decisive contribution of incentives is to multiply created value and accelerate capital recovery: the net present value of a 50 MW wind farm rises from 38,794 to 105,963 million pesos, and the internal rate of return of a 10 MW solar plant increases from 10.6% to 15.6%. The present value of the tax shield equals close to 20% of invested capital once the limit imposed by the minimum tax rate of Law 2277 of 2022 is applied, and places the levelized cost of energy well below the thermal marginal cost. The study also proposes four financial-environmental indicators -Green ROI, carbon-adjusted EBITDA, carbon intensity over revenue, and greenium- to monitor this type of project. The ISA and Celsia cases empirically confirm that sustainability and financial performance are complementary objectives. The article concludes with differentiated strategic recommendations by company profile.

Keywords: corporate sustainability; carbon footprint; tax incentives; renewable energy; financial value; financial-environmental indicators; Colombia.

Lista de Abreviaturas y Siglas

SIGLA	SIGNIFICADO	SIGLA	SIGNIFICADO	SIGLA	SIGNIFICADO
ASECN	Alianza Sector Eléctrico Carbono Neutral	IVA	Impuesto al Valor Agregado	BESS	Almacenamiento de energía en baterías (Battery Energy Storage System)
JEL	Journal of Economic Literature (clasificación)	BVC	Bolsa de Valores de Colombia	MSCI	Morgan Stanley Capital International (calificación ESG; AAA es la máxima)
CCBS	Climate, Community and Biodiversity Standards	MWh	Megavatio-hora (energía)	CDP	Carbon Disclosure Project (A es la máxima calificación)
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional	COP	Pesos colombianos	PPA	Contrato de compra de energía (Power Purchase Agreement)
EBITDA	Utilidad antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización	PROURE	Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía	ESG	Ambiental, social y de gobernanza (Environmental, Social and Governance)
RENARE	Registro Nacional de Reducción de Emisiones de GEI	FENOGE	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía	ROAE	Rentabilidad sobre el patrimonio promedio
FNCE	Fuentes No Convencionales de Energía (renovable)	ROI	Retorno sobre la inversión (Return on Investment)	GEI	Gases de Efecto Invernadero
SBTi	Science Based Targets initiative	GHG	Greenhouse Gas (equivalente en inglés de GEI)	SEC	Securities and Exchange Commission (EE. UU.)
Global 100	Índice de las 100 empresas más sostenibles (Corporate Knights)	SROI	Retorno social de la inversión (Social Return on Investment)	GBP/GLP	Principios de Bonos Verdes / Principios de Préstamos Verdes
tCO₂e	Toneladas de CO ₂ equivalente	GRI	Global Reporting Initiative (estándar de reporte)	TCFD	Task Force on Climate-related Financial Disclosures

GW / GWh	Gigavatio / Gigavatio-hora	UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética	ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
VCS	Verified Carbon Standard	IFC	Corporación Financiera Internacional (International Finance Corporation)	VRIN	Valioso, raro, inimitable y no sustituible (recursos)
IFRS S1/S2	Normas de divulgación de sostenibilidad (ISSB)	VUCE	Ventanilla Única de Comercio Exterior	XM	Operador del Sistema Interconectado Nacional (Sinergox: su plataforma de datos)

1. Introducción

En la última década la transición a modelos económicos sostenibles representa uno de los desafíos de mayor interés para el empresariado colombiano durante la tercera década del siglo XXI. Durante este último tiempo, ha dado importancia relativa la crisis climática, así mismo, el naciente compromiso y la relación directa entre gestión ambiental y competitividad financiera (Chung & Lee, 2021; Wang et al., 2024), impulsada por los compromisos del Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015) que establece un entorno en el que la sostenibilidad ya no es solo una opción estratégica, sino un requisito para la permanencia de las organizaciones en los mercados de capital internacionales.

Colombia destaca en este escenario dado que dispone de uno de los marcos normativos de incentivos a la transición energética más completos de América Latina, bajo las Leyes 1715 de 2014 y 2099 de 2021.

En octubre del 2024 Colombia fue sede de la COP16 en Cali, acontecimiento que generó inversiones de USD 100 millones destinados a para proyectos de transición energética y biodiversidad (MinAmbiente, 2024).

No obstante, la baja utilización de estos incentivos por parte del sector empresarial evidencia una brecha significativa entre las oportunidades que ofrece el marco regulatorio y su implementación real (Deutsche GIZ, 2021). Subsanan esta problemática conlleva a comprender, con rigor financiero y académico, *el valor real de* la sostenibilidad para las empresas colombianas y cómo dichas disposiciones permiten el fortalecimiento de la rentabilidad.

El interrogante central de esta investigación es el siguiente: ¿Cuál es el impacto de la adopción de estrategias corporativas de reducción de huella de carbono, apoyadas en los

incentivos fiscales contemplados en la normativa colombiana, sobre la generación de valor financiero y la competitividad de las empresas del sector energético?

Para el desarrollo de este planteamiento se identificaron cinco objetivos específicos que permite construir el artículo: (OE1) identificar las estrategias de referentes internacionales; (OE2) caracterizar el ecosistema de incentivos fiscales colombianos; (OE3) examinar los casos nacionales seleccionados; (OE4) proponer indicadores financiero-ambientales; y (OE5) formular recomendaciones estratégicas diferenciadas.

La literatura sobre sostenibilidad corporativa y valor financiero presenta dos vacíos que esta investigación busca atender. Primero, los estudios disponibles sobre incentivos fiscales a la energía renovable tienden a describir el marco normativo sin cuantificar su efecto real sobre la rentabilidad de los proyectos, de modo que persiste la pregunta de cuánto valor agregan concretamente estos instrumentos y no solo si existen (González-Argote et al., 2024). Segundo, la evidencia empírica latinoamericana sobre la relación entre desempeño ambiental y creación de valor financiero es todavía escasa frente a la producida en economías desarrolladas, lo que limita la capacidad de las empresas de la región para tomar decisiones de inversión informadas en materia de transición energética.

Frente a estos vacíos, el aporte específico de este artículo para la administración y la gestión empresarial es doble. Por un lado, ofrece un modelo de valoración financiera replicable construido sobre flujo de caja descontado, CAPM y la normativa tributaria vigente que los tomadores de decisión pueden aplicar directamente para estimar el efecto de los incentivos fiscales sobre proyectos concretos, en lugar de depender de argumentos cualitativos sobre los beneficios de la sostenibilidad. Por otro lado, al contrastar los hallazgos con casos nacionales de distinto perfil tecnológico (ISA, Celsia y TermoemCali), el estudio aporta evidencia diferenciada según el tamaño y la madurez tecnológica de la empresa, lo cual permite formular recomendaciones estratégicas ajustadas a distintos perfiles organizacionales, un nivel de granularidad que la literatura general sobre finanzas verdes rara vez ofrece.

Este artículo tiene como propósito brindar herramientas conceptuales y prácticas que permitan a las empresas comprender e implementar estrategias de sostenibilidad, al tiempo que aporta evidencia al estudio de las finanzas verdes en economías emergentes. Desde esa perspectiva, busca contribuir al cierre de la brecha identificada por González-Argote et al. (2024), mediante el análisis del efecto de los incentivos fiscales ambientales y la evaluación de la relación existente entre el desempeño ambiental y la creación de valor financiero en las empresas colombianas.

2. Marco Teórico

La relación entre sostenibilidad y valor financiero requiere integrar tres tradiciones teóricas. La teoría de los stakeholders (Freeman, 1984) se fundamenta en la generación de riqueza para todos los grupos sociales de la compañía (accionistas, empleados, comunidades y reguladores), asimismo la sostenibilidad ambiental constituye un factor estratégico fundamental para gestionar las expectativas de los inversionistas y entes de control ESG. La teoría de recursos y capacidades (Barney, 1991) plantea que las organizaciones pueden adquirir ventajas competitivas sostenibles al adquirir características de creación de valor, inimitables, escasas y no sustituibles (VRIN). Las certificaciones de carbono neutro, los sistemas de reporte GHG verificados y la innovación en tecnologías limpias representan activos estratégicos en sectores minero-energéticos.

