

Minerales estratégicos para la transición energética en el Nororiente colombiano: caracterización  
y análisis de oportunidades y desafíos

Daniela Herrera Gutiérrez

Pasantía de Investigación para Optar al Título de Economista

Director

Amado Antonio Guerrero Rincón

Economista

Doctor en Historia

Codirector

Wilfred Romero Arciniegas

Economista

Magister en Estudios del Desarrollo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Humanas

Escuela de Economía y Administración

Programa de Economía

Bucaramanga

2026

### **Dedicatoria**

A mi familia —mi mamá, papá, hermana y sobrinos— por todo su amor y confianza a lo largo de mi proceso de formación académica; a mi compañero gatuno Apolo por ser mi mejor apoyo emocional, a mis compañeros y futuros colegas por los momentos compartidos y las valiosas enseñanzas que me dejaron; y, finalmente, a mis amigas, por estar siempre conmigo a lo largo de todos estos años.

### **Agradecimientos**

Agradecimientos siempre a la Universidad Industrial de Santander que me permitió formarme como profesional. Siempre UIS, siempre pública.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	9
1.Marco referencial .....	14
1.1 Antecedentes .....	14
1.2 Marco teórico .....	18
2. Problema de investigación .....	22
2.1 Planteamiento del problema.....	22
2.2 Pregunta de investigación .....	25
2.3 Hipótesis .....	25
2.3.1 Hipótesis por componente.....	26
3. Justificación .....	27
4. Objetivos.....	30
4.1 Objetivo general.....	30
4.2 Objetivos específicos .....	30
5. Metodología .....	31
5.1 Consideraciones éticas .....	36
6. Resultados.....	37
6.1 Marco institucional y de planificación.....	37
6.1.1 Marco normativo.....	37
6.1.1.2 CONPES 4075 DE 2022: Política de transición energética.....	40
6.1.1.3 Vacíos y desafíos normativos .....	44
6.1.2 Revisión a los Planes de Desarrollo.....	46
6.2 Minerales estratégicos: panorama nacional y de la región Nororiental .....	56

6.2.1 Contexto minero nacional .....	56
6.2.2 Caracterización geológica y producción de minerales estratégicos.....	62
6.2.2.1 Cobre (Cu) .....	63
6.2.2.2 Hierro (Fe) .....	65
6.2.2.3 Platino (Pt) .....	67
6.2.2.4 Panorama general de la producción de minerales estratégicos .....	68
6.2.3 Áreas Estratégicas Mineras en el Perijá: caso corredor Cesar- La Guajira .....	69
6.2.4 Cuantificación de impactos: escenarios Santander, Boyacá, La Guajira.....	71
6.3 Desafíos y limitaciones para el aprovechamiento de los recursos minerales estratégicos .....	79
6.3.1 Limitaciones económicas del modelo de minería.....	79
6.3.2 Conflictividad social .....	82
6.3.3 Riesgos ambientales.....	93
7. Conclusiones.....	96
Referencias Bibliográficas .....	102

**Lista de tablas**

Tabla 1 Matriz de variables.....	33
Tabla 2 Líneas de acción CONPES 4075 sobre Transición energética .....	41
Tabla 3. Supuestos estimados escenario conservador Santander.....	71
Tabla 4. Proyecciones económicas Santander .....	72
Tabla 5. Supuestos estimados escenario conservador Boyacá.....	73
Tabla 6. Proyección económica Boyacá .....	74
Tabla 7. Supuestos estimados escenario conservador La Guajira .....	75
Tabla 8. Proyección económica La Guajira .....	76
Tabla 9. Comparativa para los 3 departamentos.....	78
Tabla 10. Conflicto socioambiental por departamento. ....	84

**Lista de Figuras**

Figura 1. Valor agregado minero por departamento en el nororiente (2005-2024) Base 2015 ....	58
Figura 2. Participación del sector “Minas y canteras” en el PIB departamental 2024.....	59
Figura 3. Distribución de la producción de Cobre (Cu) asociado al pago de regalías 2012-2022.....	64
Figura 4. Distribución de la producción de Hierro (Fe) asociado al pago de regalías 2012-2022.....	66
Figura 5. Distribución de la producción de Platino asociado al pago de regalías 2012-2022.....	68

## Resumen

**Título:** Minerales estratégicos para la transición energética en el nororiente colombiano: caracterización y análisis de oportunidades y desafíos\*

**Autor:** Daniela Herrera Gutiérrez\*\*

**Palabras Clave:** Minerales estratégicos, transición energética, Nororiente colombiano, cambio climático.

**Descripción:** Los fuertes impactos del cambio climático han levantado las alertas a nivel global, de ahí que hoy en día sea imperante la necesidad global por llevar a cabo una transición energética que dé un vuelco al uso y producción de energías. Este trabajo analiza las oportunidades y desafíos que presentan los recursos minerales estratégicos del nororiente colombiano para su incorporación en procesos de transición energética. A través de un enfoque de métodos mixtos que combina análisis cualitativos de documentos oficiales con datos cuantitativos de fuentes institucionales (DANE, UPME, SGC, ANM), se examinan tres dimensiones principales: el marco normativo e institucional vigente, la disponibilidad y caracterización de minerales estratégicos en la región, y los desafíos económicos, sociales y ambientales derivados de la actividad extractiva. Los resultados evidencian que, aunque la región nororiental posee potencial geológico significativo para minerales como cobre, hierro y platino, existen obstáculos estructurales en materia de coordinación institucional, diversificación económica y gestión ambiental que condicionan el aprovechamiento sostenible de estos recursos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración. Programa de Economía. Director: Amado Antonio Guerrero Rincón. Doctor en Historia. Codirector: Wilfred Romero Arciniegas. Magister en Estudios del Desarrollo.

### Abstract

**Title:** Strategic minerals for the energy transition in northeastern Colombia: characterization and analysis of opportunities and challenges\*

**Author(s):** Daniela Herrera Gutiérrez\*\*

**Key Words:** Strategic minerals, energy transition, Northeastern Colombia, climate change.

**Description:** The severe impacts of climate change have raised global alarms, making the urgent need for an energy transition increasingly clear. This transition requires a shift in how energy is produced and consumed. This research analyzes the opportunities and challenges presented by strategic mineral resources in northeastern Colombia for their incorporation into energy transition processes. Using a mixed-methods approach that combines qualitative analysis of official documents with quantitative data from institutional sources (DANE, UPME, SGC, ANM), three main dimensions are examined: the current regulatory and institutional framework, the availability and characterization of strategic minerals in the region, and the economic, social, and environmental challenges arising from extractive activity. The results show that although northeastern Colombia possesses significant geological potential for minerals such as copper, iron, and platinum, structural obstacles exist regarding institutional coordination, economic diversification, and environmental management that condition the sustainable use of these resources.

### Introducción

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Human Sciences. School of Economics and Administration. Economics Program. Thesis advisor: Dr. Amado Antonio Guerrero Rincón, PhD in History  
Co-Advisor: Wilfred Romero Arciniegas. M.A in Development Studies.

La transición hacia energías renovables a nivel mundial que busca reemplazar los combustibles fósiles por fuentes de energía más sostenibles es crucial para lograr la sostenibilidad ambiental y mitigar el cambio climático. En el caso de Colombia, un país con un considerable potencial en recursos minerales, la transición energética representa un reto y una oportunidad para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y dinamizar la economía.

En el país, el suministro eléctrico se apoya principalmente en la energía hidroeléctrica, lo que conlleva restricciones en el sistema debido a esta dependencia y a la vulnerabilidad de la generación hidroeléctrica frente a fenómenos climáticos extremos como El Niño (IRENA, USAID, 2021). La transición hacia un modelo energético más sostenible enfrenta una serie de desafíos, desde la política energética hasta la infraestructura y la economía, así como la necesidad de adaptar los patrones de consumo y producción (UPME, 2023).

Dentro del proceso de una transición hacia energías limpias y renovables, los minerales estratégicos desempeñan un papel crucial, ya que son fundamentales en la tecnología necesaria para diversas formas de energía sostenible, como la solar, eólica, geotérmica, hidráulica y biomasa. En la mayor parte del territorio colombiano, se encuentran importantes reservas y yacimientos minerales, tales como níquel, cobre y oro, que desempeñan un papel crucial en las tecnologías de energía renovable y el almacenamiento energético.

A pesar de que aún no se ha explorado completamente el potencial minero de todo el territorio del país, sus características geológicas naturales sugieren ventajas comparativas significativas, incluyendo su ubicación estratégica, relieve y abundancia de recursos, resultado de eventos geotectónicos y procesos de formación de rocas. Estas indicaciones geológicas señalan áreas propicias para la exploración de recursos minerales, los cuales podrían dar lugar a proyectos

de importancia económica si se aplican técnicas modernas de prospección territorial. (UPME, 2022).

Por lo tanto, este trabajo de investigación se propone analizar las oportunidades— entendidas como las condiciones favorables del territorio en términos de disponibilidad de recursos, infraestructura, marco normativo y capacidades institucionales— y el potencial— referido a la capacidad técnica, geológica y económica de estos recursos para contribuir efectivamente a la transición energética— que brindan los recursos minerales y energéticos de la región nororiental de Colombia para impulsar la transición energética y el desarrollo sostenible, abarcando departamentos como Arauca, Boyacá, Sur de Bolívar, Magdalena, Sucre, Casanare, César, Guajira, Norte de Santander y Santander.

El período de análisis comprende desde 2012 hasta 2024, considerando la evolución reciente de las políticas públicas y la información sobre explotación mineral a partir de pago de regalías. Se buscará identificar las posibilidades reales que ofrece el territorio, así como las limitaciones y debilidades existentes para llevar a cabo esta transición, considerando aspectos fundamentales como las características geológicas demostradas en el atlas metalogénico, la disponibilidad y caracterización detallada de los recursos minerales, las políticas públicas vigentes y la planificación regional coordinada.

Este trabajo se organiza en cuatro secciones principales que responden de manera progresiva a la pregunta de investigación: ¿Cómo y en qué condiciones el desarrollo de minerales estratégicos puede contribuir a la transición energética y al desarrollo territorial sostenible en los departamentos del nororiente colombiano (Santander, Norte de Santander, Cesar, La Guajira, Boyacá, Bolívar, Magdalena, Sucre, Arauca, Casanare), considerando el marco institucional

vigente, las capacidades locales y los riesgos socioambientales identificados en el período 2012-2024?

El primer capítulo reúne el marco referencial, el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos. En el marco referencial se exponen los fundamentos teóricos sobre desarrollo territorial y transiciones sostenibles, junto con una revisión de la literatura existente relacionada con estos enfoques. La justificación destaca la relevancia del estudio, subrayando el papel histórico del nororiente colombiano en el abastecimiento energético nacional y las oportunidades que ofrece la diversificación económica hacia el aprovechamiento de minerales estratégicos.

El planteamiento del problema analiza el contexto global de crisis climática y la necesidad de avanzar hacia una transición energética justa y sostenible, señalando que, pese a la riqueza mineral del país, los esfuerzos exploratorios han priorizado los hidrocarburos, lo que evidencia un conocimiento limitado del potencial mineral estratégico del territorio. Además, se formulan la pregunta de investigación, las hipótesis que guían el estudio y los objetivos generales y específicos, orientados al análisis del marco institucional, la caracterización de los recursos minerales y la identificación de los principales desafíos socioambientales y económicos de la región.

El segundo capítulo describe la metodología empleada, basada en un enfoque mixto que combina el análisis cualitativo de documentos oficiales, normativas y planes de desarrollo, con información cuantitativa proveniente de fuentes institucionales como el DANE y la Agencia Nacional de Minería (ANM).

El tercer capítulo presenta los resultados, organizados en tres apartados: (i) el análisis del marco institucional y de planificación, que examina las políticas públicas y normativas vinculadas a la minería de recursos estratégicos; (ii) la caracterización de los minerales estratégicos en la región, sustentada en el Atlas Metalogénico, que permite identificar su distribución espacial, composición mineralógica y relevancia para las tecnologías de energía renovable; y (III) la identificación de los desafíos y limitaciones —económicas, sociales y ambientales— que enfrenta la región en el aprovechamiento sostenible de estos recursos.

Finalmente, el cuarto capítulo reúne las conclusiones, donde se sintetizan los principales hallazgos en relación con los objetivos específicos, y se reflexiona sobre las implicaciones que estos resultados tienen para el aprovechamiento sostenible de los minerales estratégicos en el contexto de la transición energética en Colombia.

## 1. Marco referencial

### 1.1 Antecedentes

El estudio de la transición energética y del papel de los recursos minerales ha sido abordado desde diferentes perspectivas. En Colombia, la literatura aún es limitada, aunque ha crecido con la implementación de proyectos y estrategias que orientan al país hacia un nuevo modelo energético. La mayoría de los trabajos analizan el tema de forma amplia y general, resaltando la importancia de una matriz energética limpia y la necesidad de obtener minerales estratégicos como eje fundamental. Los estudios que se presentan a continuación analizan los retos económicos, sociales y ambientales relacionados con el aprovechamiento de estos recursos.

Garzón (2020) analizó cómo la transición energética y las dinámicas del comercio internacional de minerales transforman el sector minero y los principales retos para Colombia. Mediante una revisión de tendencias globales y proyecciones de demanda, el autor evidenció que minerales como litio, cobalto y grafito podrían aumentar su demanda en más de 500% hacia 2050. Se destacó la necesidad de avanzar hacia una “minería climáticamente inteligente” con principios de economía circular. En el caso colombiano, la falta de coordinación institucional y de información geocientífica limita la diversificación minera. El autor concluye que el país debe alinear su política minera con las dinámicas globales, fortaleciendo la gobernanza y la sostenibilidad.

Viglioni et al. (2025) estudiaron la relación entre recursos minerales metálicos, complejidad económica y consumo de energías renovables en 77 países, incluido Colombia,

durante 1995–2021. A través de técnicas econométricas de datos de panel, encontraron que la abundancia de minerales y la baja complejidad económica afectan negativamente el uso de energías renovables, confirmando la hipótesis de la “maldición de los recursos”. Sin embargo, la complejidad económica tiene un efecto positivo al potenciar la transición cuando se combina con la disponibilidad de minerales. En el caso colombiano, se concluye que sin desarrollo tecnológico, la abundancia de recursos puede limitar la adopción de energías limpias.

Culma y Turizo (2022) evaluaron la viabilidad de producir hidrógeno a partir de hidrocarburos como parte de la transición energética en Colombia. Destacaron el potencial del hidrógeno como vector energético, por su eficiencia y bajas emisiones, aunque enfrenta retos en producción, transporte y almacenamiento. Mediante simulaciones, los autores compararon escenarios de producción con petróleo, gas y carbón hasta 2050. Los resultados indican que el gas natural, junto con captura de CO<sub>2</sub>, ofrece mayor potencial, mientras el carbón presenta altas emisiones. El estudio concluye que el hidrógeno verde debe impulsarse como pilar clave para la descarbonización y la competitividad energética del país.

Por su parte, Almanza y Farfán (2022) analizaron la relevancia de la transición energética en el sector de hidrocarburos colombiano. A partir de una revisión normativa y contextual, los autores explican que el cambio responde al aumento de gases de efecto invernadero y a la necesidad de migrar hacia fuentes limpias. Se destacan las leyes 1715 de 2014 y 2099 de 2021, las metas de descarbonización y el papel del gas como combustible puente. Aunque se observan avances en movilidad eléctrica y proyectos renovables, persisten obstáculos como la dependencia

del petróleo y la falta de infraestructura. El estudio advierte que la transición será de largo plazo y requiere fortalecer la institucionalidad.

Bedoya Londoño et al. (2024) identificaron las áreas prospectivas de Colombia con minerales estratégicos como cobre, níquel, litio, cobalto, tierras raras y plata. Mediante análisis geoespacial con QGIS y fuentes del SGC y ANM, hallaron que el 27,3% del área continental tiene potencial para estos minerales. El cobalto abarca la mayor superficie (11,7%), seguido por el cobre y el níquel. Se evidenció baja monetización del litio y las tierras raras, así como coincidencia entre áreas prospectivas y títulos mineros vigentes. Los autores concluyen que Colombia posee un gran potencial geológico, pero debe adoptar una estrategia integral que combine sostenibilidad, innovación y valor agregado.

Bustamante y Cardona (2024) evaluaron el potencial geológico del grafito en la Cordillera Central, ante su exclusión de la lista oficial de minerales estratégicos. A través de un enfoque geológico-descriptivo, analizaron muestras en Antioquia, Caldas y Tolima, encontrando contenidos de grafito entre 10% y 15%, comparables con yacimientos internacionales. Los resultados sugieren un alto potencial económico y estratégico, recomendando iniciar un programa de exploración integral con cartografía y estudios metamórficos. Los autores señalan que el grafito podría diversificar la canasta minera y fortalecer la posición de Colombia en la cadena global de la transición energética.

Mohr et al. (2023) analizaron la Transición Energética Justa (TEJ) en Colombia, centrando su estudio en los departamentos de Cesar y La Guajira. A través de casos y diálogo con actores

locales, identificaron retos sociales, económicos y políticos que afectan el proceso. Aunque el país posee gran potencial en energías renovables, persisten barreras estructurales como la debilidad institucional, la desconfianza hacia el Estado y la falta de alternativas económicas para los trabajadores del carbón. El estudio concluye que la TEJ solo será posible con participación comunitaria real, respeto a los derechos humanos y planificación de cierres mineros responsables.

A partir de los estudios revisados, se evidencia consenso sobre la relevancia de los minerales estratégicos y la diversificación de la matriz energética para garantizar la transición en Colombia. Garzón (2020) y Viglioni et al. (2025) coinciden en que los minerales críticos son fundamentales para las tecnologías limpias, pero advierten que su aprovechamiento requiere gobernanza e institucionalidad sólidas. Los trabajos de Almanza y Farfán (2022) y Culma y Turizo (2022) destacan la importancia del hidrógeno y los hidrocarburos, aunque señalan límites estructurales del país. En contraste, Bedoya et al. (2024) y Bustamante y Cardona (2024) centran su atención en el potencial geológico aún desaprovechado.

Por otro lado, Mohr et al. (2023) ofrecen una perspectiva social y política al señalar que la transición no puede entenderse solo desde la oferta de recursos, sino también desde la inclusión, la justicia social y la resolución de conflictos locales. Este enfoque complementa los demás estudios, que abordan principalmente aspectos técnicos o económicos, pero no profundizan en los impactos territoriales. En conjunto, las investigaciones revisadas demuestran que la transición energética en Colombia exige tanto una planificación minera responsable como una gestión social equitativa.

En síntesis, las investigaciones revisadas permiten identificar tres puntos clave: los minerales estratégicos son pilares fundamentales de la transición; Colombia posee un potencial geológico significativo aún sin consolidar; y se requiere un marco institucional sólido para atraer inversión sostenible. Sin embargo, no existe consenso sobre la ruta inmediata del país: algunos autores proponen fortalecer el papel del hidrógeno y el gas como soluciones intermedias, mientras otros priorizan la exploración de nuevos minerales. Además, persisten vacíos en la articulación entre las dimensiones técnica y social de la transición, especialmente a nivel regional

## **1.2 Marco teórico**

La transición energética implica no solo sustituir las fuentes de energía, sino también disponer de los materiales necesarios para fabricar tecnologías limpias. En este contexto, los minerales críticos son esenciales para producir baterías, turbinas eólicas, paneles solares y otros componentes de las energías renovables. Se caracterizan por su alta demanda, escasez relativa y concentración geográfica limitada. Estos recursos requieren capacidades técnicas y políticas para su aprovechamiento, y dependen de reglas e instituciones que condicionan su impacto social y ambiental. Por ello, su extracción debe entenderse dentro de dinámicas territoriales específicas.

De esta manera el análisis se sustenta en las perspectivas teóricas identificadas en las investigaciones previas sobre minerales críticos y transición energética. Esta elección responde a la necesidad de abordar el fenómeno desde una visión integral que reconoce tanto las dimensiones técnico-materiales como las socio-territoriales del proceso. Dichas investigaciones previas destacan la Transición Energética Justa (TEJ) como eje conceptual central, al proponer un

equilibrio entre la sostenibilidad ambiental y el desarrollo social y económico, especialmente en países con bajos indicadores socioeconómicos como Colombia.

El desarrollo, que trasciende la reducción económica medida por el PIB, se interpreta como un fenómeno multidimensional que integra elementos subjetivos, culturales y sociales. La distinción entre crecimiento y desarrollo resulta esencial para comprender las dinámicas territoriales. Mientras el crecimiento es material, el desarrollo es intangible y depende de la interacción entre instituciones, confianza, cultura, libertad y conocimiento socializado. Así, la configuración territorial del desarrollo es una “emergencia sistémica” que surge de la sinergia entre múltiples factores y no de acciones aisladas (Boisier, 2003).

