



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants

Análisis prospectivo del mercado nacional e internacional del carbón térmico, metalúrgico y antracita producido en Colombia

27 de diciembre de 2020

Este informe fue producido como un esfuerzo conjunto entre la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y JOHN T. BOYD COMPANY dentro del proyecto **"Análisis prospectivo del mercado nacional e internacional del carbón térmico, metalúrgico y antracita producido en Colombia destinado a la exportación y consumo interno, con la finalidad de establecer el comportamiento y los determinantes de la oferta, demanda y precios asociados a este mineral estratégico"**.

La información contenida en las siguientes páginas fue preparada para dar respuesta a requerimientos específicos en función del contrato asociado al proyecto referenciado, de modo que responde a un contexto y a un alcance determinado, con lo cuál JOHN T. BOYD COMPANY limita su responsabilidad ante la interpretación y el uso que terceros puedan darle a esta información.

La divulgación y reproducción de este material, ya sea en forma parcial o total, será discrecional de la UPME como propietaria del mismo. Sin embargo, la modificación, transformación o manipulación del contenido queda expresamente prohibido salvo previa consulta, autorización y curaduría de los autores.

Las proyecciones y análisis presentados bajo esta portada representan las opiniones independientes de BOYD. Nuestros hallazgos y conclusiones se basan en información disponible dentro del dominio público complementado con nuestro amplio conocimiento de las industrias mineras del carbón en Colombia y el mundo. Consideramos los factores clave que influyen en el desempeño operativo y financiero relacionado con la minería, el procesamiento y el transporte de carbón. También consideramos factores extrarregionales como el impacto de la producción nacional de coque, las ventas de exportación por vía marítima, la futura demanda internacional de carbón y la influencia de formas de energía de competencia (es decir, generación de electricidad eólica, solar e hidráulica).

Las proyecciones de BOYD con respecto a los niveles futuros de producción de carbón y los resultados financieros se basan en suposiciones razonables, pero podrían variar significativamente debido a cambios drásticos en los niveles de producción futuros anticipados, compromisos / prácticas de comercio de carbón existentes, condiciones económicas globales primordiales y otras iniciativas operativas y estratégicas que podrían influir sustancialmente en el desempeño de la industria. Los factores que se desconocen en el presente o que se materializarán en el futuro podrían contribuir significativamente a las variaciones en la producción anual, los costos operativos, la vida útil de la mina, la recuperación de reservas, etc. En consecuencia, esta evaluación debe considerarse un indicador de las tendencias futuras de la producción de carbón en toda la industria y su uso debe limitarse únicamente a fines de planificación estratégica. Los hallazgos presentados en este documento no deben utilizarse como base para tomar decisiones de inversión con respecto a minas o entidades mineras individuales específicas. Si bien los cambios imprevistos en las regulaciones mineras, las reglas ambientales, los mercados del carbón o eventos discretos (por ejemplo, el impacto duradero de COVID-19, las condiciones mineras / geológicas, las imposiciones gubernamentales, los factores financieros) podrían alterar sustancialmente el suministro / disponibilidad futura de carbón, creemos que este informe será útil para la UPME en su desarrollo de planes estratégicos futuros.

Los hallazgos de BOYD se preparan utilizando esfuerzos profesionales prácticos para abordar el alcance dentro del marco de tiempo y presupuesto. No podemos garantizar que se hayan identificado todos los posibles problemas de riesgo durante el curso de nuestra asignación. Nuestros hallazgos están preparados para el uso interno exclusivo de UPME. Si bien el trabajo que a continuación se presenta fue desarrollado bajo rigurosas condiciones técnicas, JOHN T. BOYD COMPANY no garantiza la exactitud de ningún dato, supuesto, pronóstico u otra declaración prospectiva de ninguna manera, expresa o implícita.

CONTENIDO

01

LISTA DE TABLAS

02

LISTA DE
IMÁGENES



03

INTRODUCCIÓN

04

PERSPECTIVAS DE
LA EXPLOTACIÓN
DE CARBÓN EN
COLOMBIA

05

PROYECCIONES DE
INGRESOS
FUTUROS POR
CONCEPTO DE
REGALÍAS

06

CONCLUSIONES



CAPÍTULO
01

**LISTA DE
TABLAS**



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proyección media de precios (USD/t) y volúmenes (millones de toneladas) para el carbón colombiano.

Tabla 2. Proyección de regalías para el escenario de CONTINUIDAD.

Tabla 3. Proyección media de ingresos para la Nación por concepto de regalías de carbón (billones de pesos).

Tabla 4. Proyección de precios FOB Colombia (USD/t) para carbón térmico.

Tabla 5. Proyección de precios FOB para carbón térmico colombiano (USD/t).

Tabla 6. Tres escenarios de proyección de exportaciones colombianas de carbón térmico, en millones de toneladas.

Tabla 7. Proyección de exportaciones del carbón térmico colombiano (millones de toneladas) para el escenario de CONTINUIDAD.

Tabla 8. Proyección de precios FOB del índice MCC2 de Australia (USD/t).

Tabla 9. Proyección de precios FOB carbón metalúrgico colombiano (USD/t).

Tabla 10. Proyección de precios FOB para carbón metalúrgico colombiano (USD/t).

Tabla 11. Tres escenarios de proyección de exportaciones colombianas de carbón térmico, en millones de toneladas.

Tabla 12. Proyección de exportaciones del carbón metalúrgico colombiano (USD/t) para el escenario de CONTINUIDAD.

Tabla 13. Proyección de precios FOB para antracita colombiana (USD/t).

Tabla 14. Proyección de exportaciones de antracita colombiano (USD/t) para el escenario de CONTINUIDAD.

Tabla 15. Proporción Exportaciones / Producción proyectada.

Tabla 16. Producción media de carbón colombiano para el escenario de CONTINUIDAD (millones de toneladas).

Tabla 17. Proyección media de precios locales de carbón en Colombia, en equivalente de dólares por tonelada.

Tabla 18. Proporción de producción que es pequeña (menos de 3 millones de toneladas al año) y grande.

Tabla 19. Proyección media de ingresos para la Nación por concepto de regalías de carbón (billones de pesos).

Tabla 20. Proyección de volumen de exportaciones (millones de toneladas).

Tabla 21. Proyección de índices de precios en Europa y Asia (dólares por tonelada).

Tabla 22. Proyección media de ingresos para la Nación por concepto de regalías de carbón (billones de pesos). Escenario alternativo de consideración de índices de precios de Asia y un horizonte de 20 años.

CAPÍTULO

02

LISTA DE IMÁGENES



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1. Ingreso agregado del Estado a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínimas aceptables: 12.5% y 15%.

Figura 2: Precios FOB promedio de carbón térmico por país (USD/tonelada).

Figura 3. Simulaciones de precio FOB Colombia para carbón térmico 2020-2030 (USD/tonelada).

Figura 4. Simulaciones de exportaciones de Colombia en carbón térmico 2020-2030 (millones de toneladas) para el escenario de CONTINUIDAD.

Figura 5. Índices de los precios FOB promedio de carbón metalúrgico por país (USD/tonelada).

Figura 6. Simulaciones de precio FOB Colombia para carbón metalúrgico 2020-2030 (USD/tonelada).

Figura 7. Simulaciones de exportaciones de Colombia en carbón metalúrgico 2020-2030 (millones de toneladas) para el escenario de CONTINUIDAD.

Figura 8. Simulaciones de precio FOB Colombia para antracita 2020-2030 (USD/tonelada).

Figura 9. Simulaciones de exportaciones de Colombia en carbón metalúrgico 2020-2030 (millones de toneladas).

Figura 10. Proporción exportaciones / producción.

Figura 11. Ingresos históricos por regalías por concepto de carbón.

Figura 12. Costos para el mercado de exportación y el de consumo interno para carbón térmico en Colombia.

Figura 13. Proyección de ingresos para la Nación por regalías de carbón. Escenarios de Coexistencia (alto), Continuidad (medio) y Divergencia (bajo).

Figura 14. Producción agregada a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínima aceptable: 15%.

Figura 15. Ingreso agregado del Estado a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínima aceptable: 15%.

Figura 16. Ingreso agregado del Estado a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínima aceptable: 12.5%.

Figura 17. Proyección de ingresos para la Nación por regalías de carbón (billones de pesos). Escenarios de Coexistencia (alto), Continuidad (medio) y Divergencia (bajo) ante el escenario alternativo de consideración de índices de precios de Asia y un horizonte de 20 años.

CAPÍTULO

03

INTRODUCCIÓN



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants

Resumen

Para proyectar los ingresos futuros de la Nación por concepto de regalías de carbón, se parte de las perspectivas de los mercados internacionales, planteando múltiples escenarios a partir de la dinámica esperada para estos mercados y de su variabilidad histórica. La Tabla 1 plantea la senda media, en un escenario de Continuidad, para los precios y volúmenes de exportaciones y producción del carbón colombiano.

Tabla 1. Proyección media de precios (USD/t) y volúmenes (millones de toneladas) para el carbón colombiano.

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Térmico	Precio FOB	52.9	51.2	49.6	50.3	52.0	55.2	56.5	58.0	59.5	57.6
	Precio interno	44.7	44.3	44.0	44.2	43.3	45.0	43.8	45.2	44.7	44.7
	Exportaciones	57.0	64.0	64.0	64.0	64.0	79.0	79.0	79.0	79.0	79.0
	Producción	63.2	71.1	71.0	70.9	70.7	87.4	87.4	87.6	87.2	87.3
Metalúrgico	Precio FOB	102.4	110.4	118.0	128.0	130.0	132.0	138.8	142.0	142.0	142.0
	Precio interno	67.3	66.5	65.7	66.6	64.8	68.2	65.3	68.6	67.0	67.0
	Exportaciones	1.50	1.80	1.80	1.80	1.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Producción	5.90	7.10	7.11	7.10	7.11	7.90	7.89	7.88	7.88	7.91
Antracita y otros	Precio FOB	368.0	362.8	361.8	366.8	359.7	360.7	362.5	370.6	365.4	358.8
	Precio interno	158.6	167.8	168.1	176.3	176.0	165.7	165.0	164.4	162.1	162.1
	Exportaciones	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
	Producción	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Considerando la estructura de regalías para la producción de carbón, estas expectativas se traducen en perspectivas de ingresos para la Nación por esta vía, como se expone en la Tabla 2.

Tabla 2. Proyección de regalías para el escenario de CONTINUIDAD.

Simulación de ingresos por regalías de carbón (billones de pesos)										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Escenario Bajo (25%)	0.52	0.50	0.42	0.38	0.35	0.40	0.49	0.45	0.46	0.39
Escenario Medio	0.86	0.94	0.91	0.94	0.98	1.29	1.33	1.37	1.41	1.36
Escenario Alto (75%)	1.04	1.11	1.12	1.11	1.09	1.42	1.44	1.46	1.49	1.51
Desviación Estándar	0.49	0.71	0.86	0.97	1.25	1.76	1.68	1.98	2.18	3.08

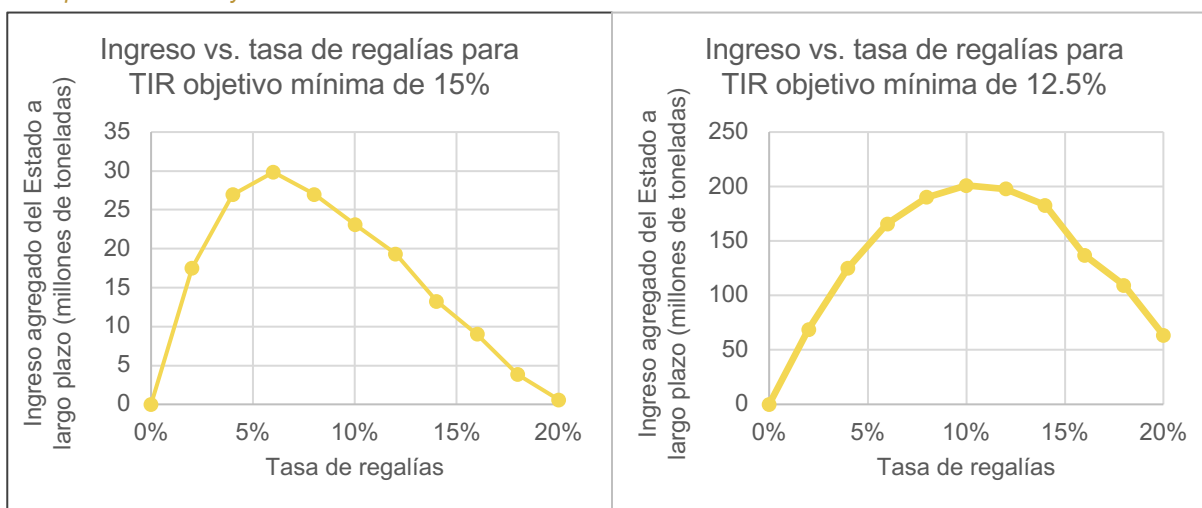
Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Resumen

Las regalías seguirán una senda continua de crecimiento a un ritmo lento pero constante a lo largo de la siguiente década. Claro, esto obedece al punto bajo de partida que presenta el 2020. Este crecimiento será producido en parte por un aumento en el volumen de exportaciones, y por otro en el incremento en precios. Hacia la segunda mitad de la década se podrá observar estabilidad, una vez la recuperación converja, aunque la expectativa es que la convergencia, aún después de diez años, no llegue a los niveles de ingresos de regalías del periodo 2017-2019.

Tomando el criterio de maximización de rentas para el Estado, se simulan escenarios bajo distintas estructuras de regalías, manteniendo el recaudo relativo del doble para producciones mayores a 3 millones de toneladas. Modelando el proceso de toma de decisión de inversión para minas tipo, se define una estructura decreciente entre la tasa (hoy 5% y 10%) y la proyección del monto producido, resultando en los ingresos por regalías proyectados en la Figura 1, suponiendo una TIR mínima aceptable para inversionistas del 15%. Este impacto se estudia con efecto inmediato para fines de análisis teórico; es decir, se supone que las decisiones de inversión afectan la producción inmediatamente.