El modelo de triple cuenta de resultados (*triple bottom line*, Elkington, 1997) formula que las organizaciones deben considerar de manera conjunta aspectos económicos, sociales y ambientales dentro de su gestión, como benéficos en conjunto. En el sector energético colombiano, la adopción de energías renovables permite la optimización de costos, acceso a energía en comunidades apartadas y disminución de las emisiones de GEI (ambiental).

Diversos estudios demuestran que las estrategias dirigidas a la sostenibilidad generan beneficios sobre el desarrollo financiero de las organizaciones. Lo cual se evidencia en la reducción de costos operativos (Chung & Lee, 2021), reducción del costo de capital vía financiamiento verde (Wang et al., 2024), prima de valoración de mercado por calificaciones ESG (Adamolekun & Kyiu, 2023), mitigación de riesgos regulatorios (Borghesi & Ricci,

2019) y ventaja reputacional en mercados de licitación internacionales (López & García, 2016). Para Colombia, el marco regulatorio y los incentivos fiscales existentes contribuyen a fortalecer estos beneficios, mediante la disminución de la inversión inicial requerida para desarrollar proyectos sostenibles y que favorecen la recuperación de la inversión realizada.

Comprender la transición energética en el ámbito empresarial requiere ir más allá de la contabilidad tradicional e incorporar elementos propios de la economía ambiental y de la gerencia estratégica. Desde esta perspectiva, las finanzas sostenibles (Green Finance) se convierten en un componente clave para avanzar en los procesos de descarbonización. Wang et al. (2024) señalan que las finanzas verdes no consisten únicamente en destinar recursos a tecnologías limpias; también transforman la forma en que las organizaciones gestionan el riesgo, la rentabilidad y el impacto ambiental. En el caso colombiano, los incentivos fiscales establecidos en las Leyes 1715 de 2014 y 2099 de 2021 funcionan como mecanismos institucionales de de-risking (mitigación de riesgos financieros), al incorporar los beneficios ambientales dentro del flujo de caja de los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCE) (UPME, 2021). Esto mejora su viabilidad financiera, contribuye a reducir el costo del capital y hace que estos proyectos resulten más atractivos para fondos de inversión con criterios estrictos de sostenibilidad, fortaleciendo así el efecto del greenium (Adamolekun & Kyiu, 2023).

Por otra parte, estas estrategias se pueden comprender a partir de la teoría de la Creación de Valor Compartido (Creating Shared Value - CSV) propuesta por Porter y Kramer (2011). Debido a que este enfoque busca la reducción de la huella de carbono y deja de entenderse únicamente como una obligación regulatoria o una acción aislada de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y pasa a convertirse en una estrategia que genera beneficios conjuntos, tanto para la empresa como para la sociedad. Mientras las organizaciones fortalecen su competitividad y crean valor económico, también contribuyen a disminuir los impactos ambientales asociadas a su actividad.

En el caso de las empresas del sector energético, este valor compartido se puede observar en distintos niveles. La inversión en proyectos solares y eólicos puede reducir los costos de generación en el largo plazo, mejorar la confiabilidad energética y disminuir las

emisiones contaminantes que afectan tanto al ambiente como a la salud de las comunidades. Los casos analizados de ReverdeC, desarrollado por Celsia, y Conexión Jaguar, liderado por ISA, demuestran que la conservación de la biodiversidad y la descarbonización también pueden convertirse en activos estratégicos con beneficios reputacionales y financieros para las organizaciones (Celsia, 2025; ISA, 2025).

Finalmente, la integración de estos enfoques es indispensable para una adecuada Gestión del Riesgo Climático, un imperativo cada vez más exigido por marcos internacionales de reporte como el TCFD y las normas IFRS S1 y S2. El sector energético es altamente vulnerable a dos tipos de riesgos climáticos: los riesgos físicos (como las sequías extremas intensificadas por el fenómeno de El Niño, que comprometen la generación hidroeléctrica en Colombia) y los riesgos de transición (cambios regulatorios, impuestos al carbono o la obsolescencia tecnológica de activos fósiles) (Borghesi & Ricci, 2019). Las empresas que asumen un rol proactivo en la reducción de su huella de carbono y aprovechan de manera anticipada los incentivos fiscales no solo optimizan su planeación tributaria, sino que construyen una cobertura estratégica (*hedging*) contra los riesgos de transición. La diversificación tecnológica hacia matrices híbridas y la inversión en eficiencia energética dejan de ser opciones discrecionales y se convierten en pólizas de resiliencia financiera indispensables para asegurar la continuidad del negocio en mercados de capitales que penalizan severamente la exposición al carbono.

3. Marco Normativo Colombiano para la Transición Energética

Colombia ha construido uno de los ecosistemas normativos de incentivos a las energías renovables más completos de América Latina. La Ley 1715 de 2014 estableció el primer marco integral de incentivos fiscales para proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCE) la Ley 2099 de 2021 lo amplió y de esta forma precisó las condiciones de acceso y le otorgó una vigencia de treinta años. Las dos leyes estructuran cuatro instrumentos tributarios de aplicación simultánea que se detallan en la Tabla 1.

Incentivo	Norma	Beneficio concreto	Condición de acceso
-----------	-------	--------------------	---------------------

Deducción renta (50%)	Art. 8 Ley 2099/2021	50% de la inversión deducible; límite 50% renta líquida; plazo 15 años	Certificado UPME vigente en el período gravable
Exclusión IVA	Art. 9 Ley 2099/2021	0% en la tarifa del IVA en equipos, maquinaria y servicios nacionales e importados para FNCE y eficiencia energética	Bienes y servicios en lista oficial UPME; proyecto certificado
Exención arancelaria	Art. 10 Ley 2099/2021	0% en aranceles para la importación de equipos e insumos para FNCE y PROURE	Solicitud DIAN vía VUCE (15 días hábiles previos); certificado UPME
Depreciación acelerada	Art. 11 Ley 2099/2021	Hasta 33,33% anual sobre activos fijos depreciables, según FNCE (reduce de 10 a 3 años); reduce base gravable del impuesto de Renta, en primeros años	Certificado UPME; comunicación previa DIAN si la tasa varía entre períodos
Vigencia de todos los incentivos	30 años desde el 1 de julio de 2021 (Art. 55 Ley 2099/2021)	Entidad certificadora	UPME , Unidad de Planeación Minero-Energética

Tabla 1. Incentivos tributarios para proyectos FNCE y gestión eficiente de energía en Colombia. Elaboración propia con base en Leyes 1715/2014 y 2099/2021 y UPME (2021).

La cronología es un aspecto procedimental crítico y la correcta secuencia operativa, constituye un factor de éxito, debido a que los trámites de la certificación UPME deben obtenerse antes de presentar la declaración de renta y de ejecutar la importación de equipos. Las empresas que invierten sin certificación previa pierden el beneficio fiscal o enfrentan contingencias ante la DIAN. Esta secuencia de certificar, invertir y declarar; debe incorporarse en la planificación tributaria del proyecto desde su fase de planeación.

En el plano internacional, la Contribución Determinada Nacionalmente (NDC) de Colombia compromete una reducción del 51% de emisiones GEI al 2030 y carbono neutralidad al 2050. La COP16 de Cali (octubre 2024) reforzó este compromiso, creó el Fondo de Cali para biodiversidad y movilizó USD 100 millones para proyectos de descarbonización empresarial, conformando un entorno institucional más favorable de la historia para la transición energética del sector privado colombiano (MinAmbiente, 2024).

4. Metodología

El estudio se desarrolla mediante un diseño mixto de tipo explicativo secuencial (Creswell & Plano Clark, 2018) una fase cualitativa-documental donde se analizan estrategias corporativas y marcos normativos, otra fase cuantitativa calcula indicadores financieros y ambientales, por último, una fase comparativa que integra los hallazgos en

recomendaciones estratégicas. El alcance es descriptivo-analítico, debido a que busca identificar modelos estratégicos y formular recomendaciones.