Para la comprensión del problema de investigación se incorpora el concepto de desarrollo territorial multidimensional de Boisier (2003), que trasciende los indicadores puramente económicos, y se alinea con los cinco ejes identificados para la TEJ: inversión en energías limpias, sustitución de combustibles fósiles, reindustrialización, protección climática y distribución justa de oportunidades. Esta base permite analizar los minerales críticos como instrumentos de transformación estructural y no solo como bienes de mercado.

Boisier (2003) propone que el desarrollo territorial requiere la articulación de seis subsistemas: valores, actores, organizaciones, procedimientos, capital económico y capital intangible (cultural, social, humano y cognitivo). La sola presencia de recursos naturales no garantiza el desarrollo; lo determinante es cómo el territorio organiza sus capacidades técnicas, institucionales y sociales para valorizar esos recursos. Este enfoque resalta la necesidad de

estructuras que promuevan la innovación, fortalezcan el tejido social y garanticen una gestión sostenible de los recursos locales.

En la literatura se emplean también marcos económicos como la Economía Circular, y los encadenamientos productivos, a la vez que advierten desde la hipótesis de la Maldición de los Recursos los riesgos del extractivismo primario de exportación. Frente a ello, se integra la teoría de los seis subsistemas de Boisier con la Economía Circular y los clústeres productivos, pues se enfatiza la articulación de capacidades locales y la creación de valor agregado como vía para superar modelos extractivos dependientes

Las transformaciones hacia la sostenibilidad implican cambios profundos en los sistemas que estructuran la vida cotidiana, como la energía, el transporte y la alimentación. La perspectiva Multi-Nivel, desarrollada por Geels (2011), explica que estas transformaciones surgen en tres niveles: el nicho, donde emergen innovaciones; el régimen sociotécnico, que agrupa las prácticas consolidadas; y el paisaje sociotécnico, que abarca las tendencias políticas, económicas y culturales. Los cambios ocurren cuando las innovaciones logran expandirse y reemplazar los regímenes existentes, especialmente ante crisis o presiones externas.

La literatura reconoce la necesidad de un "nuevo derecho de la energía" o un régimen jurídico de la transición energética que surge de cambios económicos, técnicos y preocupaciones ambientales. También se identifican la necesidad de marcos de cadenas de suministro responsable y debida diligencia. La Perspectiva Multi-Nivel de Geels (2011) proporciona un esquema analítico

para comprender estas transformaciones. Sus tres niveles permiten explicar diferentes dimensiones del proceso.

El nivel de nicho explica las innovaciones en tecnologías limpias que requieren minerales críticos (FNCER). El nivel de régimen aborda las prácticas consolidadas del sector minero que deben transformarse, incluyendo el marco jurídico y de debida diligencia. El nivel de paisaje considera las presiones globales hacia la neutralidad de carbono 2050 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (especialmente ODS 7). La MLP permite analizar cómo las innovaciones en minería de minerales críticos pueden escalar desde experiencias locales hasta transformar regímenes establecidos.

De esta manera la perspectiva del desarrollo territorial en América Latina adopta un enfoque multidisciplinario que entiende el territorio como un espacio de construcción social y aprendizaje colectivo. Este enfoque se distancia de visiones macroeconómicas o sectoriales, proponiendo planteamientos transversales e integrales. Sus principios incluyen la participación de actores locales, el aprovechamiento de recursos endógenos, la priorización de la calidad de vida más allá del PIB, la sostenibilidad ambiental y la innovación en sentido amplio, abarcando dimensiones tecnológicas, sociales e institucionales (Sovacool, 2020).

La construcción teórica propuesta se caracteriza por su integralidad, al articular dimensiones técnicas económicas, sociales y territoriales, lo que permite abordar desde lo macroeconómico hasta los desafíos locales. El enfoque multinivel permite analizar de forma simultánea dinámicas globales (neutralidad de carbono y Acuerdo de París), nacionales

(estrategias de descarbonización) y locales (capacidades territoriales), tal como lo plantean los estudios revisados. Es además un enfoque procesual, ya que al incorporar la Perspectiva Multi-Nivel (MLP) explica cómo ocurren las transformaciones hacia la sostenibilidad, respondiendo a la necesidad de comprender la transición energética y los procesos de cambio institucional.

Se trata entonces de una propuesta contextualizada, que reconoce las especificidades del país y los riesgos de la maldición de los recursos, evitando aplicar conceptos que no consideren las brechas geológicas, políticas y estratégicas del sector minero colombiano. En ese sentido, se trata de una construcción directamente fundamentada en los conceptos, enfoques económicos y sociopolíticos revisados, ofreciendo un lente coherente para abordar la complejidad de los minerales críticos en el contexto de la transición energética en Colombia.

## **2. Problema de investigación**

### **2.1 Planteamiento del problema**

La humanidad enfrenta hoy uno de los desafíos más apremiantes de su historia: el cambio climático. Su principal causa radica en el sistema de producción energética basado en combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas, que constituyen la base del modelo industrial y del crecimiento económico mundial. Las consecuencias de este patrón energético son evidentes: aumento de la temperatura global, derretimiento de polos y glaciares, elevación del nivel del mar y mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos. Estos efectos resultan de la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, producto de la quema de combustibles fósiles, la deforestación y otras actividades humanas.

La aceleración del cambio climático no solo representa una amenaza para los ecosistemas y la vida en la Tierra, sino también para la estabilidad económica y productiva global. En respuesta, desde inicios del siglo XXI la comunidad internacional ha buscado estrategias para mitigar sus impactos. En este marco, el Acuerdo de París de 2015, firmado por 196 países, estableció compromisos orientados a limitar el aumento de la temperatura global por debajo de 2 °C y reducir las emisiones de GEI. A partir de entonces, numerosas naciones, regiones, ciudades y empresas han fijado metas de neutralidad de carbono y adoptado políticas de cero emisiones, con avances notables en sectores como el transporte y la energía (UNFCCC, s.f.).

No obstante, la transición de un sistema energético dependiente de combustibles fósiles hacia uno basado en energías renovables plantea nuevos desafíos. Entre ellos, el aumento de la demanda de minerales esenciales —como litio, cobalto, níquel y tierras raras— necesarios para fabricar vehículos eléctricos, paneles solares y aerogeneradores. Este cambio genera tensiones sobre las cadenas de suministro y puede intensificar conflictos socioambientales, lo que exige la adopción de prácticas de minería sostenible (Olivera et al., 2022). Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2021), la viabilidad de la transición energética global depende del acceso seguro y sostenible a estos minerales considerados críticos o estratégicos.

En el contexto colombiano, aunque el país posee una riqueza significativa en recursos minerales, su modelo energético y productivo continúa enfocado principalmente en la extracción de hidrocarburos. Actualmente, las fuentes fósiles representan cerca del 70 % de la matriz energética nacional, mientras que las energías renovables apenas alcanzan el 29 %, con predominio de la hidroeléctrica, la bioenergía y la solar (Betancur et al., 2024). Este sesgo ha limitado la

exploración y el aprovechamiento de minerales esenciales para la transición energética, perpetuando la dependencia del petróleo, el carbón y el gas natural, actividades que además generan impactos ambientales y sociales significativos. Así, el primer cuello de botella de la transición energética colombiana radica en el escaso conocimiento y exploración del territorio, lo cual dificulta la planificación de una transición efectiva y sostenible.

Dentro de este panorama, la región nororiental de Colombia se destaca por sus condiciones climáticas y ambientales favorables para la generación de energías limpias. Sus amplias zonas con fuertes vientos y alta radiación solar ofrecen un gran potencial para el desarrollo de proyectos eólicos y solares fotovoltaicos, como ya ocurre en departamentos como Córdoba, Cesar, La Guajira y Santander. Sin embargo, la mayoría de los departamentos de la región aún carecen de estudios suficientes sobre el potencial real de sus recursos minerales estratégicos y sobre la capacidad de estos para ser aprovechados en la transición energética.

A estas limitaciones se suman deficiencias en infraestructura tecnológica, capacidades técnicas y condiciones institucionales. Factores como las políticas públicas, el marco regulatorio, la planificación territorial y las características socioeconómicas de las comunidades locales influyen directamente en el aprovechamiento sostenible de los recursos minero-energéticos. En consecuencia, la región enfrenta el desafío de articular su riqueza natural con una estrategia de desarrollo que contribuya de manera efectiva a la transición energética y al bienestar de sus territorios.

## 2.2 Pregunta de investigación

¿Cómo y en qué condiciones el desarrollo de minerales estratégicos puede contribuir a la transición energética y al desarrollo territorial sostenible en los departamentos del nororiente colombiano (Santander, Norte de Santander, Cesar, La Guajira, Boyacá, Bolívar, Magdalena, Sucre, Arauca, Casanare) considerando el marco institucional vigente, las capacidades locales y los riesgos socioambientales identificados en el período 2012-2024?

## 2.3 Hipótesis

Los recursos minerales estratégicos del nororiente colombiano representan una oportunidad para apoyar la transición energética del país; sin embargo, su aprovechamiento se encuentra condicionado por limitaciones económicas, sociales y ambientales derivadas de las dinámicas territoriales. Dichos recursos minerales son materias primas esenciales para la fabricación de componentes y sistemas destinados a la producción, almacenamiento y distribución de energías renovables, por lo que su explotación responsable es clave para descarbonizar la matriz energética nacional, mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar hacia una economía baja en carbono y respetuosa con el medio ambiente.

Entre los grandes desafíos se encuentran los impactos negativos que provoca la minería, como la deforestación, la contaminación del agua, el desplazamiento de comunidades y los conflictos sociales. No obstante, existen oportunidades para desarrollar la minería de estos recursos minerales, bajo esquemas sostenibles que integren consideraciones socioambientales.

El gobierno colombiano deberá entonces implementar y hacer cumplir estándares ambientales y sociales estrictos, garantizando la participación y consulta de las comunidades

locales en la toma de decisiones sobre proyectos mineros. Además, se deberá invertir en investigación y desarrollo para mejorar las prácticas mineras, reducir su impacto ambiental y social, y promover la transición hacia una economía circular y baja en carbono.

### ***2.3.1 Hipótesis por componente***

En el componente económico, se plantea que la explotación de minerales estratégicos en el nororiente colombiano generará encadenamientos productivos locales y diversificación económica solo si se implementan políticas activas de desarrollo económico, transferencia tecnológica e inversión en capacidades locales. En ausencia de estas políticas, la minería reproducirá el patrón de economía de enclave observado en la explotación de carbón, caracterizado por baja generación de empleo local, remisión de utilidades al exterior y ausencia de encadenamientos productivos territoriales.

En el componente socioambiental, se sostiene que los territorios con mayor potencial de minerales estratégicos que presentan superposición o territorios étnicos experimentarán mayor conflictividad social y resistencia comunitaria. La viabilidad de proyectos extractivos dependerá de la implementación efectiva de mecanismos de consulta previa y de la existencia de acuerdos de beneficio mutuo que garanticen la participación de las comunidades en la toma de decisiones y en la distribución equitativa de beneficios.

Por último, en el componente de gobernanza, se propone que la fragmentación institucional entre el Ministerio de Minas y Energía, la UPME, la ANM, el Ministerio de Ambiente y las entidades territoriales limita la efectividad de las políticas de transición energética. Los

departamentos con mayor capacidad institucional, medida por la existencia de políticas minero-energéticas vigentes, alta ejecución presupuestal y presencia de instancias de coordinación interinstitucional, tendrán mejores resultados en el aprovechamiento sostenible de minerales estratégicos y en la reducción de la conflictividad socioambiental

En el contexto del nororiente colombiano, llevar a cabo exitosamente una transición energética hacia fuentes más limpias representa un enorme reto para las distintas partes involucradas en el proceso. Este territorio, conformado por Arauca, Boyacá, Sur de Bolívar, Magdalena, Sucre, Casanare, César, La Guajira, Norte de Santander y Santander, ha sido históricamente partícipe del abastecimiento energético de Colombia y de otros países, dada la riqueza de varios de estos departamentos en recursos como el carbón y los hidrocarburos.

### **3. Justificación**

Esta investigación surge en el marco de una pasantía de investigación para el Instituto de Estudios Interdisciplinarios y Acción Estratégica para el Desarrollo (IdeaD), específicamente en la línea de investigación "Desarrollo sostenible para el nororiente colombiano: identificación de desafíos y oportunidades en la región", que tiene como objetivo formular soluciones entre territorios para atender prioridades nacionales y retos globales y locales, especialmente los retos relacionados con la orientación de políticas públicas para el desarrollo sostenible de la región. La delimitación geográfica del estudio responde, por tanto, a la necesidad de generar conocimiento aplicado que apoye la toma de decisiones estratégicas en este territorio específico, reconociendo

su papel histórico en la matriz energética nacional y su potencial para participar activamente en la transición hacia energías limpias.

La importancia de esta investigación radica en su contribución al conocimiento sobre el potencial real de los minerales estratégicos en una región cuya vocación económica ha estado tradicionalmente vinculada a los combustibles fósiles. Mientras que la mayoría de los estudios nacionales sobre transición energética se han enfocado en aspectos tecnológicos o en análisis generales a nivel país, existe un vacío significativo en la caracterización territorial específica del potencial minero estratégico y en la evaluación integrada de las condiciones institucionales, económicas y socioambientales que determinan la viabilidad de su aprovechamiento en regiones concretas. Este trabajo busca llenar ese vacío mediante un análisis situado que reconoce las particularidades del nororiente colombiano.

El marco temporal seleccionado (2012-2024) obedece a criterios específicos que permiten capturar procesos clave para el análisis. En primer lugar, y de manera fundamental para esta investigación, este período corresponde a la disponibilidad de datos abiertos sobre explotación de minerales asociados al pago de regalías, información que resultó esencial para identificar los minerales estratégicos presentes en la región y realizar los mapas de distribución de estos recursos en el territorio nororiental.

Adicionalmente, este estudio cubre un vacío metodológico al integrar el análisis del marco institucional con la caracterización geológica y la evaluación de desafíos territoriales, ofreciendo una visión comprehensiva que supera los enfoques fragmentados que predominan en la literatura

existente. La mayoría de las investigaciones se concentran en aspectos puramente técnicos de disponibilidad mineral o en análisis normativos generales, sin establecer conexiones claras entre el potencial geológico, las capacidades institucionales y los desafíos socioambientales específicos de cada territorio.

La transición hacia energías renovables implica sustituir progresivamente el sistema de minería tradicional por uno nuevo enfocado en la extracción de minerales estratégicos. De allí surge la importancia de identificar las oportunidades que pueden obtener los departamentos a partir del aprovechamiento responsable de sus propios recursos. Por tanto, resulta fundamental analizar las alternativas de desarrollo que ofrece la región nororiental en materia de minerales estratégicos, como vía para transformar la matriz energética de departamentos que hoy son esenciales en el suministro nacional de energías no renovables.

En el contexto nacional, el níquel, el cobre y la plata son los minerales más explotados vinculados a la transición energética. A su vez, el cobalto, las tierras raras, el litio y la plata poseen las áreas prospectivas más amplias del territorio, y la suma total de las zonas potenciales para todos los minerales estratégicos se superpone con al menos el 27% del área continental del país (Bedoya et al., 2023). Dichas zonas de exploración podrían convertirse en futuras áreas de perforación si se implementa una planificación estatal que fomente proyectos mineros a gran escala, los cuales requerirán estudios geo científicos, inversiones en infraestructura y avances en investigación, desarrollo e innovación.

Las características medioambientales y geológicas de los departamentos en estudio también son determinantes para definir las oportunidades del territorio. Reconocerlas permitirá identificar áreas prospectivas con potencial de exploración que podrían convertirse en futuros yacimientos de minerales estratégicos. Por ello, se hace necesario analizar la situación actual y las oportunidades con las que cuenta el nororiente colombiano en materia de exploración y explotación minera ya que en su proceso de transición energética el abastecimiento de estos minerales será decisivo

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Analizar las condiciones del nororiente colombiano frente al aprovechamiento de recursos minerales estratégicos en el marco de la transición energética, considerando su potencial, desafíos y oportunidades.

### **4.2 Objetivos específicos**

Explorar el marco normativo, las políticas públicas y la estructura institucional que regula la exploración y explotación de recursos minero-energéticos en la región.

Caracterizar la disponibilidad de recursos minerales estratégicos en el nororiente colombiano, evaluando tanto su potencial geológico como su producción actual.

Identificar los principales desafíos ambientales, sociales y económicos asociados a la actividad extractiva en la región nororiental, con base en la experiencia histórica del carbón y el petróleo, como referencia para evaluar riesgos potenciales en el aprovechamiento futuro de minerales estratégicos.

## **5. Metodología**

Para abordar los objetivos de esta investigación y responder a la pregunta planteada, se empleó un enfoque de métodos mixtos (MM) convergente, que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Este enfoque es ideal para analizar problemas complejos, al ofrecer una visión más amplia y profunda del fenómeno de estudio (Hernández-Sampieri et al., 2014). El uso de ambos métodos permite analizar tanto información cualitativa obtenida de documentos, informes y publicaciones oficiales, como datos cuantitativos de tipo económico y estadístico. Ambos componentes poseen el mismo peso y se complementan para ofrecer una comprensión integral del problema investigado.

Este diseño se utiliza cuando el investigador busca confirmar o corroborar resultados mediante validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos (Hernández-Sampieri et al., 2014). En esta investigación, la recolección y análisis de ambos tipos de datos se realizó de manera simultánea, integrándolos posteriormente en la fase de interpretación. Para garantizar la validez y confiabilidad, se aplicó la triangulación de fuentes, que consiste en contrastar información proveniente de documentos oficiales, literatura académica y bases de datos estadísticas. Esta

estrategia fortalece la consistencia de los hallazgos y permite una interpretación más precisa de los resultados obtenidos.

El análisis cualitativo de los documentos de planificación se desarrolló mediante un protocolo de extracción y codificación diseñado para garantizar la trazabilidad de los resultados. Se seleccionaron como documentos base el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, el CONPES 4075 de 2022, los Planes de Desarrollo Departamental 2024–2027 de los diez departamentos del nororiente y la Política Pública Minero–Energética de Santander 2020. La inclusión se basó en criterios de oficialidad, vigencia (2020–2027), cobertura territorial y accesibilidad digital. Se establecieron cuatro categorías analíticas: diagnóstico, meta, proyecto específico y ausencia, aplicadas a cada mención sobre minería, transición energética o recursos estratégicos.

El procedimiento consistió en localizar los apartados relevantes, clasificar las menciones según las categorías establecidas, extraer fragmentos pertinentes y documentar ausencias significativas. Para garantizar la replicabilidad del estudio, se elaboró una matriz de variables que operacionalizó los conceptos centrales, precisando fuentes, períodos y limitaciones. La tabla 1 muestra estas variables, que incluyeron el valor agregado bruto minero, la participación del sector minero en el PIB departamental, la producción de cobre, hierro y platino, y la presencia de políticas minero-energéticas. Las fuentes principales fueron el DANE, la ANM, Indepaz, los gobiernos departamentales y el DNP.

