

Resumen de política pública:

Actualización de la norma de emisiones de fuentes fijas en Colombia



Resumen de Política Pública:

Actualización de la norma de emisiones de fuentes fijas en Colombia

Corporación para el Desarrollo de Políticas Energéticas para las Transiciones Justas, POLEN Transiciones Justas

Bogotá - Colombia, noviembre de 2024

www.polentj.org

Autores:

Blanco, Karen

 <https://orcid.org/0009-0008-6881-9086>

Torres, Julián

Revisoras:

Pedraza, Jennifer (SEI)

 <https://orcid.org/0000-0001-5315-8651>

Huertas, María Elena

 <https://orcid.org/0000-0001-7278-5562>

Villegas Mendoza, Mariana

 <https://orcid.org/0009-0009-5459-1823>

Diseño, diagramación y portada:

Cristian Porte

Con apoyo de:



El texto que aquí se publica es de exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresa necesariamente el pensamiento ni la posición de la Fundación Heinrich Böll, Oficina Bogotá - Colombia y el SEI.

Agradecimientos:

Se resalta la disposición y participación de diferentes entidades gubernamentales en el proceso de obtención de datos para este documento, entre las que se encuentran el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Cítese como:

POLEN Transiciones Justas (2024) *Resumen de Política Pública: Actualización de la norma de emisiones de fuentes fijas en Colombia. Autor.*



Esta es una obra de acceso abierto distribuida bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>). Los usuarios pueden reproducir, distribuir, adaptar y desarrollar el contenido de la obra original, conforme a los términos de la licencia mencionada.

POLEN Transiciones Justas debe ser claramente reconocido como titular de la obra original. Los usuarios no están autorizados a reproducir el logo de POLEN Transiciones Justas en sus obras.

**Resumen de Política Pública:
Actualización de la norma de emisiones
de fuentes fijas en Colombia**

1.

Introducción

Las normas colombianas sobre emisiones de contaminantes atmosféricos deben ser lo suficientemente estrictas para garantizar la protección del medio ambiente y la salud de las/os ciudadanas/os, lo que implica establecer medidas concretas para limitar las emisiones provenientes, entre otras, de las fuentes fijas. La Resolución 909 de 2008, que regula estas emisiones, tiene más de 15 años de antigüedad y actualmente está en proceso de actualización, conforme a las recomendaciones del CONPES 3943 de 2018.

Este documento ofrece un análisis de la Resolución 909 de 2008, a través de un análisis comparativo con otras jurisdicciones en el mundo y un diagnóstico de las emisiones actuales de las actividades del sector del carbón, que incluye tanto las termoeléctricas que operan con carbón como la industria de fabricación de coque. Su objetivo es proporcionar insumos técnicos y jurídicos que apoyen la actualización de dicha resolución.

2.

Marco normativo en Colombia

En la tabla 1 se mencionan las principales normas vigentes en Colombia relacionadas con la actualización de la Resolución 909 de 2008, en el contexto mencionado.

Tabla 1. Marco normativo en Colombia relacionado con la Resolución 909 de 2008

Constitución Política	Tratados internacionales	Leyes y reglamentos clave	Políticas públicas
• Artículo 79: es deber del Estado garantizar un ambiente sano y conservar áreas ecológicas. • Artículo 80: es deber del Estado gestionar sosteniblemente los recursos naturales y sancionar cuando haya deterioro ambiental. • Artículo 95: los ciudadanos, en el ejercicio de sus derechos, deben respetar los derechos de los demás y contribuir a la conservación del ambiente.	• CMNUCC¹ y Acuerdo de París²: compromiso de los países (incluido Colombia) frente al cambio climático. • Convenios de Estocolmo³ y de Minamata⁴: compromiso de los países (incluido Colombia) de controlar las emisiones de contaminantes orgánicos persistentes y de mercurio, respectivamente.	• Ley 23 de 1973: establece normas relacionadas con el control de la contaminación y la conservación de recursos. • Decreto 948 de 1995: establece normas relacionadas con la calidad del aire y el control de emisiones. • Resolución 909 de 2008: establece los estándares y límites específicos para las emisiones de fuentes fijas. • Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas (2010).	• Política para el Mejoramiento de la Calidad del Aire (CONPES 3943): formula estrategias para reducir la contaminación atmosférica. • Estrategia Nacional de Calidad del Aire (2019): establece planes y medidas para proteger la salud pública y el medio ambiente.