El diseño explicativo secuencial se eligió porque la pregunta de investigación primero requiere conocer cómo las empresas interpretan y aplican los incentivos fiscales y después cuantificar el efecto financiero de esa aplicación. Un diseño solo cuantitativo dejaría por fuera las diferencias de perfil tecnológico e institucional entre los casos y uno solo cualitativo no permitiría darle respaldo numérico al artículo. El usar una secuencia cualitativa, cuantitativa y comparativa, sigue la lógica de los estudios de caso múltiple propuesto por Yin (2018), donde la comprensión del contexto de cada caso precede y orienta la construcción de los supuestos del modelo financiero.

4.1 Unidades de análisis

La selección de los casos combinó un muestreo teórico e intencional (Yin, 2018) bajo tres criterios comunes a los dos niveles: disponibilidad de información financiera auditada y de reportes de sostenibilidad verificables públicamente; representatividad de distintos perfiles tecnológicos y de madurez en la transición energética, para no concentrar el análisis en un solo tipo de tecnología o de desempeño; y pertinencia del caso para el contexto energético colombiano, ya sea por operación directa en el país o por comparabilidad regulatoria. Se descartaron empresas sin reportes públicos auditados o sin información suficiente para el período 2019-2024.

Nivel 1 Referentes internacionales: Se seleccionaron las siguientes organizaciones Ørsted (Dinamarca), Iberdrola (España) y AES Andes, con operaciones en Chile, Colombia y Argentina, como referentes para el análisis comparativo presentado en la Tabla 9. La selección se basó en criterios, uno de ellos liderazgo en procesos de transición energética, evidenciado por los reconocimientos internacionales obtenidos en materia de desempeño ESG (CDP A, Global 100 y MSCI AAA), la diversidad de sus capacidades operativas y tecnológicos, y la pertinencia de sus modelos para el sector energético colombiano. Se incluyeron algunos hallazgos de NextEra Energy (Estados Unidos) de manera complementaria ya que es un referente en la integración de generación, transmisión y compra

de contratos de energía (PPA), aunque esta empresa no hizo parte del análisis comparativo principal.

Nivel 2 Casos nacionales: Con respecto a los casos nacionales se seleccionaron Celsia (Grupo Argos), ISA (Interconexión Eléctrica S. A.) y TermoemCali. La elección se basó en tres criterios principales, contar con compromisos establecidos de carbono neutralidad o formar parte de la Alianza Sector Eléctrico Carbono Neutral (ASECN), representar diferentes tipos de tecnología dentro del sector energético como generación hidroeléctrica, solar y generación termoeléctrica y disponer de informes públicos de sostenibilidad que se encuentren respaldados por verificación externa.

Con el fin de precisar la pertinencia de cada unidad de análisis, la Tabla 2 sintetiza los criterios de selección aplicados, siguiendo la lógica de muestreo teórico e intencional propia de los estudios de caso múltiples (Yin, 2018).

Nivel	Caso	Criterio de selección aplicado	Evidencia empírica específica
Nivel 1	Ørsted (Dinamarca)	Liderazgo verificado en transformación energética renovable	Calificación CDP A (máxima), 6 años consecutivos
Nivel 1	Iberdrola (España)	Instrumento de financiamiento verde a gran escala	€36.700 millones en bonos verdes acumulados desde 2014
Nivel 1	AES Andes (Chile, Colombia y Argentina)	Diversidad geográfica y relación directa con el mercado energético colombiano	Liderazgo regional en almacenamiento en baterías (BESS)
Nivel 2	ISA	Compromiso formal de carbono neutralidad	36 empresas del grupo certificadas en 5 países; 84% de cumplimiento de meta 2030
Nivel 2	Celsia	Perfil tecnológico diferenciado (generación renovable) y membresía ASECN	Top 3% de empresas de servicios públicos (S&P Global, 2024)
Nivel 2	TermoemCali	Perfil tecnológico diferenciado (transición termoeléctrica) y membresía ASECN	Primera termoeléctrica en la Alianza Sector Eléctrico Carbono Neutral

Tabla 2. Matriz de criterios de selección de los casos de estudio, siguiendo los principios de replicación teórica y contraste de casos de Yin (2018). Elaboración propia.

El período de análisis es 2019–2024, que permite comparar el comportamiento de los indicadores antes y después de la Ley 2099 (julio 2021) y utilizar datos verificados de los últimos estados financieros auditados disponibles.

4.2 Variables e indicadores

La valoración financiera se realiza mediante un modelo de flujo de caja descontado (DCF) aplicado a tres tipos de proyectos, a nivel de empresa que se proyecta con tasa de renta del 35% (Ley 2155 de 2021) y WACC real del 7%. Para cada escenario se calculan, datos con y sin incentivos: el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR), la TIR modificada (MIRR), el período de recuperación descontado y el índice de rentabilidad (PI). El beneficio tributario que se genera por la inversión en energías renovables se desagrega en dos fuentes, la primera es la depreciación acelerada (beneficio de *timing*) disminuyendo de 10 a 3 años el valor en libros del activo, y segundo, la deducción especial de renta, del 50% sobre el monto invertido, que reduce de forma directa la cuantía a pagar del impuesto de Renta. Este monto por descontar se ve acotado por el margen de la Tasa de Tributación Depurada (TTD) del 15% que establece el artículo 240 del estatuto tributario y modificado por (Ley 2277 de 2022). Se complementa con el costo nivelado de energía (LCOE) para evaluar competitividad frente a la generación térmica, y con análisis de sensibilidad (tipo tornado y matriz de doble entrada) para verificar su impacto. Adicionalmente se proponen indicadores de seguimiento como el ROI Verde, EBITDA ajustado por carbono, intensidad de carbono sobre ingresos y *greenium*, aplicables cuando se disponga de los datos financieros primarios en recolección.

4.3 Fuentes de datos

Los datos financieros tomados, provienen de estados financieros auditados y dictaminados, que se encuentran disponibles en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), reportes de sostenibilidad bajo estándar GRI con aseguramiento externo (ICONTEC, Bureau Veritas), prospectos de bonos verdes registrados ante la BVC y la SEC, certificados UPME públicos y datos de despacho del portal XM/Sinergox. Los datos ambientales se extraen de inventarios GHG corporativos verificados conforme al GHG Protocol y de registros RENARE del MinAmbiente.

4.4 Procedimiento de análisis documental y validación de la información

El análisis documental se hizo en tres pasos. Primero se identificaron y recopilamos las fuentes primarias (estados financieros auditados, reportes de sostenibilidad, prospectos de bonos verdes, normativa) y secundarias (literatura académica indexada). Después se hizo

una lectura estructurada de cada fuente con una matriz de codificación temática, que registró para cada caso los indicadores financieros, ambientales y de gobernanza relevantes para los objetivos del estudio. Por último se trianguló la información: cada cifra financiera usada en el modelo de valoración se contrastó al menos con dos fuentes independientes -por ejemplo, el estado financiero auditado y el reporte de sostenibilidad con aseguramiento externo de ICONTEC o Bureau Veritas- y se descartaron los datos que no pudieron verificarse de forma cruzada. Los supuestos normativos y tributarios del modelo DCF (tasas, plazos, condiciones de acceso) se verificaron directamente contra el texto de las Leyes 1715 de 2014, 2099 de 2021, 2155 de 2021 y 2277 de 2022, y contra las guías técnicas de la UPME.