Figura 1. Ingreso agregado del Estado a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínimas aceptables: 12.5% y 15%.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Con las suposiciones propuestas, se detecta un máximo en una tasa de regalías de 6%. Sin embargo, las condiciones actuales y esperadas del mercado sugieren que la producción teórica sería bastante más baja que el potencial de reservas. Si se varía el umbral mínimo de entrada de los inversionistas de una TIR de 15% a una de 12.5%, esta tasa de regalías óptima cambiaría a 10%, y los ingresos óptimos podrían incrementarse unas siete veces.

Introducción

El carbón ha adquirido una importancia notable en la dinámica de la economía colombiana. Desde el punto de vista de comercio internacional, Colombia ocupa el cuarto lugar en exportaciones de carbón térmico, superando 80 millones de toneladas exportadas por año en los últimos años hasta antes del 2020. Esta situación posiciona al carbón como uno de los principales productos de exportación del país. En particular, esta importancia redunda en una representatividad amplia en el ingreso de la Nación por concepto de regalías.

Colombia recaudó cerca de USD\$2 mil millones en el periodo 2017-2019 por concepto de regalías de carbón. Sin embargo, la incertidumbre en la magnitud de estos ingresos se vislumbra en su variación: en el 2018 estos ingresos superaron en 27% los de 2019 y en 31% los de 2017. Así, si bien las regalías de carbón para Colombia representan un rubro importante de ingresos para el país, su variabilidad plantea retos en la planificación presupuestal y sugiere estudiar la dinámica futura.

Este documento estima proyecciones de ingresos futuros por concepto de regalías generadas por la explotación del carbón en Colombia hasta un horizonte de diez años. Los escenarios se construyen con base en la variabilidad histórica observada para precios internacionales y volúmenes de producción, pero también consideran elementos fundamentales de la realidad geopolítica y económica que se vislumbra en la siguiente década.

El subyacente estudio abarca el mercado del carbón en general, pero las estimaciones se basan en el carbón térmico, claramente el más representativo, y en el carbón metalúrgico, cuya producción se encuentra alrededor del 4% de la producción de térmico. La antracita presenta una producción menor al 1 x 100.000 de la del térmico, y se presenta de forma adicional a los dos anteriores, teniendo en cuenta que ofrece mucho menos información y por lo tanto más reto en su proyección.

La Tabla 1 expone los insumos básicos para proyectar los ingresos por regalías. Complementando con los parámetros necesarios para aplicar la fórmula del cálculo de regalías, en la Tabla 3 se proyecta el ingreso medio para cada uno de los tres escenarios planteados en el estudio.

Tabla 3. Proyección media de ingresos para la Nación por concepto de regalías de carbón (billones de pesos).

	Continuidad	Coexistencia	Divergencia
2021	0.86	0.94	0.80
2022	0.94	1.02	0.88
2023	0.91	0.99	0.85
2024	0.94	1.02	0.88
2025	0.98	1.06	0.91
2026	1.29	1.37	1.14
2027	1.33	1.41	1.18
2028	1.37	1.46	1.22
2029	1.41	1.50	1.25
2030	1.36	1.45	1.21

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Introducción (cont)

Finalmente, se aprovecha la plataforma construida para estimar sensibilidades a la tasa de regalías. Específicamente, se plantea la existencia de un inversionista genérico que modela una alternativa de inversión con un modelo de mina tipo. Este inversionista se enfrenta a una estructura de costos que puede variar, para lo cual se establece una distribución de inversionistas que se diferencian en su estructura de costos, y permite cuantificar el tamaño de la producción interesada en invertir para una tasa de regalías dada. Esto permite analizar el impacto en el nivel de ingresos teóricos para la Nación. Este resultado depende de la TIR mínima que define el umbral de entrada: para 15%, la tasa óptima es 6%. Para 12.5% de TIR mínima, la tasa óptima es 10%.

Las siguientes secciones detallan el análisis que subyace estos resultados, comenzando por recorrer las perspectivas de la explotación de carbón en Colombia, partiendo de las proyecciones de precios internacionales y exportaciones, para los distintos tipos de carbón, siguiendo por la proyección de producción en Colombia y de los precios en boca o borde de mina, y terminando con las proyecciones de los ingresos futuros por concepto de regalías de carbón. Esta última parte permite un análisis de consideración de la maximización de rentas para el Estado.



CAPÍTULO
04

**PERSPECTIVAS DE
LA EXPLOTACIÓN
DE CARBÓN EN
COLOMBIA**



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants

Perspectivas de la explotación de carbón en Colombia

El estudio del futuro de los ingresos de la Nación por concepto de regalías de carbón depende de las perspectivas de producción local del mineral. El análisis plantea un camino extendido para llegar a esta cantidad, partiendo de las perspectivas de los mercados de exportación de carbón, en las dimensiones de volúmenes y precios, particularmente en las variables referentes al carbón colombiano. A partir de estas proyecciones se plantean perspectivas para los volúmenes de producción local y de precios en boca de mina, lo cual permite la proyección de ingresos por concepto de regalías de carbón.

Parte de lo expuesto a continuación es extraído del Producto 1 de este estudio y se incluye como complemento.



4.1 Dinámica del mercado de carbón de exportación

Dos factores parecen liderar la lista de elementos que darán forma al mercado de exportación de carbón por los siguientes diez años: el contexto ambiental y la adopción y dispersión de nuevas tecnologías de aprovechamiento de fuentes de energía alternativas al carbón. El entorno geopolítico imprimirá también su impacto, como siempre, aunque los vaivenes sugeridos por el actual curso de relaciones comerciales impiden claridad en las direcciones de estos impactos.

Varios puntos sobresalen del entorno actual relacionado con preocupaciones ambientales a nivel global:

- El uso futuro del carbón depende de las medidas de protección del medio ambiente y del Protocolo de Kyoto, y de cómo cada país cambie su canasta energética de generación para cumplir con los límites del Tratado de París. Esto impactará directamente en la demanda de carbón, dependiendo del estado de tecnología en la utilización del carbón como fuente de generación de electricidad.



4.1 Dinámica del mercado de carbón de exportación

- La mayoría de los generadores a carbón de Europa han encontrado que es más barato apagar sus plantas a carbón que instalarles equipos de control de emisiones. Por esta razón, el proceso de descarbonización europeo se ha acelerado en al menos cinco años respecto de lo planeado. Otro factor que influye en la decisión es la disponibilidad de gas licuado (LNG) y gas natural importado, especialmente de Argelia y Rusia. A vía de ejemplos:
 - ✓ El Reino Unido apagó para siempre 1/3 de su capacidad de generación a carbón durante el primer semestre de 2020 y todo se ha reemplazado por renovables, especialmente energía eólica.
 - ✓ España adelantó dos años el cierre de siete de sus quince plantas a carbón (6 GW combinados) de un total de 12 GW de capacidad instalada, cortando así una demanda de 12 mt anuales de carbón, para cumplir con las condiciones ambientales de la Unión Europea.
 - ✓ Portugal cerrará dos plantas a carbón de EDP en 2021, dos años antes del plan original, debido a los altos costos de los bonos de carbono y a la permanencia de gas natural barato. Se espera que a partir de 2023 Portugal esté libre de generación a carbón.
 - ✓ Alemania está buscando una reducción de 7 GW de plantas a carbón para finales de 2022 y una reducción posterior de 7 GW para quedar con 8 GW a carbón en 2030.
- Con el fin de cumplir los Acuerdos de París –según el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)- de mantener el calentamiento global por debajo 1.5°C, las emisiones de CO₂ y otros GEI (Gases Efecto Invernadero) se deben mantener por debajo de 420-580 millardos de toneladas de CO₂. Hoy en día todas las plantas a carbón a nivel mundial emiten entre 60-85% de este límite. Si se subiera el límite a 2°C, se podrían emitir 1.170bn a 1.500 millardos de CO₂. El parque total de plantas a carbón a nivel mundial emite entre 1/4 y 1/3 de ese límite.
- Una planta a carbón emite entre 0.3 y 0.35 t de CO₂ por MWh generado, esto es entre 2 y 2.5 veces más que una planta a gas.



4.1 Dinámica del mercado de carbón de exportación

Con respecto a alternativas de fuentes de energía, varios frentes presentan retos e incertidumbre hacia la demanda (y oferta) futura de carbón:

- El consumo energético mundial y la mejoría en eficiencia energética, impactará la demanda de carbón, especialmente en los países desarrollados.
- Las nuevas tecnologías demandarán menor consumo energético, y, por ende, impactarán negativamente en la demanda de carbón.
- El precio de otras fuentes de energía en detrimento del carbón. Por ahora, los costos de referencia de las fuentes de energía renovables son más bajos que la generación a carbón en muchos casos, debido a los subsidios estatales. Con el levantamiento de éstos, la participación del carbón no disminuirá significativamente como fuente de producción de electricidad en el futuro, especialmente en los países en vías de desarrollo, así como en el mercado asiático, dado que continuará siendo la fuente más barata de generación.
- La competencia directa del gas (licuado – LNG– y natural) como combustible de generación termoeléctrica, actúa en detrimento de la demanda del carbón.
- El fracking ha incrementado las reservas de gas natural especialmente en Estados Unidos, abaratando el suministro, y logrando que en la mayoría de los casos sea más barato quemar gas que carbón en Estados Unidos.
- Los incentivos tributarios (o subsidios gubernamentales) para instalación de generación con renovables a nivel mundial han cortado capitales para construcción de nuevas plantas a carbón.
- La disponibilidad de recursos financieros para construcción de plantas a carbón es cada vez más escasa, así que solamente se desarrollarán nuevas plantas de carbón en Asia.
- Los fenómenos atmosféricos (El Niño, La Niña) son un constante dolor de cabeza para la continuidad de la producción en los renovables, cosa que la generación con carbón no presenta; se ha demostrado la continuidad del suministro aún en condiciones adversas.
- Ciertas medidas del orden gubernamental no han tenido el tiempo suficiente para evaluar los posibles impactos negativos con la generación de renovables. Como ejemplo se puede tomar el reciente hecho que en el estado de California se "volcaron" a energías renovables, cerrando abruptamente plantas térmicas. La oferta energética de renovables no da abasto, la discontinuidad en el suministro por factores atmosféricos ha generado que en Los Ángeles haya racionamientos de energía por sectores, por horas.

4.1 Dinámica del mercado de carbón de exportación

En adición a estas consideraciones, el entorno geopolítico es esporádicamente sorprendido por eventos inesperados que cambian las dinámicas presentes y las perspectivas futuras:

- Las dinámicas actuales en los mercados de exportación están relacionadas con aspectos geopolíticos así como económicos entre los países. A vía de ejemplo, actualmente existe una disputa comercial entre Australia y China y, por este motivo, China ha bloqueado el acceso de carbones metalúrgicos australianos a sus puertos desde octubre 2020. Esto causa una sobreoferta de carbón australiano en el mercado internacional de carbón metalúrgico, pero a la vez incrementa la demanda de carbón metalúrgico de alta calidad producido en Estados Unidos, con destino a China. La capacidad de producción de EEUU no es suficiente para suplir la nueva demanda China en el mercado, lo que está abriendo un espacio para carbones metalúrgicos colombianos hacia China.
- Los principales exportadores de Colombia son en gran medida de bajo costo, pero la desaparición más rápida de lo esperado de la demanda de importaciones en el noroeste de Europa (mercado natural para los carbones térmicos colombianos) y la consiguiente necesidad de competir por ventas en Asia ha dejado a los colombianos expuestos a este mercado asiático, lo que implica hacer mayores sacrificios en precio, debido a que los fletes desde Colombia hasta Asia son más altos, comparados con los de Colombia hasta Europa.
- La pandemia COVID-19 ha presentado enormes desafíos para la producción de carbón a nivel mundial, y aunque se está llevando a cabo una lenta recuperación tanto en fabricación de acero como en actividad industrial, esta se encuentra en sus primeras etapas. Como resultado de esta situación, la demanda mundial de carbón y los precios siguen bajo una intensa presión y esto está llevando a cierres de minas cuyos costos de producción son más altos que los precios actuales del carbón.

Suponiendo que lo peor de la pandemia habrá terminado a finales de 2020 y que la distribución de una vacuna efectiva se acelera en el 2021, se puede esperar una recuperación de la demanda por carbón metalúrgico para el 2022. Sin embargo, para carbón térmico esta recuperación podría extenderse hacia 2023 o 2024.

4.1 Dinámica del mercado de carbón de exportación

El entorno legal presenta elementos que merecen atención especial al enmarcar el contexto del futuro del carbón:

- El monto porcentual de las regalías (5% para producciones menores a 3 mt/año y 10% para producciones mayores) aparece en la ley. Los cambios en las regalías, dependiendo de su naturaleza, podrían requerir una modificación constitucional a través de un Acto Legislativo por parte del Congreso, pero no se cree que vaya a haber otra reforma constitucional en el corto plazo.
- Los índices de referencia de precios y de fletes marítimos, como elementos necesarios para el cálculo de precios en boca de mina, se pueden modificar mediante un acto administrativo de carácter general por parte de la ANM, pero sería necesario sustentar muy bien el cambio, para evitar que la Contraloría considere que hay un detrimento patrimonial para la Nación.
- La reciente reforma legal a las regalías otorgó la facultad a la ANM y a la ANH para poder hacer cambios relacionados con los parámetros a seguir en las resoluciones del cálculo de precio base, siempre que se mantengan los elementos señalados en la ley (tomar como base un precio internacional de referencia, o lo pactado en los contratos vigentes). Por esta razón, la ANM tendría la facultad legal para modificar los parámetros del método para el cálculo del precio base de liquidación de las regalías.
- La UPME tiene potestad de modificar parcialmente el decreto para el cálculo del precio base, tal como ya se hizo para la Zona Costa Norte, dividiéndolo entre los departamentos de la Guajira y el Cesar. Se podría dividir en el interior entre los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santanderes.