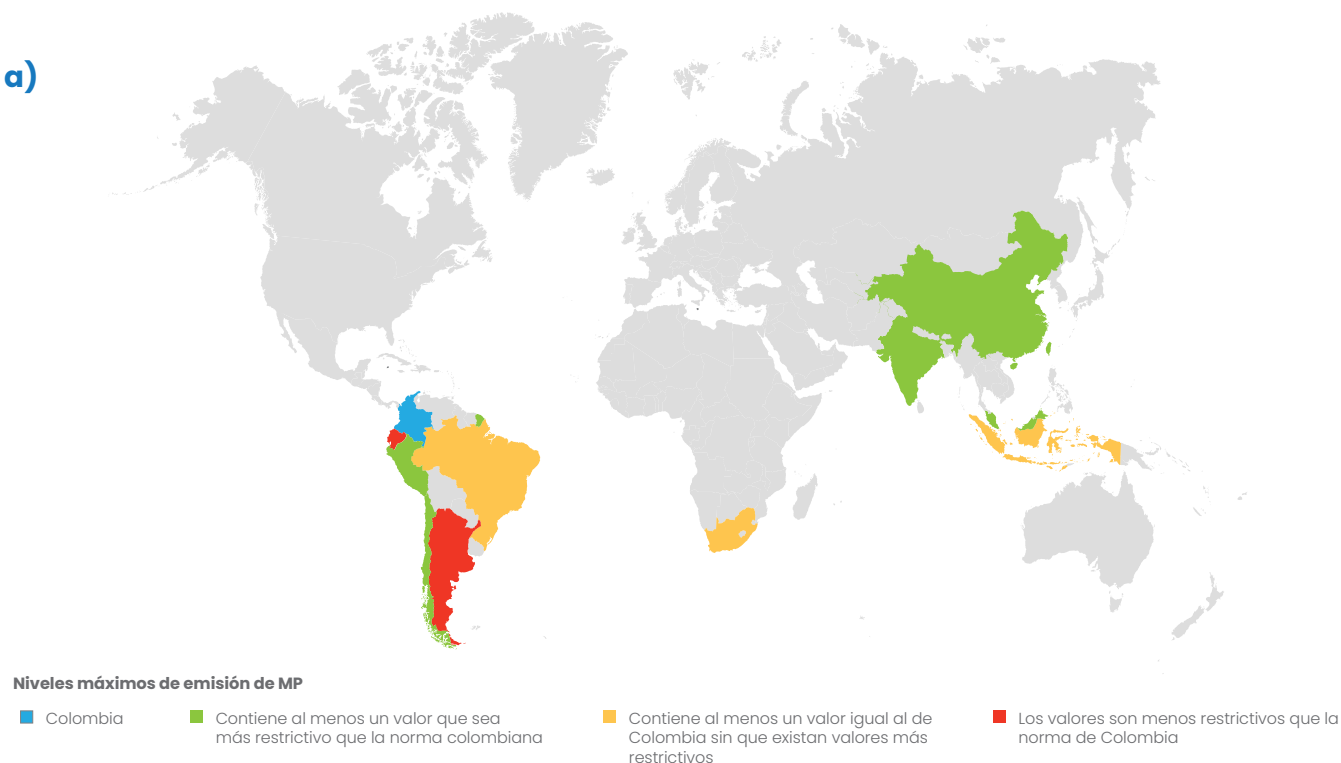
3.

Análisis comparativo de marcos jurídicos de otros países y de Colombia

3.1. Termoeléctricas a carbón

Se llevó a cabo un análisis comparativo de la norma de emisiones de fuentes fijas aplicable a las termoeléctricas a carbón en Colombia (Resolución 909 de 2008) y en 12 países, además de la Unión Europea. Los resultados se presentan en la figura 1. Este mismo ejercicio se replicó para la industria de fabricación de coque, comparando con cuatro países y los límites sugeridos por el Banco Mundial, cuyos resultados se encuentran en la tabla 2⁽⁵⁾.

a)



b)