**Tabla 1***Matriz de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Fuente</b>	<b>Periodo</b>	<b>Dimensión geográfica</b>	<b>Método</b>
<i>Valor Agregado Bruto minero</i>	Contribución monetaria del sector "Explotación de minas y canteras" al PIB en millones de pesos constantes	DANE - Cuentas Departamentales	2005-2024	Departamental	Series encadenadas volumen base 2015
<i>Participación sectorial minera</i>	Porcentaje que representa el VAB minero dentro del PIB departamental total	DANE	2024	Departamental	(valor agregado minero / PIB departamental) × 100
<i>Tasa de crecimiento anual compuesta</i>	Tasa promedio de crecimiento anual del sector minero en el período analizado	DANE	2005-2024	Departamental	Tasa de crecimiento = $[(\text{Valor final} / \text{Valor inicial})^{(1/n \text{ años})}] - 1$
<i>Producción de cobre (Cu)</i>	Kilogramos de cobre producidos asociados a pago de regalías	ANM-Sistema de Regalías	2012-2022	Municipal	Suma anual de reportes por municipio productor
<i>Producción de hierro (Fe)</i>	Toneladas de hierro producidas asociadas a pago de regalías	ANM- Sistema de Regalías	2012-2022	Municipal	Suma anual de reportes por municipio productor

<i>Producción de platino (Pt)</i>	Gramos de platino producidos asociados a pago de regalías	ANM- Sistema de Regalías	2012-2022	Municipal	Suma anual de reportes por municipio productor
<i>Existencia de política minero-energética departamental</i>	Variable dicotómica que indica presencia de documento de política pública aprobado y vigente	Gobernaciones departamentales	2020-2024	Departamental	Revisión documental.
<i>Mención de minerales estratégicos en Planes de Desarrollo Departamental</i>	Frecuencia, tipo y profundidad de mención de minerales estratégicos en PDD	PDD 2024-2027	2024-2027	Departamental	Conteo de casos documentados en informe
<i>Conflictos socioambientales mineros activos</i>	Número de conflictos socioambientales relacionados con minería documentados por departamento	Indepaz 2022	2022	Departamental	Conteo de casos documentados en informe

Nota: Elaboración propia

La recolección de datos se basó principalmente en la revisión documental y el análisis de información secundaria. Se utilizaron fuentes oficiales nacionales como el DANE, el DNP, el Ministerio de Minas y Energía, el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la UPME, la ANM y la Asociación Colombiana de Minería. Asimismo, se consultaron bases de organismos internacionales como IRENA, la Agencia Internacional de Energía (AIE), el Banco Mundial, el

BID, la ONU y la CEPAL. Esta combinación de fuentes permitió integrar datos confiables y actualizados sobre las dinámicas minero-energéticas del nororiente colombiano.

La justificación del método mixto radica en que la pregunta de investigación exige tanto la cuantificación de variables económicas y productivas como la comprensión de dinámicas institucionales, sociales y normativas no observables en cifras. La complejidad del análisis sobre los minerales estratégicos requiere integrar evidencia diversa: por un lado, series temporales de producción y participación económica, y por otro, el contenido de políticas públicas, marcos legales y conflictos territoriales. Así, el método mixto ofrece una mirada complementaria entre los aspectos técnicos y sociales del fenómeno estudiado.

El componente cuantitativo buscó responder preguntas relacionadas con la magnitud y evolución del sector minero en los departamentos del nororiente entre 2005 y 2024, identificando minerales estratégicos producidos, cantidades y su localización municipal. Se emplearon series temporales del Valor Agregado Bruto (VAB) minero, producción de cobre, hierro y platino, y participación minera en el PIB departamental. Las técnicas incluyeron estadística descriptiva, tasas de crecimiento anual compuesta (CAGR), análisis de tendencias y cartografía temática para representar la distribución espacial de la producción.

El componente cualitativo, por su parte, abordó preguntas sobre cómo los gobiernos departamentales incorporan la transición energética y los minerales estratégicos en su planificación, los vacíos normativos e institucionales existentes y los conflictos socioambientales asociados. Los datos provinieron de los Planes de Desarrollo Departamental 2024–2027, el

CONPES 4075, el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, el marco normativo nacional y los informes de Indepaz (2022). Las técnicas de análisis aplicadas fueron el análisis temático, la identificación de vacíos, la triangulación documental y la evaluación de coherencia entre niveles de planificación nacional y departamental.

### **5.1 Consideraciones éticas**

Esta investigación se desarrolló bajo 4 principios éticos fundamentales que guiaron todas las decisiones metodológicas. Primero, se garantizó transparencia absoluta en fuentes: toda afirmación cuantitativa es rastreable hasta su fuente original especificando la institución fuente, el período de datos y las limitaciones identificadas, sin inventar datos ni especular más allá de la evidencia disponible. Segundo, se reconocieron explícitamente las limitaciones del estudio incluyendo en todos los escenarios cuantitativos una sección de "Supuestos y limitaciones", utilizando un lenguaje condicional para no presentar estimaciones como hechos, y declarando explícitamente los vacíos de información cuando los datos no estaban disponibles.

Tercero, se mantuvo neutralidad y evitación de conflictos de interés al no contar con financiamiento de empresas mineras ni de organizaciones ambientalistas, orientando los hallazgos a informar política pública sin promover ni frenar proyectos mineros específicos, presentando argumentos de múltiples actores sin privilegiar una posición, y enfatizando en las recomendaciones las condiciones necesarias para sostenibilidad en lugar de prescripciones absolutas. Cuarto, se hizo uso responsable de información sensible manejando los datos sobre conflictos socioambientales con cuidado para no estigmatizar territorios ni comunidades, absteniéndose de publicar datos que

pudieran comprometer la seguridad de líderes sociales, y presentando la información sobre minería ilegal de forma agregada sin señalar comunidades específicas.

## **6. Resultados**

### **6.1 Marco institucional y de planificación**

#### ***6.1.1 Marco normativo***

Para lograr una matriz energética que contribuya a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030, el Estado colombiano ha formulado e implementado diversas políticas públicas orientadas hacia energías más limpias. Esta transición no solo exige el desarrollo de fuentes renovables de generación eléctrica, sino también asegurar el suministro de minerales estratégicos necesarios para las tecnologías limpias. El marco normativo que regula la actividad minero-energética está compuesto por leyes, decretos y políticas que se han ajustado con el tiempo según los contextos económicos y los planes de desarrollo de cada gobierno.

Desde la Constitución Política de 1991, en su artículo 332, se estableció que el Estado es propietario del subsuelo y de todos los recursos naturales no renovables del territorio colombiano (Constitución Política de Colombia, 1991, art. 332). Este principio es la base de la política minera vigente, desarrollada en la Ley 685 de 2001, conocida como el Código de Minas. Dicha ley regula las relaciones jurídicas entre el Estado y los particulares que deseen iniciar labores en cualquier fase de la actividad minera (Ley 685, 2001, art. 2). Su objetivo es definir las condiciones para la exploración y explotación de minerales de interés público con beneficios económicos y sociales (Ley 685, 2001, art. 1).

Antes de fijar las reglas de la actividad minera, el Código define los conceptos básicos. Una mina se entiende como el yacimiento o criadero de minerales o materias fósiles aprovechables económicamente, ya sea en el suelo o en el subsuelo (Ley 685, 2001, art. 10). Asimismo, un mineral se define como una sustancia cristalina, generalmente inorgánica, con propiedades físicas y químicas específicas derivadas de su estructura atómica particular (Ley 685, 2001, art. 10). Estas definiciones sientan las bases para comprender la regulación de su uso y explotación.

Es fundamental resaltar que todos los minerales, sin importar su ubicación en el suelo o subsuelo, son propiedad exclusiva del Estado (Ley 685, 2001, art. 5). Esta propiedad es inalienable e imprescriptible, lo que garantiza su protección legal (Ley 685, 2001, art. 6). Además, el derecho a explorar o explotar solo se adquiere mediante un contrato de concesión debidamente inscrito en el Registro Nacional Minero (Ley 685, 2001, art. 14). Esta disposición asegura la trazabilidad y legalidad de las actividades extractivas dentro del territorio nacional.

La prospección minera, en principio, es libre y no requiere autorización previa (Ley 685, 2001, art. 39). No obstante, existen excepciones relevantes, como en los territorios de comunidades étnicas, donde deben respetarse disposiciones especiales que garantizan sus derechos. En estos casos, es obligatorio realizar procesos de consulta previa y participación antes de iniciar cualquier actividad minera (Ley 685, 2001, art. 122-136). Además, ninguna actividad de prospección o explotación sin título válido genera derechos sobre el terreno o frente a terceros (Ley 685, 2001, art. 6).

Todas las actividades mineras realizadas sin título legal son consideradas ilegales (Ley 685, 2001, art. 159). De igual manera, los derechos sobre recursos del subsuelo se extinguen si la exploración o explotación se suspende sin justificación por más de doce meses consecutivos (Ley 685, 2001, art. 29). En este sentido, el Estado ejerce control para asegurar el cumplimiento normativo y prevenir la apropiación indebida de los recursos mineros nacionales.

El Estado, a través del Instituto de Investigación e Información Geo científica Minero Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS), es responsable de realizar estudios nacionales y regionales del subsuelo (Ley 685, 2001, art. 42). Estos estudios pueden llevarse a cabo incluso en áreas con títulos mineros activos. En cuanto a la prospección, generalmente no requiere autorización ambiental, salvo en zonas naturales protegidas, donde deben cumplirse estrictamente las disposiciones ambientales aplicables (Ley 685, 2001, art. 34-35).

En materia de transición energética, la Ley 1931 de 2018 marcó un hito al establecer lineamientos para integrar la gestión del cambio climático en las decisiones del sector público y privado (Ley 1931, 2018, art. 1). Esta ley creó el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), encargado de coordinar las acciones de mitigación y adaptación a nivel nacional y regional (Ley 1931, 2018, art. 4). Asimismo, impuso a las entidades territoriales la obligación de incorporar la gestión del cambio climático en sus planes de desarrollo y ordenamiento territorial (Ley 1931, 2018, art. 8-9).

Del mismo modo, esta norma estableció la necesidad de considerar el enfoque climático en los proyectos de inversión pública (Ley 1931, 2018, art. 23) y promovió el uso de fuentes no

convencionales de energía renovable, así como la eficiencia energética, como herramientas fundamentales para la mitigación (Ley 1931, 2018, art. 12). Posteriormente, la Ley 2099 de 2021 profundizó en estos objetivos al promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía (FNCE) (Ley 2099, 2021, art. 1).

La Ley 2099 introdujo el concepto y la promoción del hidrógeno verde, producido a partir de fuentes renovables, y del hidrógeno azul, derivado de combustibles fósiles con sistemas de captura y almacenamiento de carbono (Ley 2099, 2021, art. 5). Además, contempló incentivos fiscales para quienes inviertan en este tipo de proyectos, incluyendo deducciones del impuesto de renta de hasta el 50% durante 15 años (Ley 2099, 2021, art. 8). Asimismo, otorgó beneficios tributarios como la exclusión del IVA y la exención de aranceles para maquinaria y equipos no fabricados en el país (Ley 2099, 2021, art. 9-10).

#### ***6.1.1.2 CONPES 4075 DE 2022: Política de transición energética***

En el año 2022, el Consejo Nacional de Política Económica y Social aprobó el documento de política pública 4075 sobre Transición Energética. Esta política, vigente hasta 2028, cuenta con un presupuesto total de 306.378 millones de pesos (DNP, 2022) y se centra en acciones intersectoriales articuladas en 21 líneas de acción, distribuidas entre entidades como el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación, la Agencia Nacional de Minería y la Agencia Nacional de Hidrocarburos. Todas buscan atender los cuatro ejes problemáticos identificados en el diagnóstico: confiabilidad energética, falta de estrategias de innovación, escasas medidas de competitividad y altas emisiones

de gases de efecto invernadero (GEI) del sistema energético. Dentro de estas 21 líneas de acción, y para relevancia de esta investigación, cabe resaltar las siguientes 3 la Línea de acción:

**Tabla 2**

*Líneas de acción CONPES 4075 sobre Transición energética*

<b>Línea</b>	<b>Descripción</b>
14. Estrategia para incentivar la producción de minerales necesarios para la Transición energética,	Ordena a la UPME diseñar una estrategia para el aprovechamiento del oro, cobre y otros minerales estratégicos en base al potencial geológico del país; esto con el propósito de incentivar la inversión extranjera en las etapas de exploración y una posible puesta en marcha de proyectos de explotación
15. Estrategia para incentivar el aprovechamiento de recursos y reservas de carbón y promover la diversificación económica de las regiones con alta dependencia del sector extractivo	Le asigna el Ministerio de Minas y Energía la elaboración y puesta en marcha de un plan de reconversión socioeconómico gradual en aquellos departamentos donde la actividad extractiva de carbón sea intensiva
16. Definición de estrategias y lineamientos para promover el desarrollo social en transición energética	También le asigna al Ministerio de minas y energía diseñar lineamientos con enfoque de género, derechos humanos y diferencial étnico que promuevan el desarrollo territorial y la promoción de las economías locales, además de la divulgación del conocimiento sobre transición energética

Nota: elaboración propia con información del CONPES 4075

Estas 3 líneas de acción resultan fundamentales ya que, comenzando por la línea 14, representa el primer reconocimiento de nivel de política pública sobre la necesidad de desarrollar una estrategia específica para los minerales estratégicos. Por su parte, la línea 15 aborda la transición en las regiones carboníferas del país, proceso que implica retos tanto económicos como sociales y que refleja la complejidad territorial colombiana. Finalmente, la línea 16 incorpora la dimensión de equidad, esencial para garantizar la participación y los derechos de las comunidades étnicas que habitan territorios con potencial minero.

En concordancia con estos lineamientos nacionales, la literatura internacional sobre transición energética enfatiza que las políticas de minería sostenible deben incluir: diversificación de empresas mineras para propiedad local apoyando minería artesanal y de pequeña escala,, exploración de nuevas fuentes de recursos mediante eficiencia, reciclaje y sustitución de materiales, e incorporación de minerales en planificación climática y energética para mapear cadenas de suministro y comprender limitaciones estructurales (Sovacool et al., 2020).

El documento CONPES 4075 de 2022 constituye la hoja de ruta nacional para la transición energética, al establecer 21 líneas de acción con vigencia hasta 2028 y un presupuesto de 306.378 millones de pesos. Sin embargo, presenta limitaciones en la desagregación presupuestal por línea y carece de mecanismos claros de coordinación interinstitucional. En particular, la Línea 14, orientada a incentivar la producción de minerales estratégicos, designa a la UPME como entidad responsable de formular estrategias para el aprovechamiento del oro, cobre y otros minerales, de acuerdo con el potencial geológico nacional.

No obstante, persisten vacíos significativos, como la falta de articulación con los gobiernos departamentales, la ausencia de diagnósticos geológicos actualizados, la inexistencia de incentivos fiscales específicos y un indicador de seguimiento limitado, que solo mide la formulación de la estrategia. A su vez, la Línea 15, enfocada en la reconversión socioeconómica de las regiones mineras de carbón, enfrenta dificultades derivadas de la resistencia de actores económicos consolidados, la indefinición de sectores alternativos y la ausencia de una asignación presupuestal precisa.

En cuanto a la Línea 16, destinada a incorporar las dimensiones sociales, de género y étnicas en la transición, se identifican deficiencias en la coordinación interinstitucional, ausencia de protocolos de consulta previa y ambigüedad normativa sobre el consentimiento de comunidades étnicas. Estas limitaciones reflejan la necesidad de una política transversal que articule los componentes sociales y productivos del proceso de transición energética.

El análisis de capacidades institucionales departamentales revela una marcada heterogeneidad territorial. Santander destaca por contar con una política pública minero-energética vigente y personal técnico especializado, lo que refleja una gestión madura del sector. En contraste, departamentos altamente mineros como Cesar y La Guajira presentan capacidades limitadas y una gestión predominantemente reactiva, mientras que Boyacá, Norte de Santander y Bolívar muestran niveles intermedios. Arauca, Casanare, Magdalena y Sucre evidencian debilidad estructural, al no priorizar el componente minero-energético en sus agendas institucionales.

A partir de este diagnóstico, se propone una teoría de cambio orientada al aprovechamiento sostenible de minerales estratégicos. Esta plantea que el fortalecimiento de capacidades institucionales locales, la priorización técnica de zonas con baja conflictividad socioambiental y la implementación de incentivos fiscales y de proveedores locales pueden crear condiciones favorables para la diversificación económica territorial. De este modo, la minería podría convertirse en un instrumento de reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y de impulso al desarrollo local.

Sin embargo, la implementación enfrenta riesgos significativos como el incumplimiento de la consulta previa, la presencia de grupos armados en zonas mineras, la caída de precios internacionales, la captura institucional por actores privados y los conflictos por uso del agua. Para mitigar estos riesgos se recomienda establecer protocolos de consulta, fortalecer la presencia estatal, crear fondos de estabilización, garantizar transparencia en la asignación de títulos y exigir estudios hidrológicos previos que promuevan el uso eficiente del recurso hídrico.

### ***6.1.1.3 Vacíos y desafíos normativos***

El análisis posterior a la revisión de las disposiciones legales vigentes en el sector minero-energético revela tres problemas principales. En primer lugar, se evidencia una fragmentación institucional, ya que la responsabilidad sobre la transición energética recae en múltiples entidades nacionales —como el Ministerio de Minas y Energía, la UPME, la ANM y el Ministerio de Ambiente— sin un mecanismo formal de coordinación interinstitucional. Aunque cada entidad cumple con sus funciones asignadas, la falta de una institución específica que coordine la gestión

de los minerales estratégicos dificulta la articulación de políticas y la ejecución de estrategias comunes para su exploración y desarrollo.

En segundo lugar, resulta indispensable fortalecer la sinergia entre el sector público y el privado. Las condiciones que impone la transición energética exigen al Estado realizar importantes inversiones en exploración y desarrollo técnico para el procesamiento industrial de minerales. Sin embargo, los incentivos fiscales establecidos en la Ley 2099 de 2021 se orientan principalmente a proyectos de generación con fuentes no convencionales de energía (FNCE), sin contemplar estímulos específicos para la exploración, extracción o procesamiento de minerales estratégicos. Esta asimetría de incentivos puede crear cuellos de botella que afecten el suministro de insumos minerales necesarios para los proyectos de energías renovables.

Por último, persiste la ausencia de lineamientos territoriales específicos sobre la exploración y explotación de minerales estratégicos. Aunque la Ley 1931 de 2018 obliga a las entidades territoriales a integrar la gestión del cambio climático en sus instrumentos de planificación, no existen directrices claras sobre cómo los departamentos o municipios con potencial minero deben articular sus políticas de ordenamiento territorial con los objetivos nacionales de transición energética. Esta carencia resulta crítica en regiones donde podrían hallarse yacimientos de minerales estratégicos en zonas ambientalmente sensibles o en territorios de comunidades étnicas, lo que puede generar conflictos socioambientales y vacíos de gobernanza.

### ***6.1.2 Revisión a los Planes de Desarrollo***

El análisis de los Planes de Desarrollo Departamental (2024–2027) de los departamentos del Nororiente colombiano resulta fundamental para comprender cómo los gobiernos territoriales están incorporando la agenda de transición energética en sus estrategias de planificación. Esta planificación refleja no solo las prioridades políticas y económicas de cada departamento, sino también las oportunidades y limitaciones que enfrentan en relación con la explotación de recursos minerales estratégicos y el impulso de energías renovables.

Comenzando por el Plan Nacional de Desarrollo (2022-2026), que es la hoja de ruta que define el desarrollo económico, social y político durante cuatro años, este busca actualizar la política minera con énfasis en el ordenamiento minero ambiental, el reconocimiento de derechos mineros ancestrales y de pequeña escala, y el uso de tecnologías en la formalización de la actividad.

El gobierno del presidente Gustavo Petro propone una reforma de la normativa minera para la creación de distritos mineros especiales para promover la diversificación productiva, la resolución de conflictos mineros y la sostenibilidad regional. Estos distritos buscan fomentar la asociatividad entre mineros de pequeña escala y la industrialización. También se pretende aumentar la información sobre recursos mineros y energéticos, lo cual ayudará a la planificación del uso del suelo y subsuelo, la gestión del agua, y la identificación de minerales estratégicos. Se dará entonces prioridad a minerales como oro, materiales de construcción, cobre, níquel, cobalto, litio y tierras raras.

El plan impulsa la gestión de la demanda energética y la participación de nuevos actores en la producción de energía. Aunque los hidrocarburos seguirán siendo importantes, busca modificar gradualmente los patrones de explotación por lo tanto se plantea como objetivo priorizar el uso de fuentes de energía renovable como el viento, el sol, el agua, la biomasa, el calor del subsuelo y la energía oceánica. Es decir, busca una transición energética que garantice el acceso a energías sostenibles, impulsando la investigación, el desarrollo y la innovación en tecnologías para la transición.

Pasando a los gobiernos locales y empezando por el departamento de Santander, su Plan de Desarrollo 2024-2027 “Es tiempo de Santander” incorpora la minera, la transición energética y los recursos minerales como ejes de sostenibilidad. El plan reconoce el compromiso con la transición energética mediante metas de expansión en cobertura eléctrica y gas, instalación de paneles solares destacando el potencial solar del Magdalena Medio y considerando la existencia de pequeñas hidroeléctricas (Gobernación de Santander, 2024).

En cuanto al tema de minería, el departamento se enfoca en la formalización minera y la buena práctica de la minería, resaltando al departamento como territorio petrolero y rico en minerales preciosos y no metálicos. Finalmente, el plan reconoce la existencia de prospectos de minerales como cobre, pero no profundiza en la importancia de este mineral dentro de la planificación minera del departamento.