4.1 Dinámica del mercado de carbón de exportación

- Hay múltiples ‘amenazas’ desde el punto de vista legal para el futuro del carbón (tanto inmediato como a largo plazo):
 - Los temas ambientales y sociales (consultas a comunidades) pueden ir cerrando/limitando la producción de carbón.
 - La Ley de Páramos (en trámite) esterilizaría importantes reservas, especialmente de carbón metalúrgico.
 - Las zonas de amortiguación de páramos para protección del Bosque Alto Andino, hasta 2.600 metros sobre el nivel del mar, impactará la minería de carbón metalúrgico porque la mayoría de las concesiones de Boyacá y Cundinamarca está por encima de esta cota. Esto impactaría a su vez el sector de producción de coque, que está en continuo crecimiento (Colombia es el tercer exportador de coque después de China y Polonia).
 - La Ley 1753 de 2015, Artículo 20, versa sobre Áreas de Reservas para Desarrollo Minero-Energético. Mediante esta ley se podrían suspender títulos mineros a carbón si se considera que en éstos hay también reservas de gas metano. Dado que el carbón está de “capa caída” y no se considera un combustible limpio como el gas, podría llegar el caso que se ordene la suspensión de producción de carbón y se dé prioridad a la explotación de gas metano en los mismos títulos.
 - Inestabilidad jurídica. Se está estudiando una reforma tributaria que eliminaría gabelas y deducciones otorgadas anteriormente a la minería del carbón, lo que impactaría directamente la inversión en el sector.

Carbón Térmico



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants



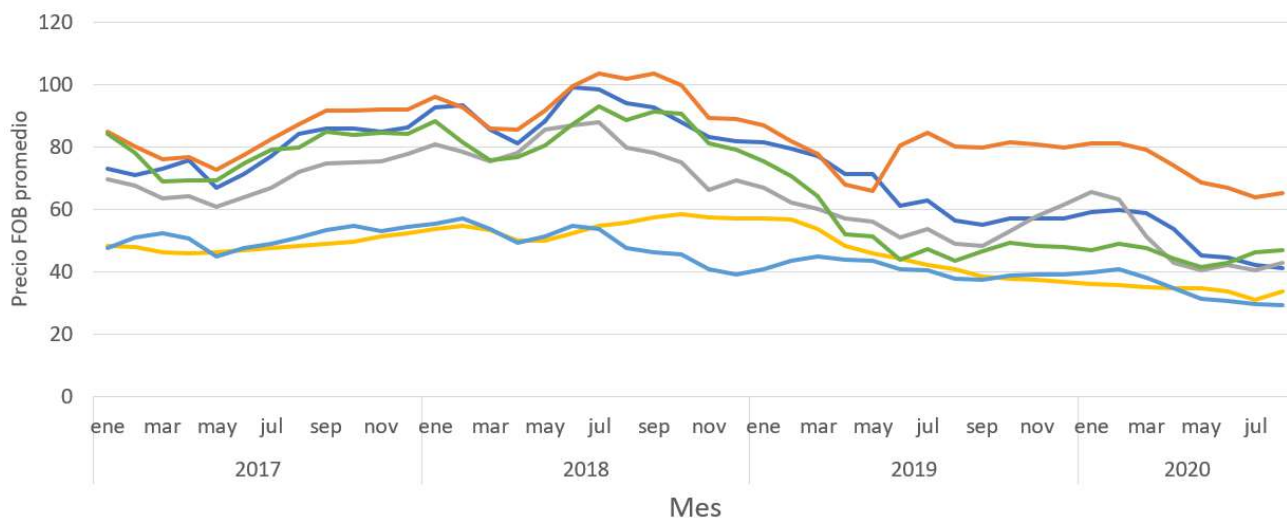
4.2 Carbón térmico

La demanda mundial de carbón térmico ha caído en el 2020 significativamente. Las importaciones de este mineral presentan reducciones de 5% en el primer semestre del año, aún con la resiliencia de China. Esto se traduce en expectativas de reducción de exportaciones de carbón; como respuesta a bajos precios persistentes en el corto plazo, los productores ajustarán sus tasas de producción correspondientemente.

4.2.1 Precios

Antes del 2020, el mercado de carbón térmico traía una dinámica débil, producto de una demanda reducida y de competencia de alternativas económicas como gas natural. La implementación de medidas para contrarrestar el COVID-19 profundizó esta dinámica, deprimiendo los precios internacionales. A mediados del 2020 esta caída se frenó, como respuesta a una mayor demanda china y a la reducción en la oferta. La Figura 2 muestra la evolución de precios de exportación desde el 2017.

Figura 2: Precios FOB promedio de carbón térmico por país (en dólares por tonelada).



Fuente: IHS Markit.

4.2 Carbón térmico

La senda futura de los precios se toma consistente con las últimas perspectivas de IHS Markit expuestas en *IHS Markit Global Steam Coal Services*. La Tabla 4 exhibe la proyección media para el precio FOB colombiano.

Tabla 4. Proyección de precios FOB Colombia (USD/t) para carbón térmico.

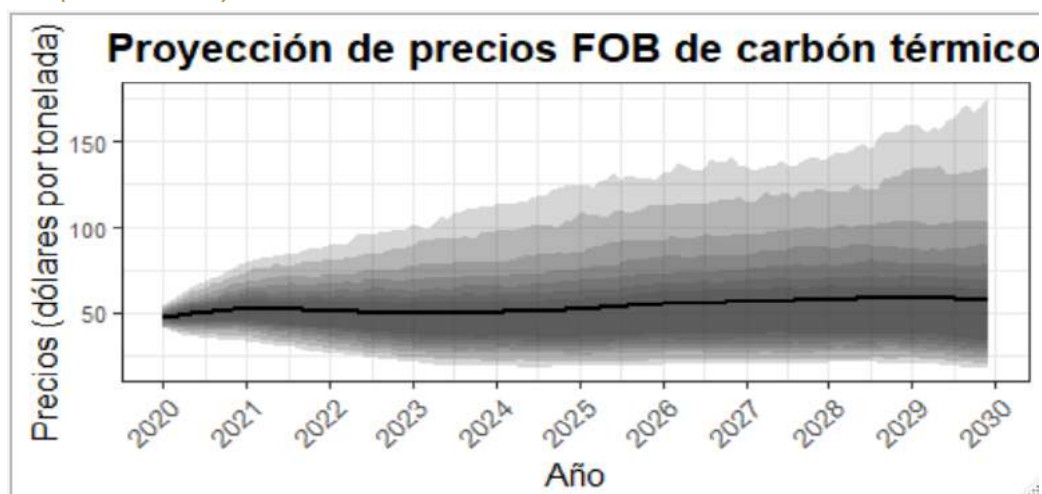
Año	Precio FOB Colombia
2020	47.24
2021	52.92
2022	51.22
2023	49.58
2024	50.26
2025	51.96
2026	55.24
2027	56.54
2028	57.99
2029	59.54
2030	57.61

Fuente: IHS Markit.

Para generar múltiples escenarios de simulación futura, se parte de los datos históricos, y sobre estos datos se ajusta un modelo de series de tiempo que permita pronosticar con incertidumbre. Específicamente, se calibra un modelo ARIMA¹ a estos datos y se corrige la media igualándola a las perspectivas de la Tabla 4. Los resultados se exhiben en la Figura 3 y en la Tabla 5 se muestran escenarios bajo y alto (correspondientes a percentiles 25% y 75%) con una métrica de la variabilidad proyectada.

1 Para más información acerca de este modelo de series de tiempo referirse al artículo: Tseng, F. M., & Tzeng, G. H. (2002). A fuzzy seasonal ARIMA model for forecasting. *Fuzzy Sets and Systems*, 126(3), 367-376.

Figura 3. Simulaciones de precio FOB Colombia para carbón térmico 2020-2030 (USD/tonelada).



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.2 Carbón térmico

Tabla 5. Proyección de precios FOB para carbón térmico colombiano (USD/t).

Proyección de precios FOB para el carbón térmico colombiano (USD/tonelada).										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Escenario Bajo (25%)	44.5	39.9	35.8	33.6	33.6	34.2	34.4	34.1	34.2	33.5
Escenario Medio	52.9	51.2	49.6	50.3	52.0	55.2	56.5	58.0	59.5	57.6
Escenario Alto (75%)	59.2	61.3	60.4	60.8	62.2	64.3	67.2	67.9	68.9	70.4
Desviación Estándar	11.4	16.4	19.4	23.3	27.0	29.2	35.0	41.2	43.5	45.7

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.2.2 Exportaciones

La dominancia de los cinco exportadores más grandes de carbón término (Indonesia, Colombia, Australia, Suráfrica y Rusia) debería preservarse durante la próxima década, manteniendo en agregado un 85% de las exportaciones netas del mineral.

Colombia posee reservas significativas y una industria bien desarrollada, y puede esperarse consolidación de sus exportaciones en sus mercados tradicionales (el continente americano y Europa), y profundización en nuevos mercados (Turquía, Corea del Sur, India y China).

Ahora, el impacto del COVID-19 ha sido notable. Se espera una recuperación en línea con la evolución de la crisis sanitaria, pero en adelante se anticipa una demanda débil, considerando la intención de reemplazar el carbón como fuente de generación de energía, particularmente en Europa, y la intención de India y China de ser más autosuficientes en producción de carbón.

La Tabla 6 exhibe tres escenarios de proyección para las exportaciones de carbón térmico colombiano, consistentes con estas apreciaciones. Siguiendo el esquema definido en BOYD-EY-UPME (2018), se definen los escenarios de **Coexistencia** (equilibrio entre impulso estatal, comunidades constructivas y minería responsable), **Continuidad** (no se logra óptima sincronización institucional) y **Divergencia** (fracasan esfuerzos de un desarrollo sostenible).

4.2 Carbón térmico

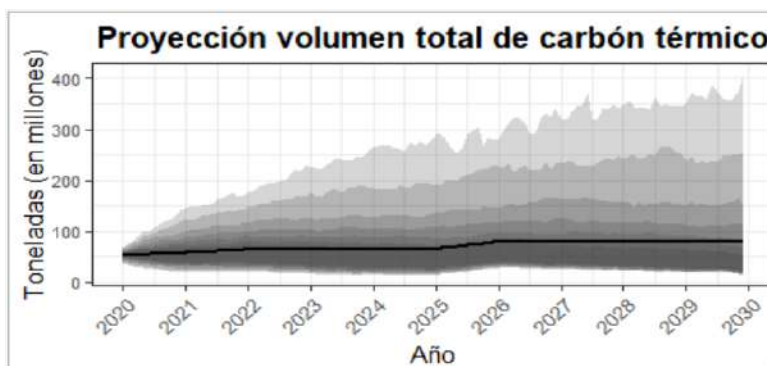
Tabla 6. Tres escenarios de proyección de exportaciones colombianas de carbón térmico, en millones de toneladas.

	Continuidad	Coexistencia	Divergencia		Continuidad	Coexistencia	Divergencia
2020	53.0	53.0	53.0	2026	79.0	84.0	70.0
2021	57.0	62.0	53.5	2027	79.0	84.0	70.0
2022	64.0	69.5	59.5	2028	79.0	84.0	70.0
2023	64.0	69.5	59.5	2029	79.0	84.0	70.0
2024	64.0	69.5	59.5	2030	79.0	84.0	70.0
2025	64.0	69.5	59.5	2026	79.0	84.0	70.0

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Con base en la variabilidad histórica de las exportaciones, estas proyecciones se definen como la media de proyección de simulaciones estocásticas, que se exhiben en la Figura 4 y la Tabla 7; el escenario planteado como media es el de Continuidad. Se observa el cambio obedeciendo las expectativas planteadas por rangos de años.

Figura 4. Simulaciones de exportaciones de Colombia en carbón térmico 2020-2030 (millones de toneladas) para el escenario de CONTINUIDAD



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Tabla 7. Proyección de exportaciones del carbón térmico colombiano (millones de toneladas) para el escenario de CONTINUIDAD.

Proyección de exportaciones de carbón térmico colombiano (millones de toneladas).										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Escenario Bajo (25%)	49.2	41.6	43.2	39.5	35.9	33.2	43.6	42.4	41.7	39.3
Escenario Medio	53.0	57.0	64.0	64.0	64.0	64.0	79.0	79.0	79.0	79.0
Escenario Alto (75%)	57.5	67.9	78.6	78.6	77.8	76.5	93.2	90.0	91.6	92.6
Desviación Estándar	5.8	23.6	34.4	43.4	50.9	56.1	67.2	67.6	74.3	78.3

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Carbón Metalúrgico



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants



4.3 Carbón metalúrgico

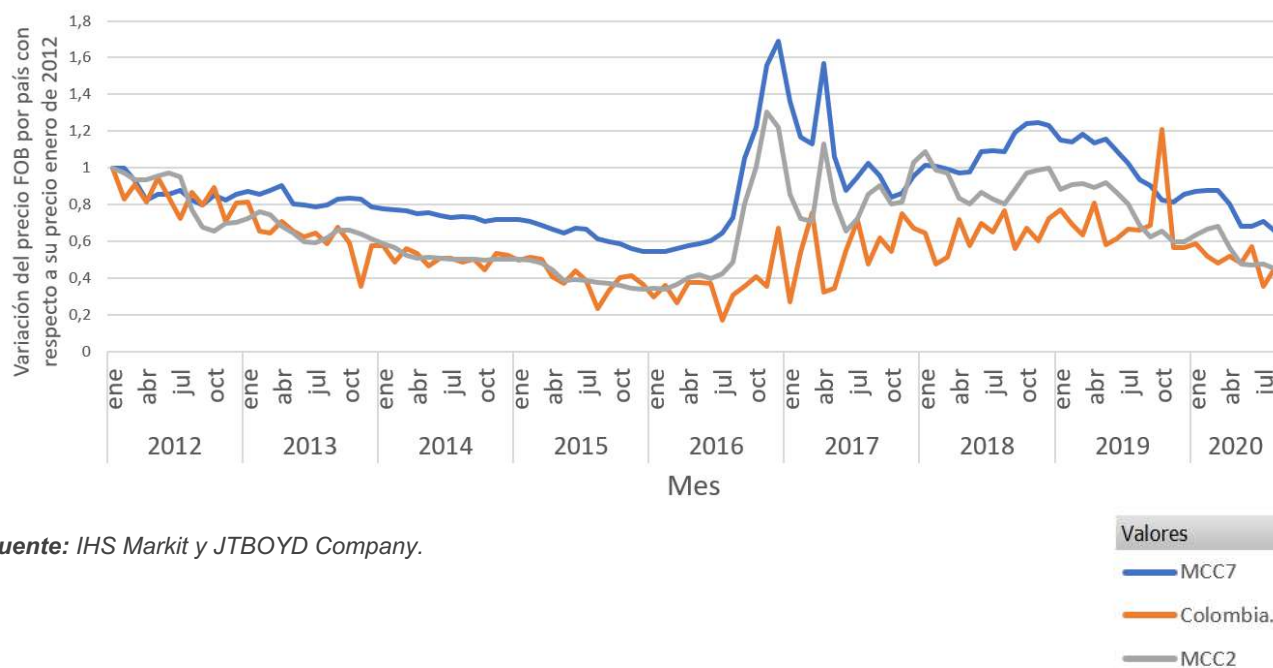
El mercado de carbón metalúrgico presenta estabilidad reciente, luego de la notable caída durante el primer semestre del 2020, en el entorno de la propagación del COVID-19. La producción de países exportadores se ajustó a este nuevo entorno y se espera que el 2020 presente una reducción en exportaciones de alrededor de 40 millones de toneladas, desde una base de alrededor de 320 millones de toneladas en el 2019 para los cinco exportadores más grandes.