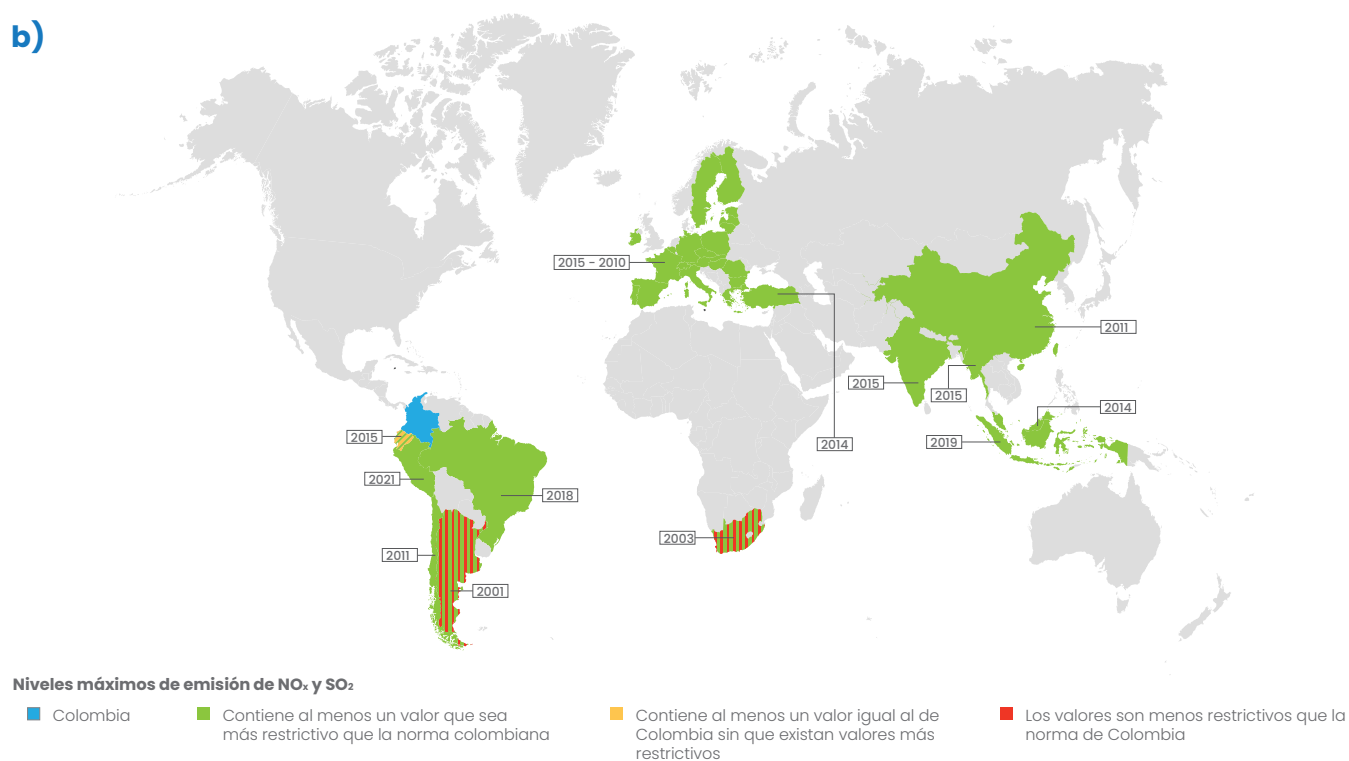


Figura 1. Comparativa entre normas de jurisdicciones distintas a la colombiana y la Resolución 909 de 2008 en relación con las emisiones de **a)** material particulado (MP), **b)** óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO₂), provenientes de la operación de termoeléctricas a carbón. **Nota.** Los países que presentan rayas verticales de un color diferente al verde indican las diferencias respecto a la norma colombiana de NO_x. En cuanto al SO₂, todos los países evaluados tienen límites de emisión más restrictivos que Colombia, bajo la Resolución 909 de 2008. Los números que se muestran para cada país corresponden al año de aprobación que define el límite de emisiones en esa jurisdicción.

Del estudio comparativo sobre las termoelectricas a carbón se pueden extraer las siguientes conclusiones al considerar el valor más restrictivo de la norma colombiana:

- **Límites de MP⁶:** de los países analizados, casi el 60 % tienen al menos un valor más restrictivo que el estipulado en la norma colombiana. La Unión Europea y China presentan los límites más bajos para MP, con valores de 10 mg/m³ y 20 mg/m³, respectivamente.
- **Límites de SO₂:** el límite en Colombia (2000 mg/m³) es notablemente alto en comparación con la mayoría de los países analizados. Argentina, por ejemplo, tiene un límite de 1700 mg/m³, que es un 15 % menor que el colombiano. China e India también tienen límites más bajos para el SO₂, con valores de 50 mg/m³ y 100 mg/m³, respectivamente.
- **Límites de NO_x:** del total de países analizados, el 78 % presentan al menos un valor inferior para este contaminante en comparación con la norma colombiana. China e India tienen los límites más bajos para NO_x, con valores de hasta 100 mg/m³.
- **Límites de monóxido de carbono (CO):** la normativa de la ciudad de Quito (Ecuador) incluye una regulación municipal con un valor de 1500 mg/m³, mientras que en los otros países analizados el límite alcanza los 150 mg/m³.
- **Límites de mercurio (Hg):** en el caso de Colombia, tiene más relevancia este contaminante en virtud de que suscribió el Convenio de Minamata, aprobado por medio de la Ley 1892 de 2018 y la Sentencia de la Corte Constitucional C-275 de 2019; sin embargo, en la Resolución 909 de 2008 no se encuentra contemplado. La mayoría de los países analizados que establecen un límite para este elemento adoptan, a diferencia de Colombia, el valor de 0,03 mg/m³.
- **Otros contaminantes:** las normas aplicables en Malasia y la Unión Europea establecen límites para otros contaminantes ácidos, como el cloruro de hidrógeno (HCl) y el fluoruro de hidrógeno (HF), así como contaminantes tóxicos, por ejemplo, dioxinas y furanos, que no están contemplados para las termoelectricas en Colombia.
- **Estándares basados en la calidad del aire:** China y el Banco Mundial⁷ proponen estándares de zonificación según el estado de la calidad del aire. En Colombia esto podría relacionarse con las áreas-fuente.
- **Normativa menos estricta en Colombia:** los límites de emisiones vigentes en Colombia son, en general, menos rigurosos que los de la mayoría de los países analizados. Esto sugiere que la normativa colombiana podría beneficiarse de una revisión para adoptar estándares más estrictos, lo que contribuiría a mejorar la calidad del aire, las condiciones ambientales y la salud pública en el país.

3.2. Industria de la fabricación de coque

Tabla 2. Comparativa entre normas de jurisdicciones distintas a la colombiana y la Resolución 909 de 2008 en relación con la industria de fabricación de coque

País	Colombia ⁸		Brasil ⁹		India ¹⁰	Sudáfrica ¹¹		Malasia ¹²	Banco Mundial ¹³
Observaciones y unidades	Baterías de hornos de coque - existentes (mg/m ³)	Baterías de hornos de coque - nuevas (mg/m ³)	1. Sistema de control de emisiones de partículas	2. Cámara de combustión de un horno de coque	Plantas* (mg/nm ³)	Plantas existentes (mg/m ³)	Plantas nuevas (mg/m ³)	mg/m ³	mg/m ³
MP	250 (i) / 150 (ii)	150 (i) / 50 (ii)	40	50	50	100	50	10 ~	20 - 50 (iv)
SO ₂	550	500	NC	800	800	NC	NC	800 +	500
NO _x	NC	NC	NC	700	500	2000	700	500 +	750
Hidrocarburos totales (HCT)	50	50	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Dioxinas y furanos	0,5 (ng-EQT/m ³) (iii)	0,5 (ng-EQT/m ³) (iii)	NC	NC	NC	NC	NC	NC	0,1 (ng-EQT/m ³)
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	NC	NC	NC	NC	NC	10	7	NC	5