4.5 Fases de la investigación e integración metodológica

El estudio se desarrolló en cuatro fases. En la primera, de tipo documental-cualitativa, se analizaron los referentes internacionales y el marco normativo colombiano; los hallazgos de esta fase -los supuestos de factor de planta, precio de energía y estructura tributaria, entre otros- alimentaron directamente la construcción de los parámetros del modelo financiero. En la segunda fase, cuantitativa, se construyó el modelo de flujo de caja descontado y se calcularon los indicadores de valoración y de LCOE para los tres escenarios, con y sin incentivos. En la tercera fase, comparativa, se contrastaron los casos nacionales frente a los referentes internacionales mediante la matriz de la Tabla 9. En la cuarta fase, interpretativa, se integraron los hallazgos cualitativos y cuantitativos para formular las recomendaciones estratégicas diferenciadas por perfil de empresa. Esta secuencia busca que los resultados cuantitativos no se lean de forma aislada, sino en relación con el contexto institucional y competitivo identificado en la fase documental.

5. Resultados

5.1 Referentes internacionales: patrones convergentes (OE1)

Sobre el análisis de los cuatro referentes se detectan cinco aspectos relevantes que se repiten entre sí. Primero, la sostenibilidad es la estrategia corporativa central y destinan capital, recursos y talento para su ejecución. Segundo, el financiamiento verde es un instrumento de ventaja competitiva de costo de capital: Iberdrola acumuló €36.700 millones

en bonos verdes desde 2014, con su último bono híbrido 3,75 veces sobredemandado (Iberdrola, 2025); ISA emitió el primer bono verde corporativo de Colombia (USD 500 millones, 2019) con demanda sobresubscrita. Tercero, la integración entre generación, transmisión, almacenamiento y contratos de compra de energía (PPA) genera flujos de caja positivos como el caso de NextEra que tuvo un crecimiento en la utilidad por acción superior al 10% anual por más de una década. Cuarto, el almacenamiento en baterías (BESS) abre las puertas a un mercado renovable masivo, con AES Andes liderando en Latinoamérica. Quinto, la reducción certificada de emisiones genera primas de valoración en mercados con mandatos ambientales, sociales y de gobernanza (ESG). El caso Ørsted es importante detallarlo, puesto que transformó su modelo de empresa carbonera a líder global de energía eólica, reduciendo emisiones un 87% entre 2006 y 2023 (Ørsted, 2025).

El dato que debería llamarle la atención a un CFO colombiano es el nivel de sobredemanda del bono híbrido de Iberdrola (3,75 veces) y del bono verde de ISA: el mercado paga más por deuda etiquetada verde cuando hay resultados verificables detrás. Eso solo se consigue si el financiamiento verde se decide en tesorería y comité de inversión, no si llega ya armado desde el área de sostenibilidad como anexo del reporte anual.

5.2 Casos nacionales (OE3)

Los casos nacionales que son representados en tres compañías representan distintos estudios sobre la transición energética. ISA alcanzó en 2024 sus mejores resultados históricos reportando una utilidad neta de COP 2,8 billones (+14%), rentabilidad sobre patrimonio (ROAE) del 17%, de forma simultánea con la renovación de su certificación carbono neutro en 36 empresas del grupo en cinco países y el 84% de cumplimiento de su meta de reducción de 11 millones de toneladas de CO₂ equivalente al 2030 (ISA, 2025). Este récord en cifras y el gran avance en aspectos ambientales, es uno de los ejemplos de compañías colombianas que ilustra de forma más clara la compatibilidad entre rentabilidad y sostenibilidad. Celsia por su parte, se ubican en el top 3% de empresas de servicios públicos por S&P Global (2024), opera más de 20 granjas solares y vincula su crédito de USD 140 millones con la Corporación Financiera Internacional (IFC) a indicadores de reducción de huella de carbono. TermoemCali, primera termoeléctrica en la Alianza Sector Eléctrico Carbono Neutral

(ASECN), demuestra con su piloto solar que los proyectos a escala reducida sirven para evaluar la viabilidad de producir energía solar antes de hacer una inversión mucho mayor.

De los tres, TermoemCali es el que más sirve como modelo replicable para una empresa mediana: un piloto solar de bajo capital, antes de comprometer una inversión grande, permite generar evidencia interna sin necesidad de acceso previo a mercados de bonos verdes, algo que sí requieren ISA o Celsia. Para una empresa que apenas está evaluando si entrar a energías renovables, empezar por un piloto reduce el riesgo de la decisión inicial más que cualquier proyección de rentabilidad.

5.3 Valoración financiera de los incentivos (OE2)

Para determinar el efecto de los incentivos sobre la rentabilidad de la inversión se establece un modelo de flujo de caja descontado aplicado a tres proyectos **Primero** una granja solar de 10 MW, **Segundo** un parque eólico de 50 MW y **Tercero** un proyecto de gestión eficiente de energía. Para iniciar el costo de capital se construye por el modelo de valoración de activos de capital (CAPM) a partir de parámetros como: la prima de riesgo país de Colombia estimada por Damodaran en enero de 2026 (2,85%), una prima de riesgo de mercado del 4,3% y una beta sectorial de generación renovable, que proyecta un WACC real cercano al 7%. El modelo se construye a nivel de empresa y bajo los supuestos detallados en la Tabla 3.

Parámetro	Valor	Fundamento
Tasa de impuesto de renta (τ)	35%	Ley 2155 de 2021 (tarifa general para personas jurídicas)
Tasa de Tributación Depurada (TTD)	15%	Art. 240 par. 6 ET (Ley 2277 de 2022); piso sobre utilidad depurada
Costo de capital (WACC)	7% real	CAPM con prima de riesgo país Colombia de 2,85% (Damodaran, ene. 2026)
Horizonte de evaluación	20 años	Criterio conservador para activos solares y eólicos (vida útil $\geq$ 25 a)
Depreciación: normal / acelerada	10 a / 3 a	Régimen general vs. Art. 14 Ley 1715 (33,33% anual)
Enfoque de absorción fiscal	Nivel empresa	Deducciones absorbidas contra la renta de la firma (Art. 147 ET para SPV)
Precio de energía (real)	300 COP/kWh	Contrato de largo plazo (PPA); bolsa 2025 muy volátil (XM: 177–760 COP/kWh)

Factor de planta	Solar 18% / Eólico 35%	Recurso La Guajira (irradiación 4,5 kWh/m ² /día; viento 9 m/s); IRENA, UPME
Inversión (capex) por escenario	28.000 / 300.000 / 8.000	Solar 10 MW / Eólico 50 MW / Eficiencia (COP millones, neto de IVA y arancel)

Tabla 3. Supuestos utilizados para el modelo de valoración financiera. Elaboración propia. Utilizando un horizonte de 20 años siendo conservador con respecto a la vida útil real de los activos (≥ 25 años); el precio de energía y los factores de planta corresponden a referencias del mercado colombiano.

El WACC de la Tabla 3 se obtiene con el modelo CAPM: $Re = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$ + prima de riesgo país, donde R_f es la tasa libre de riesgo, β la beta sectorial desapalancada para generación renovable, $(R_m - R_f)$ la prima de riesgo de mercado (4,3%) y la prima de riesgo país corresponde a la estimación de Damodaran para Colombia (2,85%, enero de 2026). Como los tres proyectos se evalúan financiados principalmente con recursos propios, el WACC se aproxima al costo de los recursos propios (Re); en los escenarios donde se incluye deuda, la tasa se ajusta por el beneficio fiscal de los intereses.

Sobre esa tasa se calculan los indicadores que reporta la Tabla 4. El valor presente neto se obtiene como $VPN = \sum [FC_t / (1 + WACC)^t] - \text{Inversión inicial}$, para t entre 1 y 20. La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa que hace $VPN = 0$, obtenida de forma iterativa; como la TIR clásica puede sobrestimar el rendimiento cuando hay flujos negativos intermedios, se calcula también la TIR modificada (MIRR), que reinvierte los flujos positivos al WACC y descuenta los negativos a la misma tasa antes de anualizar la relación entre el valor futuro y el valor presente de esos flujos. El período de recuperación descontado corresponde al número de años necesarios para que la suma acumulada de los flujos descontados iguale la inversión inicial, y el índice de rentabilidad (PI) resulta de dividir el valor presente de los flujos futuros entre la inversión inicial. El costo nivelado de energía (LCOE) de la Tabla 6 se calcula como el cociente entre la suma descontada de la inversión y los costos de operación, y la suma descontada de la energía generada durante la vida útil del proyecto, usando el mismo WACC como tasa de descuento.