En el caso de La Guajira, el Plan Departamental de Desarrollo (2024-2027) también reconoce la importancia de la transición energética. El plan propone convertir al departamento en

un epicentro de energías limpias, aprovechando su alto potencial eólico y solar. Para ello, plantea la actualización de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) con el fin de integrar infraestructuras necesarias y fomentar proyectos productivos que utilicen energías alternativas.

Además, se propone impulsar el hidrógeno verde como fuente de combustible y la creación de una unidad básica para suministrar energía y agua potable a las comunidades indígenas. No obstante, el plan subraya la importancia de abordar los desafíos culturales y sociales, especialmente en relación con las comunidades indígenas wayuu, para asegurar una transición energética inclusiva.

Por su parte, el Plan de Desarrollo del Magdalena, “Ruta del Cambio para Superar la Pobreza 2024-2027,” se centra en la energía solar como la principal fuente de energía renovable para la región. Aprovechando las condiciones geográficas favorables, se busca desarrollar nodos de generación de energía solar en los municipios con mayores ventajas competitivas. A través de esta estrategia, se aspira a posicionar al Magdalena como líder en la generación de energía solar. Sin embargo, el plan no aborda otras fuentes de energía renovable ni ofrece detalles sobre estrategias para la gestión de los recursos minerales.

En cuanto al Cesar, su Plan de Desarrollo (2024-2027), “Gobernando el Cesar Imparable,” reconoce la necesidad de diversificar el modelo energético del departamento, especialmente ante la futura disminución de la extracción de carbón. El plan propone la creación de un Plan Departamental de Energías que abarque tanto las energías convencionales como las renovables. Además, se enfoca en la transición justa para las comunidades que dependen de la minería del

carbón, promoviendo la formalización y competitividad de la pequeña y mediana minería. Es importante resaltar que el plan carece de detalles concretos sobre las acciones específicas para implementar esta transición energética.

Por otro lado, el Plan de Desarrollo Departamental de Bolívar (2024-2027), “Bolívar me enamora,” también resalta la transición energética como un proceso clave para el desarrollo sostenible del departamento. Se busca convertir al departamento en un líder a nivel nacional en el uso de energías renovables, mediante la ejecución de proyectos como granjas solares, energía eólica e hidrógeno verde. Aunque el plan subraya la importancia de una transición participativa e inclusiva, no detalla las estrategias a corto y mediano plazo para lograr estos objetivos.

Para el departamento del Casanare, es importante señalar que el sector que más aportó al crecimiento de su PIB en 2022 fue el de minas y energía, con aproximadamente el 50,4%. El plan se sustenta en dos pilares fundamentales: “Industrialización y Promoción de Empleo” y “Desarrollo Social y Seguridad”. Estos pilares se desarrollan a través de cuatro 13 proyectos estratégicos; De los 13 proyectos listados en el plan, ninguno aborda específicamente el tema de recursos minerales.

En cambio, dentro del tercer eje del sector de Minas y Energía, se plantean programas relacionados con la expansión de la cobertura del servicio de energía y el mejoramiento de la infraestructura. Uno de ellos es el “Programa: Consolidación productiva del sector de energía eléctrica”, cuya una de las metas es la construcción de sistemas de energía renovable, específicamente de energía fotovoltaica.

Norte de Santander, un departamento minero, en su Plan de Desarrollo Departamental “Norte, Territorio De Paz” se reconoce como un departamento carbonífero que ha venido sufriendo problemas de precarización laboral e ilegalidad en el sector, un serio problema ya que la minería genera al menos el 40% de los puestos de trabajo en el departamento. Por esta razón en el plan se impulsan estrategias y metas para generar una actividad minera segura y legal, también se enfoca en la ampliación de la cobertura de la energía eléctrica del departamento, y propone para esto la creación de sistema de energía no convencional por medio de la creación de centrales hidráulicas, de generación fotovoltaica, biomasa y eólica.

El departamento del Sucre, en su Plan de Desarrollo “Sucre tierra de oportunidades” dentro de la línea estratégica 3: Territorio, sostenibilidad y oportunidades se plantea el programa “Fortalecimiento productivo del sector minero sucreño” que de nuevo se enfoca en el mejoramiento de las condiciones de los trabajadores de la pequeña minería del departamento, con un enfoque principalmente educativo.

El plan plantea la formalización y la creación de distritos mineros como instrumentos de organización productiva y socioambiental además de aprovechar su potencial solar y lograr la expansión de parques fotovoltaicos para así superar la crisis de las tarifas eléctricas a treves de las comunidades energéticas (Gobernación de Sucre, 2024) El sector de minas y canteras solo aporta el 0,08% del PIB departamental. La actividad minera de este departamento se compone de la extracción de minerales de construcción como arena, arcilla, caliza y otros minerales no metálicos etc.

Para Arauca, su Plan de Desarrollo “Arauca con Productividad y Desarrollo Económico” reconoce la alta dependencia del departamento a los hidrocarburos ya que este es su fuente principal de regalías y su principal motor económico, una realidad que ha generado tensiones en las comunidades indígenas del territorio (Gobernación de Arauca, 2024). Dentro del plan se establecen nuevos proyectos de energía solar fotovoltaica y la ampliación de la cobertura eléctrica. Al igual que los demás departamentos, Arauca se orienta a mejorar su eficiencia energética y la generación de energías limpias.

Finalmente, el Plan de Desarrollo de Boyacá (2024-2027), “Nuestro Gran Plan es Boyacá,” también incorpora la transición energética y la gestión sostenible de los recursos mineros como pilares fundamentales de desarrollo. El plan promueve el uso de energías renovables como la solar y eólica, además de proyectos de autogeneración y eficiencia energética. En cuanto al sector minero, se enfoca en la formalización de la pequeña minería y la promoción de prácticas responsables con el medio ambiente. A pesar de ello, el plan se queda corto al momento de especificar acciones concretas para llevar a cabo la transición energética ni para enfrentar los retos del sector minero.

Es relevante señalar que, de los diez departamentos que conforman la región nororiente de Colombia, solo Santander cuenta con una política pública minera y energética formulada en 2020 y aún vigente. Esta política impulsa la diversificación energética en el departamento mediante el fomento de proyectos de energías limpias como la solar, eólica y de biomasa. Además, el documento presenta una caracterización del territorio en función de su diversidad geológica y de la variedad de minerales metálicos y no metálicos presentes en su subsuelo.

La Política Pública Minero–Energética de Santander (Gobernación de Santander, 2020) tiene como propósito fortalecer el sector minero a través de la gestión de alianzas que promuevan su desarrollo sostenible. Entre sus principales metas se encuentran la caracterización integral del sector, el apoyo financiero y la asistencia técnica para regularizar y mejorar su competitividad. Asimismo, contempla el impulso a la implementación de fuentes no convencionales de energía mediante la formulación y presentación de proyectos de formalización minera ante el Gobierno Nacional.

Aunque los Planes Departamentales de Desarrollo están concebidos para alinearse con la visión estratégica del Plan Nacional de Desarrollo (PND), persiste un escaso interés por parte de los gobiernos departamentales en establecer las bases de la transición energética en sus territorios. Esta situación puede explicarse por la tendencia de las administraciones locales a priorizar, en el corto y mediano plazo, la atención de problemáticas que afectan de manera directa la economía regional o la calidad de vida de sus habitantes, como el desempleo, la seguridad y la salud.

En este contexto, es comprensible que la transición energética no se configure como una prioridad inmediata. Sin embargo, sí se evidencia una preocupación por atender los conflictos asociados a la minería tradicional de hidrocarburos, particularmente en lo relacionado con la ilegalidad y la precarización laboral. Cabe destacar que para la mayoría de estos departamentos, la minería de carbón a cielo abierto continuará siendo, al menos en el mediano plazo, un pilar fundamental de su dinámica económica, debido a su significativa contribución a los ingresos públicos a través de las regalías, que para muchos territorios representan un recurso vital.

No obstante, no se ha planteado ni previsto un escenario que considere el eventual declive en la extracción de carbón. La ausencia de claridad sobre estrategias de industrialización en la mayoría de los planes sugiere que el riesgo de reproducir el modelo extractivista, ahora con recursos renovables, es considerable. Aunque existe un reconocimiento general de la importancia de las energías renovables, los planes departamentales mantienen un fuerte anclaje en combustibles fósiles y no integran de manera clara los minerales estratégicos en la visión de transición energética. Esto representa un vacío tanto de planeación como de articulación territorial.

Un análisis comparativo entre departamentos permite identificar dos modelos territoriales diferenciados que responden a distintas realidades históricas. Por un lado, departamentos como La Guajira, Bolívar y César apuestan por un modelo de transición basado en megaproyectos, que busca atraer grandes inversiones de infraestructura energética, un liderazgo nacional, generación de electricidad a escala industrial, alta dependencia de inversión externa y como consecuencia, conflictos por uso del territorio. Por otro lado, departamentos como Arauca, Magdalena y Norte de Santander priorizan un modelo de formalización, caracterizado por la generación de energía por medio de sistemas fotovoltaicos individuales, la cobertura de energía en zonas no interconectadas, la reducción de brechas energéticas en el campo y estrategias de formalización para la pequeña minería haciendo énfasis en asistencia técnica y capacitación.

Esta diferencia no es casual, sino que refleja la estructura económica preexistente de cada territorio. Los departamentos históricamente dependientes de la gran minería de carbón apuestan por reemplazar un modelo de gran escala por otro energético de igual magnitud, lo que plantea interrogantes sobre si realmente se está transformando el modelo de desarrollo o simplemente

sustituyendo un commodity por otro. En contraste, los departamentos con tradición de pequeña minería artesanal enfocan sus esfuerzos en la tecnificación y formalización, reconociendo que su reto no es la reconversión de mega industrias sino la mejora de pequeños productores informales. La distinción es crucial porque implica estrategias y desafíos completamente diferentes que los marcos normativos nacionales no siempre reconocen de manera explícita.

Boyacá representa el caso más complejo ya que siendo el primer departamento con títulos mineros a nivel nacional con 1,217 títulos, donde la minería aporta el 10.44% del PIB (Gobernación de Boyacá) enfrenta la superposición de 160 títulos mineros con jurisdicción de páramos. Esta situación obliga a una reconversión laboral y productiva de los mineros afectados, pero simultáneamente el departamento busca impulsar proyectos de hidrógeno verde. De esta manera la transición puede significar abandonar completamente la minería extractiva en ciertas zonas mientras se diversifica en otras, generando preguntas sobre la coherencia territorial de estas estrategias y sobre quién asume los costos sociales de estas decisiones diferenciadas.

Santander muestra una situación similar al ser la cuna de la industria petrolera con reservas de oro, carbón, cobre y plata. Sus conflictos socioambientales relacionados con la explotación de oro en el Páramo de Santurbán no impiden que el departamento mantenga la explotación de petróleo y oro como sus ingresos mineros más relevantes. Su transición se centra en fomentar el incremento de la cobertura de los servicios públicos, lo que sugiere una estrategia de adición más que de sustitución de la matriz energética. Algo que demuestra que, para departamentos con economías diversificadas, la transición no implica necesariamente el abandono de actividades

extractivas tradicionales, sino su coexistencia con nuevas fuentes renovables pero que un interrogante sobre la efectividad real de estas estrategias para alcanzar metas de descarbonización.

La profundidad y especificidad de las metas establecidas por cada departamento deja ver diferencias en sus capacidades institucionales para planificar e implementar la transición. En algunos se establecen metas concretas y medibles, en otros, presentan objetivos vagos como impulsar sistemas de energía no convencional o consolidarse como líder regional en el inicio de la transición; formulaciones que carecen tanto de indicadores verificables como cronogramas definidos. Una disparidad que puede profundizar la brecha regional en aspectos de la transición.

Finalmente, los planes evidencian que la relación entre las altas tasas de pobreza multidimensional en áreas rurales de departamentos como Boyacá, Sucre, César y Magdalena, y la baja cobertura de servicios públicos en zonas dispersas, obliga a priorizar proyectos de FNCER como los sistemas fotovoltaicos y comunidades energéticas para alcanzar la cobertura del servicio eléctrico. Sin embargo, esta priorización como instrumento de cobertura puede entrar en tensión con objetivos más ambiciosos de descarbonización regional, creando un dilema de priorización de los recursos: ¿se invierte en megaproyectos que posicionen al departamento en el mercado energético nacional, o se priorizan proyectos de menor escala que reduzcan brechas sociales, pero no generen ingresos significativos?

## **6.2 Minerales estratégicos: panorama nacional y de la región Nororiental**

### ***6.2.1 Contexto minero nacional***

Una de las principales razones para impulsar la transición energética es la seguridad energética de los países. En el caso de Colombia, su matriz energética depende en gran medida de la hidroelectricidad, lo que la hace altamente vulnerable al cambio climático, especialmente debido al fenómeno de El Niño. Esta transición reconfigura el extractivismo de recursos naturales, manteniendo la dinámica de los países Latinoamericanos como proveedor de materias primas. La Agencia Internacional de Energía (IEA) ha identificado cinco "minerales críticos" esenciales para las tecnologías de energías renovables: litio, níquel, cobalto, tierras raras y cobre.

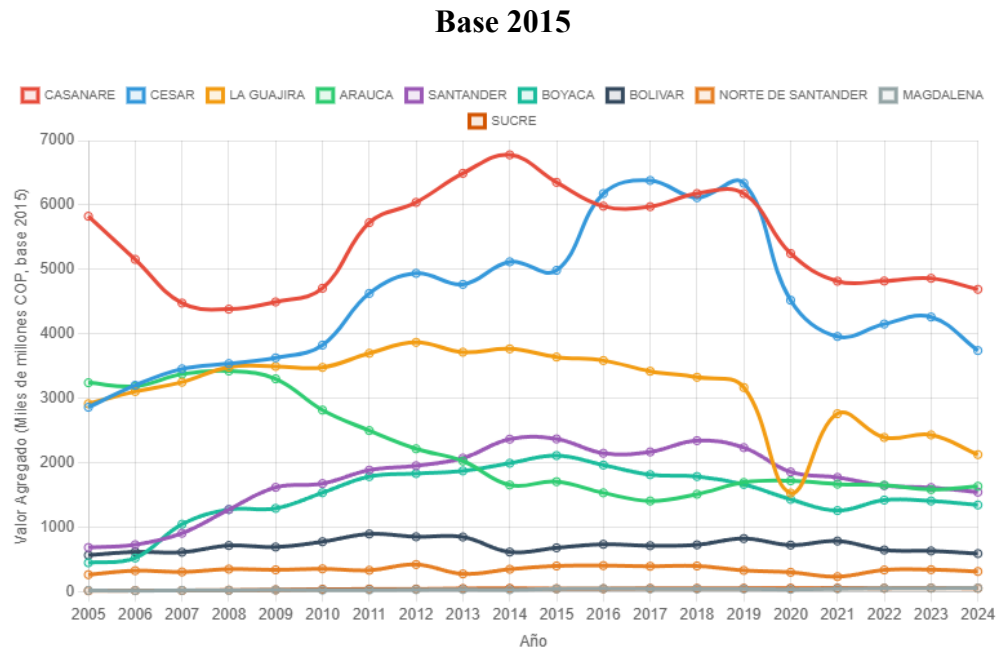
La demanda mundial de estos minerales está aumentando exponencialmente, lo que impulsa tanto su extracción como sus precios. Estos recursos están geográficamente concentrados, con la mayor producción de litio en Australia, Chile y China, mientras que el cobalto y las tierras raras se extraen principalmente en la República Democrática del Congo (RDC) y China (Alarcón, 2023).

Sin embargo, el crecimiento de la demanda implica la expansión de la frontera extractiva y la aparición de nuevas "zonas de sacrificio", donde los impactos negativos de la extracción generan conflictos socioambientales. Además, la transición energética presenta desafíos adicionales para los países Latinoamericanos, como la dependencia de la importación de tecnología y los altos costos de financiamiento. La corrupción también sigue siendo un obstáculo en muchos países de esta región.

En Colombia, el sector minero energético se refiere a las actividades primarias de la economía basadas en el aprovechamiento de las diferentes tipos de energías y los recursos naturales no renovables. Comprende 3 subsectores; minería, hidrocarburos y energía eléctrica. El subsector de la minería comprende la prospección, exploración, construcción, explotación, transporte, comercialización y el beneficio de minerales metálicos (como oro, plata, platino, cobre, níquel), no metálicos (como arena, arcilla, grava, caolín, calizas, mármoles) y de materiales energéticos como el carbón. (FINDETER, 2023). En el país la actividad minera está dominada por la minería formal y a gran escala donde abundan los proyectos carboníferos, aunque en la mayoría del territorio se desarrolla la minería de subsistencia ilegal donde el Estado no tiene el control de la actividad extractivista.

La minería del carbón ha sido un pilar de la economía colombiana, representando en promedio el 1% del PIB nacional y el 16% de las exportaciones entre 2016 y 2020. (Minenergía, 2021) El 13% de los títulos mineros vigentes en Colombia corresponden a carbón. (UPME; ANM, 2024) El carbón que se produce puede ser de dos tipos; térmico o metalúrgico. El primero se usa para la generación de energía en centrales térmicas y el segundo para uso en zonas industriales.

En 2022, las actividades del sector minero representaron aproximadamente un 3% del PIB nacional Y se produjo alrededor de 57,95 millones de toneladas (Minenergía, s.f). Sus grandes reservas se encuentran distribuidas entre las 3 cordilleras y la costa atlántica, convirtiendo a departamentos como La Guajira, Cesar, Córdoba, Norte de Santander, Santander, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Valle del Cauca y Cauca en las principales regiones de explotación carbonífera en el país.

**Figura 1. Valor agregado minero por departamento en el nororiente (2005-2024)**

Nota: Elaboración propia con base en datos del DANE

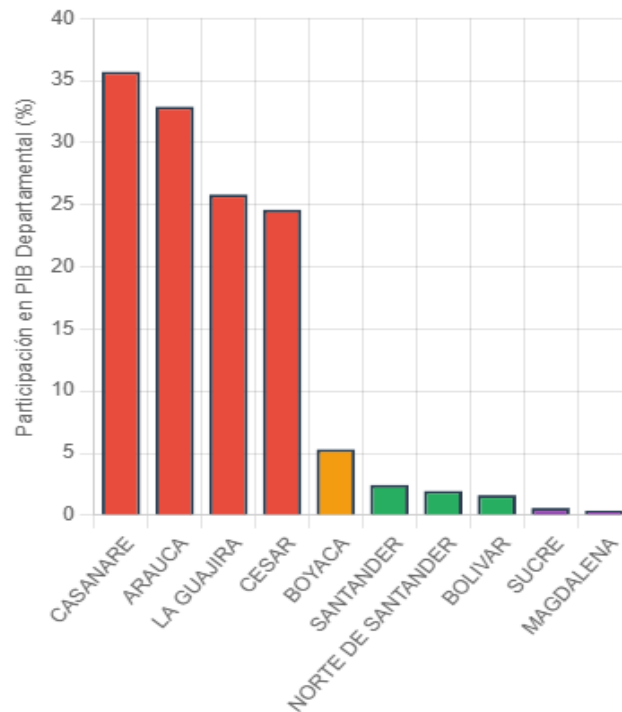
La figura 1 muestra la evolución del valor agregado del sector “Explotación de minas y canteras” en los 10 departamentos de estudio durante el periodo 2005-2024. Este análisis se realizó con el propósito de dar contexto para comprender las dinámicas actuales y el potencial de la región en el marco de los minerales estratégicos. Para empezar, resulta importante decir que en el año 2024 la producción minera en la región alcanzó el valor de 18.865 millones de pesos de manera desigual entre los 10 departamentos (DANE, 2024).

Como se observa en la figura, el valor agregado del sector minero en la región tuvo un decrecimiento real de -4.5%, a lo largo de los 19 años resultados de, entre otras variables, el declive en las inversiones en exploración y desarrollo en medio de contexto de incertidumbre por el futuro de los combustibles fósiles. Es particularmente notable la caída que experimentó la producción en

Casanare, Cesar y la Guajira entre 2019 y 2020, especialmente este ultimo departamento tuvo una contracción de un 51.8% en un solo año.

Estos patrones significan un riesgo especialmente para estos 3 departamentos donde el sector de la minería representa más del 20% de PIB departamental; economías dependientes de un único commodity, en este caso el carbón térmico. Los datos de la figura 2 revelan mejor esta situación.