Nota. NC: no lo considera. EQT: equivalente tóxico internacional. (i): flujo de contaminante (kg/h) menor o igual a 0,5. (ii): flujo de contaminante (kg/h) mayor a 0,5. (iii): aplica para procesos en los que no se cuenta con sistema de lavado de gases (sean nuevas o existentes). (iv): el valor inferior aplica cuando exista presencia de metales tóxicos. *: aplica para plantas en campos verdes, plantas reconstruidas y plantas existentes. ~: mediciones continuas. +: mediciones periódicas. **Colores.** Verde: valor más restrictivo que el menor de la norma colombiana; amarillo: valor igual al más restrictivo de la norma colombiana; rojo: valor menos restrictivo que el de la norma colombiana.

Del estudio comparativo sobre estándares de emisión en la industria de fabricación de coque se pueden extraer las siguientes conclusiones al analizar el valor más restrictivo de la norma colombiana:

- **Límites de MP:** la regulación colombiana establece valores más altos (laxos) en comparación con los demás países analizados. Al comparar el límite más restrictivo de la Resolución 909 de 2008 para este sector, que corresponde a 150 mg/m³, se observa que Sudáfrica (con el estándar más laxo) y Malasia (el país más restrictivo en cuanto al límite de MP) tienen estándares inferiores a la norma colombiana, en un 33,3 % y 93 %, respectivamente.
- **Límites de NO_x:** en la actualidad, este contaminante no está contemplado en la regulación colombiana; sin embargo, varios de los países analizados han establecido estándares al respecto. Sudáfrica, por ejemplo, reporta un valor de 2000 mg/m³ para plantas existentes, siendo el límite más laxo, mientras que países como India y Malasia han adoptado valores más estrictos de 500 mg/m³.
- **Límites de SO₂:** los valores de la norma colombiana son más restrictivos que los países analizados, exceptuando las recomendaciones dadas por el Banco Mundial, que corresponden a 2000 mg/m³.

- **Límites de HTC:** de los países analizados, ninguno presenta estándares para este contaminante en la producción de coque.
- **Límites de dioxinas y furanos:** estos contaminantes son monitoreados en plantas de fabricación que no cuenten con un sistema de lavado de gases, ya sean nuevas o existentes. Colombia y la propuesta del Banco Mundial son los únicos en reconocerlos, aunque la propuesta del Banco Mundial es cinco veces más restrictiva que la norma colombiana.
- **Límites de Hg:** ninguno de los países analizados incluye un límite para el Hg. Sin embargo, dada la obligación internacional adquirida por Colombia con la ratificación del Convenio de Minamata, se debe considerar el establecer un límite de emisión de este contaminante.
- **Otros contaminantes:** en Malasia se adoptan límites para el contaminante H₂S, asociado a olores ofensivos. Además, el Banco Mundial propone estándares para otros contaminantes, como niebla de aceite, compuestos orgánicos volátiles, CO, cromo, cadmio, plomo, níquel, HCl, fluoruro, HF, amoníaco, benzo(a)pireno y humo de alquitrán.

4.

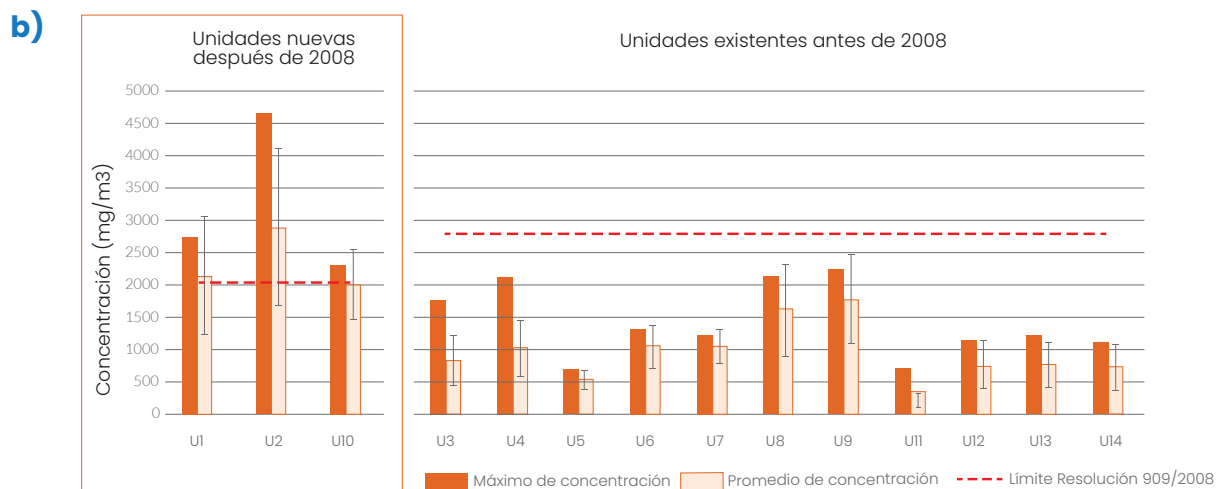
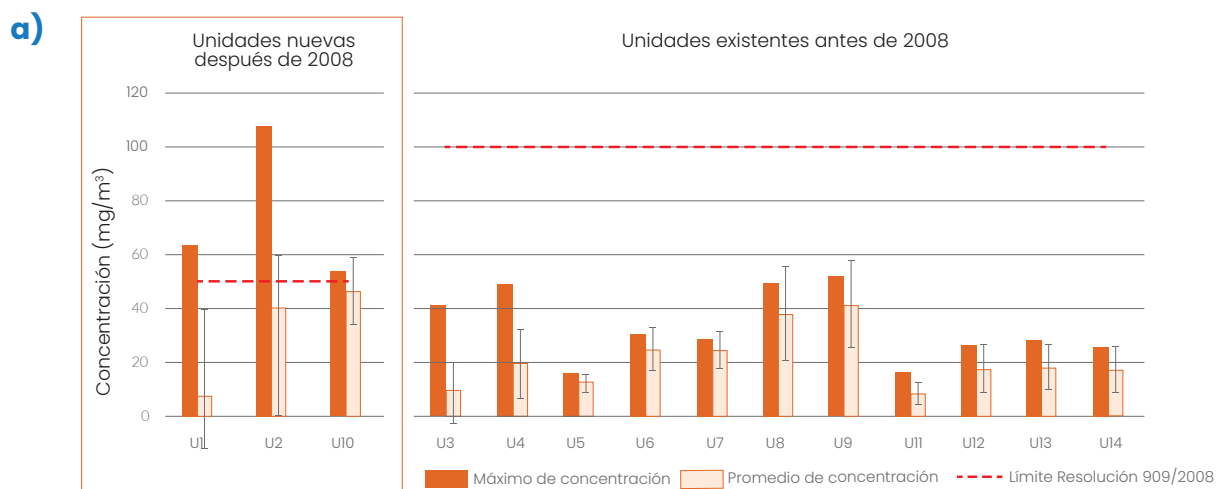
Emisiones de fuentes fijas del sector carbón en Colombia