La construcción del modelo implicó, además, cuatro decisiones metodológicas que condicionan los resultados y conviene dejar explícitas. El horizonte de evaluación se fijó en

20 años, un criterio conservador frente a la vida útil real de los activos (25 años o más), para no sobrestimar el valor presente de los flujos. El precio de energía se tomó de un contrato de largo plazo (PPA) de 300 COP/kWh y no del precio de bolsa, dada la alta volatilidad de este último durante 2025 (177 a 760 COP/kWh según XM), que habría introducido un supuesto poco representativo del ingreso de un proyecto con contrato bilateral. El análisis se hizo a nivel de empresa y no de vehículo de propósito especial, asumiendo que las deducciones se absorben contra la renta general de la firma conforme al artículo 147 del Estatuto Tributario; esto es razonable para compañías consolidadas como ISA o Celsia, pero puede no serlo para un desarrollador independiente sin renta suficiente para absorber el beneficio en el mismo período. Por último, todos los indicadores se calcularon en términos reales, sin inflación, para que fueran comparables directamente con el WACC real usado como tasa de descuento.

5.3.1 Valoración por flujo de caja descontado (M1)

La (Tabla 4) presenta los indicadores de medición, tales como el valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), TIR modificada (MIRR), período de recuperación descontado e índice de rentabilidad (PI), para los tres escenarios, con y sin la aplicación de los incentivos. Para el cálculo se utiliza un costo de capital del 7% real dando como resultado que los tres proyectos resultan viables incluso sin incentivos. El aporte de los incentivos multiplica el retorno creado y acelerar la recuperación del capital invertido. En el parque eólico; el VPN asciende de 38.794 a 105.963 millones de pesos mostrando un incremento del 173% que se traduce en una alta rentabilidad y flujos de efectivo positivos, por encima de costo de oportunidad WACC; el período de recuperación descontado se reduce de 14,8 a 8,7 años. En el proyecto solar, la TIR sube del 10,6% al 15,6%, lo que significa mayor creación de valor y una eficiencia marginal del capital invertido, el payback descontado cae de 11,7 a 7,2 años obteniendo un periodo de recuperación de inversión mucho más corto.

Indicador	Solar sin	Solar con	Eólico sin	Eólico con	Efic. sin	Efic. con
VPN (COP Millones)	+7.601	+13.870	+38.794	+105.963	+3.607	+5.398
TIR	10,6%	15,6%	8,8%	13,4%	12,8%	18,3%
TIR Modificada (MIRR)	8,3%	9,2%	7,7%	8,6%	9,0%	9,8%

Payback descontado (años)	11,7	7,2	14,8	8,7	9,4	5,8
Índice de rentabilidad (PI)	1,27	1,50	1,13	1,35	1,45	1,68
VPN marginal del régimen (COP Millones)	+6.269		+67.169		+1.791	

Tabla 4. Indicadores de valoración financiera para cada escenario, con y sin incentivos proyectando un (WACC 7% real, horizonte 20 años). Elaboración propia. El VPN marginal del régimen es la diferencia entre el VPN con y sin incentivos, e iguala el valor presente del escudo fiscal de la Tabla 5.

El VPN marginal se atribuye al régimen tributario colombiano por COP 6.269 millones en el proyecto solar, 67.169 en el eólico y 1.791 en el de eficiencia. Los incentivos del marco fiscal y normativo transfieren directamente al inversionista un valor aproximado del 22% del capex en los escenarios solar y eólico, una proporción que justifica el esfuerzo administrativo por la gestión de la certificación y posiciona la rentabilidad de los proyectos en un nivel superior al de las inversiones convencionales de riesgo similar.

El punto que un comité de inversión debería registrar es que los tres proyectos dan VPN positivo incluso sin incentivos (+7.601 millones en el solar, por ejemplo). Eso cambia el orden en que conviene evaluar la inversión: primero se confirma si el proyecto se sostiene solo, y después se calcula cuánto acelera el incentivo la recuperación del capital -de 11,7 a 7,2 años en el caso solar-, en vez de usar el incentivo como argumento para aprobar un proyecto que de otra forma no pasaría el corte.

5.3.2 El límite de la Tasa de Tributación Depurada (M2)

El valor presente y la limitación fiscal se descompone en dos fuentes (Tabla 5). La depreciación acelerada genera un beneficio de *tiempo*: aunque el activo se deprecia por igual en términos nominales, anticipar este mismo fiscalmente a tres años (33,33% anual) en lugar de diez (10% anual), incrementa su valor presente y disminuye la base líquida gravable sobre el impuesto de Renta del 35%. La deducción especial de renta del 50% de la inversión es el componente más relevante. Ahora bien, un análisis tributario debe incorporar una restricción denominada fiscalmente como la Tasa de Tributación Depurada (**TTD**), introducida por el artículo 240, parágrafo 6, del Estatuto Tributario (Ley 2277 de 2022), que fija una tarifa mínima del 15% del Impuesto Depurado / Utilidad Depurada. Cuando las deducciones

reducen la tasa efectiva por debajo de ese umbral, el exceso no se pierde, pero se difiere a períodos futuros, disminuyendo su valor presente.

Componente (valor presente, COP M)	Solar 10 MW	Eólico 50 MW	Eficiencia
Beneficio de depreciación acelerada	1.690	18.103	483
Deducción especial de renta (50%, año 1)	4.579	49.065	1.308
TOTAL (VP, sin restricción)	6.269	67.169	1.791
TTD (deducción diferida 5 años)	5.708	61.156	1.631
Pérdida de VP por la tasa mínima (TTD 15%)	-561	-6.013	-160

Tabla 5. Descomposición del escudo fiscal o ahorro en impuestos a pagar en valor presente y efecto de la Tasa de Tributación Depurada (TTD, Ley 2277/2022). Elaboración propia. La TTD no elimina el beneficio: difiere la utilización de la deducción especial, reduciendo su valor presente cerca de un 9% según el escenario.

El efecto de la TTD es importante, pero no determinante, ya que reduce el valor presente del escudo fiscal o ahorro en el pago de impuestos en COP 561 millones en el proyecto solar (de 6.269 a 5.708) y en 6.013 millones en el eólico. Para empresas con tasas efectivas ya superiores al 20% como es el caso de ISA o Celsia, el efecto es marginal; para empresas que concentran grandes deducciones en un solo período, la TTD impone una planificación tributaria plurianual. El enfoque metodológico del estudio demuestra que el retorno de los incentivos no es simplemente un dato contable aislado, su impacto real es el resultado de su interacción con la estructura tributaria completa de la organización.

Para el área tributaria, la implicación concreta es de calendario: concentrar dos o tres proyectos FNCE en el mismo año fiscal empuja la tasa efectiva por debajo del 15% y activa la TTD, difiriendo parte del beneficio -561 millones en el caso solar, 6.013 en el eólico-. Escalonar los proyectos en distintos períodos evita ese recorte, y esa decisión debería tomarse junto con el área de proyectos, no después de que la inversión ya esté hecha.

5.3.3 Costo nivelado de energía (M3)

El costo de energía (LCOE), precio por unidad de energía que iguala el valor presente de ingresos y costos a lo largo de la vida del proyecto permite comparar la competitividad de

las tecnologías renovables frente a la generación térmica convencional (Tabla 6). Los incentivos reducen el LCOE solar en un 18,5% (de 203 a 166 COP/kWh) y el eólico en un 17,7% (de 234 a 192 COP/kWh), situando ambas tecnologías muy por debajo del costo marginal de la generación térmica a gas (350-450 COP/kWh). Este resultado conlleva al argumento que la sostenibilidad pasa del plano reputacional al plano de la competitividad de costos con los incentivos vigentes, la energía renovable no es una acción filantrópica sino la opción de ampliar el margen de utilidades. Incluso sin incentivos, el LCOE renovable ya resulta competitivo, lo que demuestra la viabilidad del modelo de inversión.