Colombia es considerado un país de baja importancia en el mercado de carbón metalúrgico, exportando entre 1.2 y 1.9 millones de toneladas por año en el periodo 2015-2019, principalmente a Brasil, Turquía y Japón.

4.3.1 Precios

De forma similar al caso de carbón térmico, el precio del carbón metalúrgico sufrió notablemente con la profundización de la crisis sanitaria generada por el COVID-19. La Figura 5 muestra la evolución de los precios *benchmark* de Australia y Estados Unidos, y compara el precio FOB del carbón metalúrgico colombiano.

Figura 5. Índices de los precios FOB promedio de carbón metalúrgico por país (en dólares por tonelada).



Fuente: IHS Markit y JTBOYD Company.

4.3 Carbón metalúrgico

Para plantear perspectivas para la evolución del precio FOB Colombia se parte del índice australiano de carbón de baja volatilidad, que, en línea con lo expuesto anteriormente, posiblemente presentará un corto plazo levemente bajista, para retomar una tendencia alcista marcada durante la mitad de la década, para terminar en una zona estable los últimos tres años. La Tabla 8 exhibe la proyección media para el índice de Australia. Las desviaciones de esta proyección ocurrirían más probablemente por importaciones débiles de China (precios a la baja), o choques inesperados a la cadena de oferta de carbón metalúrgico tales como clima e infraestructura (precios al alza).

La industria de carbón metalúrgico colombiano, centrada en los departamentos de Boyacá, Norte de Santander, y Cundinamarca, es relativamente pequeña, con una capacidad de producción de entre 2,5 a 3,5 millones de toneladas anuales. La mayoría del carbón coquizable se produce por minas pequeñas e independientes, con una pequeña cantidad producida por minas cuyos dueños también son productores de coque. A pesar de su tamaño limitado, el carbón coquizable colombiano es atractivo para siderúrgicas debido a varias razones, incluyendo su fluidez para mezclas para fabricación de coque para alimentación de altos hornos, su bajo contenido de ceniza y fuertes características coquizables.

El carbón coquizable colombiano de exportación se considera un producto no tradicional debido a su calidad inconsistente (base Run of Mine -ROM) y a los pequeños volúmenes disponibles en el mercado. Como tal, el carbón coquizable colombiano ha sufrido históricamente una percepción negativa en el mercado metalúrgico mundial. Este sesgo se deriva del hecho de que la industria del carbón coquizable del país está compuesta por cientos de pequeñas explotaciones (muchas de propiedad familiar) distribuidas en las regiones de carbón de coquizable del país. Con características operativas que varían mucho de una mina a otra, la producción de estas pequeñas operaciones puede variar de 2.000 toneladas al año a 24.000 toneladas al año.

Tabla 8. Proyección de precios FOB del índice MCC2 de Australia (USD/t).

Año	Precio MCC2 Australia
2020	130
2021	128
2022	138
2023	147.5
2024	160
2025	162.5
2026	165
2027	173.5
2028	177.5
2029	177.5
2030	177.5

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.3 Carbón metalúrgico

La producción discreta de estas múltiples minas es típicamente recogida y/o mezclada por empresas comercializadoras de carbón que venden mezclas de productos en el mercado de exportación. Debido a la cantidad limitada producida por mina, normalmente se requiere carbón coquizable de múltiples proveedores para satisfacer los requisitos de cantidad del cliente. La variabilidad inherente a esta cadena de suministro de carbón agregado ha tenido como consecuencia que las mezclas de carbón de Colombia tengan variaciones de calidad de un embarque a otro. Por este motivo, BOYD ha observado que los descuentos de los carbones coquizables colombianos han recibido históricamente un descuento aproximadamente del 15% al 25% comparados con los precios de referencia internacionales aceptados (“benchmarks” de precios).

Tabla 9. Proyección de precios FOB carbón metalúrgico colombiano (USD/t).

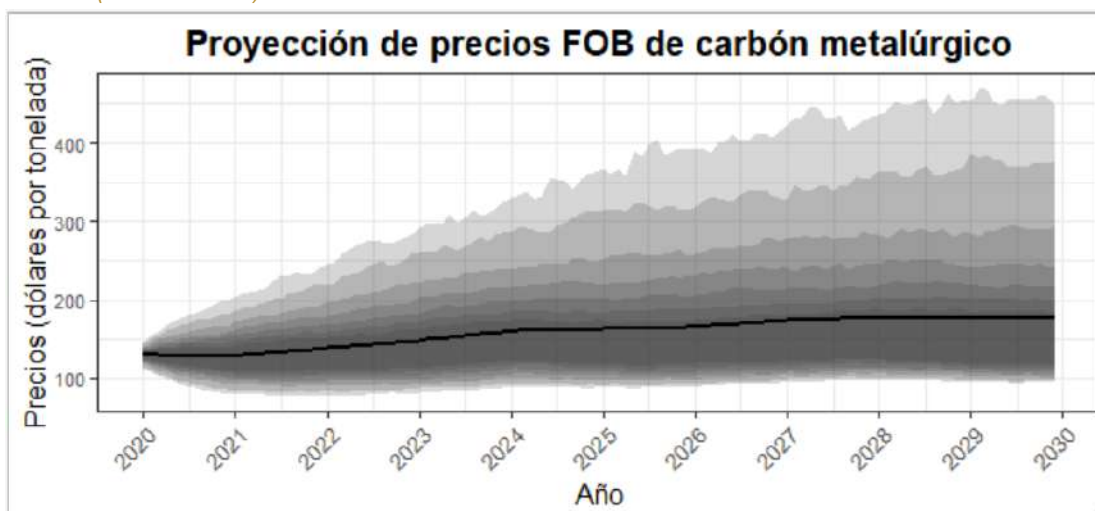
Año	Precio MCC2 Australia
2020	104
2021	102.4
2022	110.4
2023	118
2024	128
2025	130
2026	132
2027	138.8
2028	142
2029	142
2030	142

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.3 Carbón metalúrgico

Con base en la variabilidad histórica de las exportaciones, estas proyecciones se definen como la media de proyección de simulaciones estocásticas, que se exhiben en la Figura 6 y la Tabla 10. Se observa el cambio obedeciendo las expectativas planteadas por rangos de años.

Figura 6. Simulaciones de precio FOB Colombia para carbón metalúrgico 2020-2030 (USD/tonelada).



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Tabla 10. Proyección de precios FOB para carbón metalúrgico colombiano (USD/t).

Proyección de precios FOB para el carbón metalúrgico colombiano (USD/tonelada).										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Escenario Bajo (25%)	77.5	74.5	73.6	78.3	79.4	81.4	85.9	87.1	86.4	82.8
Escenario Medio	102.4	110.4	118.0	128.0	130.0	132.0	138.8	142.0	142.0	142.0
Escenario Alto (75%)	118.2	130.4	133.9	146.4	145.4	146.2	147.7	147.3	144.0	141.8
Desviación Estándar	35.2	50.0	72.0	73.7	83.7	82.2	83.9	103.4	121.6	153.4

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.3 Carbón metalúrgico

4.3.2 Exportaciones

Como se mencionó anteriormente, el impacto del COVID-19 en las exportaciones de carbón metalúrgico ha sido fuerte y se espera una reducción de un 12% en 2020, frente a 2019. Sin embargo, se espera que en el mediano plazo la recuperación permita retornar a una senda de crecimiento. Así, hacia 2022 o 2023 se espera haber logrado retornar a los niveles pre-pandemia de comercio internacional.

La Tabla 11 exhibe tres escenarios de proyección para las exportaciones de carbón metalúrgico colombiano, consistentes con estas apreciaciones.

Tabla 11. Tres escenarios de proyección de exportaciones colombianas de carbón térmico, en millones de toneladas.

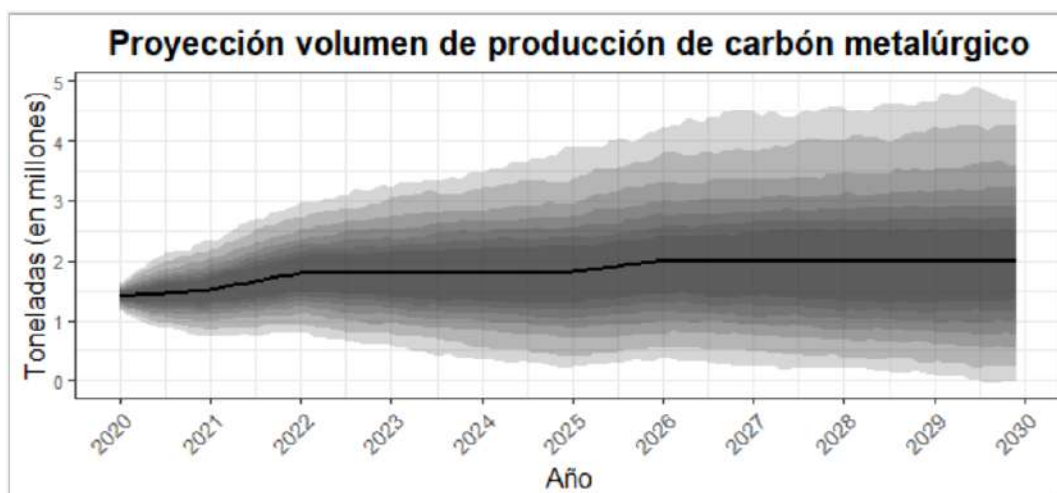
	Continuidad	Coexistencia	Divergencia		Continuidad	Coexistencia	Divergencia
2020	1.4	1.4	1.4	2026	2	2.1	1.8
2021	1.5	1.6	1.2	2027	2	2.1	1.8
2022	1.8	1.9	1.7	2028	2	2.1	1.8
2023	1.8	1.9	1.7	2029	2	2.1	1.8
2024	1.8	1.9	1.7	2030	2	2.1	1.8
2025	1.8	1.9	1.7	2026	2	2.1	1.8

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.3 Carbón metalúrgico

Con base en la variabilidad histórica de las exportaciones, estas proyecciones se definen como la media de proyección de simulaciones estocásticas. La Figura 7 y la Tabla 12 exhiben las sendas simuladas bajo la media del escenario de Continuidad.

Figura 7. Simulaciones de exportaciones de Colombia en carbón metalúrgico 2020-2030 (millones de toneladas) para el escenario de CONTINUIDAD.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Tabla 12. Proyección de exportaciones del carbón metalúrgico colombiano (USD/t) para el escenario de CONTINUIDAD.

Proyección de exportaciones de carbón metalúrgico colombiano (millones de toneladas).										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Escenario Bajo (25%)	1.30	1.49	1.50	1.46	1.45	1.55	1.60	1.60	1.61	1.63
Escenario Medio	1.40	1.50	1.80	1.80	1.80	1.80	2.00	2.00	2.00	2.00
Escenario Alto (75%)	1.62	1.89	1.93	1.90	1.85	1.96	2.03	2.02	2.02	2.00
Desviación Estándar	0.26	0.40	0.53	0.66	0.74	0.79	1.01	0.96	0.87	0.83

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Carbón Antracita



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants



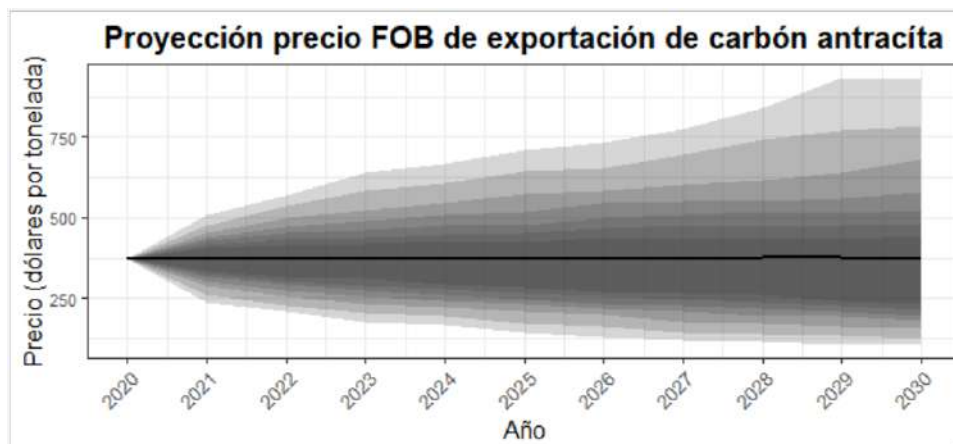
4.4 Carbón antracita

La información dispersa e incompleta de precios y volúmenes de antracita dificulta la tarea de proyección de estos elementos. Sin embargo, para Colombia se procede a realizar proyecciones econométricas con la información disponible.