**Figura 2. Participación del sector “Minas y canteras” en el PIB departamental 2024**



Nota: Elaboración propia con base en datos del DANE

Como se observa en la figura 2, departamentos como Casanare (35.7%), Arauca (32.9%), La Guajira (25.8%) y Cesar (24.6%) presentan economías altamente dependientes de la actividad extractiva específicamente del petróleo. En los otros 6 departamentos la contribución del sector a

sus economías representa un bajo porcentaje de participación: Boyacá (5.3%) Santander (2.5%), Norte de Santander (2.0%) Bolívar (1.6%) Magdalena (0.4%) y Sucre (0.6%) departamentos con actividades económicas más diversificadas y en algunos casos la participación del sector llega a ser marginal.

La disminución de la demanda global de carbón presenta un desafío para Colombia, requiriendo estrategias de diversificación económica y transición en las regiones carboníferas. Aunque el carbón continúa siendo un mineral importante para Colombia, se están realizando esfuerzos para diversificar la producción minera. La creciente demanda de minerales para tecnologías limpias ofrece una oportunidad para que el país desarrolle su potencial en recursos minerales. Sin embargo, el desarrollo de este potencial requiere una mayor inversión en exploración, el fortalecimiento de la institucionalidad minera y la implementación de prácticas responsables con el medio ambiente y las comunidades.

En el año 2023, el gobierno nacional actualizó la lista de los minerales considerados estratégicos para el país teniendo en cuenta no solo el cumplimiento de los acuerdos de París sino también las percepciones de riesgo en la cadena de suministro de estos minerales. Se denominan estratégicos ya que son de vital importancia para el crecimiento industrial del país. Se asignaron en 3 líneas: transición energética justa, seguridad alimentaria y desarrollo e infraestructura pública

Dentro de los minerales estratégicos para la transición energética, se ha identificado la presencia de cobre (Cu) en los distritos de Vetás y California; sin embargo, la explotación de este mineral aún no ha alcanzado un desarrollo significativo (Gobernación de Santander, 2024) El

potencial de cobre en Santander sigue siendo incierto, y se requieren estudios de exploración más detallados para determinar su viabilidad económica. De confirmarse la existencia de yacimientos con reservas suficientes, la minería de cobre podría convertirse en un nuevo motor de desarrollo para la región.

Además de petróleo y oro, Santander cuenta con otros recursos mineros como plata y zinc en los municipios de Vetas y California, así como carbón en Carmen de Chucurí, Betulia, San Vicente, Vélez, Landázuri y Cerrito. Según la Agencia Nacional de Minería, de los 407 títulos mineros registrados en el departamento, 355 estaban en explotación, 9 en fase de construcción y montaje, y 23 en exploración. El 43% de los títulos están destinados a la extracción de materiales de construcción, el 15% a oro y metales preciosos, y el 9% a carbón (Gobernación de Santander, 2024).

Boyacá es el departamento con mayor cantidad de títulos mineros a nivel nacional, con un total de 1.217 registrados hasta el 31 de enero de 2024, según la Agencia Nacional de Minería (Gobernación de Boyacá, 2024). Por otro lado, Norte de Santander también es reconocido como un departamento con fuerte actividad minera, principalmente en la producción de carbón, arcilla, roca fosfórica y materiales de construcción.

La minería del carbón, tanto térmico (utilizado para generar calor) como metalúrgico (para la producción de acero), es especialmente importante en la región. La actividad minera genera alrededor de 40 mil empleos directos, beneficiando a más de 87 mil personas, incluidas las familias de los mineros. La minería de carbón, arcilla, piedra caliza, roca fosfórica y materiales de

construcción representa el 40% de los empleos en la región. (Gobernación de Norte de Santander, 2024)

Finalmente, en el departamento del Cesar, la actividad minera a gran escala ha estado históricamente centrada en la extracción de carbón. Además de la gran minería, existen operaciones de pequeña y mediana escala, principalmente dedicadas a la extracción de materiales de construcción y arcillas. Aunque este modelo extractivista ha generado importantes beneficios económicos, no se ha integrado de manera sostenible al desarrollo local. (Gobernación del Cesar, 2024)

### ***6.2.2 Caracterización geológica y producción de minerales estratégicos en el nororiente***

Colombia tiene ventajas geológicas importantes gracias a su ubicación, su relieve y su historia geológica. Estas características muestran que el territorio ha pasado por varios procesos tectónicos y magmáticos, los cuales han formado rocas con un alto potencial mineral. Según estudios, estas zonas tienen condiciones favorables para explorar recursos minerales que podrían generar proyectos económicos importantes, especialmente si se utilizan técnicas modernas de exploración en áreas prometedoras. (Gobernación de Santander, 2020). El país posee un potencial geológico significativo para la extracción de minerales estratégicos para la transición energética, como el cobre, el níquel y entre otros.

A continuación, se presenta la caracterización de los principales minerales estratégicos identificados en la región nororiental, incluyendo su distribución geoquímica en el Atlas Geoquímico de Colombia versión 2020 y los registros de producción histórica asociados al pago

de regalías durante el periodo 2012-2022. Es importante aclarar que los datos de producción reflejan la actividad extractiva realizada en el pasado reciente y no constituyen una estimación del potencial geológico total de la región

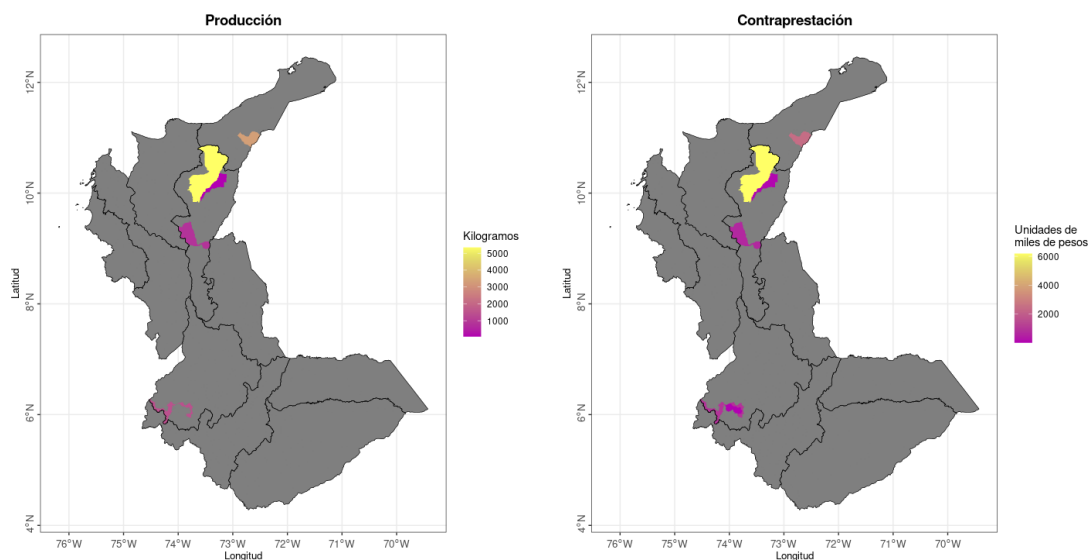
#### **6.2.2.1 Cobre (Cu)**

El cobre, un metal clave en la industria eléctrica por su alta conductividad, se distribuye en Colombia principalmente en dos regiones: el oeste de la Cordillera Central y el extremo este de los departamentos de Vichada y Guainía. En la Serranía de Perijá y el norte de la Cordillera Oriental (Norte de Santander) las concentraciones son moderadas, mientras que en la Formación La Quinta se reportan niveles altos. En el centro de la Cordillera Oriental y el Valle Medio del Magdalena (Santander, Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Caldas), predominan concentraciones bajas, aunque en Boyacá y Cundinamarca se observan áreas con valores moderados (26,7 a 92,3 mg/kg).

En la Serranía del Jarara (La Guajira) y la Sierra Nevada de Santa Marta (Magdalena), las concentraciones suelen ser bajas (5 a 26,7 mg/kg), pero ciertos sectores presentan incrementos significativos, alcanzando hasta 92,3 mg/kg en la Serranía de Jarara y 68,2 mg/kg en áreas específicas de la Sierra Nevada. (Jiménez, J. et al, 2020). Esto se debe principalmente porque el cobre tiende a concentrarse más en rocas oscuras ricas en minerales y estas regiones están formadas principalmente por rocas claras con cuarzo. Los valores más altos que se encuentran están relacionados con tipos específicos de rocas que se formaron hace millones de años y que tienen una composición ligeramente diferente al resto de las rocas de la región.

Dentro de los minerales estratégicos para la transición energética, se ha identificado la presencia de cobre (Cu) en los distritos de Vetás y California; sin embargo, la explotación de este mineral aún no ha alcanzado un desarrollo significativo (Gobernación de Santander, 2024) El potencial de cobre en Santander sigue siendo incierto, y se requieren estudios de exploración más detallados para determinar su viabilidad económica. De confirmarse la existencia de yacimientos con reservas suficientes, la minería de cobre podría convertirse en un nuevo motor de desarrollo para la región.

**Figura 3. Distribución de la producción de Cobre (Cu) asociado al pago de regalías 2012-2022**



Nota. Elaboración propia a partir de los datos abiertos de la Agencia Nacional de Minería

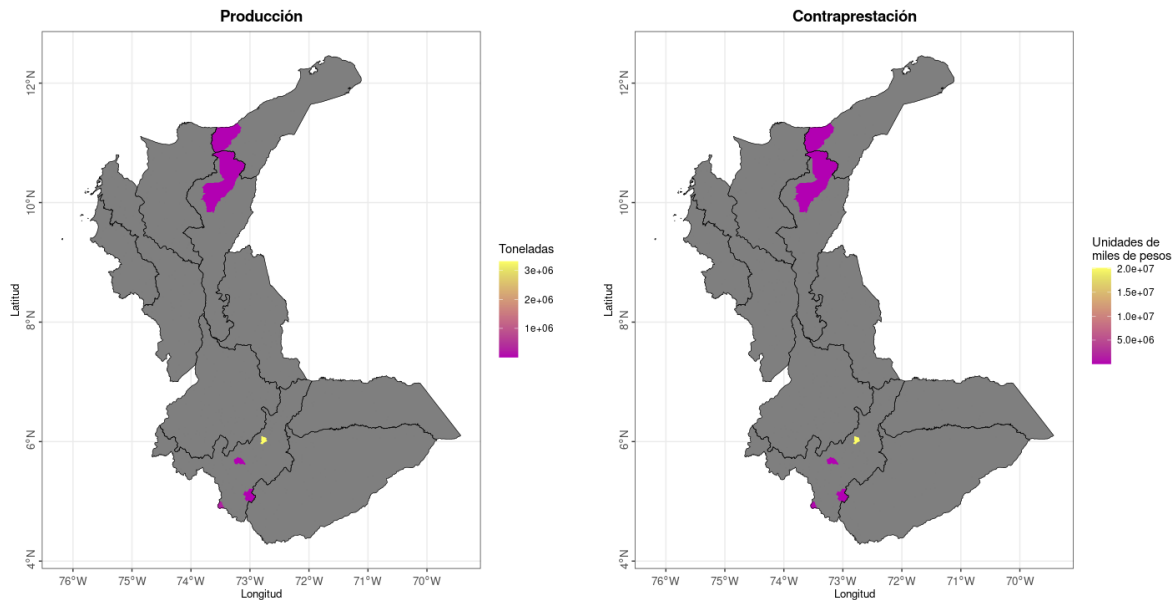
La figura 3 muestra el mapa de distribución del cobre asociado al pago de regalías a los municipios en los departamentos de la región donde se produce. Según los datos en los

departamentos de la región donde se produce es Cesar, La Guajira y Santander con 6,241 Kg, 3,358 Kg, y 1,450 Kg respectivamente.

#### **6.2.2.2 Hierro (Fe)**

Pasando al Hierro, es muy importante en la industria, ya que alrededor del 98% se utiliza para hacer acero. Las cantidades de Hierro varían significativamente según la región. En zonas como la Orinoquia, los Llanos Orientales, la Cordillera Oriental y la Península de La Guajira, las concentraciones son generalmente bajas, están entre 3.20% y 12%. En cambio, las áreas con más hierro se encuentran en la Cordillera Central y Occidental, así como en la Sierra Nevada de Santa Marta, donde pueden llegar hasta un 40% en algunas rocas, y el Macizo Colombiano.

En Norte de Santander, se han encontrado valores que alcanzan hasta el 29%, mientras que en Santander predominan niveles bajos con algunas excepciones. En el Valle Medio del Magdalena, los niveles son principalmente bajos, pero en el sur de Bolívar se han registrado cantidades más altas asociadas a rocas volcánicas. (Mendoza, O. et. al, 2020)

**Figura 4. Distribución de la producción de Hierro (Fe) asociado al pago de regalías 2012-2022**

Nota. Elaboración propia a partir de los datos abiertos de la Agencia Nacional de Minería

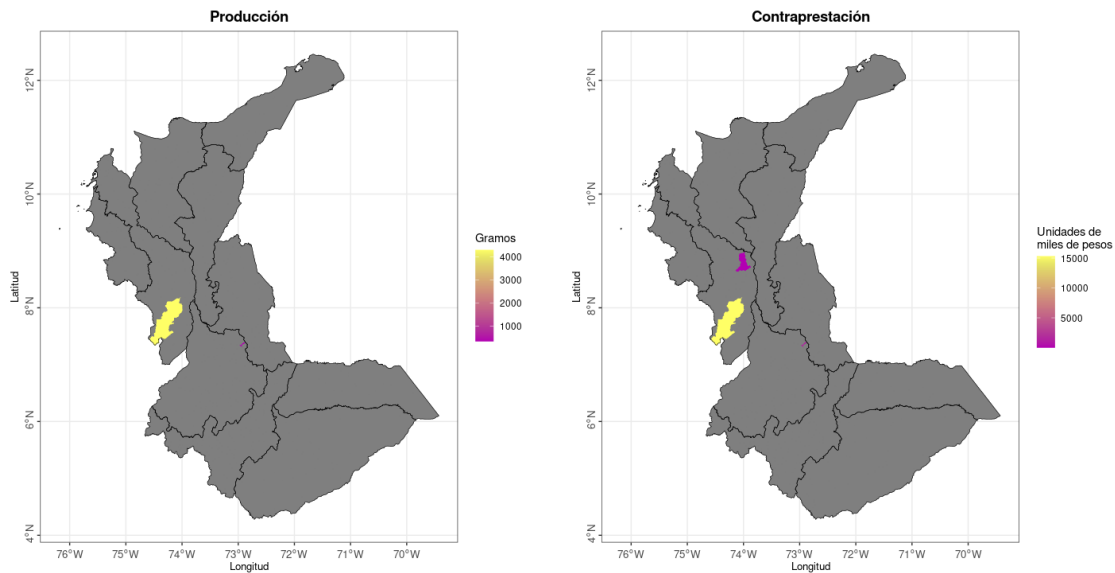
La figura 3 muestra el mapa de distribución del Hierro asociado al pago de regalías a los municipios en los departamentos de la región donde se produce. Los departamentos productores identificados son Boyacá (3.384.607 toneladas), La Guajira (3.996 toneladas) y Cesar (40 toneladas).

La producción de Boyacá resulta significativamente superior a la de los demás departamentos, lo que sugiere la existencia de operaciones mineras de mayor escala o yacimientos con mejores condiciones de explotación. Sin embargo, la variabilidad en las cantidades producidas entre departamentos también puede reflejar diferencias en el nivel de formalización de la actividad minera.

### 6.2.2.3 Platino (Pt)

Por último, el platino es un mineral que se encuentra en la corteza terrestre, ya sea de forma libre o en aleaciones con otros minerales como el níquel o el hierro. Se caracteriza por ser dúctil, maleable y resistente a la corrosión, lo que lo convierte en un material de alto valor para aplicaciones industriales, farmacéuticas y en el sector de la joyería. En Colombia, este mineral se localiza principalmente en yacimientos aluviales. A nivel internacional, el platino es clasificado como un mineral crítico, mientras que en Colombia se le considera un recurso estratégico desde el año 2012.

El uso principal del platino está relacionado con su función como catalizador en el control de emisiones tanto en vehículos como en plantas industriales, especialmente a través de convertidores catalíticos. Asimismo, actúa como catalizador en la producción de ácidos, compuestos químicos orgánicos y productos farmacéuticos. Además, los metales del grupo del platino tienen aplicaciones relevantes en la fabricación de casquillos para fibras de vidrio y plásticos reforzados, así como en componentes electrónicos como contactos eléctricos, condensadores y películas conductoras y resistivas utilizadas en circuitos electrónicos (Minerals Education Coalition, s.f.)

**Figura 5. Distribución de la producción de Platino asociado al pago de regalías 2012-2022**

Nota. Elaboración propia a partir de los datos abiertos de la Agencia Nacional de Minería

La figura 5 muestra la producción de este mineral tanto en Santander como en Bolívar con 340gr y 138.174 gr respectivamente. La producción de platino es considerablemente menor en comparación con otros minerales, lo que refleja tanto la menor abundancia de este recurso como la complejidad técnica y económica asociada a su extracción

#### **6.2.2.4 Panorama general de la producción de minerales estratégicos**

Cabe señalar que, en la mayoría de los departamentos, los minerales que se producen corresponden principalmente a oro, carbón, piedras preciosas y materiales de construcción como arena, gravilla, yeso y arcilla. Por esta razón, dichos recursos no fueron considerados en la elaboración de los mapas de distribución. La información recopilada evidencia que actualmente solo tres minerales estratégicos, cobre, hierro y platino, registran producción asociada al pago de regalías en los territorios analizados.

Esta situación refleja que la actividad extractiva de minerales estratégicos en la región se encuentra en una fase inicial, con producciones de pequeña escala que no necesariamente corresponden al potencial geológico real del territorio. Es importante diferenciar entre la producción histórica registrada y el potencial del futuro, el cual dependerá de inversiones en exploración, desarrollo tecnológico, condiciones de mercado y marco regulatorio favorable.

### ***6.2.3 Áreas Estratégicas Mineras en el Perijá: caso corredor Cesar- La Guajira***

La identificación y delimitación de zonas con potencial minero en Colombia constituye una estrategia fundamental para el aprovechamiento racional de los recursos minerales estratégicos. Este proceso es liderado por entidades como el Servicio Geológico Colombiano y la Agencia Nacional de Minería (ANM), en cumplimiento del marco normativo vigente.

Para evaluar el potencial de una región, la Dirección de Recursos Minerales del Servicio Geológico Colombiano realiza diversos procesos de recolección de información técnica. Entre ellos se incluyen el reconocimiento geológico, el muestreo geoquímico de sedimentos activos y rocas, la adquisición de datos geofísicos aerotransportados y terrestres —como magnetometría y gamma espectrometría— y la caracterización metalogénica de las mineralizaciones (ANM, s.f.).

En concordancia con lo establecido por la Ley 1753 de 2015, y a partir de los resultados obtenidos mediante estos estudios, la autoridad minera nacional puede delimitar las Áreas de Reserva Estratégica Minera (AEM). Estas corresponden a zonas libres con un alto potencial para el hallazgo de minerales estratégicos, y donde únicamente se otorgarán contratos de concesión especial a aquellos proponentes que presenten las mejores condiciones técnicas y ambientales para

el aprovechamiento de dichos recursos. Hasta el año 2022, se habían declarado 16 AEM distribuidas en cinco departamentos: Boyacá, Cesar, Huila, La Guajira y Antioquia.

Gracias a las campañas desarrolladas entre 2013 y 2019, se identificaron cuatro bloques con alto potencial para yacimientos de minerales estratégicos. Tres de estos bloques se encuentran en la zona denominada Perijá Sur, mientras que el cuarto está localizado en Perijá Norte (ANM, s.f.). Cabe destacar que Perijá Norte abarca territorios de los departamentos del Cesar y La Guajira. En estas áreas, se han desarrollado las actividades requeridas por la Corte Constitucional para garantizar el consentimiento previo, libre e informado de las comunidades étnicas que habitan la región.

En Perijá Sur, los tres bloques fueron designados como Áreas Estratégicas Mineras mediante la Resolución No. 008 del 16 de febrero de 2021, expedida por la Vicepresidencia de Promoción y Fomento de la ANM. Estos bloques, denominados Bloques 1, 2 y 3, se ubican en jurisdicción de los municipios de San Diego y La Paz, en el departamento del Cesar, y presentan un alto potencial para minerales de cobre.

En cuanto a los bloques de Perijá Norte, el Bloque 4 y el Bloque 5, localizados entre los municipios de La Jagua del Pilar y Urumita, en el departamento de La Guajira, muestran un potencial medio y alto, respectivamente, para la ocurrencia de mineralizaciones de cobre (ANM, s.f.). Es importante señalar que ambos bloques presentan un potencial mixto, es decir, áreas dentro de cada bloque con variaciones en el nivel de potencial: bajo, medio y alto. A la actualidad el

gobierno nacional continúa realizando las rondas mineras con el propósito de encontrar y definir las zonas estratégicas de acuerdo con los minerales estratégicos.