Si el LCOE renovable ya compite con la generación térmica sin incentivos (166 frente a 350-450 COP/kWh), el equipo comercial tiene margen para ofrecer PPA por debajo de los 300 COP/kWh usados en este modelo sin sacrificar rentabilidad. Esa cifra debería ser el punto de partida en cualquier negociación con un consumidor industrial grande, en lugar de fijar el precio solo con referencia al costo marginal del sistema.

Tecnología	LCOE sin incentivos	LCOE con incentivos	Reducción
Solar fotovoltaica 10 MW	203 COP/kWh	166 COP/kWh	-18,5%
Eólica 50 MW	234 COP/kWh	192 COP/kWh	-17,7%
Térmica a gas (referencia)	~350-450 COP/kWh (costo marginal de generación)		

Tabla 6. Costo nivelado de energía (LCOE) por tecnología, con y sin incentivos, frente al costo marginal térmico. Elaboración propia (WACC 7% real, horizonte 20 años).

5.3.4 Análisis de sensibilidad y escenarios (M5)

Los resultados que se evalúan por un análisis de sensibilidad en la (Tabla 7) y una matriz de doble entrada (Tabla 8). El resultado demuestra que el (Precio de la energía / Factor de planta) es una variable de mayor resultado sobre el VPN solar (Dentro de un rango de amplitud de COP 13.030 millones ante una variación de $\pm 20\%$), seguida del capex y del WACC. La matriz de sensibilidad entre el WACC $\times$ Precio de la energía confirma la solidez del proyecto solar con incentivos, el VPN permanece positivo en los nueve escenarios evaluados, desde 4.832 millones en el más adverso (WACC del 9% y precio de 250

COP/kWh) hasta 22.325 millones en el más favorable. Proyectar esta idea es importante debido a que el precio de la bolsa en Colombia registró una volatilidad en 2025, con valores entre 177 y 760 COP/kWh, justificando la preferencia por contratos de largo plazo y de esta manera asegurar los flujos de caja del proyecto.

Variable ($\pm 20\%$ sobre el caso base)	VPN si -20%	VPN si $+20\%$	Amplitud
Precio de energía / factor de planta	7.355	20.385	13.030
Inversión (capex)	17.611	10.129	7.482
Costo de capital (WACC)	17.565	10.719	6.846

Tabla 7. Análisis de sensibilidad tipo tornado del VPN solar con incentivos (caso base: COP 7.656 millones). Elaboración propia. Las variables se ordenan por amplitud del impacto.

VPN Solar con incentivos (COP M) , WACC ↓ / Precio →	250 COP/kWh	300 COP/kWh	350 COP/kWh
WACC 6%	10.569	16.447	22.325
WACC 7% (base)	8.441	13.870	19.299
WACC 9%	4.832	9.510	14.188

Tabla 8. Matriz de sensibilidad del VPN solar con incentivos ante variaciones simultáneas del WACC y el precio de energía. Elaboración propia. El VPN permanece positivo en todos los escenarios.

El precio de la energía mueve el VPN solar en 13.030 millones ante una variación de $\pm 20\%$, más del doble que el capex (7.482 millones) y casi el doble que el WACC (6.846 millones). Con la bolsa colombiana moviéndose entre 177 y 760 COP/kWh en 2025, la prioridad de gestión de riesgo no es negociar mejor tasa de financiamiento: es cerrar el precio con un contrato de largo plazo antes de firmar cualquier otra cosa.

5.4 Análisis comparativo y brechas estratégicas

En el estudio realizado en la (Tabla 9) presenta el comparativo entre referentes internacionales y empresas colombianas en cinco aspectos, de forma ilustrativa con semáforo (verde = alineado con mejores prácticas; amarillo = avance parcial; rojo = brecha significativa).

Dimensión	Ørsted	Iberdrola	AES Andes	ISA	Celsia	TermoemCali
% Generación renovable	100%	85%	70%	N/A (transmisión)	>75%	<5% (transición)
Reducción emisiones	-87% vs. 2006	Carbono neutro 2023	-60% 2017-2024	-84% meta al 2030	Carbono neutro 2022	Compromiso 2050
Instrumento financiero verde	88% bonos verdes	€36,7 Bn acumulado	Marco GBP/ GLP activo	USD 1,7 Bn bonos verdes	USD 140 M crédito IFC	Sin instrumento estructurado
Resultado financiero 2024	CDP A 6 años consec.	Utilidad +17%	EBITDA -16% (transición)	Utilidad +14%	Ingresos crecen	Estable 60 colabor.
Reporte GRI / aseguramiento	CSRD 2024 (máximo)	GRI + TCFD verificado	GRI + 2.ª opinión Sust.	GRI + IFRS S1/S2	GRI + S&P Top 3%	Declarativo sin aseg.

Tabla 9. Comparativo integral entre referentes internacionales y empresas colombianas.

Verde = alineado con mejores prácticas internacionales; Ámbar = avance parcial; Rojo = brecha significativa. Elaboración propia con base en informes 2023–2024.

El análisis comparativo realizado permitió identificar tres brechas estratégicas que se presentaban entre las empresas estudiadas. La primera tiene relación con el financiamiento verde estructural. De los casos analizados, únicamente ISA ha logrado emitir bonos verdes en los mercados internacionales. Esta diferencia se debe a limitaciones en la norma, sino a la capacidad que pueden presentar algunas organizaciones para estructurar mecanismo de financiación sostenibles y elaborar informes que demuestren resultados concretos.

Otra diferencia entre las empresas analizadas se observa en el desarrollo de sistemas BESS (Battery Energy Storage System) o Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías. Debido a que Celsia ya opera esta tecnología en Colombia, mientras que AES Andes tiene previsto desarrollar más de 1.600 MW de capacidad de almacenamiento en la región. Este factor diferenciador da a conocer que el acceso e incorporación de tecnología varía según la organización.

Por último, se observaron diferencias en la transparencia de la información ambiental, social y de gobernanza (Environmental, Social and Governance – ESG). Mientras ISA y Celsia respaldan sus informes mediante aseguramiento externo, la información presentada por TermoemCali no cuenta con una validación independiente, lo que genera ciertas dudas sobre la información que se está suministrando. Esta condición puede limitar el acceso a

mecanismos de financiación sostenible y reducir el interés de los inversionistas, quienes otorgan un alto valor a la transparencia en la divulgación de la información.

De las tres brechas, el aseguramiento externo de los reportes ESG es la que menos capital exige y la que más rápido abre puertas de financiamiento: certificar la información con ICONTEC o un par cuesta una fracción de lo que exige montar un sistema BESS o estructurar un bono verde. Para una empresa que recién empieza, ese debería ser el primer paso, no el desarrollo de almacenamiento ni la emisión de deuda verde.

6. Discusión

6.1 Convergencias y Divergencias con la Literatura Internacional

Los resultados de esta investigación son coherentes con lo reportado en la literatura internacional y además permite ampliar la evidencia disponible en el contexto colombiano. En conjunto, los hallazgos indican que, si se desea generar beneficios para las organizaciones la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad financiera deben desarrollarse de manera conjunta. (Sullivan & Gouldson, 2021; Wang et al., 2024). En este sentido, el desempeño financiero de ISA durante 2024 respalda lo planteado por Adamolekun y Kyiu (2023), al evidenciar que las empresas con menor intensidad de carbono tienden a obtener una valoración más favorable por parte del mercado.

Por otro lado un aspecto relevante corresponde al comportamiento observado en torno al greenium. Los casos analizados indican que este mecanismo no solo contribuye a reducir el costo del financiamiento mediante deuda, sino que también favorece la diversificación de la base de inversionistas. La sobresuscripción histórica del primer bono verde corporativo emitido por ISA constituye un ejemplo representativo de esta dinámica y evidencia que los instrumentos financieros sostenibles pueden traducirse en ventajas competitivas concretas para las organizaciones, al facilitar el acceso a recursos financieros en condiciones más favorables.