4.4.1. Precios

La proyección del precio FOB de antracita y otros carbones se realizó con base en precios históricos de la antracita (fuente: el Consultor). Vale la pena resaltar que se hace el supuesto de que todos los carbones tienen el precio de la antracita. Esto se realizó por la falta de información de los otros carbones. Dado que el efecto total de los otros carbones en el cálculo de regalías es menor al 1%, el efecto de este supuesto será casi despreciable. Estos datos se proyectan con un modelo ARIMA, que permite la proyección de múltiples simulaciones de dinámica futura. El modelo se toma un híbrido entre la volatilidad histórica y la volatilidad más reciente de la antracita, lo que permite reflejar las dinámicas recientes de las series de tiempo. Se generan mil simulaciones con este modelo. Dado que no se tienen perspectivas acerca de los precios de este carbón, la media de las simulaciones no se modifica. Los resultados se muestran en la Figura 8 y en la Tabla 13.

Figura 8. Simulaciones de precio FOB Colombia para antracita 2020-2030 (USD/tonelada).



Fuente: IHS Markit y JTBOYD Company.

Tabla 13. Proyección de precios FOB para antracita colombiana (USD/t). Fuente: JTBOYD Company. Elaboración propia

Proyección de precios FOB para antracita colombiana (USD/tonelada).										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Escenario Bajo (25%)	297.4	260.6	242.4	220.9	200.8	179.6	163.7	151.5	144.9	136.3
Escenario Medio	372.3	368.2	366.6	370.5	368.8	372.4	369.7	371.0	376.3	377.3
Escenario Alto (75%)	435.4	447.4	458.0	472.4	468.7	473.5	468.9	488.1	474.1	459.6
Desviación Estándar	99.2	138.3	172.7	208.3	226.9	262.7	291.0	328.4	335.3	358.9

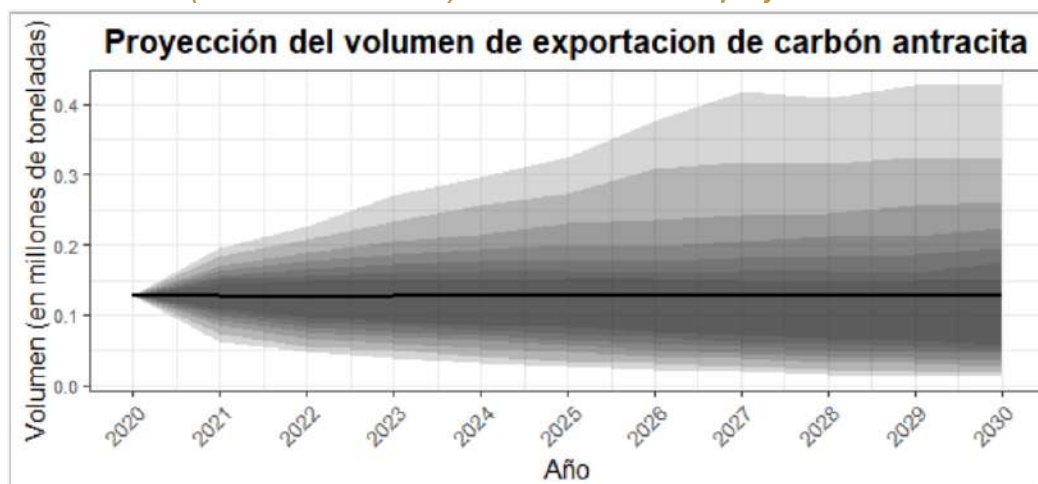
Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.4 Carbón antracita

4.4.2 Exportaciones

La proyección de exportaciones de antracita se realizó con base en información histórica de carbón antracita y los demás carbones que no fueran térmicos o metalúrgicos. Esto con el fin de incluir toda la producción de carbones en el objetivo final que es el cálculo de regalías por carbón. Los datos fueron tomados de la publicación del ministerio de minas y energía “Análisis y consolidación de cifras” (2020). Estos datos se proyectan con un modelo ARIMA para generar múltiples simulaciones de dinámica futura. Dado que no se tienen perspectivas acerca de estos volúmenes de exportación, la media de las simulaciones no se modifica. Los resultados se muestran en la Figura 9 y en la Tabla 14.

Figura 9. Simulaciones de exportaciones de Colombia en carbón metalúrgico 2020-2030 (millones de toneladas). Fuente: JTBOYD Company.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Tabla 14. Proyección de exportaciones de antracita colombiano (USD/t) para el escenario de CONTINUIDAD.

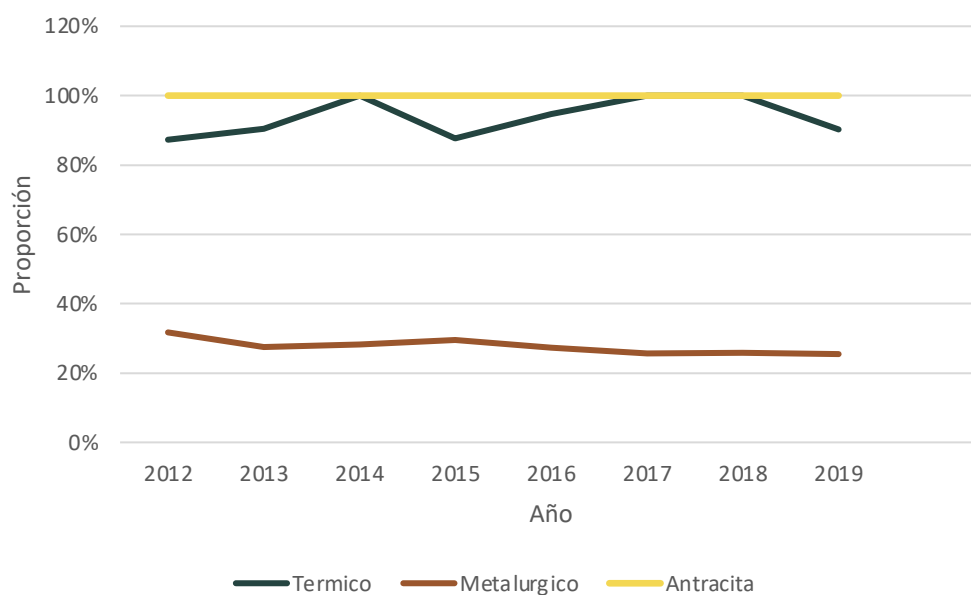
Proyección de exportaciones de antracita y otros carbones colombianos (millones de toneladas).										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Escenario Bajo (25%)	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
Escenario Medio	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Escenario Alto (75%)	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Desviación Estándar	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12

Fuente: JTBOYD Company. JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.5 Producción de Colombia

Para recuperar la producción total de Colombia a partir de las proyecciones de exportaciones expuestas anteriormente, se analiza la proporción histórica entre estas dos cantidades para los tres tipos de carbón, que se exhibe en la Figura 10. Esta construcción ajusta la historia de tal forma que las exportaciones de un año nunca superen la producción. Es decir, se supone simultaneidad entre la producción y la venta, lo cual no corresponde con la realidad necesariamente, pero no se pierde generalidad para el propósito de proyección a mediano y largo plazo.

Figura 10. Proporción exportaciones / producción.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.5 Producción de Colombia

Ajustando un modelo ARIMA a los datos para cada uno de los tres tipos de carbón se obtiene una proyección, cuya media se exhibe en la Tabla 15.

Tabla 15. Proporción Exportaciones/Producción proyectada.

	Térmico	Metalúrgico	Antracita
2021	90.1%	25.4%	100%
2022	90.0%	25.3%	100%
2023	90.1%	25.3%	100%
2024	90.3%	25.3%	100%
2025	90.5%	25.3%	100%
2026	90.4%	25.3%	100%
2027	90.4%	25.4%	100%
2028	90.2%	25.4%	100%
2029	90.6%	25.4%	100%
2030	90.5%	25.3%	100%

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Al unir estas proyecciones con las de exportaciones, se generan proyecciones para la producción, cuya media se exhibe en la Tabla 16 para el escenario de Continuidad. Estos números corresponden con los encontrados en la encuesta de opinión, en donde casi todos los productores encuestados exhibían expectativas de incrementos futuros de producción (cerca del 80% entre medianos y grandes), en un rango generalizado entre 10% y 40%.

Tabla 16. Producción media de carbón colombiano para el escenario de CONTINUIDAD. Millones de toneladas.

Producción	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Térmico	63.2	71.1	71.0	70.9	70.7	87.4	87.4	87.6	87.2	87.3
Metalúrgico	5.9	7.1	7.1	7.1	7.1	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
Antracita y otros carbones	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Total	69.3	78.3	78.2	78.1	77.9	95.4	95.4	95.6	95.2	95.3

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

4.6 Precios en boca o borde de mina

Para proyectar los ingresos de la Nación por concepto de regalías de carbón se necesitan los precios base de liquidación², que a su vez requieren del precio de consumo interno de carbón (en boca de mina, ajustado por los costos de transporte interno, portuarios y manejo del carbón) y del precio de exportación.

El precio en boca de mina busca conceptualmente estimar el precio de vender el carbón y entregarlo en boca de mina, restando los costos relacionados con tomar el carbón en la boca de la mina y enviarlo al lugar de destino.

La aplicación de estos ajustes resulta en los precios “en boca de mina” exhibidos en la Tabla 17, los cuales se basan en la proyección de precios FOB expuestos en secciones anteriores.

Tabla 17. Proyección media de precios locales de carbón en Colombia, en equivalente de dólares por tonelada.

Precios internos	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Térmico	44.7	44.3	44.0	44.2	43.3	45.0	43.8	45.2	44.7	44.7
Metalúrgico	67.3	66.5	65.7	66.6	64.8	68.2	65.3	68.6	67.0	67.0
Antracita y otros	158.6	167.8	168.1	176.3	176.0	165.7	165.0	164.4	162.1	162.1

Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

² Ver por ejemplo la Resolución No. 235 de 2020 de la UPME para la aplicación de la metodología.

CAPÍTULO
05

**PROYECCIONES
DE INGRESOS
FUTUROS POR
CONCEPTO DE
REGALÍAS**



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants

Proyecciones de ingresos futuros por concepto de regalías

Aprovechando las proyecciones de precios y volúmenes expuestos en la sección anterior, se procede a estimar los futuros ingresos por regalías de carbón para la Nación en los próximos diez años. Como primer paso se resume el esquema de formulación para el cálculo de las regalías. Con esto, se estiman los ingresos futuros mediante una multiplicación de precios, cantidad y la tasa aplicable (5% o 10% según la proporción de producción correspondiente a cada tasa).

Como ejercicio final, se modelan minas tipo con el objetivo de analizar la toma de decisiones de inversión como función de la tasa de regalías: una tasa más alta presumiría una producción menor en el mediano y largo plazo, y viceversa. Esta sensibilidad permite encontrar la tasa que corresponde a una maximización de los ingresos de la Nación en el largo plazo.

Vale la pena anotar que la realidad actual contrasta con la percepción de los agentes en lo que respecta a la aplicación de la metodología de cálculo de regalías, en donde una opinión recurrente es que el precio base de liquidación no siempre corresponde (por rezagos en los tiempos de consideración de precios, y costos de comercialización, entre otros) con los ingresos que se pueden percibir por la explotación. Este estudio se basa en el esquema actual, aunque evita detalles de la aplicación práctica, pero el paradigma de modelación se presta para análisis contrafactuales si en un futuro se considera valioso.



5.1 Cálculo de regalías de carbón en Colombia

Precio base del carbón térmico de exportación:

$$PTE = FOBT * B - TMP$$

- FOBT: precio FOB promedio del año de carbón térmico de exportación (dólares por tonelada).
- B: constante de poder calorífico. Para efectos del análisis posterior, el poder calorífico promedio se fija en $6000\text{kc/kg} * 1.8 = 10.800 \text{ BTU}$ por lo que la constante B se fija en 0.95^3 .
- TMP: costos de transporte, manejo y portuarios de carbón térmico de exportación.

Precio base del carbón metalúrgico en exportación:

$$PME = FOBM - TMP$$

- FOBM: precio FOB promedio de exportación del año de carbón metalúrgico (dólares por tonelada).
- TMP: costos de transporte, manejo y portuarios de carbón metalúrgico de exportación.

Precio base de antracita en exportación:

$$PAE = FOBA - TMP$$

- FOBA: precio FOB promedio de exportación del año de carbón antracita (dólares por tonelada).
- TMP: costos de transporte, manejo y portuarios de carbón antracita de exportación.

Precio base para la liquidación del carbón térmico de consumo interno:

$$PTI = (PCTI - TMP)$$

- PCTI: precio de consumo interno de carbón térmico en dólares por tonelada (boca de mina).
- TMP es un valor que corresponde a la suma de los costos de transporte, manejo y portuarios de carbón térmico de consumo interno expresados en dólares por tonelada.

³ Este valor proviene de suponer que todas las calidades corresponden a la calidad del precio FOB de Puerto Bolívar (6.000kc/kg) y dividir sobre 11.370BTU como lo indica la regulación.

5.1 Cálculo de regalías de carbón en Colombia

Precio base para la liquidación del carbón metalúrgico de consumo interno.

$$PMI = \frac{(PCMI - TMPI) * VMI}{VMI + VME} + \frac{(PME - TMPE) * VME}{VMI + VME}$$

- PCMI: precio de consumo interno de carbón metalúrgico (boca de mina, en pesos por tonelada).
- TMPI: suma de los costos de transporte, manejo y portuarios para carbón metalúrgico de consumo interno (dólares por tonelada).
- VME: volumen producido de carbón metalúrgico de exportación (toneladas).
- VMI: volumen producido de carbón metalúrgico de consumo interno (toneladas).
- TMPE: suma de los costos de transporte, manejo y portuarios para carbón metalúrgico de exportación (dólares por tonelada).