#### **6.2.4 Cuantificación de impactos: escenarios Santander, Boyacá, La Guajira**

La cuantificación de impactos económicos se realizó mediante análisis de escenarios en tres departamentos seleccionados estratégicamente según criterios de viabilidad, representatividad y disponibilidad de información, también partiendo del potencial geológico y real (producción actual) de cada mineral. Esta selección pretende ser ilustrativa de las diferentes dinámicas territoriales que caracterizan el aprovechamiento de minerales estratégicos en el nororiente colombiano

##### **Caso Santander - Cobre (Cu)**

Santander presenta la mayor capacidad institucional de la región (única Política Pública Minero-Energética vigente) y tiene potencial geológico identificado para cobre en Vetas y California. La producción histórica 2012-2022 fue marginal (1,450 kg total), indicando fase exploratoria inicial.

**Tabla 3.**

*Supuestos estimados escenario conservador Santander*

Parámetro	Valor estimado	Fuente o método
Producción anual	500 ton concentrado	Supuesto técnico
	Cu	

Precio internacional	USD 8.000 / ton	Promedio mercado 2024
Tasa de regalías	5 % del valor bruto	Código de Minas
Relación empleo- producción	1 empleo / 3,3 ton	Estándar internacional
Nota: Elaboración propia		

**Tabla 4.***Proyecciones económicas Santander*

Concepto	Operación	Resultado
Ingreso bruto anual	500 ton × USD 8.000	USD 4.000.000 = COP 16.000 millones
Regalías totales	5 % de USD 4.000.000	USD 200.000 = COP 800 millones
Distribución regalías	25 % municipio / 25 % depto. / 50 % SGR	200 / 200 / 400 millones COP
Empleo directo	500 ÷ 3,3	≈152 empleos
Empleo indirecto (2:1)	152 × 2	304 empleos
Total empleo generado	(2:1)	456 empleos

Contribución al PIB	16.000 / 58.000.000	0,028 %
---------------------	---------------------	---------

Nota: Elaboración propia

### Caso Boyacá - Hierro (Fe)

Aunque no es clasificado como "crítico" por la IEA en el mismo sentido que el cobre, el hierro es fundamental para la industria siderúrgica que provee la infraestructura física de la transición energética (torres eólicas, estructuras de paneles solares, componentes de vehículos eléctricos) Boyacá presenta producción consolidada de hierro (3,384,607 toneladas en 2012-2022 según ANM), lo que permite analizar un caso de mineral en fase de explotación madura versus minerales en fase exploratoria

### Tabla 5.

*Supuestos estimados escenario conservador Boyacá*

Parámetro	Valor estimado	Fuente
Producción anual promedio	338.461 ton	Promedio en base a cifras del ACM
Precio internacional	USD 120 / ton	Promedio mercado 2024

Valor bruto anual	COP 162.400 millones	Promedio en base a cifras del ACM
Regalías (5%)	COP 8.120 millones	Código de Minas
Empleo directo	677 empleos	Estándar internacional
Nota: Elaboración propia		

**Tabla 6.***Proyección económica Boyacá*

Supuestos		Valor
Producción mineral	Producción consolidada 2012-2022: 3,384,607 ton (total periodo) - Promedio anual: 338,461 ton	340.000 ton/año
Planta procesamiento		100.000 ton/año de acero
Precio acero	Planta de acero: 100,000 ton/año; Precio acero: USD 800/ton	USD 800 / ton

Valor agregado	Mineral: COP 162,400 M; Acero:	COP
total	100,000 x USD 800: USD	482.400
	80,000,000 o COP 320,000,000,000	millones
Contribución PIB	(COP 482,400,000,000 / PIB Boyacá	1,07 % PIB
	COP 45,000,000,000,000) x100	Boyacá
Empleo total	Mineral: 677 empleos; Planta acero:	1.677
(mineral + planta)	400 directos + 600 indirectos	empleos
Nota: Elaboración propia		

### Caso La Guajira- Cobre (Cu)

Representa el caso más desafiante: alto potencial geológico de cobre, pero con la mayor dependencia del carbón (25.8% del PIB según DANE 2024), superposición de Áreas Estratégicas Mineras con territorios indígenas Wayuu, y alta conflictividad socioambiental documentada. Este caso permite analizar las limitaciones estructurales para transición energética en contextos de vulnerabilidad institucional y social.

#### Tabla 7.

*Supuestos estimados escenario conservador La Guajira*

Parámetro	Valor estimado
Inicio de operación	2030 (tras 5 años de exploración y 2 de consulta)
Producción anual	5.000 ton

Precio internacional	USD 9.000 / ton
Regalías	5 % + 2 % adicionales comunidades indígenas

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 8.**

*Proyección económica La Guajira*

Concepto	Operación	Resultado
Valor bruto anual	$5.000 \times \text{USD } 9.000$	COP 180,000,000,000
Regalías estándar	5 % del valor bruto $(180,000,000,000 \times 0,05)$	COP 9.000 millones
Compensación comunidades	2 % adicional	COP 3.600 millones
Total, transferencias	(producción+ regalías)	COP 12.600 millones
Empleo directo	$5000 \div 3.3$	1.515 empleos
Empleo indirecto (2:1)	$1515 \times 2$	3.030 empleos
Total, empleo	—	4.545 empleos
Contribución PIB	$(\text{COP } 180,000,000,000 / \text{PIB}$ La Guajira COP $22,000,000,000,000) \times 100$	0,82 % PIB departamental

Nota: Elaboración propia.

Las proyecciones se calcularon utilizando supuestos de producción, precios internacionales y regalías basados en instituciones nacionales como la Agencia Nacional de Minería, normas como el Código de Minas. Los tres departamentos cuentan con información verificable de fuentes oficiales (DANE, ANM, SGC, gobernaciones departamentales) que permite realizar estimaciones cuantitativas con transparencia metodológica. Otros departamentos del nororiente presentan vacíos significativos de información que imposibilitarían un análisis oportuno.

La estimación del empleo directo e indirecto (aproximadamente 1 empleo directo por cada 3.3 toneladas y un multiplicador de empleo indirecto de 2:1) derivado de los proyectos mineros se fundamenta en ratios internacionales estandarizados y en referencias oficiales de estudios sectoriales colombianos; informes oficiales como el EITI (Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas ) estiman alrededor de 33.494 empleos (directos e indirectos) en el sector minero para 2021, lo que demuestra que la minería moviliza trabajo más allá de sus operaciones puntuales. (EITI, 2023)

Asimismo, análisis del sector minero colombiano sugieren un multiplicador de empleo indirecto de aproximadamente 3 veces el empleo directo, apoyando la hipótesis de que cada empleo directo mueve al menos otros dos o tres empleos en sectores asociados. (ACM,2021)

**Tabla 9.***Comparativa para los 3 departamentos*

Dimensión / Caso	Santander (Cu)	Boyacá (Fe)	La Guajira (Cu)
Producción anual (ton)	2,000	340,000 (mineral) / 100,000 (acero)	5,000
Valor bruto anual (COP)	76,000,000,000	482,400,000,000	180,000,000,000
Regalías anuales (COP)	3,800,000,000	8,122,530,000	9,000,000,000
Empleo total estimado	2,018	1,677	4,545
Contribución % PIB depto.	0.147 %	1.07 %	0.82 %

Nota: Elaboración propia

El análisis comparativo evidencia que ninguno de los minerales estratégicos por sí solo sustituye la dependencia de combustibles fósiles en sus regiones. Boyacá tiene la situación más favorable porque ya posee producción consolidada. Santander presenta alta viabilidad institucional, pero requiere inversión inicial significativa. La Guajira enfrenta los mayores obstáculos por complejidad socioeconómica del territorio. En términos de empleo, el cobre genera más oportunidades sin ser tan valioso económicamente como el hierro. El factor tiempo es crítico, pues entre exploración y producción transcurren 7 a 10 años aproximadamente.

Se reconoce que otros minerales estratégicos como litio, cobalto y tierras raras tienen mayor criticidad según clasificaciones internacionales. Sin embargo, Colombia no presenta

producción actual documentada de estos minerales, y las áreas prospectivas identificadas por el SGC requieren exploración geológica detallada que excede el alcance de esta investigación. El análisis de cobre y hierro permite ilustrar dinámicas económicas y territoriales que serían aplicables a otros minerales estratégicos una vez se concrete su exploración y eventual explotación.

### **6.3 Desafíos y limitaciones para el aprovechamiento de los recursos minerales estratégicos**

La imperante necesidad de agilizar el proceso de descarbonización de la economía global no solo configura las nuevas relaciones geopolíticas, sino que también exige un modelo de desarrollo que permita a los países adaptarse a las dinámicas cambiantes según su propia realidad socioeconómica, ambiental y sus recursos naturales (Zaar, 2024). Sin embargo, la transición energética presenta varias contradicciones fundamentales a resaltar. En primer lugar, si bien la descarbonización busca reducir las emisiones de carbono, también asegura la continuidad del mismo modelo productivo, lo que indica que no se trata únicamente de una cuestión ambiental. En segundo lugar, la transformación tecnológica necesaria para esta transición impulsa una mayor extracción de minerales, lo que genera impactos socioambientales irreversibles en los países con mayores reservas de estos recursos. Finalmente, aunque las energías renovables, como la solar y la eólica, contribuyen a la reducción de emisiones de GEI, el almacenamiento de energía mediante baterías exige una extracción intensiva de minerales, aumentando las actividades extractivas (Soto Toledo, 2023).

#### ***6.3.1 Limitaciones económicas del modelo de minería***

La incursión de grandes empresas y proyectos para la explotación de recursos transforma estructuralmente la economía del país y el rol del Estado, además de alterar la dinámica social de

comunidades campesinas, afrodescendientes e indígenas. Esto vulnera componentes fundamentales del territorio, especialmente en aspectos de productividad, vivienda, servicios básicos e institucionalidad (Monsalve Friedman, 2022). En Colombia, la relación entre la extracción de combustibles fósiles y minerales y el desarrollo ha sido el eje central de las narrativas gubernamentales que justifican la expansión de la industria extractiva a gran escala.

Asimismo, el discurso oficial ha incorporado el concepto de seguridad energética, aunque ha puesto mayor énfasis en el papel de la producción de combustibles fósiles como fuente de ingresos públicos esenciales para financiar servicios e infraestructura. No obstante, el debate político nacional aún no ha abordado plenamente los desafíos socioeconómicos que implica la transición global hacia sistemas energéticos de bajas emisiones de carbono, especialmente en relación con el abandono del carbón (Strambo y González, 2020).

El bajo encadenamiento de la minería con otros sectores productivos y su limitada capacidad para generar empleos directos en las regiones donde opera provocan el desplazamiento de actividades con mayor demanda laboral, como la industria y el sector agropecuario (Contraloría General de la República, 2013). En este sentido, el modelo extractivo colombiano presenta características de una economía de enclave, definida como aquella que atrae capitales e inversiones, mejora la balanza comercial, pero genera dependencia de mercados extranjeros sin arraigar beneficios locales (Baquero, 2021).

A pesar de los altos ingresos generados históricamente, la minería no siempre se ha traducido en un mayor bienestar para las poblaciones de las zonas de extracción. Persiste una alta pobreza, desigualdad y necesidades básicas insatisfechas (MINENERGIA, 2024). En regiones como el Magdalena Medio y el Sur de Bolívar, ricas en oro, plata y combustibles fósiles, coexisten una gran riqueza natural con elevados índices de pobreza. En estos territorios, la dependencia extractiva ha generado desempleo, expectativas laborales incumplidas y aumento de la delincuencia.

De manera similar, en La Guajira, tras cinco décadas de explotación carbonífera, la minería desplazó la vocación agrícola y aumentó la dependencia económica. Esto condujo al empobrecimiento del departamento y a altos niveles de desnutrición entre sus habitantes. En otras palabras, los aportes de la minería no han sido significativos para los indicadores de desarrollo humano, desigualdad o pobreza monetaria. Aunque genera ingresos, estos no se traducen en mejoras sociales sostenibles.

Por el contrario, la minería ha intensificado la desigualdad en los territorios con mayor presencia extractiva. El coeficiente de GINI evidencia que el crecimiento de la producción minera se asocia con un aumento en la desigualdad (Fuentes López et al., 2021). Esto significa que los beneficios se concentran en pocos actores, mientras los costos socioambientales recaen sobre la población local. Un factor determinante en esta problemática es la calidad institucional, pues el impacto de la minería no depende únicamente de la actividad extractiva, sino también de la fortaleza de las instituciones.

En contextos de debilidad institucional, los costos de transacción aumentan significativamente (Fuentes López et al., 2021). La falta de claridad normativa, la corrupción y la desconfianza impiden que los beneficios mineros se traduzcan en desarrollo económico real. Además, la minería ilegal agrava estas dinámicas al evadir impuestos y regalías. La Extracción Ilícita de Minerales (EIM) se ha consolidado como fuente de financiación para organizaciones criminales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2019), generando pérdidas económicas significativas para el Estado colombiano, que deja de recibir en promedio entre 2.000 y 3.000 millones de dólares anuales (Bernal et al., 2021).

### ***6.3.2 Conflictividad social***

Respecto a los efectos sociales, estos están profundamente ligados a los problemas ambientales y a la transformación de la tierra. El cambio en el uso del suelo no solo altera los ecosistemas originales, sino que también desestructura las prácticas y economías tradicionales de las comunidades locales, imponiendo un nuevo modo de vida que genera tensiones y contradicciones. Esta situación se agrava cuando los yacimientos se ubican en territorios indígenas de los cuales dependen para su supervivencia, como ha sucedido en diversos proyectos mineros en la Amazonía.

Independientemente de si las comunidades afectadas son indígenas o no, estos proyectos impactan significativamente los territorios y a sus habitantes. En algunos casos, las grandes empresas desplazan a las poblaciones locales, mientras que, en otros, la minería informal obliga a adultos y niños a trabajar en condiciones extremadamente precarias y peligrosas, con bajos salarios (Zaar, 2024).

Más allá de lo económico, la EIM genera impactos humanos que frecuentemente pasan desapercibidos. En las zonas donde se encuentra la minería ilegal, se ha encontrado la presencia de redes de explotación sexual con menores de edad, junto con explotación laboral infantil ((Bernal et al., 2021). El problema trasciende entonces de lo delictivo a una vulneración de los derechos fundamentales. Dentro de las múltiples estrategias de influencia en el sector, las dos tendencias más comunes han sido la intimidación y la extorsión, las cuales incluyen actos como secuestros, voladuras de oleoductos, asesinatos selectivos y masacres (Rettberg et al, 2018).

La actividad minera de carbón en el Cesar (municipios como La Jagua de Ibirico, El Paso y Chiriguaná) ha estado ligada a la acción de grupos armados; desde finales de los años noventa, la incursión paramilitar en el corredor minero del Cesar dejó una lista larga de crímenes atroces, incluyendo el desplazamiento de familias, masacres, torturas y desapariciones. Declaraciones de exjefes paramilitares aseguran que grupos de paramilitares (Bloque Norte de las AUC) fueron contactados y contratados por empresas mineras para obtener seguridad, ante la incapacidad del Estado de brindarla.

Empresas como Drummond y Glencore son señaladas de haber tenido participación financiera entre 1996 y 2006 para proteger la infraestructura minera, Las transacciones entre paramilitares y multinacionales resultaron en 2.600 víctimas de asesinatos selectivos, 500 víctimas de masacres, 240 víctimas de desapariciones forzadas y al menos 59.000 víctimas de desplazamiento forzado en la zona minera del Cesar (Monsalve Friedman, 2022).

En diferentes departamentos hay conflictos muy específicos. La violencia es algo central en estos conflictos. Las comunidades responden con movilizaciones, paros y denuncias porque quieren restaurar sus ecosistemas, mantener sus prácticas culturales y recuperar el control de sus territorios y recursos naturales (Indepaz, 2022). La tabla resume los principales conflictos socioambientales para los 10 departamentos:

**Tabla 10.**

*Conflicto socioambiental por departamento.*

Departamento	Conflicto Socioambiental	Municipio(s) o Localidad	Tipo de Conflicto
<i>Arauca</i>	Destrucción ecosistema bioestratégico El lipa	Araucuita, Cravo Norte	Petróleo
<i>Boyacá</i>	Exploración y explotación petrolera en la Provincia de Sugamuxi	Sogamoso	Petróleo
	Contaminación por producción de cal en Nobsa	Nobsa	Minería
	Paz del Río	Paz del Río	Minería
	Exploración y explotación de carbón en el páramo de Pisba	Tasco	Minería

	Una, exploración petrolera en su territorio	Cubará	Petróleo
	Páramo de Guacheneque	Nuevo Colón, Villapinzón, Turmequé, Ventaquemada y Chocontá (Compartido con Cundinamarca)	Minería
	Páramo Rabanal	Guachetá, Lenguazaque, Villapinzón, Samacá, Ráquira y Ventaquemada (Compartido con Cundinamarca)	Minería
	Exploración sísmica para la Línea Transandina en la Laguna de Los Ortices	Covarachía, Tipacoque, Boavita, La Uvita, Chita y Sacama (Compartido con Santander y Casanare)	Petróleo
<i>Casanare</i>	Explotación petrolera	Trinidad, San Luis de Palenque y Orocué	Petróleo
	Ganadería extensiva vs frontera agrícola	Casanare, Meta, Amazonas, Caquetá	Cría intensiva de animales
	Exploración sísmica para la Línea Transandina en la Laguna de Los Ortices	Támara, Pore, Nunchía, San Luis de Palenque, y Orocué (Compartido con Santander y Boyacá)	Petróleo
<i>Cesar</i>	Desviación río Calenturitas	La Jagua de Ibirico, Becerril	Minería
	Minería de carbón en La Jagua de Ibirico	La Jagua de Ibirico y El Paso	Minería

	Hacienda Bella Cruz	La Gloria, Pelaya y Tamalameque	Monocultivo agroindustrial
	Cerro El Alguacil (INARWA)	NABUSIMAKE, Sierra Nevada de Santa Marta	Infraestructura
	La Colectora	Valledupar, La paz, Becerril, el Paso (Compartido con La Guajira)	Infraestructura
<i>La Guajira</i>	Comunidad Wayuu resistiendo la desviación del Arroyo Bruno por El Cerrejón	Albania	Minería
	Represa El Cercado en el río Ranchería	San Juan del Cesar, Barrancas, Albania, Maicao, Manaure y Riohacha	Hidroeléctrica
	Puerto Brisa S.A.	Dibulla	Infraestructura
	Parques eólicos en La Alta Guajira	Uribia, Manaure y Riohacha	Energía Eólica
	Mina de El Cerrejón: impactos a las comunidades rurales	Albania, Barrancas, Hato nuevo y Maicao	Minería
	Desviación Río Ranchería	Barrancas y Hato Nuevo	Minería
	Los Turcos en Cañaverales sin consulta previa	San Juan del Cesar	Minería
	La Colectora	Uribia, Manaure, Maicao, Albania, Riohacha, Distracción, San Juan del	Infraestructura

		Cesar, Vista nueva, Urumita, La Jagua del Pilar (Compartido con Cesar)	
<i>Magdalena</i>	Transporte de Carbón por Drummond en la Bahía de Santa Marta	Santa Marta	Minería
	Puerto las Américas de grupo Daabon en Bahía de Taganga	Santa Marta	Infraestructura
	Quebrada la Lata	Santa Marta	Minería
	Puerto Petaca	Bahía de Taganga	Minería
	Parque Nacional Natural Tayrona	Santa Marta	Turismo
	Ciénaga Grande de Santa Marta	Ciénaga, Pivijay y Remolino	Infraestructura
	Chiquita Brand la historia oscura del país	Urabá (Compartido con Antioquia)	Monocultivo agroindustrial
<i>Norte de Santander</i>	Petróleo y carbón en territorio indígena	Tibú y Tarra	Petróleo
	Conflictos territoriales en Tibú por la expansión de la palma	Tibú	Monocultivo agroindustrial
	Impactos socioambientales de la palma en Catatumbo	Cúcuta, El Zulia, Puerto Santander, Sardinata, Teorama, Tibú	Monocultivo agroindustrial

	Minería en el Páramo El Almorzadero	Cerrito y Chitagá (Compartido con Santander)	Minería
<i>Santander</i>	Relleno sanitario (Landfill), El Carrasco, Bucaramanga	Bucaramanga	Infraestructura
	Páramo de Santurbán	Vetas / California	Minería
	Minería en Landázuri	Landázuri	Minería
	Hidrosogamoso	Girón, Betulia, Los Santos, San Vicente de Chucurí, Zapatoca	Hidroeléctrica
	Minería en el Páramo El Almorzadero	Cerrito y Chitaga (Compartido con Norte de Santander)	Minería
	Exploración sísmica para la Línea Transandina en la Laguna de Los Ortices	Piedecuesta, San Andrés, Cepita y Molagavita (Compartido con Boyacá y Casanare)	Petróleo
<i>Sucre</i>	Derrame de crudo en el Golfo de Morrosquillo	San Onofre y Coveñas	Petróleo
<i>Sur de Bolívar</i>	Serranía de San Lucas Gold Mining	Simití, Santa Rosa, San Pablo y Cantagallo	Minería
	Hacienda Las Pavas	El Peñón	Monocultivo agroindustrial

Nota: Sacado de INDEPAZ (2022)

### ***Boyacá***

Los conflictos en Boyacá giran en torno a la minería del carbón. La actividad extractiva de esta materia prima provoca daños ambientales como la pérdida de suelo y la contaminación del

agua y la atmósfera. Un foco crítico de esta situación es la afectación a páramos como Pisba y Rabanal, donde existen títulos mineros cerca a los paramos que ponen en riesgo fuentes hídricas vitales. La contaminación incluye drenajes ácidos y alcalinos y el excesivo uso de agua que reduce los caudales del río Chicamocha. (Rocha Suarez, 2018)

### *Norte de Santander*

En este departamento, la minería de carbón, incluyendo la actividad artesanal y poco tecnificada, causa inseguridad, contaminación y desestabilización de tierras (Rodríguez Guevara, 2013). La minería subterránea en Tibú genera contaminación hídrica y la infertilidad de los suelos. (Ortiz Díaz et al., s.f.). La región enfrenta conflictos ecológico-distributivos debido a la imposición y la expansión del monocultivo de palma. La zona de Catatumbo, con yacimientos mineros, ha sido históricamente escenario de conflicto armado interno.