Asimismo, uno de los aportes más importantes de este estudio consiste en cuantificar el beneficio económico derivado de los incentivos tributarios mediante un modelo de flujo

de caja descontado. Los resultados muestran que el período de recuperación de la inversión (payback descontado) se reduce entre un 38 % y un 41 %, dependiendo del escenario analizado: de 11,7 a 7,2 años para el proyecto solar y de 14,8 a 8,7 años para el proyecto eólico. De igual forma, el valor presente del escudo fiscal representa aproximadamente el 22 % del capital invertido. Hasta donde fue posible revisar, este tipo de estimaciones continúa siendo poco frecuente en la literatura latinoamericana, por lo que los resultados contribuyen a ampliar la evidencia empírica sobre la efectividad de las políticas de incentivos tributarios para promover las energías renovables y responden al vacío de conocimiento señalado por González-Argote et al. (2024).

No obstante, los resultados también deben analizarse a la luz de investigaciones que cuestionan la existencia de una relación directa entre sostenibilidad y creación de valor. Desde la perspectiva neoclásica de los costos de cumplimiento, Palmer et al. (1995) y Walley y Whitehead (1994) argumentan que las inversiones ambientales pueden desviar recursos de las actividades principales de la empresa y afectar la rentabilidad de los accionistas, especialmente durante las primeras etapas de implementación. Esta situación encuentra un ejemplo en el desempeño financiero de AES Andes durante 2023, cuando su EBITDA disminuyó un 16 % debido al cierre anticipado de unidades termoeléctricas a carbón antes de que los proyectos renovables comenzaran su operación comercial.

Este comportamiento confirma que los beneficios económicos de la transición energética no suelen materializarse de forma inmediata. Por el contrario, es habitual que las organizaciones atraviesen un período de ajuste caracterizado por mayores costos de inversión y una reducción temporal de los márgenes operacionales, etapa que parte de la literatura ha denominado como el "valle de la muerte". Desde esta perspectiva, los incentivos contemplados en las Leyes 1715 y 2099 adquieren una justificación económica aún más sólida. Más que representar un subsidio permanente a la inversión privada, estos instrumentos permiten mitigar el impacto financiero asociado a la incorporación de tecnologías con menor intensidad de carbono durante las fases iniciales de la transición.

Finalmente, los resultados amplían la discusión predominante sobre descarbonización al incorporar una dimensión que todavía ha recibido menor atención en la literatura: la

relación entre biodiversidad y desempeño financiero. Los programas de captura de carbono y conservación desarrollados por empresas como Celsia, a través de ReverdeC, e ISA, mediante Conexión Jaguar, evidencian que los servicios ecosistémicos también pueden convertirse en una fuente de generación de valor económico mediante la comercialización de créditos de carbono bajo estándares internacionales como VCS (Verified Carbon Standard) y CCBS (Climate, Community and Biodiversity Standards). En consecuencia, los hallazgos sugieren que, en países megadiversos como Colombia, la resiliencia financiera no depende exclusivamente de sustituir la matriz energética por fuentes renovables. También requiere incorporar la biodiversidad como un activo estratégico dentro de los modelos de negocio y de las finanzas sostenibles, una perspectiva que aún permanece insuficientemente desarrollada en buena parte de la literatura internacional (Chung & Lee, 2021).

6.2 Limitaciones del Estudio y Rigor Metodológico

Los resultados de esta investigación deben interpretarse teniendo en cuenta algunas limitaciones metodológicas que delimitan el alcance de los hallazgos. La primera está relacionada con la conformación de la muestra, integrada principalmente por grandes empresas del sector energético colombiano, como ISA y Celsia, organizaciones que disponen de mayores capacidades institucionales, técnicas y financieras que la mayoría de las pequeñas y medianas empresas del país. Aunque se incorporó el caso de TermoemCali con el propósito de ampliar la comparación y aportar una perspectiva adicional, los resultados obtenidos no pueden extrapolarse al conjunto del sector energético colombiano.

Otra limitación corresponde al alcance descriptivo-analítico de la investigación y al uso de una simulación financiera construida a partir de la normativa tributaria vigente. En consecuencia, los resultados permiten estimar el efecto que los incentivos fiscales podrían tener sobre la rentabilidad de los proyectos evaluados. Sin embargo, por el alcance de la investigación, no es posible establecer relaciones de causalidad ni prever cómo podrían variar estos resultados ante cambios en el contexto económico o en la normativa tributaria.

Otro aspecto por considerar es que el análisis depende de la calidad y la disponibilidad de la información reportada por las empresas objeto de estudio. En el caso de ISA y Celsia, los datos provienen de informes elaborados bajo estándares internacionales y respaldados por procesos de aseguramiento externo. En contraste, parte de la información utilizada para el caso de TermoemCali corresponde a reportes institucionales que no cuentan con verificación independiente, lo que puede afectar la comparabilidad de algunos de los indicadores analizados.

A pesar de estas limitaciones, la investigación mantiene un adecuado rigor metodológico. Para su desarrollo, se utilizó información financiera, ambiental y normativa proveniente de fuentes oficiales, se aplicaron criterios homogéneos en el análisis de los estudios de caso y se describieron de forma clara los supuestos empleados en la simulación de los incentivos tributarios. En conjunto, estos aspectos respaldan la consistencia del análisis y fortalecen la confiabilidad de los resultados obtenidos.

6.3 Implicaciones para la política pública

Los resultados obtenidos permiten identificar varias acciones que podrían fortalecer la política pública en materia de transición energética en Colombia. A partir de los hallazgos, se observa que no es suficiente mantener los incentivos tributarios existentes; también es necesario crear mejores condiciones para facilitar su acceso, hacer un seguimiento más efectivo y articularlos con otros mecanismos de financiamiento.

Como primera medida, conviene simplificar los procedimientos para acceder a los incentivos tributarios contemplados en las Leyes 1715 y 2099, especialmente en el caso de las pequeñas y medianas empresas. Reducir los tiempos de certificación ante la UPME y ofrecer acompañamiento técnico especializado ayudaría a disminuir las barreras administrativas que hoy dificultan el acceso a estos beneficios y favorecería el desarrollo de un mayor número de proyectos de energías renovables.

Otro aspecto que merece atención es el fortalecimiento de los mecanismos de transparencia y seguimiento asociados a los incentivos fiscales. En este sentido, la

verificación por parte de terceros independientes de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) permitiría mejorar la trazabilidad de los recursos públicos y contar con información más precisa para evaluar el efecto de estos instrumentos sobre la reducción de emisiones.

Finalmente, los resultados también muestran la conveniencia de impulsar esquemas de financiamiento mixto (blended finance) que integren recursos públicos, banca de desarrollo y capital privado para apoyar proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCE). Este tipo de esquemas puede reducir el riesgo financiero de proyectos de escala intermedia y facilitar el avance de la transición energética, particularmente en las Zonas No Interconectadas (ZNI), donde el acceso a soluciones energéticas sostenibles continúa siendo un desafío.

7. Conclusiones y Recomendaciones Estratégicas

OE1 Referentes internacionales: el objetivo se cumple con la identificación de cinco estrategias comunes entre los cuatro referentes: el financiamiento verde como palanca de costo de capital, la integración entre generación, transmisión, almacenamiento y contratos PPA, el desarrollo de baterías (BESS), la reducción certificada de emisiones y la sostenibilidad tratada como eje central de la estrategia corporativa, no como programa paralelo. El caso Ørsted marca el límite superior de lo que estas estrategias permiten: pasó de empresa carbonera a líder mundial en energía eólica, con una reducción de emisiones del 87% entre 2006 y 2023, sin sacrificar su viabilidad financiera.