Precio base para la liquidación de antracita y otros carbones de consumo interno.

$$PAI = \frac{(PCAI - TMPI) * VAI}{VAI + VAE} + \frac{(PAE - TMPE) * VAE}{VAI + VAE}$$

- PCAI: precio de consumo interno de antracita (boca de mina, en dólares por tonelada).
- TMPI: suma de los costos de transporte, manejo y portuarios para antracita de consumo interno (dólares por tonelada).
- VAE: volumen producido de antracita y otros carbones para exportación (toneladas).
- VAI: volumen producido de antracita y otros carbones para consumo interno (toneladas).
- TMPE: suma de los costos de transporte, manejo y portuarios para antracita de exportación (dólares por tonelada).

5.1 Cálculo de regalías de carbón en Colombia

El cálculo de las regalías agregadas, consecuentemente, se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$R = (PMI * VMI + PME * VME) * TRM * (5\% * p_m + 10\% * g_m) + (PTE * VTE + PTI * VTI) * TRM * (5\% * p_t + 10\% * g_t) + (PAI * VAI + PAE * VAE) * TRM * (5\% * p_a + 10\% * g_a) \quad (1)$$

donde:

- VTE: volumen producido de carbón térmico para exportación (toneladas).
- VTI: volumen producido de carbón térmico para consumo interno (toneladas).
- TRM: tasa representativa de mercado promedio (pesos por dólar).
- p_m : proporción de productores de carbón metalúrgico con producciones anuales menores a tres millones de toneladas.
- g_m : proporción de productores de carbón metalúrgico que producen más de tres millones de toneladas al año.
- p_t : proporción de productores de carbón térmico con producciones anuales menores a tres millones de toneladas.
- g_t : proporción de productores de carbón térmico que producen más de tres millones de toneladas al año.
- p_a : proporción de productores de carbón antracita con producciones anuales menores a tres millones de toneladas.
- g_a : proporción de productores de carbón antracita que producen más de tres millones de toneladas al año.

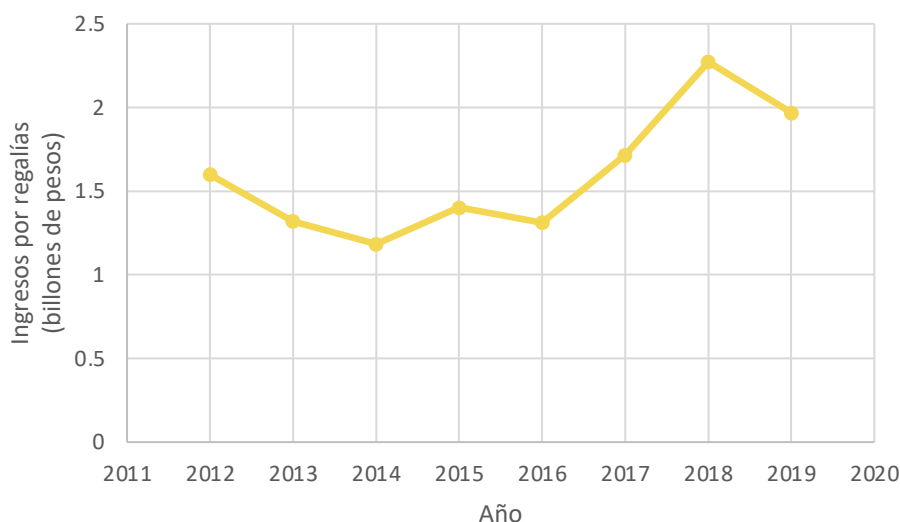
Lo anterior considera que la ley de regalías tasa 5% para producciones menores a tres millones de toneladas al año y 10% para producciones mayores de tres millones de toneladas anuales.

Asimismo, se considera la aplicación del cambio normativo introducido por la Ley 2056 en su artículo 19, parágrafo 1, y vigente a partir de enero 1 de 2021, que establece que ***“El precio base de liquidación de las regalías de los minerales de exportación podrá ser inferior al del precio base de liquidación de regalías del mismo mineral de consumo interno si, al aplicar la metodología para la fijación del precio base de liquidación y pago de regalías, así resultare como consecuencia de las condiciones de mercado del periodo en que deba aplicarse”***. Esto se incluye al no definir máximos en la determinación del precio base de liquidación para exportaciones.

5.2 Proyección de ingresos futuros por concepto de regalías de carbón

Los ingresos por regalías de carbón han superado desde el 2012 un billón de pesos, y en los últimos años, hasta el 2018, se venía evidenciando una tendencia creciente, con una leve caída en 2019, como lo ilustra la Figura 11.

Figura 11. Ingresos históricos por regalías por concepto de carbón.



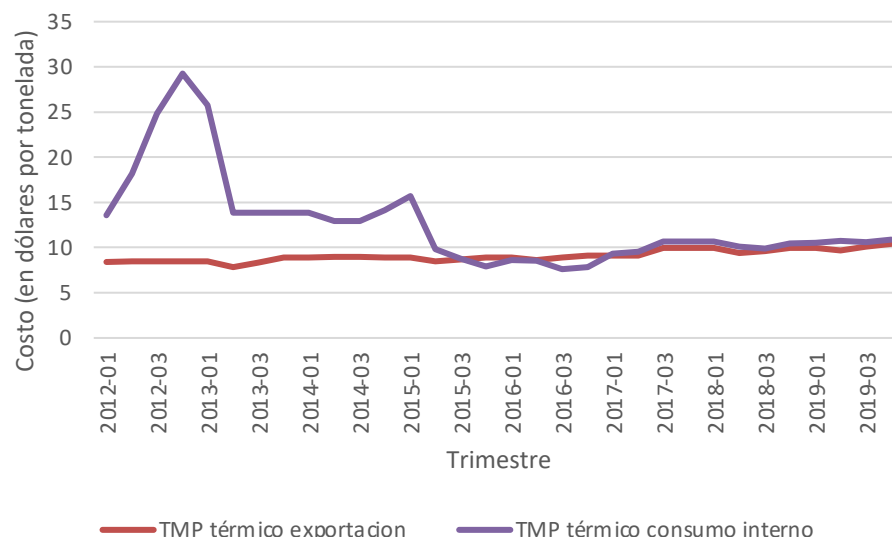
Fuente: ANM, MinMinas.

La proyección de los ingresos futuros consiste en reemplazar las variables en la ecuación (1) con las proyecciones correspondientes (precios, volúmenes y costos para los tres tipos de carbón y los dos tipos de mercado) y las proporciones de productores pequeños y grandes.

Las proyecciones de precios y volúmenes han sido expuestas en las secciones anteriores. No sobra anotar que los costos de manejo, transporte y portuarios (TMP) de carbón térmico para consumo interno y de exportación son diferentes. Por su parte, para proyectar los costos de manejo y transporte se toma la información histórica de estos costos de el Consultor y se ajustan modelos ARIMA para simular proyecciones futuras. Como ejemplo, la Figura 12 exhibe los costos calculados promediando la producción según origen para carbón térmico.

5.2 Proyección de ingresos futuros por concepto de regalías de carbón

Figura 12. Costos para el mercado de exportación y el de consumo interno para carbón térmico en Colombia.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

La información de las proporciones de tamaño de productores para cada mineral se obtiene de el Consultor (participación por empresa sobre el total de toneladas exportadas entre los años 2015 y 2020). De estos valores se obtienen las proporciones promedio del total de la producción que se pagan con cada tasa y se suponen constantes durante los periodos simulados. La proporción de la producción realizada por productores grandes se exhibe en la Tabla 18. Para carbón térmico el 98% produce más de 3 millones de toneladas, para carbón metalúrgico y carbón antracita todo corresponde a producción pequeña.

Tabla 18. Proporción de producción que es pequeña (menos de 3 millones de toneladas al año) y grande.

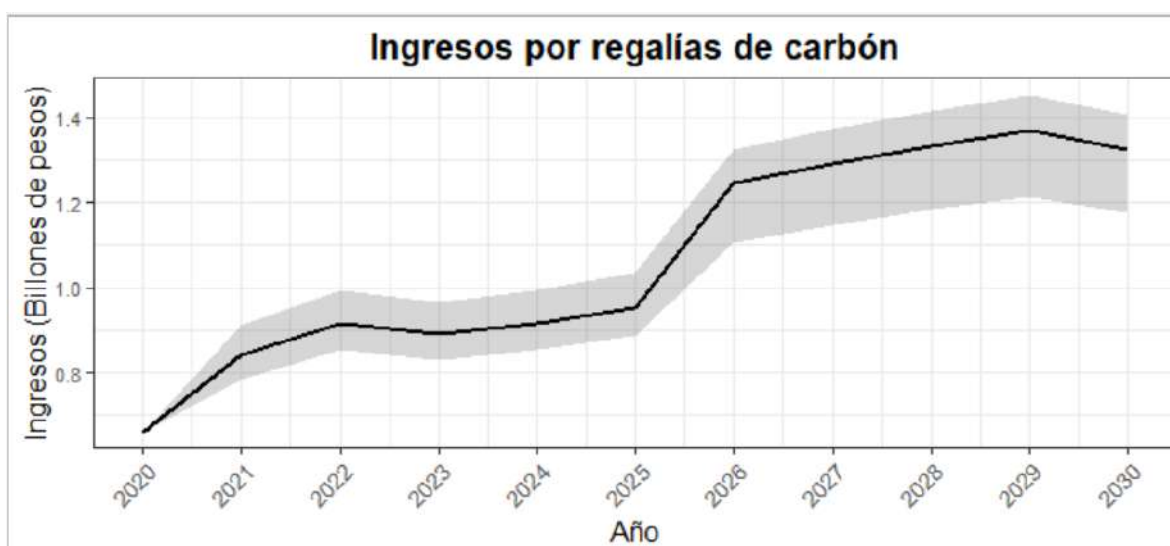
	Producción Pequeña	Producción Grande
Térmico	1.8%	98.2%
Metalúrgico	100%	0%
Antracita y otros carbones	100%	0%

Fuente: JTBOYD Company.

5.2 Proyección de ingresos futuros por concepto de regalías de carbón

Introduciendo estas proyecciones y parámetros en la ecuación (1) se obtienen las proyecciones de los ingresos del Estado por concepto de regalías de carbón, resultados exhibidos en la Figura 13 y la Tabla 19. Para el estudio se supone que todo carbón producido es exportado o consumido internamente sin rezagos temporales. Se trabaja con las medias de los tres escenarios (Coexistencia, Continuidad y Divergencia) y se entiende que detrás de cada escenario existe una distribución subyacente para las proyecciones.

Figura 13. Proyección de ingresos para la Nación por regalías de carbón. Escenarios de Coexistencia (alto), Continuidad (medio) y Divergencia (bajo).



Fuente: JTBOYD Company. JTBOYD Company. Cálculos del autor.

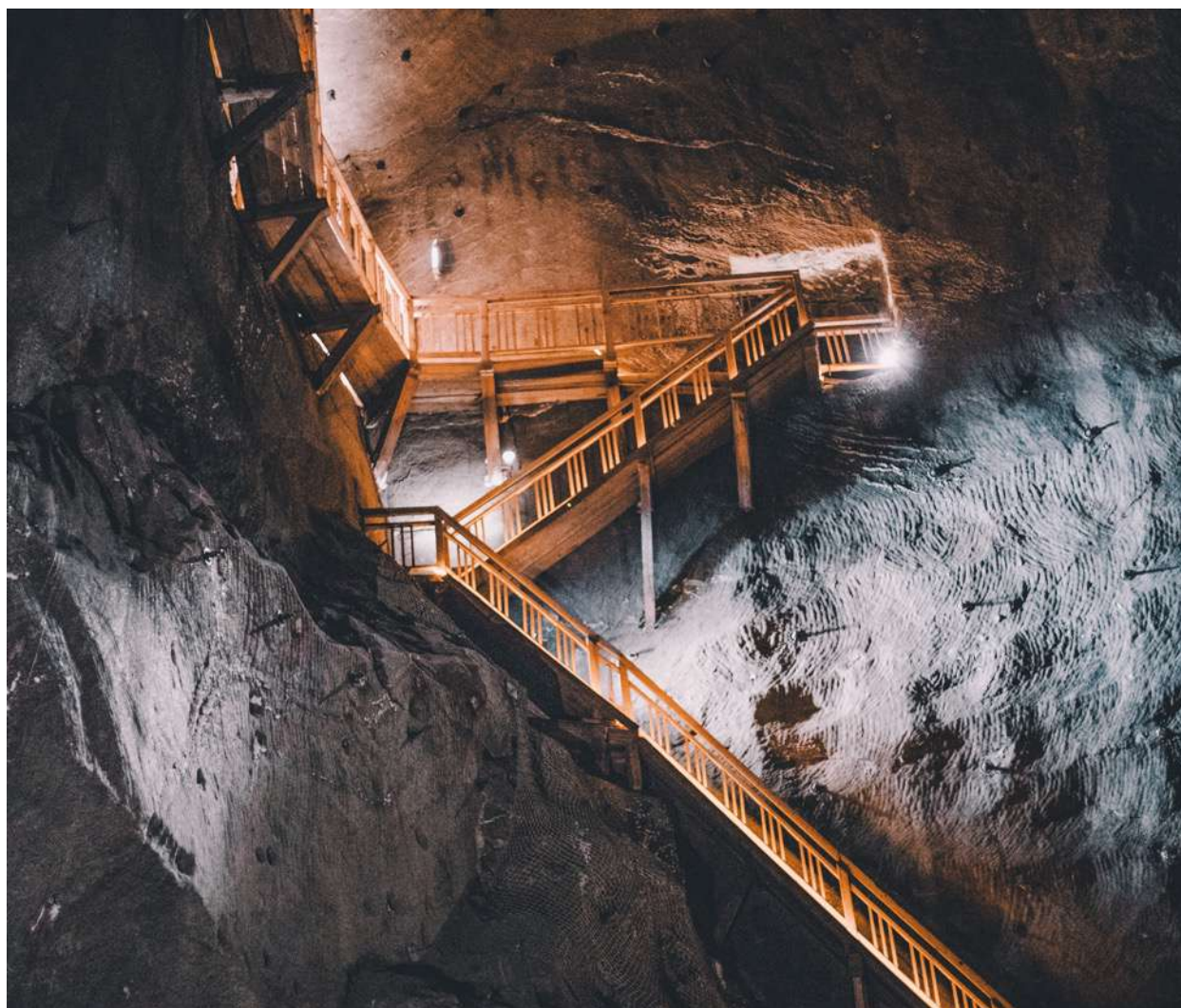
Tabla 19. Proyección media de ingresos para la Nación por concepto de regalías de carbón (billones de pesos).