Se llevó a cabo un análisis de las emisiones generadas por las termoeléctricas a carbón y las fábricas de coque, con el objetivo de identificar el estado de cumplimiento de la norma vigente.

4.1. Termoeléctricas a carbón

Las concentraciones de emisiones generadas por las 14 unidades de termoeléctricas a carbón en Colombia fueron modeladas utilizando la metodología basada en factores de emisión¹⁴ y en los consumos de carbón reportados por XM S. A. E. S. P.¹⁵. Este ejercicio se realizó para el escenario más crítico, correspondiente al año 2020, el cual

es el último año con información disponible y presenta el mayor consumo de carbón para la generación de energía eléctrica en el país (figura 2). Se aclara que esta es una aproximación a las emisiones reales y estas pueden diferir dependiendo de los sistemas de control de emisiones u otros parámetros que influyan de forma individual en cada unidad; sin embargo, representa un ejercicio preliminar que permite identificar la necesidad de contar con las emisiones directas medidas por las termoeléctricas para hacer una rigurosa actualización de sus límites de emisiones por parte de la autoridad ambiental.



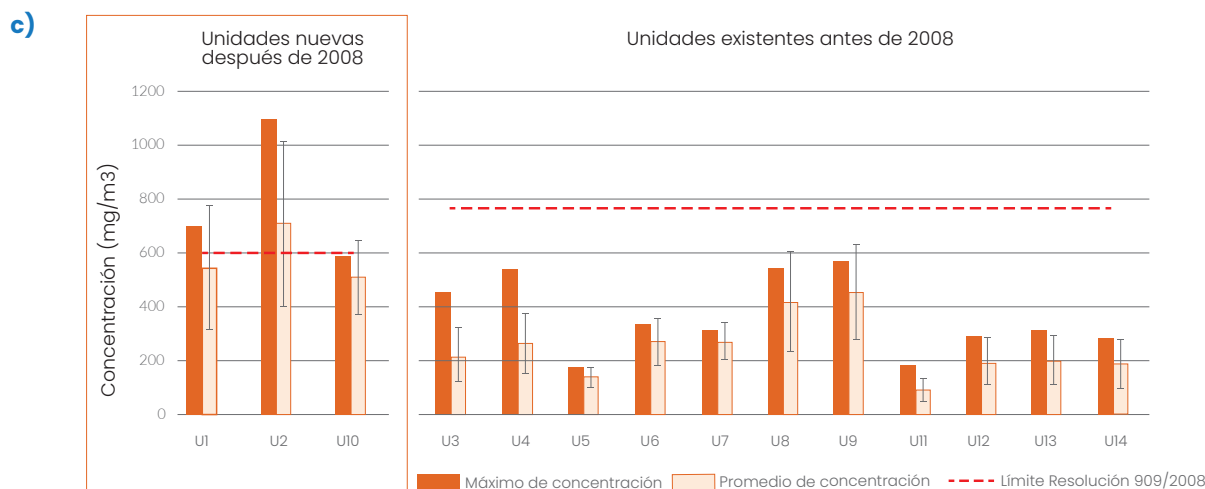


Figura 2. Concentraciones de emisiones modeladas para termoeléctricas a carbón en 2022. **a)** PST, **b)** SO₂ y **c)** NO_x. El intervalo, representado por las barras negras, indica la desviación estándar de los datos modelados.