OE2 Marco normativo colombiano: el ecosistema de incentivos fiscales colombiano queda caracterizado por cuatro instrumentos de aplicación simultánea - deducción especial de renta del 50%, exclusión de IVA, exención arancelaria y depreciación acelerada-, con vigencia garantizada de treinta años bajo las Leyes 1715 de 2014 y 2099 de 2021, y un límite explícito impuesto por la Tasa de Tributación Depurada de la Ley 2277 de 2022. La valoración por flujo de caja descontado confirma que este ecosistema no es solo normativamente atractivo: el escudo fiscal equivale a COP 6.269 millones en el proyecto solar (22% del capex) y a 67.169 millones en el eólico, eleva el VPN de este último de 38.794

a 105.963 millones y acelera el período de recuperación descontado entre un 38% y un 41% según el escenario (de 11,7 a 7,2 años en el solar y de 14,8 a 8,7 años en el eólico). La principal deficiencia no es normativa sino de implementación: los tiempos y costos de trámite ante la UPME pueden limitar el acceso de los beneficios a empresas medianas y pequeñas.

OE3 Casos nacionales: el examen de los tres casos confirma que la relación entre sostenibilidad y valor financiero es verificable en Colombia, con matices según el perfil tecnológico y la escala de cada empresa. ISA muestra compatibilidad plena entre excelencia financiera y liderazgo ambiental: utilidad neta +14%, ROAE del 17% en 2024 y 84% de cumplimiento de su meta de reducción de emisiones. Celsia muestra que la diversificación renovable mejora la resiliencia del EBITDA ante eventos climáticos. TermoemCali muestra que la transición es viable incluso para una termoeléctrica mediana, cuando se activan correctamente los beneficios fiscales.

OE4 Indicadores financiero-ambientales: el objetivo se cumple con la propuesta de cuatro indicadores financiero-ambientales -ROI Verde, EBITDA ajustado por carbono, intensidad de carbono sobre ingresos y greenium-, diseñados para hacer seguimiento conjunto al desempeño financiero y ambiental de una empresa. Del análisis cualitativo de los casos se desprende que la intensidad de carbono es el que mejor permite comparar empresas de distinto tamaño, y el greenium el que mejor aísla el efecto de los instrumentos financieros sostenibles sobre el costo de capital, como se discutió en la sección 6.1.

OE5 Recomendaciones estratégicas: en respuesta directa a este objetivo, el estudio entrega tres recomendaciones derivadas de los hallazgos anteriores, dirigidas a empresas colombianas que buscan iniciar o fortalecer su transición energética:

1. **Certificar antes de invertir:** La experiencia analizada muestra que la certificación emitida por la UPME debería obtenerse antes de iniciar el proyecto y antes de presentar la declaración de renta. Cuando este requisito no se incorpora desde el comienzo, las empresas pueden perder la posibilidad de acceder a los beneficios tributarios o afrontar requerimientos posteriores por parte de la DIAN. Debido a que el trámite puede

extenderse entre tres y seis meses, resulta conveniente incluirlo dentro de la planeación inicial del proyecto y no dejarlo para etapas posteriores.

2. **Reportar con aseguramiento externo desde el primer año:** La información de sostenibilidad genera mayor confianza cuando ha sido revisada por un tercero independiente. Esto adquiere especial importancia para los inversionistas con criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) y para las entidades de banca multilateral, que suelen considerar este aspecto dentro de sus procesos de evaluación. En ese contexto, el costo de una verificación de nivel limitado realizada por entidades como ICONTEC, Bureau Veritas o SGS representa una inversión relativamente baja frente a las oportunidades que puede abrir en materia de financiamiento sostenible.
3. **Integrar la sostenibilidad en la planeación tributaria:** Los beneficios previstos en las Leyes 1715 y 2099 tienen efectos sobre la carga tributaria del período y sobre la base gravable de los años siguientes. Por esta razón, indicadores como el ROI Verde y el período real de recuperación de la inversión (payback) reflejan con mayor precisión la rentabilidad de los proyectos cuando dichos incentivos se consideran desde la etapa de planeación. Dejar estos beneficios por fuera del análisis puede conducir a valorar de forma inferior el potencial financiero de las inversiones asociadas con la transición energética.

Referencias

- Adamolekun, G., & Kyiu, A. (2023). *Corporate carbon footprint and market valuation of restructuring announcements*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4384845>
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Borghesi, S., & Ricci, M. (2019). Environmental regulations and firm competitiveness: Evidence from the European Union. *Environmental Economics and Policy Studies*, 21(1), 95–115. <https://doi.org/10.1007/s10018-019-00267-5>
- Celsia. (2025). *Reporte integrado 2024*. <https://www.celsia.com/es/sostenibilidad/reporte-integrado>

- Chung, J., & Lee, K. (2021). Carbon footprint and corporate sustainability: A study of manufacturing firms. *Journal of Environmental Management*, 292, 112276.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112276>
- Congreso de la República de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014: Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. Diario Oficial No. 49.150.
- Congreso de la República de Colombia. (2021). *Ley 2099 de 2021: Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética*. Diario Oficial No. 51.736.
- Congreso de la República de Colombia. (2021). *Ley 2155 de 2021: Ley de Inversión Social (tarifa general del impuesto de renta del 35 %)*. Diario Oficial No. 51.797.
- Congreso de la República de Colombia. (2022). *Ley 2277 de 2022: Reforma tributaria; tasa mínima de tributación depurada (art. 240, par. 6 del Estatuto Tributario)*. Diario Oficial No. 52.247.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Damodaran, A. (2026, January). *Country risk premiums and cost of capital*. Stern School of Business, New York University.
<https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2021). *Implementación de fuentes no convencionales de energías renovables en el sector minero colombiano*. <https://ser-colombia.org/wp-content/uploads/2021/02/FNCER-en-el-sector-minero-Colombia-1.pdf>
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.
- González-Argote, J., Sánchez-Castillo, V., & Cano, C. A. G. (2024). Economía verde, estado del campo y líneas futuras en el marco del desarrollo sostenible. *Suma de Negocios*, 15(32), 70–80.
<https://doi.org/10.14349/sumneg/2024.v15.n32.a8>
- Iberdrola. (2025). *Full year results 2024*. <https://www.iberdrola.com/investors>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*.
<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

- International Renewable Energy Agency. (2024). *Renewable power generation costs in 2023*. <https://www.irena.org/Publications>
- ISA. (2025). *Informe integrado 2024*. <https://www.isa.co/es/investors>
- López, M. V., & García, L. A. (2016). The effect of corporate social responsibility on firm value: A literature review. *Journal of Business Ethics*, 137(1), 61–77. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3079-6>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Un año de logros históricos para el ambiente en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co/2024-un-ano-de-logros-historicos-para-el-ambiente-en-colombia/>
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. Conferencia de las Partes (COP21). https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- NextEra Energy. (2025). *Q4 and full year 2024 results*. <https://www.nexteraenergy.com/investors.html>
- Ørsted. (2025). *Sustainability and ESG performance 2024*. <https://orsted.com/sustainability>
- Palmer, K., Oates, W. E., & Portney, P. R. (1995). Tightening environmental standards: The benefit-cost or the no-cost paradigm? *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 119–132. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.119>
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review*, 89(1–2), 62–77.
- Sullivan, R., & Gouldson, A. (2021). Corporate carbon strategies: Opportunities for business and society. *Journal of Business Ethics*, 174(1), 35–54. <https://doi.org/10.1007/s10551-021-04780-2>
- TermoemCali. (2023). *Comunicado: Alianza Sector Eléctrico Carbono Neutral*. XM. <https://www.xm.com.co>
- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2021). *Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715*. Ministerio de Minas y Energía. https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf
- Walley, N., & Whitehead, B. (1994). It's not easy being green. *Harvard Business Review*, 72(3), 46–52.
- Wang, Y., Zhang, S., Wu, Z., Hao, Y., & Li, R. (2024). Responding to green finance with emission reduction and value-added: The role of enterprise environmental investment. *Gondwana Research*. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2024.10.008>

Yin, R. K. (2018). *Case study research
and applications: Design and*

methods (6th ed.). SAGE
Publications.