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Continuidad	0,84	0,92	0,89	0,92	0,94	1,25	1,28	1,33	1,36	1,32
Coexistencia	0,91	0,99	0,97	0,99	1,03	1,32	1,37	1,41	1,45	1,40
Divergencia	0,78	0,85	0,83	0,85	0,89	1,10	1,14	1,18	1,21	1,17

Fuente: JTBOYD Company. Elaboración propia

5.2 Proyección de ingresos futuros por concepto de regalías de carbón

Los resultados de esta proyección evidencian una fuerte reducción con respecto a la senda de los últimos años exhibida en la Figura 11. Ahora, si bien el 2020 marcará un posible valle (con precios y volúmenes históricamente bajos), los siguientes años permitirían observar una recuperación. Aunque no es muy fuerte, las proyecciones sugieren un pico justo antes del final de la década, consecuencia natural de la estabilización en las perspectivas de alza de precios y volúmenes.



5.3 Ejercicio de sensibilidad a la tasa de regalías

Aprovechando la plataforma desarrollada, es factible analizar de la tasa de regalías de carbón desde un punto de vista de ingresos de la Nación (y la premisa de buscar maximizarlos). Con el fin de cuantificar el impacto en la producción ante cambios en la tasa de regalías, se parte de BOYD-Quantil (2016) en donde se realiza una encuesta a grandes inversionistas con el fin de encontrar las tasas internas de retorno (TIR) mínimas y esperadas para invertir en el sector minero. Las respuestas dadas fueron 18.3% y 27.3%, respectivamente.

Desde ese momento, las tasas de interés en Colombia (y en gran parte del mundo) se han reducido drásticamente. La correspondiente reducción de 625 puntos básicos (6.25%) por parte del Banco de la República ha sido acompañada por caídas en las tasas de mediano y largo plazo del orden de 3% a 5%. Esto ha traído una reducción correspondiente de las expectativas de retorno de inversionistas en todas las clases de activos. Para proseguir con el estudio de la tasa de regalías, se plantean dos niveles de rentabilidad de análisis: 12.5% y 15%.

Por otro lado, se modela la dinámica financiera de una mina tipo de carbón para Colombia para analizar la TIR esperada correspondiente dada una tasa dada de regalías. La estructura de la mina se supone inicialmente independiente del tipo de carbón a extraer, y se planteará teóricamente que la eventual extracción es una mezcla teórica de carbón, donde el porcentaje asignado a cada tipo corresponde con la proporción de producción. Se define esta proporción según la producción de 2019:

- Carbón térmico: 91.6%.
- Carbón metalúrgico: 8.4%.

Esta mezcla no afecta la estructura de costos de la mina pero sí la de ingresos, que se modelan según la proyección de precios FOB respetando esta mezcla. A continuación, se enuncian los supuestos para la realización del modelo de la mina. En primer lugar, se definen los tiempos de cada etapa del ciclo de una mina:

- Construcción y exploración: 4 años
- Despliegue o etapa inicial de producción: 3 años.
- Producción estable: 24 años.
- Etapa de cierre de la mina: 2 años.

5.3 Ejercicio de sensibilidad a la tasa de regalías

Por otro lado, los siguientes puntos definen la estructura de costos, gastos y las suposiciones de producción. Los parámetros escalonados (que varían al interior de una etapa) se muestran de forma que respeten la cronología temporal (por ejemplo, la producción anual en la etapa de despliegue se define con 1.2 millones el primero de los tres años de esa etapa, 4 millones en el segundo y 6 millones en el tercero).

Rubro	Construcción y exploración	Despliegue	Producción constante	Cierre
Producción (en miles de toneladas por año)	0	1200 – 4000 – 6000	7500	3200 - 600
Desechos (múltiplo de las toneladas producidas)	0	6.7 veces	6.7 veces	18170 – 1159 veces
Ventas (media de precios FOB Colombia simulados)	91.6% térm. + 8.4% met.	91.6% térm. + 8.4% met.	91.6% térm. + 8.4% met.	91.6% térm. + 8.4% met.
Costos por unidad producida (USD/t)	0	38.7 – 35.7 – 34.9	34.9	34.9 – 35.3
Costos operación (en USD millones)	0 – 0.3 – 0.3 – 22.1	Producción×costo unitario	Producción×costo unitario	Producción×costo unitario
Costo de rehabilitación de la tierra (USD/t)	0	1	1	1
Costo de tratamiento, almacenamiento y carga del mineral (USD/t)	0	1.5	1.5	1.5
Costo de soporte de la mina (USD/t)	0	3.24 – 3.02 – 2.96	2.96	2.96 – 3.02
Gastos general y admin.	0 – 0 – 2.9 – 4.9 (millones USD)	0.5 (USD/t)	0.5 (USD/t)	0.5 (USD/t)
Gastos servicios externos (USD/t)	0	0.75	0.75	0.75
Instalaciones (lugares de trabajo) (USD/t)	0	2.08 – 1.82 – 1.75	1.75	1.75 – 1.82
Canon (6500 hectáreas. Valor en USD por hectárea)		De 0 a 5 años: 8.3 De 5 a 8 años: 14.6 De 8 a 11 años: 25.11		
Otros costos (incl. transporte) (USD/t)	39.8	39.8	39.8	39.8

5.3 Ejercicio de sensibilidad a la tasa de regalías

- Para el cálculo del flujo de caja se toman los impuestos y contribuciones correspondientes a la regulación estipulada por Colombia incluyendo impuestos corporativos, específicos y regalías. Estas últimas serán modificadas durante el análisis.
- En el primer periodo, se inicia con una relación deuda/patrimonio de 1.5.
- En adelante, cualquier inyección de capital que sea necesaria se repartirá de manera que se logre una preservación de la relación inicial.
- La tasa de financiación es de $1.75\%EA + 4\%EA = 5.75\%EA$ sobre la deuda basado en la tasa IBR actual y en el posible *spread* que pueden percibir empresas de una calidad crediticia saludable.
- Si la relación deuda/patrimonio fuera inferior a 0.75, se reparten dividendos hasta que la relación sea 1.5. La deuda se paga hasta el final de su operación.
- Los precios utilizados son la media de los precios FOB de carbón metalúrgico proyectados.
- No se consideran costos adicionales generados por regulación y exigencias ambientales adicionales a las actuales.

El análisis consiste en plantear el estudio que llevaría a cabo un potencial inversionista que enfrente una tasa de regalías, y que decide invertir si percibe del proyecto una TIR mínima (que para efectos del análisis se fija primero en 15% y luego en 12.5% para estudiar la sensibilidad).

El ejercicio puede extenderse a minas existentes arrancando desde el punto de madurez de la mina, pero por simplicidad se consideran solo minas nuevas (sin que esto implique algo respecto a la viabilidad de explotación nueva).

Ahora, entendiendo que los agentes son heterogéneos y se enfrentarían a estructuras de costos disímiles, se introduce diversidad en el modelo mediante una variable λ que afecta los costos. Se define λ como una variable normal con media 0 y desviación estándar 10%, y se supone que los inversionistas tienen estructuras de costos igual a la definida anteriormente multiplicada por $(1+\lambda)$. Así, lo que para unos inversionistas puede presentar una TIR interesante, para otros puede no serlo.

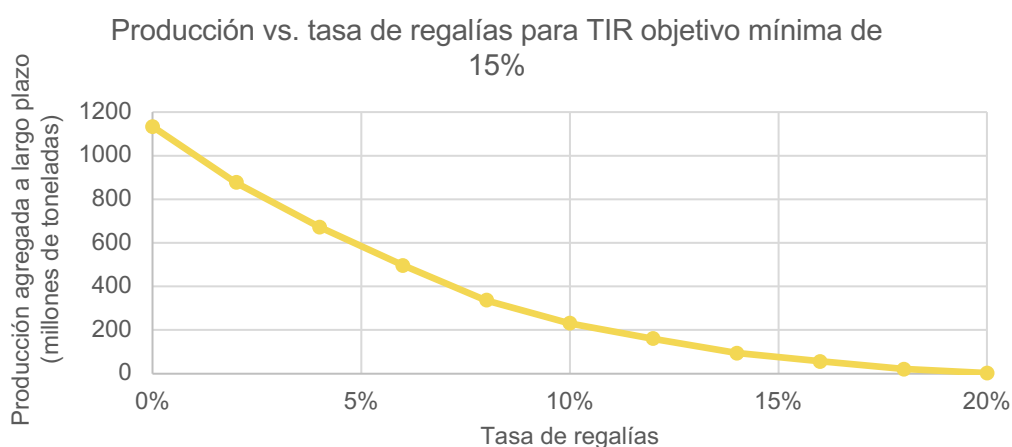
El ejercicio prosigue fijando una tasa de regalías; por ejemplo, se comienza por el caso actual de 10% (se entiende que esta tasa se aplica a las producciones grandes, por encima de 3 millones de toneladas anuales, y a las producciones pequeñas, por debajo de tres millones, se le aplica la mitad de esa tasa). Para esa tasa, se encuentra aquel λ por debajo del cual se logra la TIR objetivo. Es decir, se encuentran aquellos inversionistas con costos bajos que logran superar la barrera de la TIR mínima. Finalmente, se supone que la producción interesada en invertir, considerando esta tasa de regalías es igual a la probabilidad de que λ sea menor que ese umbral (o sea la distribución acumulada).

5.3 Ejercicio de sensibilidad a la tasa de regalías

Esta proporción se multiplica por un nivel de reservas estimado a nivel nacional, que para este estudio se toma como 6,160 millones de toneladas⁴. Al variar la tasa de regalías se puede crear una función de producción contra tasa de regalías, que se exhibe en la Figura 14.

⁴ BOYD-EY-UPME (2018).

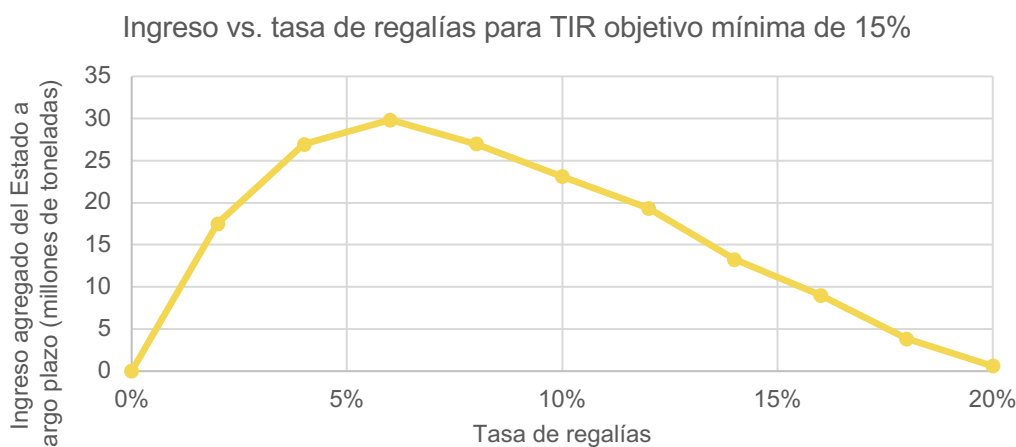
Figura 14. Producción agregada a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínima aceptable: 15%.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Si se multiplica esta producción por la tasa de regalías, se obtiene el ingreso del Estado (en unidades de carbón, o sea toneladas), como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Ingreso agregado del Estado a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínima aceptable: 15%.



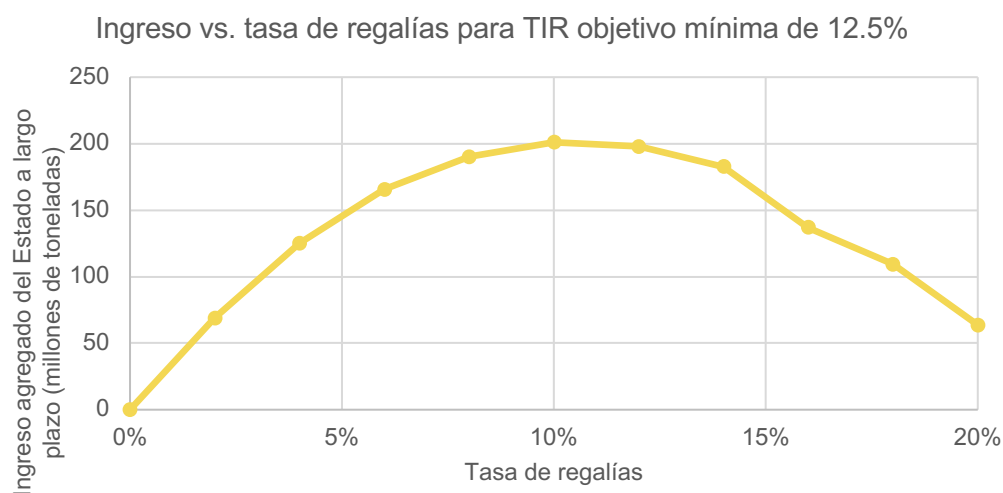
Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

5.3 Ejercicio de sensibilidad a la tasa de regalías

El máximo ocurre en una tasa de regalías cercana al 6%, suponiendo esa TIR mínima aceptable de 15%, que contrasta contra la tasa actual de 10%. Ahora, este resultado es teórico y plantea supuestos importantes, particularmente la estructura de costos de producción de carbón, el enfoque en nueva inversión (sin consideración de inversión ya realizada y minas ya siendo explotadas) y la inmediatez del efecto de un cambio en la tasa de regalías sobre la producción.