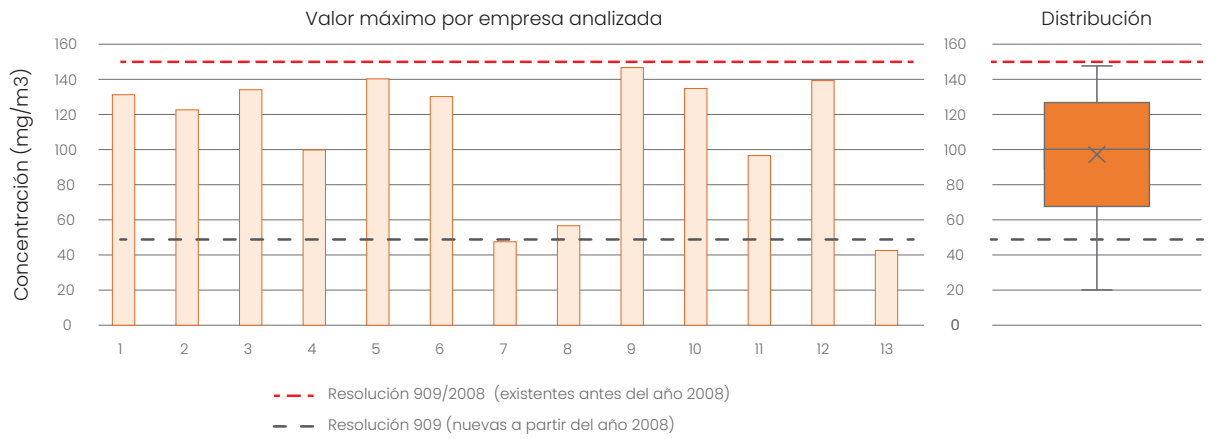
En general, en la figura 2 el promedio de las emisiones de PST para todas las unidades del país se encuentra por debajo de los límites de la norma, tanto las unidades nuevas como las antiguas, por lo que los estándares actuales se consideran laxos y no adecuados si se busca una presión normativa en pro de la transición energética. Por su parte, para SO₂ y NO_x, en algunas unidades nuevas, tanto los valores promedio como los valores máximos exceden los estándares de estos contaminantes. La mayoría de las unidades son antiguas, por lo que les aplican los límites de emisión laxos; en promedio, están lejos de ser sobrepasados para la mayoría de los contaminantes.

nes para las 13 empresas analizadas y la distribución total de la concentración, incluyendo todas las mediciones. Además, se muestran los límites estándar de emisión según la norma colombiana. Este ejercicio permitió establecer un panorama general del cumplimiento de la norma aplicable a dicho sector.

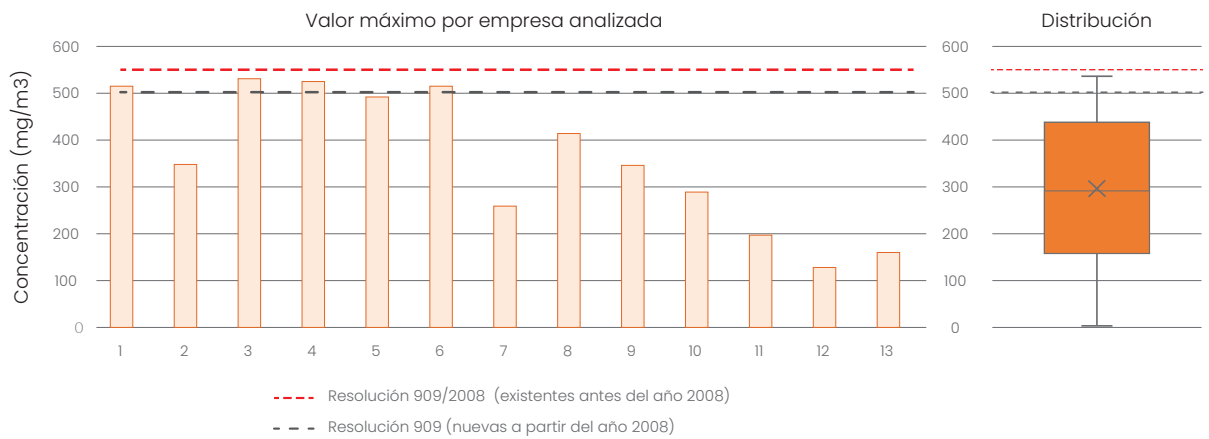
4.2. Industria de fabricación de coque

Se realizó el análisis de la información de concentraciones de emisiones reportadas en el Registro Único Ambiental (RUA)¹⁶ para el sector de fabricación de coque, actividad que hace parte de la cadena productiva del carbón en el país. Este análisis se presenta en la figura 3, donde se reporta el valor máximo de concentración de emisio-

a)



b)



c)