### *La Guajira*

La Guajira es una potencia minera de reservas nacionales de carbón. El conflicto principal deriva de la megaminería de carbón en el Cerrejón, que genera una violación en los derechos para la población local (Orozco et al., 2020). Los impactos socioeconómicos incluyen despojo de tierras y desplazamientos de comunidades, especialmente indígenas Wayuu. La megaminería de este departamento implica el desvío de ríos como el Ranchería y el Arroyo Bruno y un elevado consumo de agua. (Correa Fernández, 2018) Las comunidades cercanas padecen problemas de salud relacionados con la dispersión de polvo de carbón y residuos.

### *Cesar*

Cesar es un centro de megaminería de carbón, con empresas como Drummond y Prodeco impulsando la actividad desde los años 90 (Correa Fernández, 2018). Aquí la minería está asociada a la reprivatización económica y a la violencia paramilitar, generando desplazamiento y despojo territorial con la complicidad de las autoridades y los grupos armados. Los impactos ambientales incluyen la pérdida de bosque seco y afectación de fuentes superficiales, con desvíos de ríos y contaminación por polvo de carbón que causa enfermedades respiratorias. (Montoya-Domínguez, 2018)

### ***Sur de Bolívar***

La actividad minera de oro y el auge del cultivo de coca marcan la historia del territorio de Guamocó, en la Serranía de San Lucas. La mayoría de las minas carecen de títulos y en una zona declarada Reserva Forestal. La región es un enclave económico disputado por guerrillas y paramilitares, quienes regulan la actividad minera y cobran impuestos ilegales. La minería de oro de aluvión con retroexcavadoras lleva a impactos ambientales severos como deforestación, contaminación y alteración de cauces. (Quijano & Figueroa, 2020)

### ***Magdalena***

Los conflictos en Magdalena se relacionan principalmente con el transporte y embarque de carbón que proviene de Cesar y La Guajira, y que se realiza a través de la vía férrea hacia la Bahía de Santa Marta, lo cual afecta a comunidades afrodescendientes (Montoya-Domínguez, 2018). En la Bahía de Taganga y Santa Marta surgen conflictos debido a la infraestructura portuaria, especialmente en los puertos Las Américas, Petaca y Quebrada la Lata. También se reportan

problemas en el Parque Nacional Natural Tayrona, que ha sido afectado por la contaminación de playas y aguas ocasionada por la minería del carbón. (INDEPAZ, 2022)

### ***Santander***

Santander se posicionó como el tercer departamento con mayor concentración de conflictos sociales en el sector minero-energético, registrando el 13 % del total nacional entre enero de 2022 y febrero de 2024 (Defensoría del Pueblo, 2024). El departamento ha sido epicentro de controversias por los proyectos piloto de fracking en Puerto Wilches, donde comunidades de este municipio y de Barrancabermeja han realizado marchas y plantones para proteger las fuentes hídricas mientras persisten denuncias por amenazas y estigmatización contra líderes ambientales.

En municipios petroleros como Barrancabermeja y Puerto Wilches las manifestaciones se concentran en la demanda de empleo y contratación local, los asentamientos en zonas de riesgo cercanas a pozos y las afectaciones ambientales por contaminación del agua y los suelos. Al mismo tiempo, el páramo de Santurbán es escenario de un conflicto socioambiental derivado de desacuerdos sobre su delimitación, que involucra reclamos por protección insuficiente a los campesinos locales dedicados a la agricultura y minería artesanal, preocupación por la contaminación al recurso hídrico y el interés de inversión de multinacionales como Minesa y Eco Oro Minerals Corp.

### ***Arauca***

El conflicto ambiental en Arauca se concentra en la explotación petrolera y la consecuente degradación del ecosistema El Lipa, ubicado en los municipios de Arauquita y Cravo Norte. Esta

reserva, antes conformada por un complejo de humedales de alta riqueza ecológica, albergaba una amplia diversidad de flora y fauna, y parte de su territorio estaba destinado a comunidades indígenas. Sin embargo, el ecosistema ha sido afectado tanto por la minería ilegal controlada por grupos armados como por la contaminación de los ríos con metales pesados derivada del oleoducto operado por la compañía petrolera Occidental (OXY), que obtuvo licencia de explotación debido a la ausencia de una delimitación oficial o figura de protección sobre la zona (Rojas-Robles, 2023). Estas actividades han generado graves consecuencias socioambientales, entre ellas la pérdida de biodiversidad, el desplazamiento forzado de las comunidades, el aumento de la violencia y la alteración de los cauces hídricos.

### *Casanare*

Los conflictos en Casanare son principalmente por la explotación petrolera en varios municipios, incluidos Trinidad, San Luis de Palenque, Orocué, Tauramena, Aguazul, Receptor, Chámeza y Monterrey. La mayoría de estos conflictos responden a demandas relacionadas con derechos laborales, contratación de bienes y servicios, inversión social y afectaciones ambientales. (Defensoría del Pueblo, 2024) En 2013, el municipio de Tauramena impulsó una consulta popular para frenar un nuevo proyecto de exploración de petróleo ubicado en zonas de páramo y nacimientos de agua. La comunidad, preocupada por los riesgos ambientales, especialmente sobre las fuentes hídricas, se organizó a través del Comité de Defensa del Agua obteniendo así la mayoría de los votos en contra del proyecto. Sin embargo, en 2018 la Corte Constitucional dejó sin efectos jurídicos las consultas populares sobre temas extractivos. Debido a esto la amenaza de nuevos proyectos sigue vigente, ahora bajo la figura de exploración gasífera (APE Kinkajú)

### ***Sucre***

El conflicto socioambiental identificado en Sucre corresponde a los derrames de crudo en el Golfo de Morrosquillo, que afecta a los municipios de San Onofre y Coveñas. En las costas de este golfo existe un terminal petrolero costa afuera que depende directamente de una extensa red de oleoductos que llegan al Golfo desde el interior del país (Jaramillo, 2023) . El Golfo está sujeto a una visión extractivista que restringe las zonas de pesca, causa polución por agua de lastre y derrames de crudo que afectan los manglares y el ecosistema marítimo de la costa; una realidad que condena a las comunidades a cambiar sus estilos de vida debido a un mar cada vez más estéril. Las comunidades del Golfo de Morrosquillo se organizan mediante Consejos Comunitarios, comités de pescadores para resistir y proteger sus ecosistemas.

### ***6.3.3 Riesgos ambientales***

Las actividades mineras generan impactos ambientales significativos, tanto por sus operaciones como por los residuos que producen. Estos se generan desde la fase de exploración, se profundizan en la fase de explotación y pueden prolongarse de manera significativa e indefinida durante la etapa de cierre y post cierre. Estos involucran la remoción de coberturas vegetales y suelos, así como cambios significativos en la estructura geológica de la zona explotada, impactos que son irreversibles en la escala de tiempo humano y que su restauración se produce a escala de tiempo geológica lo que implica decenas de miles a millones de años (Ángel, 2019).

Por ello se habla de impactos a perpetuidad o daños irreparables. Entre las principales consecuencias de este proceso se encuentran la pérdida de biodiversidad, la contaminación y el agotamiento de fuentes de agua superficiales y subterráneas. la Contraloría General de la

República (2013) resalta que la situación es particularmente crítica en regiones mineras clave, como los municipios vinculados a la explotación de carbón en el Cesar, los de extracción de níquel y los de explotación de carbón en La Guajira.

Los daños ecológicos generados por la EIM son extensos e irreversibles; la minería ilegal provoca deforestación masiva y contaminación fluvial, particularmente a través de la extracción de oro de aluvión. Adicionalmente, el uso indiscriminado de mercurio y cianuro en los procesos de recuperación del metal afecta gravemente la salud de poblaciones locales (Bernal et al., 2021) En las zonas carboníferas, la actividad minera a gran escala genera impactos asociados al ruido, la emisión permanente de material contaminado y olores prolongados, afectando directamente la salud pública. De hecho, ciudades en el Caribe, como Santa Marta, son señaladas como unas de las más afectadas por la mala calidad del aire (Minenergía, 2024)

### ***Minería ilegal y Zonas Excluibles de minería***

A nivel de zonas protegidas, la situación de la minería ilegal adquiere dimensiones aún más críticas. Los páramos, declarados como zonas de exclusión minera, están siendo afectados por aproximadamente 118 mil hectáreas de títulos mineros superpuestos sobre estos ecosistemas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2019). Al mismo tiempo, los Bosques Andinos experimentan una tasa de transformación del 63%, mientras que las Selvas Tropicales, que cubren el 40% del territorio nacional, incluyendo sectores de la Amazonía y el Pacífico, sufren deforestación acelerada vinculada directamente a la minería ilícita (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2019).

Un dato alarmante es que la EIM opera en el 28% de las Áreas Protegidas del país, es decir, en territorios donde la actividad minera se encuentra completamente prohibida por ley (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2019). En el país, la Explotación de Oro de Aluvión (EVOA), se desarrolla bajo un marco legal que establece zonas donde esta actividad está prohibida o restringida, con el propósito de preservar el patrimonio natural y cultural del país. A pesar de estas disposiciones, la EVOA presenta una fuerte presencia en áreas legalmente protegidas o de manejo especial, conocidas como Zonas Excluibles de la Minería (ZEM).

Estas zonas comprenden territorios declarados para la protección y el desarrollo sostenible de los recursos naturales, en los cuales no se permite realizar actividades de exploración o explotación minera. Según cifras de Min Energía & UNODC (2022) cerca del 49% del territorio colombiano se clasifica como excluible para la minería, incluyendo Parques Nacionales Naturales, Zonas de Reserva Forestal y humedales. En estas áreas se han identificado 5.804 hectáreas afectadas por EVOA, de las cuales el 99% se concentra en la Serranía de San Lucas (5.744 ha), en el departamento de Bolívar, reflejando la magnitud de la presión minera sobre ecosistemas estratégicos.

## 7. Conclusiones

Este trabajo de investigación tuvo como propósito encontrar las oportunidades y los desafíos que representan los nuevos minerales estratégicos para la transición energética dentro del modelo extractivo actual de los 10 departamentos del Nororiente colombiano que hacen parte de la investigación. Esto se abordó desde tres perspectivas: la primera por medio del análisis del marco normativo nacional y las políticas públicas respecto a transición energética locales; segundo, a través de la identificación de los minerales presentes y con potencial extractivo dentro de la región; y por último, reconocer las limitaciones económicas, sociales y ambientales de la actividad minera del Nororiente que puedan resultar como obstáculo a futuro para la transición a un nuevo modelo extractivista.

A nivel nacional, las distintas leyes y otros recursos normativos revelan avances significativos, pero también carencias respecto a la transición energética. Se han expedido leyes sobre la gestión del cambio climático, las fuentes no convencionales de energía y una política de transición energética clara en el CONPES 4075 que reconocen explícitamente la necesidad de enfocar los esfuerzos en consolidar una matriz energética más limpia. Sin embargo, existen vacíos críticos importantes; lo más notorio es una fragmentación institucional en el país, la responsabilidad sobre los avances en transición energética recae en múltiples entidades nacionales que no presentan un mecanismo formal de coordinación entre ellas.

Lo segundo es una asimetría en los incentivos fiscales, mientras que la Ley 2099 promueve generación de energías renovables, no contempla incentivos específicos para exploración,

extracción o procesamiento de minerales estratégicos. Por último, la carencia de lineamientos territoriales para regiones con potencial de minerales estratégicos. La superación de estas limitaciones resulta indispensable para asegurar que los objetivos de transición energética establecidos en la normativa no se vean limitados por restricciones en el suministro de los minerales.

A nivel departamental, los Planes de Desarrollo 2024-2027 reconocen la importancia de las energías renovables, pero mantienen un fuerte anclaje a los combustibles fósiles. En conjunto, los diez planes muestran un panorama diverso: algunos departamentos, como La Guajira y Santander, presentan apuestas más ambiciosas para energías renovables, con metas explícitas en proyectos de energía eólica y solar; otros, como Cesar y Casanare, enfrentan el desafío de depender fuertemente del carbón y hidrocarburos y centran sus propuestas en la diversificación productiva; mientras que departamentos como Sucre y Norte de Santander dan un lugar más limitado al tema energético, priorizando aún sectores extractivos o productivos tradicionales. De este modo, se evidencia una clara desigualdad territorial en capacidades, visión estratégica e institucionalidad.

El análisis de las series encadenadas de volumen del DANE (2024) para el período 2005-2024pr revela que la minería en el nororiente colombiano mostró dinámicas muy diferentes según el departamento, esto como resultado de los impactos diferenciados de las dinámicas globales de mercados de commodities. Los cuatro departamentos mega mineros (Casanare, Cesar, La Guajira y Arauca) representan el 64,6% de la producción minera regional y se enfrentan al declive de la producción evidenciado en las tasas de crecimiento negativas. Estos departamentos requieren una reorientación productiva hacia los minerales estratégicos.

Resulta importante resaltar que la columna vertebral de este trabajo corresponde a detallar el potencial extractivo actual de minerales presentes en el subsuelo a lo largo de los 10 departamentos. La región nororiental de Colombia posee potencial geológico para minerales estratégicos identificados en la investigación como el cobre, hierro y platino.

El análisis de producción registrada entre 2012 y 2022 evidencia que actualmente solo estos tres minerales presentan producción documentada asociada al pago de regalías. El cobre se produce principalmente en Cesar, La Guajira y Santander. El hierro muestra producción significativa en Boyacá, mientras que el platino aparece solo en Santander y Bolívar.

Esta situación refleja que la actividad extractiva de minerales estratégicos en la región se encuentra en una fase inicial, con producciones pequeñas que no necesariamente corresponden al potencial geológico real del territorio. Se han identificado Áreas de Reserva Estratégica Minera con alto potencial para cobre en los bloques de Perijá, específicamente entre los municipios de La Jagua del Pilar y Urumita en La Guajira, y en San Diego y La Paz en el Cesar.

Sin embargo, es importante diferenciar entre producción histórica registrada y potencial futuro. Este último dependerá de inversiones en exploración, desarrollo tecnológico y un marco regulatorio favorable, y especialmente de inversiones en capacidad instalada para procesamiento y refinamiento de minerales. De acuerdo con los datos encontrados, en 2020 el gasto en investigación y desarrollo en Colombia fue apenas del 0,29%, lo que refleja limitaciones significativas en desarrollo tecnológico.

Por último, la realidad de la actividad minera en el país se inserta en un escenario histórico de violencia, corrupción y contaminación. Los desafíos y limitaciones son multidimensionales; económicamente, la minería en la región sigue patrones de economía de enclave: genera ingresos, pero esos beneficios no se aprovechan localmente. Esto impide la formación de encadenamientos productivos locales que generarían empleo permanente y transferencia de conocimiento. Aunque la minería ha generado recursos económicos, estos no se han traducido eficientemente en mejoras de condiciones sociales. De hecho, el análisis demuestra que la minería ha intensificado procesos de desigualdad en territorios donde tiene mayor presencia.

En departamentos como Cesar, La Guajira y Casanare la economía presenta alta dependencia de actividades extractivas, lo que genera vulnerabilidad ante cambios en precios internacionales de estos commodities. Además, la minería ilegal agrava estos problemas al evadir las responsabilidades fiscales, financiar organizaciones criminales, y fomentar explotación sexual de menores y trabajo infantil. Sin cambios significativos en la estructura económica, estos departamentos permanecerán atrapados en un ciclo de dependencia.

Las ganancias generadas seguirán beneficiando principalmente a las multinacionales, mientras los territorios permanecen expuestos a los cambios del mercado y limitados en sus capacidades para generar un desarrollo autónomo. La diversificación económica no constituye una opción sino una necesidad para garantizar estabilidad de largo plazo.

Como comentario de cierre, se puede afirmar que la transición energética del nororiente colombiano hacia minerales estratégicos presenta oportunidades reales, pero enfrenta obstáculos

estructurales que no se resuelven únicamente con disponibilidad de recursos geológicos. El territorio tiene potencial, pero su aprovechamiento requiere instituciones más fuertes, una coordinación interinstitucional efectiva, inversión significativa en exploración y tecnología, y esquemas que garanticen distribución equitativa de beneficios.

La región presenta condiciones mixtas para el aprovechamiento de minerales estratégicos en el marco de la transición energética. Existen oportunidades reales derivadas del potencial geológico identificado (cobre, hierro, platino), la presencia de Áreas Estratégicas Mineras delimitadas y la capacidad institucional diferenciada de algunos departamentos como Santander. Sin embargo, estas oportunidades están severamente condicionadas por obstáculos estructurales que no se resuelven únicamente con disponibilidad de recursos geológicos.

Las condiciones necesarias para que el desarrollo de minerales estratégicos contribuya a la transición energética y al desarrollo territorial sostenible incluyen: fortalecimiento de la institucionalidad y coordinación interinstitucional efectiva entre entidades nacionales y territoriales; inversión significativa en exploración geológica detallada y desarrollo tecnológico (actualmente el gasto en I+D en Colombia es apenas del 0,29%); implementación de esquemas que garanticen distribución equitativa de beneficios y formación de encadenamientos productivos locales; cumplimiento efectivo de mecanismos de consulta previa y participación de comunidades étnicas en territorios con superposición de AEM; y transformación del modelo extractivo para evitar reproducir patrones de economía de enclave.

Sin estos cambios estructurales, la región corre el riesgo de reproducir el mismo patrón que caracterizó la minería de carbón: extracción de riqueza que genera ingresos para el Estado y las multinacionales, pero perpetúa desigualdades, vulnerabilidades y conflictos socioambientales para sus poblaciones. La transición hacia minerales estratégicos no puede entenderse solo desde la oferta de recursos geológicos, sino que debe incorporar dimensiones de inclusión, justicia social y resolución de conflictos territoriales históricos.

La investigación demuestra que el nororiente colombiano posee potencial para participar en la transición energética global mediante el aprovechamiento de sus minerales estratégicos, pero este potencial solo podrá materializarse si se construyen capacidades institucionales sólidas, se implementan marcos regulatorios que prioricen la sostenibilidad sobre la rentabilidad inmediata, y se garantiza que las comunidades locales sean protagonistas y beneficiarias directas del proceso, no solo receptoras de sus externalidades negativas.