Para finalizar el análisis, es importante entender la dependencia del resultado a la TIR mínima aceptada por inversionistas. Se repite el ejercicio para un nivel mínimo de 12.5%, obteniendo la Figura 16.

Figura 16. Ingreso agregado del Estado a largo plazo para distintas tasas de regalías. TIR mínima aceptable: 12.5%.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

Se observa que el máximo está cercano a una tasa de regalías de 10%, coincidente con la tasa de Colombia. Es claro lo sensible que es el resultado a esa TIR objetivo, como podría anticiparse. En adición, el ingreso máximo estimado cambia sustancialmente, desde cerca de 30 (millones de toneladas) hasta 200. Este impacto obedece a la entrada amplia de producción adicional cuando la TIR mínima se relaja en 2.5%.

Como se mencionó anteriormente, el paradigma expuesto permitiría ejercicios contrafactuales de cambios en los detalles del esquema de cálculo de las regalías. En el ejercicio actual se evitaron detalles de implementación, como los rezagos entre observaciones y cálculos, pero esos detalles, expresados por los agentes del mercado colombiano como posibles líneas de análisis futuro en la encuesta de opinión, podrían profundizarse en trabajos futuros.

5.4 Extensiones

Para estudiar las posibles ventanas de tiempo en las que Colombia puede maximizar sus ingresos, se extiende la proyección de regalías en dos direcciones. Primero, se consideran proyecciones a 20 años, con el ánimo de exponer posibles picos en los ingresos por regalías. Segundo, se considera una senda de proporción de exportaciones a Asia. Esto sugiere trabajar con índices de referencia de exportación que correspondan con la proyección de la división de exportaciones a Europa y a Asia. La Tabla 19 exhibe la proyección de volúmenes de exportación y la proyección del porcentaje correspondiente a Asia.

Tabla 19: Proyección de volumen de exportaciones (millones de toneladas).

Carbón	Escenario	2020	2021	2022 - 2025	2026 - 2030	2031 - 2040
Térmico	Continuidad	53,0	57,0	64,0	79,0	82,0
	Coexistencia	53,0	62,0	69,5	84,0	88,0
	Divergencia	53,0	53,5	59,5	70,0	72,0
Metalúrgico	Continuidad	1,4	1,5	1,8	2	2,5
	Coexistencia	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4
	Divergencia	1,4	1,2	1,7	1,8	2,2
% a Asia		44%	45%	45%	55%	65%

Fuente: JTBOYD Company.

La proyección de precios se mantiene invariante en los escenarios, por simplicidad de exposición. El ejercicio proyecta precios de índices en Asia y Europa, los cuales se exhiben en la Tabla 20. Luego los decrece con los fletes correspondientes a cada destino para encontrar precios FOB (Colombia). Para los fletes a Asia se toma el promedio observado entre 2019 y 2020 (USD\$21.8 / ton – fuente: SSY), y se mantiene constante en las proyecciones, como supuesto para proceder. Los fletes a Europa mantienen la estructura de las secciones anteriores.

5.4 Extensiones

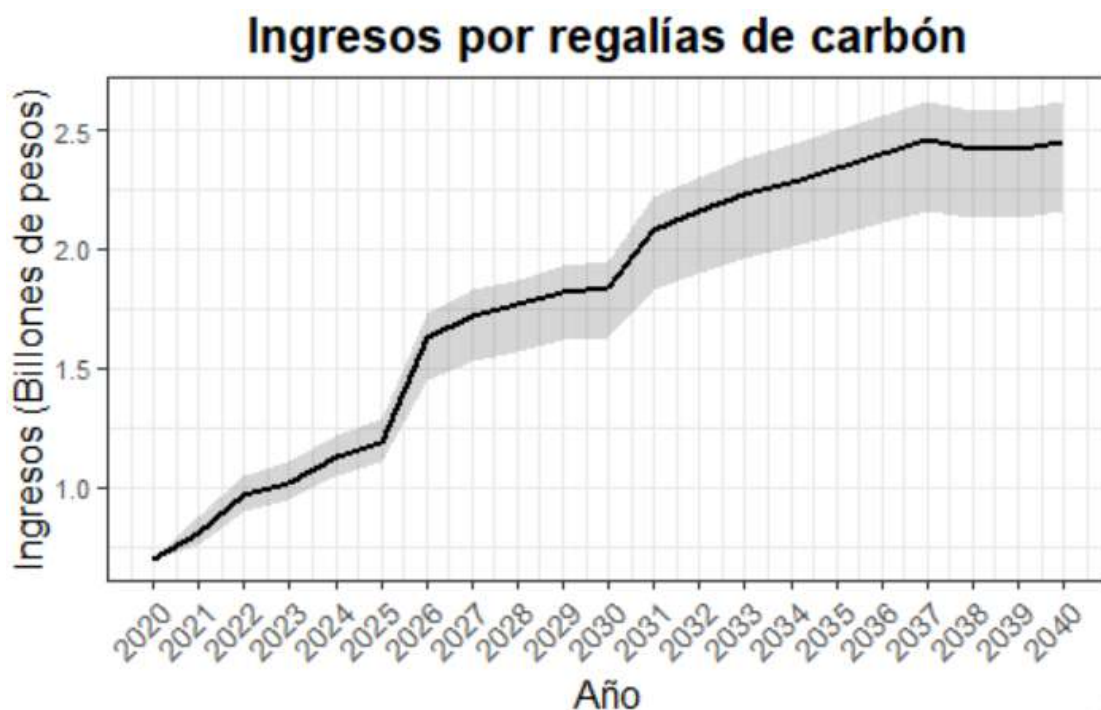
Tabla 20: Proyección de índices de precios en Europa y Asia (dólares por tonelada).

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Europa	52,9	51,2	49,6	50,3	52,0	55,2	56,5	58,0	59,5	57,6
Asia	49,0	55,0	61,0	68,0	71,0	74,0	78,0	80,0	82,0	84,0
Año	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Europa	60,4	63,3	64,7	66,1	67,1	68,4	69,6	70,9	72,2	73,4
Asia	85,0	86,0	89,	92,0	95,0	98,0	100,0	97,0	96,	96,0

Fuente: JTBOYD Company.

Alrededor de estas proyecciones se repite el ejercicio de estimación de producción total futura y de ingresos por regalías. Los resultados equivalentes a la figura 13 y la tabla 19 se exhiben en la figura 17 y la tabla 22.

Figura 17. Proyección de ingresos para la Nación por regalías de carbón (billones de pesos). Escenarios de Coexistencia (alto), Continuidad (medio) y Divergencia (bajo) ante el escenario alternativo de consideración de índices de precios de Asia y un horizonte de 20 años.



Fuente: JTBOYD Company. Cálculos del autor.

5.4 Extensiones

Tabla 21: Proyección media de ingresos para la Nación por concepto de regalías de carbón (billones de pesos).
Escenario alternativo de consideración de índices de precios de Asia y un horizonte de 20 años.

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Continuidad	0,81	0,97	1,02	1,13	1,19	1,63	1,72	1,76	1,82	1,84
Coexistencia	0,88	1,04	1,10	1,22	1,28	1,73	1,83	1,87	1,93	1,95
Divergencia	0,76	0,90	0,95	1,05	1,11	1,45	1,53	1,57	1,62	1,63

Año	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Continuidad	2,08	2,16	2,23	2,28	2,34	2,40	2,46	2,42	2,42	2,45
Coexistencia	2,22	2,30	2,38	2,44	2,50	2,56	2,62	2,58	2,59	2,62
Divergencia	1,83	1,90	1,96	2,01	2,06	2,11	2,16	2,13	2,13	2,16

Fuente: JTBOYD Company.

Los resultados de esta proyección alternativa extienden lo observado en los resultados del caso base. En primer lugar, la tendencia futura promedio es creciente (a un ritmo lento), lo cual no señala directamente una ventana de tiempo en las próximas décadas en la cual Colombia pueda maximizar su ingresos por regalías. Es consistente con el análisis del caso base en señalar una especie de meseta en la segunda década luego de un incremento más notable en la primera.

Por otro lado, los números sugieren un incremento notable en los ingresos por regalías al introducir índices asiáticos, considerando que las proyecciones apuntan a un incremento fuerte de índices de esa región. El primer año de proyección delatan una reducción contra la proyección del caso base, pero esta se revierte fuertemente hacia mediados de la presente década. El efecto del incremento de la participación de las exportaciones a Asia junto con el incremento en la proyección del índice de Asia con respecto al de Europa impactan positivamente los ingresos proyectados por regalías de carbón.

Nota sobre los datos utilizados en la tabla 20 y 21.

Después de obtener la información de la industria por medio de los encuentros y la encuesta, se realizó una estimación del porcentaje de exportación a Asia del total para cada año proyectado. Posteriormente se toma el promedio ponderado del precio FOB exportado proyectado de carbón térmico y se obtiene un precio FOB promedio que será el utilizado en el cálculo de regalías. Esto permite incorporar la nueva dinámica de exportación de carbón en el análisis combinando los precios y costos de exportación a ambos continentes.

5.4 Extensiones

En búsqueda de la aproximación más cercana la proyección de regalías el ejercicio realizado incluye tanto el mercado nacional como el internacional como es descrito en la metodología. A continuación, complementamos la información mostrada con una tabla que incluye los valores utilizados para el mercado de consumo interno.

	Año	2021	2022-2025	2026-2030	2030-2040
Carbón Metalúrgico	Continuidad	5,75	6,8	7,6	8,0
	Coexistencia	5,95	7	7,8	8,5
	Divergencia	5,75	6,32	6,9	7,3
Carbón Térmico	Continuidad	4,6	4,9	5,2	5,5
	Coexistencia	4,7	5,1	5,5	5,8
	Divergencia	3,8	4,0	4,3	4,5

Por otro lado, el análisis cubre una aproximación a los elementos identificados como precio en boca de mina, calidad, fletes y departamentalización con los supuestos expresados en la metodología. Realizar una aproximación más detallada como el cálculo de regalías por departamento se sale del alcance del estudio dada la alta complejidad y requerimientos de información por departamento.

CAPÍTULO
06

CONCLUSIONES



John T. Boyd Company
Mining and Geological Consultants

Conclusiones

Este estudio plantea y desarrolla una metodología de proyección de los ingresos para la Nación por concepto de regalías de carbón. A partir del estudio actual del entorno geopolítico y de las perspectivas de corto, mediano y largo plazo de este mercado, se planteen sendas posibles de evolución de los precios y volúmenes del carbón colombiano. Esto permite replicar la fórmula del cálculo de regalías para proyectar los ingresos hasta un plazo de diez años.

El punto de partida es 2020, que de entrada define una base baja para proyectar el futuro: se espera que el ingreso por regalías de carbón en 2020 sea del orden de un tercio de lo observado en 2019. A partir de aquí, la expectativa es de una recuperación suave pero continua a lo largo de los siguientes diez años. Desde un nivel de unos 700 mil millones en 2020 se espera llegar a niveles de 1 billón en el 2025 y de 1.4 billones en 2029. Esta senda responde tanto a la perspectiva de incrementos en el nivel de exportaciones como al de incremento en los precios de exportación.

No es claro que a lo largo de la década la Nación tenga una ventana particular de maximización de regalías, pero las proyecciones sugieren una estabilización hacia la segunda mitad de la década. El entorno comercial internacional y las preocupaciones ambientales sin duda jugarán papeles importantes en la senda que tomen las regalías, pero aún en el escenario planteado de Divergencia, en el que el país falla en acoger de forma institucionalmente ordenada la protección del medio ambiente y de la sociedad, se puede esperar un paulatino crecimiento de las regalías, encontrando esa meseta posiblemente más rápido que otros escenarios.

Una conclusión que sí parecería robusta a los escenarios realizados es que será difícil que Colombia regrese al nivel de ingresos por regalías de carbón que gozó en el periodo 2017-2019 en el mediano plazo bajo la senda esperada.

Conclusiones (cont.)

El estudio es complementado con un análisis del enfoque de maximización de ingresos para el Estado. Con esto en mente, se plantea un modelo de minas tipo para analizar el proceso de toma de decisiones de potenciales inversionistas, como función de la tasa de regalías a la que estaría sujeto en un futuro. Simplificando el análisis suponiendo que decisiones de inversión impactarían inmediatamente la producción (para traer al presente el impacto eventual que se tendría en los ingresos), se estudia la sensibilidad de la producción a la tasa de regalías. Este análisis permite el ejercicio teórico de mapear el total de ingresos como función de la tasa de regalías.

Usando una TIR mínima aceptable de 15% para inversionistas potenciales, se encuentra que para una tasa de regalías de 6% se maximiza el ingreso. En esta situación las condiciones de mercado (precios bajos) reducirían fuertemente la producción (como proporción de las reservas) y reducirían el máximo alcanzable para los ingresos del Estado. En un escenario de TIR mínima aceptable de 12.5% (generado para analizar la sensibilidad a este insumo), la tasa óptima de regalías sería, coincidentalmente, la actual de 10%. Ese escenario impulsaría la producción a casi cuatro veces (al entrar más inversionistas), y los ingresos agregados serían casi siete veces más grandes que con el supuesto inicial.



Bibliografía

- John T. Boyd Company, Quantil (2016). “Informe Government Take” para la UPME.
- John T. Boyd Company, Ernst & Young, Unidad de Planeación Minero Energética. (2018). “Elaborar los modelos nacionales de oferta y demanda, y balance de minerales, analizando los escenarios minerales del país y estableciendo proyecciones de oferta y demanda de minerales en el corto, mediano y largo plazo (a 2035) para 18 minerales”.
- Resolución No. 235 de 2020 de la UPME.
- Resolución 887 de 2014 de la ANM.
- Tseng, F. M., & Tzeng, G. H. (2002). A fuzzy seasonal ARIMA model for forecasting. Fuzzy Sets and Systems, 126(3), 367-376.