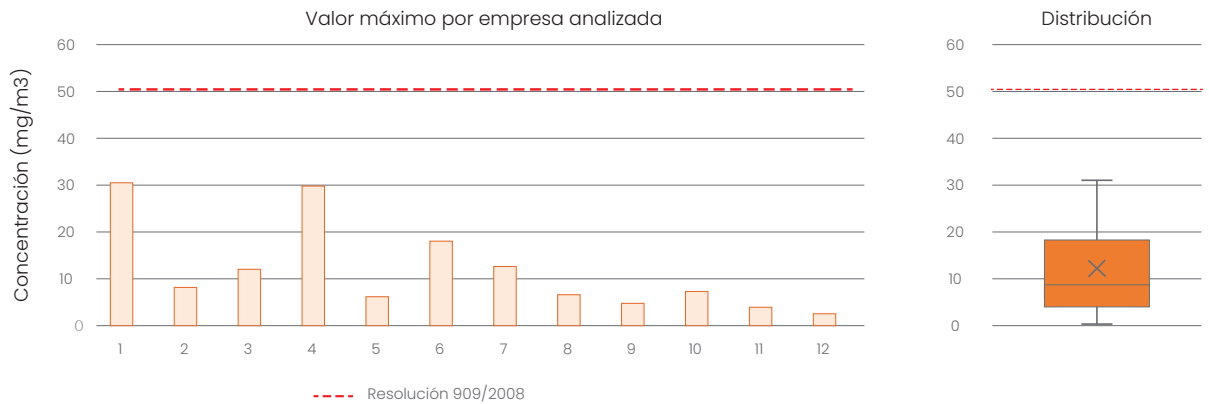


Figura 3. Concentración de emisiones máximas reportadas por planta (izquierda) y distribución de emisiones de todas las mediciones reportadas (derecha) para los contaminantes. **a)** PST, **b)** NO_x y **c)** HTC.

Un análisis global permite observar que para PST tanto los valores máximos de emisiones como la distribución de todas las mediciones reportadas están por debajo del estándar de emisión para empresas creadas antes de 2008 (150 mg/m³) y muy por encima de las emisiones para empresas creadas después de 2008 (50 mg/m³). Lo contrario ocurre para los gases SO₂ y HTC,

ya que la mayoría de los valores máximos por empresas y la distribución de emisiones se encuentran por debajo de los estándares establecidos para estos contaminantes (550-500 mg/m³ para SO₂ y 50 mg/m³ para HTC). Esto refleja que los valores actuales de la norma colombiana para este sector son laxos, en especial para SO₂ y HTC.

5.

Justificaciones jurisprudenciales

Existen múltiples pronunciamientos de tribunales y cortes judiciales en Colombia que soportan y justifican la modificación de las normas sobre emisiones, así como sus límites para volverlas más rigurosas. Estos pronunciamientos, plasmados en sentencias ejecutoriadas, proporcionan fundamentos sólidos para endurecer las normas de emisión en el país. Los aspectos clave extraídos de las decisiones judiciales son:

- **Normas más estrictas y que acaten la progresividad ambiental:** las autoridades deben implementar límites más rigurosos a las emisiones y ajustarlos de modo progresivo conforme avancen las tecnologías, garantizando que las nuevas industrias cumplan con estándares elevados para minimizar el impacto ambiental.
- **Evaluación integral:** es fundamental evaluar de manera exhaustiva los impactos en la salud y el medio ambiente, más allá del simple cumplimiento de los límites de emisión, para actualizar las normas y asegurar una protección adecuada.
- **Alineación internacional:** las regulaciones deben estar alineadas con estándares internacionales, adoptando las mejores prácticas globales.
- **Consulta y mitigación:** los planes ambientales se deben construir junto con las comunidades afectadas e incluir medidas inmediatas de mitigación de daños, asegurando que las preocupaciones locales sean atendidas.

6.

Recomendaciones

De acuerdo con el análisis presentado, se exponen las recomendaciones para la actualización de la Resolución 909 de 2008:

- **Nuevos estándares de emisión para termoeléctricas a carbón:** teniendo en cuenta la revisión comparativa de las normas aplicables en otras jurisdicciones, así como el análisis de las emisiones modeladas a partir de factores de emisión de las termoeléctricas a carbón, se

sugieren los siguientes valores y rangos de estándar de emisiones para su actualización en la norma nacional. Se priorizan los estándares más bajos encontrados en países con condiciones similares a Colombia en términos de extracción de carbón, como Sudáfrica e India. La propuesta incluye la incorporación de nuevos contaminantes, como Hg, dioxinas, furanos y CO, entre otros.

Contaminante	Norma actual - Res. 909/2008 (mg/m ³)		Propuesta (mg/m ³)*	
	Existentes antes de 2008	Nuevas después de 2008	Existentes	Nuevas
PST	100	50	50	10
SO ₂	2800	2000	2000 – 500	200
NO _x	760	600	600	200
CO	NE**	NE	200	
Mercurio	NE	NE	0.03	
Dioxinas y furanos	NE	NE	0.1***	
HCl	NE	NE	100	
HF	NE	NE	15	

Nota. *: rango propuesto del cual puede establecerse el valor puntual del estándar. **: no establece valores. ***: ng EQT/m³.

Se sugiere establecer un plazo no superior a cuatro años para que las termoeléctricas a carbón existentes se adapten a los nuevos estándares propuestos (como el uso de sistemas de control de emisiones o conversión energética), tanto para contaminantes nuevos como para aquellos ya contemplados en la Resolución 909 de 2008. Un ejemplo claro es el estándar de emisión de SO_2 , que se propone actualizar inicialmente a un valor de 2000 mg/m^3 (correspondiente al límite actual para unidades existentes) y que se vuelva restrictivo de forma escalonada, alcanzando un valor de 500 mg/m^3 para el año 2028. Este enfoque busca igualar el límite a los estándares en otras jurisdicciones.

Lo anterior se enmarca en la transición energética justa y tiene como objetivo cumplir con los instrumentos de política pública existentes, como la Hoja de Ruta para la Transición Energética Justa y el Plan Energético Nacional. Estos instrumentos buscan limitar de modo progresivo el uso de carbón para la generación de electricidad, al tiempo que

promueven el despliegue de fuentes no convencionales de energía renovable.