**Referencias Bibliográficas**

Alarcón, Pedro (2023) Old and new challenges of the energy transition: Insights from South America, *South African Journal of International Affairs*, 30:2, 263-278.  
<https://doi.org/10.1080/10220461.2023.2221227>

Agencia Nacional de Minería (s.f) Ruta del Cobre; 'Potencial Minero de Colombia'.  
[https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/2021-06/BrochureTécnicoAEM\\_Español-comprimido.pdf](https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/2021-06/BrochureTécnicoAEM_Español-comprimido.pdf)

Asociación Colombiana de Minería (ACM). (2021). Apuestas y retos de la minería colombiana. Recuperado de <https://acmineria.com.co/wp-content/uploads/2021/11/Apuestas-y-retos-de-la-mineri%CC%81a-colombiana.pdf>

Alianza por el Acuerdo de Escazú en Colombia (s.f) ABC del Acuerdo de Escazú. Escazú Ahora.[https://escazuahora.com.co/wpcontent/uploads/2020/05/ABC\\_del\\_Acuerdo\\_de\\_Escazu-1.pdf](https://escazuahora.com.co/wpcontent/uploads/2020/05/ABC_del_Acuerdo_de_Escazu-1.pdf)

Almanza Sánchez, F. A., & Farfán Salazar, F. A. (2022). Análisis de la Importancia de la Transición Energética en la Industria de los Hidrocarburos en Colombia [Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander].  
<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/479ce8bc-e356-423f-b6f3-0d7944973993/content>

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia. Gaceta Constitucional No. 116 de 1991.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>

Bayona Velásquez, E. M. (2016). Producción de carbón y crecimiento económico en la región minera del caribe colombiano. *Revista de economía del caribe*, (17), 1–38.

<http://dx.doi.org/10.14482/ecoca.17.8452>

Bedoya Londoño, J.A.; Franco Sepúlveda, G.; De la Barra Olivares, E. (2024). *Strategic Minerals for Climate Change and the Energy Transition: The Mining Contribution of Colombia*. *Sustainability*, 16, 83. <https://doi.org/10.3390/su16010083>

Bernal, J. V., Montoya, M. F., & Olarte Rodríguez, F. (2020). Extracción ilícita de minerales en Colombia: realidad social, jurídica y económica. *Revista De Derecho Administrativo*, (19), 85–107. Recuperado a partir de

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/24304>

Betancur, S.; Ortega-Avila, N.; López-Vidaña, E.C. (2024) *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats Analysis for the Strengthening of Solar Thermal Energy in Colombia*. *Resources*, 13, 3. <https://doi.org/10.3390/resources13010003>

Boisier, S. (2003). ¿Y si el Desarrollo fuese una emergencia sistémica? *Cuadernos de Administración*, (29), 50–75. <https://doi.org/10.25100/cdea.v19i29.123>

- Bustamante, C., & Cardona, A. (2024). ¿Es la Cordillera Central una fuente potencial de grafito?: Implicaciones para la transición energética en Colombia. *Andean Geology*, 51(2), 413-420. <http://dx.doi.org/10.5027/andgeoV51n2-3728>
- Castiblanco, C. (2007). La economía ecológica: una disciplina en busca de autor. *Gestión y Ambiente*, 10(3), 7-21. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169419821001.pdf>
- Cuadra D., Véliz, D., Sandoval, J., & Castro, P. J. (2017). Aportes a la economía ecológica: Una revisión de estudios latinoamericanos sobre subjetividades medioambientales. *Psico perspectivas*, 16(2), 156-169. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-69242017000200156&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-69242017000200156&script=sci_arttext)
- Culma Zota, J. S., & Turizo Montero, J. L. (2022). El hidrógeno como alternativa principal de energía en la transición energética en Colombia [Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/items/2495b7c7-abd8-4643-b7f5-c13533b6fda4>
- Cobre: Jiménez, J.F.; Duarte, J.; Pérez, A. y Castellanos, F. (2020). Cobre-(Cu). En: Atlas Geoquímico de Colombia, versión 2020, Bogotá: Servicio Geológico Colombiano. [https://srvags.sgc.gov.co/Archivos\\_Geoportal/Amenaza\\_Sismica/Atlas\\_Geoquimico\\_2020/Completos/AtlasGeoquimico2020.pdf](https://srvags.sgc.gov.co/Archivos_Geoportal/Amenaza_Sismica/Atlas_Geoquimico_2020/Completos/AtlasGeoquimico2020.pdf)

Correa Fernández, M. de J. (2018). Impacto socioeconómico de la minería en el Cesar, Guajira y Magdalena. *Revista Jurídica Mario Alario D'Filippo*, 10(20), 132–153.

<https://doi.org/10.32997/2256-2796-vol.10-num.20-2018-2152>

Congreso de la República de Colombia. (2001, 15 de agosto). Ley 685 de 2001. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial No. 45273*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9202>

Congreso de la República de Colombia. (2018, 27 de julio). Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. *Diario Oficial No. 50.667*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>

Congreso de la República de Colombia. (2021, 10 de julio). Ley 2099 de 2021. Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326>

Defensoría del Pueblo. (2024). *Informe Conflictividad Social en el Sector Minero-Energético en Colombia*. <https://hdl.handle.net/20.500.13061/801>

Departamento Nacional de Planeación (2023) Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: Colombia Potencia Mundial de la Vida. <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>

Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Conpes*. 4075.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4075.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2024). Cuentas Departamentales - Series de PIB 2005-2024pr, Base 2015. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

FINDETER (2023). Actualidad, oportunidades y regulaciones del sector minero en Colombia. <https://www.findeter.gov.co/system/files/internas/Sector-minería-final.pdf>

Fuentes López, H. J., Ferrucho Parra, C. C., & Martínez González, W. A. (2021). La minería y su impacto en el desarrollo económico en Colombia. *Apuntes del Cenes*, 40(71), 189–216. <https://doi.org/10.19053/01203053.v40.n71.2021.12225>

Garzón Albornoz, M. (2020). *En un mundo en transición energética, a la luz del comercio internacional de minerales y metales ¿Cuáles son las tendencias y retos del sector minero?* Universidad Externado de Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/entities/publication/b4fdceb6-3913-4667-8780-45f7af280156>

Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1, 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>

Gobernación de Arauca. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de Arauca 2024-2027.

[https://fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2024/12/PPDD-2024-2027-FINAL\\_GOBERNACION%CC%81N\\_compressed-1.pdf](https://fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2024/12/PPDD-2024-2027-FINAL_GOBERNACION%CC%81N_compressed-1.pdf)

Gobernación de Bolívar. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de Bolívar 2024-2027: Bolívar

me enamora. <https://www.asambleadebolivar.gov.co/wp-content/uploads/2024/08/371-Plan-de-Desarrollo-Bolivar-me-Enamora-2024-2027-ORDENANZA.pdf>

Gobernación de Boyacá. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de Boyacá 2024-2027.

<https://www.boyaca.gov.co/plan-de-desarrollo-departamental-2024-2027/>

Gobernación de Casanare. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de Casanare 2024-

2027. <https://fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2024/12/Ordenanza-008-2024-Plan-de-Desarrollo-2024-2027-Casanare.pdf>

Gobernación del Cesar. (2024). Plan de Desarrollo Departamental del Cesar 2024-2027.

<https://cesar.gov.co/d/es/documentos/politicas-planes/plan-desarrollo>

Gobernación de La Guajira. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de La Guajira 2024-2027.

<https://www.laguajira.gov.co/NuestraGestion/PlaneacionGestionyControl/Plan%20de%20Desarrollo%20Departamental%20de%20La%20Guajira%202024%20-%202027.pdf>

Gobernación del Magdalena. (2024). Plan de Desarrollo Departamental del Magdalena 2024-2027:

Ruta del cambio para superar la pobreza.

<https://www.gobernaciondelmagdalena.gov.co/mdocs-posts/plan-de-desarrollo-2024-2027/>

Gobernación de Norte de Santander. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de Norte de

Santander 2024-2027: Norte territorio de paz.

<https://administrador.nortedesantander.gov.co/wp-content/uploads/2024/06/NdS-PDD-2024-2027-Norte-Territorio-de-Paz-Capitulos-I-II-III.pdf>

Gobernación de Santander. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de Santander 2024-2027: Es

tiempo de Santander.

<https://santander.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=visorpdf&file=https%3A%2F%2Fsantander.gov.co%2Floader.php%3FlServicio%3DTools2%26lTipo%3Ddescargas%26lFuncion%3DexposeDocument%26idFile%3D63903>

Gobernación de Sucre. (2024). Plan de Desarrollo Departamental de Sucre 2024-2027: Sucre tierra

de oportunidades.

[https://sucre.micolombiadigital.gov.co/sites/sucre/content/files/004004/200176\\_pdd-sucre-tierra-de-oportunidades--interactivo--liviano-4.pdf](https://sucre.micolombiadigital.gov.co/sites/sucre/content/files/004004/200176_pdd-sucre-tierra-de-oportunidades--interactivo--liviano-4.pdf)

Gobernación de Santander (2020). Política Pública Mineroenergética de Santander. <https://smi-geoportal.santander.gov.co/smi/docs/Politica%20Publica%20Minero%20Energetica%20Santander.pdf>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw Hill España. <https://www.digitalrepositorio.com/items/show/2>

Indepaz. (2022). Informe sobre conflictos socioambientales en Colombia. <https://indepaz.org.co/wp-content/uploads/2023/02/Informe-Conflictos-Socioambientales-en-Colombia-final.pdf>

International Energy Agency (2021). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2011). *Fuertes impactos del cambio climático en los páramos de Colombia*. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Fuertes+Impactos+del+Cambio+Clim%C3%A1tico+en+los+P%C3%A1ramos+de+Colombia.pdf/932d5138-9d91-45ac-baa8-4295634aeffb>

IRENA and USAID (2021). *Renewable energy auctions in Colombia: Context, design and results*, International Renewable Energy Agency.

<https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-energy-auctions-in-Colombia>

Iniciativa de Transparencia en la Industria Extractiva (EITI) Colombia. (2023). Informe EITI Colombia Vigencia 2021. <https://eiti.org/sites/default/files/2023-09/INFORME%20EITI%20VIG%202021%20.pdf>

Jaramillo Arroyave, S. (2023). Morrosquillo: historia del agua, la vida y el crudo derramado. Censat Agua Viva. [https://censat.org/morrosquillo-historia-del-agua-la-vida-y-el-crudo-derramado/#flipbook-df\\_14040/47/](https://censat.org/morrosquillo-historia-del-agua-la-vida-y-el-crudo-derramado/#flipbook-df_14040/47/)

Lallana, M., Torrubia, J., & Valero, A. (2023). *Minerales para la transición energética y digital en España*. Amigos de la Tierra. [https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2023/11/Minerales-para-la-transicion-Estado-del-arte\\_.pdf](https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2023/11/Minerales-para-la-transicion-Estado-del-arte_.pdf)

Mendoza, O. H., Ceballos, L., Pérez, A., Castellanos, F. y Jiménez, J. F., (2020). Manganese (Mn). En: Atlas Geoquímico de Colombia, versión 2020, Bogotá: Servicio Geológico Colombiano. [https://srvags.sgc.gov.co/Archivos\\_Geoportal/Amenaza\\_Sismica/Atlas\\_Geoquimico\\_2020/Completo/AtlasGeoquimico2020.pdf](https://srvags.sgc.gov.co/Archivos_Geoportal/Amenaza_Sismica/Atlas_Geoquimico_2020/Completo/AtlasGeoquimico2020.pdf)

Mendoza, O. G., Ceballos, L., Pérez, A., Castellanos, F. y Mendoza, O. H., (2020). Hierro-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, En: Atlas Geoquímico de Colombia, versión 2020, Bogotá: Servicio Geológico

Colombiano. [https://srvags.sgc.gov.co/Archivos\\_Geoportal/Amenaza\\_Sismica/Atlas\\_Geoquimico\\_2020/Completo/AtlasGeoquimico2020.pdf](https://srvags.sgc.gov.co/Archivos_Geoportal/Amenaza_Sismica/Atlas_Geoquimico_2020/Completo/AtlasGeoquimico2020.pdf)

Mendoza, O.G., Ceballos, L., Pérez, A., Castellanos, F. y Rincón, A. Y., (2020). Magnesio-(MgO).

En: Atlas Geoquímico de Colombia, versión 2020, Bogotá: Servicio Geológico

Colombiano. [https://srvags.sgc.gov.co/Archivos\\_Geoportal/Amenaza\\_Sismica/Atlas\\_Geoquimico\\_2020/Completo/AtlasGeoquimico2020.pdf](https://srvags.sgc.gov.co/Archivos_Geoportal/Amenaza_Sismica/Atlas_Geoquimico_2020/Completo/AtlasGeoquimico2020.pdf)

Ministerio de Transporte. (2022). *Colombia tiene 8.299 vehículos eléctricos en el Runt, 1.699 más de la meta del Plan Nacional de Desarrollo*. Ministerio de Transporte.

<https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11015/colombia-tiene-8299-vehiculos-electricos-en-el-runt-1699-mas-de-la-meta-del-plan-nacional-de-desarrollo/>

Ministerio de Minas y Energías. (2023). *Potencial energético subnacional y oportunidades de descarbonización en usos de energía final*. Minenergías.

[https://www.minenergia.gov.co/documents/10443/4.\\_Potencial\\_energ%C3%A9tico\\_subnacional\\_y\\_oportunidades\\_de\\_descarbonizaci%C3%B3n\\_en\\_uso\\_zlqm9dM.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/10443/4._Potencial_energ%C3%A9tico_subnacional_y_oportunidades_de_descarbonizaci%C3%B3n_en_uso_zlqm9dM.pdf)

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2021). *Minería de carbón en Colombia:*

*Transformando el futuro de la industria*. <https://www.minenergia.gov.co/mineria-de-carbon-en-colombia>

Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Oportunidades y desafíos socioambientales de la*

*Transición Energética Justa*. Ministerio de Minas y Energía

[https://minenergia.gov.co/documents/13272/Hoja\\_de\\_ruta\\_transicion\\_energetica\\_justa\\_T\\_EJ\\_2025.pdf](https://minenergia.gov.co/documents/13272/Hoja_de_ruta_transicion_energetica_justa_T_EJ_2025.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, & Contraloría General de la República. (2019). Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano [Documento técnico]. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Investigacion-cientifica-y-sociologica-respecto-a-los-impactos-de-la-actividad-minera-y-la-explotacion-ilicita-de-minerales.pdf>

Ministerio de Minas y Energía & Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2022). Colombia Explotación de oro de aluvión: Evidencias a partir de percepción remota 2021. [https://www.unodc.org/documents/colombia/2021/Agosto/Colombia\\_Explotacion\\_de\\_Oro\\_de\\_Alucion\\_EVOA\\_Evidencias\\_a\\_partir\\_de\\_percepcion\\_remota\\_2020.pdf](https://www.unodc.org/documents/colombia/2021/Agosto/Colombia_Explotacion_de_Oro_de_Alucion_EVOA_Evidencias_a_partir_de_percepcion_remota_2020.pdf)

Monsalve Friedman, L. M. (2022). Conflicto sociopolítico e impacto territorial del extractivismo minero. *Bitácora Urbano Territorial*, 32(I), 59–72. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v32n1.98485>.

- Montoya-Domínguez, E. (2018). La extracción de carbón en el centro del Cesar, Colombia: apuntes para la comprensión del conflicto ambiental. *Gestión Ambiental*, 21(2). <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.77836>
- Mohr, K., Thema, J., Bonet, M. C., & Vasudha, V. (2023). Transición Energética Justa en Colombia: Status Quo, Retos y Oportunidades (Una evaluación centrada en las regiones carboníferas de los departamentos de Cesar y La Guajira). [10.13140/RG.2.2.13139.55847](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13139.55847)
- Olivera, Beatriz., Tornel, Carlos., y Azamar, Aleida (2022), *Minerales críticos para la transición energética. Conflictos y alternativas hacia una transformación socio ecológica*, Fundación Heinrich Böll y UAM-X. <https://let.iiec.unam.mx/node/4629>
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f) *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortiz Díaz, C. A., Montenegro Galindo, J. M., & Guerrero Arias, A. M. (2016). Consecuencias ambientales de las actividades mineras de carbón en Tibú, Norte de Santander, en el periodo 2002-2015. *Investigaciones en construcciones*, 30, 251-274. [https://derecho.bogota.unal.edu.co/fileadmin/publicaciones/Semilleros/LibrosSemilleros/2016/Semilleros\\_2016-8.pdf](https://derecho.bogota.unal.edu.co/fileadmin/publicaciones/Semilleros/LibrosSemilleros/2016/Semilleros_2016-8.pdf)

- Orozco, E., Iglesias, V., & Barrios, L. (2020). Aspectos socioeconómicos en la minería del carbón de la Guajira colombiana. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 14(1). <https://rches.utem.cl/?p=1497>
- Pérez, I. C. (2023). *Requerimientos minerales para la transición energética*. *Ecologistas en acción*. <https://www.ecologistasenaccion.org/284674/informe-requerimientos-minerales-de-la-transicion-energetica/>
- Quijano Mejía, C., & Figueroa Salamanca, H. (2020). Historia del poblamiento, la minería de oro y el conflicto armado: Guamocó, Sur de Bolívar. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 11(2), 586–608. <https://doi.org/10.21501/22161201.2973>
- Reyes, R.A., Turriago, A., Cardenas, M., y Danna, J.P. (2022). Análisis de Políticas Publicas para la adopción de Energías Renovables No Convencionales en Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*. 19(36) <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v19i36.4052>
- Rocha Suarez, L. J. (2018). Monografía de estudio: Minería del carbón en Boyacá y sus impactos ambientales (Trabajo monográfico, Universidad Nacional Abierta y a Distancia). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21316>
- Rodríguez Guevara, J. E. (2013). Análisis de la logística del carbón en Norte de Santander. *Mundo FESC*, 3(6), 50-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4966241>

- Rojas-Robles R. (Ed.). (2023). *Tras las huellas del Lipa: Conflictos ambientales en las llanuras inundables de Arauca, Colombia*. Editorial Universidad Nacional. Bogotá. [http://www.idea.unal.edu.co/publica/serie\\_ideas/PDF/ideas34\\_Tras\\_las\\_Huellas\\_del\\_Lipa\\_ISBN978-958-505-401-1.pdf](http://www.idea.unal.edu.co/publica/serie_ideas/PDF/ideas34_Tras_las_Huellas_del_Lipa_ISBN978-958-505-401-1.pdf)
- Sovacool, B. K., Ali, S. H., Bazilian, M., Radley, B., Nemery, B., Okatz, J., & Mulvaney, D. (2020). Sustainable minerals and metals for a low-carbon future. *Science*, 367(6473), 30–33. <https://doi.org/10.1126/science.aaz6003>
- United Nation Climate Change. (s.f). *El Acuerdo de París*. <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Acuerdo%20de,4%20de%20noviembre%20de%202016>.
- Universidad Tadeo Lozano. (17 de noviembre de 2023). *Colombia en camino a la transición energética: retos y perspectivas*. Obtenido de <https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/especiales/home/1/colombia-en-camino-la-transicion-energetica-retos-y-perspectivas>
- Unidad de Planeación Minero Energético (UPME). (2020). *Informe Cobre*. Subdirección de Minería. <https://www.upme.gov.co/informe-cobre>

Unidad de Planeación Minero Energético. (2022). *Plan Nacional De Desarrollo Minero Con Horizonte A* 2025

[https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNDM\\_Dic2017.pdf](https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNDM_Dic2017.pdf)

Unidad de Planeación Minero Energético (2023) *Plan Energético Nacional 2022-2052*.

<https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN-2052.aspx>

Unidad de Planeación Minero Energético (UPME) & Agencia Nacional de Minería (ANM). (2024, enero). *Minería en Cifras: Datos Económicos, Precios, Contexto y Normatividad*.

<https://www.upme.gov.co/boletin-mineria-enero-2024>

UNFCCC. (2020). *El acuerdo de París*. United Nations Climate Change.

<https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (2023). *Colombia en camino a la transición energética: retos y perspectivas*. UTADEO.

[https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/especiales/home/1/colombia-en-camino-la-](https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/especiales/home/1/colombia-en-camino-la-transicion-energetica-retos-y-perspectivas)

[transicion-energetica-retos-y-perspectivas](https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/especiales/home/1/colombia-en-camino-la-transicion-energetica-retos-y-perspectivas)

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2014). *Plan Nacional De ordenamiento Minero*.

[https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNOM\\_EN\\_EXTENSO.](https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNOM_EN_EXTENSO.pdf)

[pdf](https://www1.upme.gov.co/simco/PlaneacionSector/Documents/PNOM_EN_EXTENSO.pdf)

Viglioni, M. T. D., Calegario, C. L. L., & Bruhn, N. C. P. (2025). Effects of economic complexity and metallic mineral resources on renewable energy transition in developing countries.

*Resources Policy*, 102, 105512. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2025.105512>