Además, se sugiere hacer efectiva la obligatoriedad del reporte de las emisiones de contaminantes criterio de las termoeléctricas en el RUA, en especial para aquellas que utilizan carbón. Se recomienda que este reporte se establezca como obligatorio, al menos de forma anual, considerando que estas fuentes son de alto impacto.

- **Nuevos estándares de emisión para la industria de fabricación de coque:** se propone incluir estándares de emisiones específicos para el sector de fabricación de coque. A continuación, se presentan los rangos y valores sugeridos, los cuales se basan en la revisión comparativa de normas foráneas, así como en el análisis de las emisiones reportadas en el RUA para el año 2022. Además, se priorizan los estándares más bajos encontrados en países con condiciones similares a Colombia en términos de extracción de carbón.

Contaminante	Flujo contaminante (kg/h)	Norma actual para actividades industriales (art. 4.º - Res. 909/2008)		Propuesta* (mg/m ³)	
		Existentes antes de 2008	Nuevas después de 2008	Existentes	Nuevas
PST	≤0.5	250	150	150	10
	>0.5	150	50	50	
SO_2	Todos	550	500	500	200
NO_x	Todos	NE	NE**	500	<500
Dioxinas y furanos***	Todos	0.5		0.1	

Nota. *: rango propuesto del cual puede establecerse el valor puntual del estándar; **: no establece valores; ***: ng EQT/m³.

Se sugiere estipular un plazo claro, específico, imperativo y ambicioso para que las fuentes existentes puedan adaptarse a los nuevos contaminantes que no fueron inicialmente contemplados en la Resolución 909 de 2008. Además, se recomienda evaluar la posibilidad de establecer rangos escalonados a largo plazo para los estándares de emisión, con el fin de evitar que los mismos estándares se mantengan durante más de diez años, como ha sucedido con la normativa actual.

Por otro lado, se sugiere la inclusión de un límite al Hg en virtud de las obligaciones contraídas por Colombia al ratificar el Convenio de Minamata. Además, respecto a los NOx, se propone que se incorporen límites para este sector considerando su importante formación (del orden de 0,1-0,5 kg por cada 100 kg de coque), en especial en hornos de gran tamaño.

- **Uso de nuevas tecnologías para el control de fuentes:** para fortalecer el seguimiento y control de las fuentes, se sugiere incluir la obligatoriedad del uso de tecnologías avanzadas, como el monitoreo continuo de emisiones (CEMS). Esto busca obtener información suficiente para hacer seguimiento a este sector por parte de las correspondientes autoridades ambientales, así como representar información de utilidad para las mismas empresas y tomar acciones de mejora en sus unidades.

Notas y referencias

1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, aprobada en el ordenamiento interno por medio de la Ley 164 de 1994 y la Sentencia de la Corte Constitucional C-073 de 1995.
2. Aprobado por medio de la Ley 1844 de 2017 y la Sentencia de la Corte Constitucional C-048 de 2018.
3. Aprobado por medio de la Ley 1196 de 2008 y la Sentencia de la Corte Constitucional C-944 de 2008.
4. Aprobado por medio de la Ley 1892 de 2018 y la Sentencia de la Corte Constitucional C-275 de 2019.
5. El estudio incluyó la revisión de la normativa de Estados Unidos; sin embargo, no se pudo hacer una comparación directa con la norma colombiana, debido a la diferencia entre las unidades de los estándares de emisiones planteados en ambas normas.
6. Entendido como partículas suspendidas totales (PST).
7. Banco Mundial. (2008). *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las plantas de energía térmica*. <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2000/2008-thermal-power-ehs-guidelines-es.pdf>
8. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (5 de junio de 2008). *Resolución 909 de 2008*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-909-de-2008.pdf>
9. Fundación Estatal para la Protección del Medio Ambiente Henrique Luís Roessler. (2018). *Directriz técnica n.º 01-2018*. http://ww3.fepam.rs.gov.br/CENTRAL/DIRETRIZES/Diretriz_Tec_N_001_2018_DIRTEC_Lim_de_Emis_de_Poluentes_Atmosf.PDF
10. Ministry of Environment and Forests. (1986). *The Environment (Protection) Rules, 1986*. https://upload.indiacode.nic.in/showfile?actid=AC_MP_74_308_00003_00003_1543231806694&type=rule&filename=ep_rules_1986.pdf
11. Department of Environmental Affairs. (2013). *National Environmental Management: Air Quality Act (39/2004)*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/saf128820.pdf>
12. Attorney General's Chambers of Malaysia. (2014). *Environmental Quality (Clean Air) Regulations 2014*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/mal176891.pdf>
13. Banco Mundial. (2007). *Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para las acerías integradas*. <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2000/2007-integrated-steel-mills-ehs-guidelines-es.pdf>

14. El factor de emisión utilizado corresponde al indicado en la Unión Europea: European Environmental Agency. (2023). *Guidebook 2023. Category 1.A.1. Energy industries*. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-1-energy-industries-2023/view>
15. XM. (2024). *Oferta y Generación – Históricos*. <https://sinergox.xm.com.co/oferta/Paginas/Historicos/Historicos.aspx>
16. Información obtenida a partir de la solicitud con número de radicado del IDEAM 20249910082954.



@polentjcol



@polentjcol



POLEN Transiciones Justas



www.polentj.org

Con el apoyo de:



HEINRICH BÖLL STIFTUNG
BOGOTÁ
Colombia



Stockholm
Environment
Institute