AIDA
Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente

El Carbono Negro: Concepto, Efectos Climáticos y Oportunidades en su Control

El carbono negro (black carbon) es un aerosol o material particulado, que se produce en la combustión incompleta e ineficiente de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa.[1] Según lo señala el Prof. Mario Molina, es un término operacional empleado muchas veces como sinónimo del hollín (soot) que se forma en la combustión a flama o en motores de combustión interna. [2] Las emisiones particuladas de los procesos de combustión se conocen en general como material particulado, y se agrupan según su tamaño sea inferior a 10 micrómetros o a 2.5 micrómetros en PM10 y PM 2.5 respectivamente. [3]

El carbono negro es un componente del PM 2.5 capaz de retener la luz y de transformar esa luz en calor. Con un elevado potencial de calentamiento climático, el carbono negro sólo se mantiene suspendido en la atmósfera por días a semanas antes de ser lavado por las lluvias, [4] por lo que su regulación presenta llamativas ventajas estratégicas como medida de mitigación frente al cambio climático (CC). Estudios recientes indican que la reducción del carbono negro podría ser la forma más rápida de mitigar el calentamiento global. [5] Aquí revisamos brevemente sus fuentes, impactos y algunas soluciones en benificio del ambiente y la salud pública.

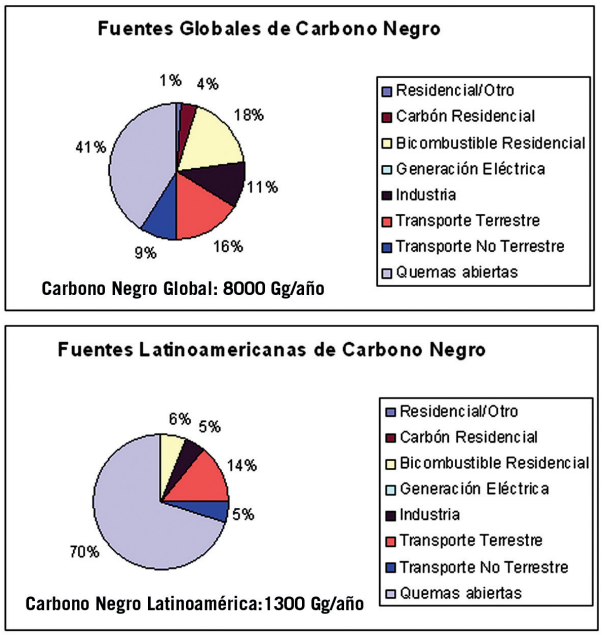
Fuentes Por Sector

Actualmente las emisiones de carbono negro provienen en su mayoría de países en vías de desarrollo, ya que los países desarrollados, fuente primaria del contaminante en los 50', adoptaron tecnologías de control que redujeron significativamente sus emisiones. [6] Las fuentes del carbono negro varían según continentes y regiones. Diferentes insumos para la combustión y diferentes procesos de combustión determinan la concentración de carbono negro por sectores. En términos generales, el carbono negro proviene de la combustión de:

- Combustibles fósiles en el transporte;
- Biocombustibles sólidos para cocina y calefacción residencial;
- Biomasa en quemas agrícolas controladas e incendios forestales.

Como se señaló inicialmente, el carbono negro se produce en combustiones ineficientes e incompletas. Como puede observarse en el gráfico más abajo, si bien el sector de generación termoeléctrica juega un rol principal en el CC por sus emisiones de CO_2, su participación es menor en las emisiones de carbono negro, ya que al ser quemado el combustible -de manera más eficiente y- a altas temperaturas, las partículas de carbono negro se consumen y en su lugar son emitidas en forma de CO_2.

El gráfico muestra que en Latinoamérica, la fuente más significativa de carbono negro son las quemas abiertas con un 70%, seguidas por la quema de combustibles fósiles en el sector de transporte terrestre con un 14%. Sin embargo, el potencial de calentamiento es mucho mayor en éste último, ya que en las quemas abiertas y en la combustión de biodiesel, la emisión de otros aerosoles enfriantes que reflejan la radiación del sol en dirección opuesta a la superficie de la Tierra – como el "carbono orgánico"- es mayor, contrarrestando parte de su efecto de calentamiento. [7]



Fuentes globales y latinoamericanas de carbono negro por sector. Fuente: Tami Bond. UIUC. 10/21/2009. Taller Internacional de Carbon Negro en Latinoamérica 2009.

Las emisiones de carbono negro causan graves problemas respiratorios especialmente en niños y adultos mayores. (Greenpeace)

Efectos Sobre El Clima

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático señaló en su cuarto informe, que las emisiones de carbono negro debían ser atendidas debido a su alto potencial de calentamiento. [8] Más recientemente, **el carbono negro ha sido documentado como el segundo agente de cambio climático más potente**, [9] con un potencial de calentamiento equivalente a 55% del potencial atribuido al bióxido de carbono (CO_2). [10] El carbono negro actúa sobre el clima de principalmente de dos maneras:

1.Aumenta la temperatura atmosférica global: Una vez emitido y mientras se encuentra en suspensión, el carbono negro absorbe la radiación solar y la transforma en energía calórica que es liberada en la atmósfera; y

2. Derrite nieves y hielos: El carbono negro se mantiene en suspensión sólo días o semanas, y luego al depositarse en los hielos y nieves, reduce su albedo[11] acelerando el derretimiento de estos cuerpos sólidos de agua. El problema es especialmente grave en el Ártico, [12] los Himalayas [13] y los Andes, con mayores impactos aproximándose a las zonas tropicales donde se concentra mayormente. [14]

Razones y Oportunidades Para su Regulación

1. La subsistencia del carbono negro en la atmósfera es relativamente corta, por lo que su regulación reduciría el calentamiento en cuestión de semanas.

2. Una reducción significativa de emisiones de carbono negro en la atmósfera, permitiría compensar emisiones de CO_2 equivalentes a entre 10 a 20 años, ganando tiempo para abordar soluciones sustantivas respecto de los GEI y así evitar los llamados puntos de inflexión y de no retorno sobre los que advierte PICC. [15]

3. Las tecnologías para la reducción del carbono negro son poco costosas y se encuentran disponibles. Varían según se trate del sector industrial, sector residencial y transporte (cocinas solares, filtros para escapes en transporte, quemas cubiertas controladas).

4. La reducción de las emisiones de carbono negro se traduciría en beneficios no solamente climáticos, sino también para la salud humana, la productividad agrícola y el ambiente.

Se Requiere de Nuevos y Más Enérgicos Esfuerzos Para Reducir Las Emisiones de Carbono Negro

A nivel Internacional, los expertos señalan la necesidad de:
- Ampliar la vigencia del Protocolo Kioto post 2012;
- Lograr acuerdo regional bajo Consejo del Ártico;
- Establecer áreas albedo-sensibles y protegerlas de las emisiones de buques, restringiendo el tráfico marino bajo la Organización Marítima Internacional;
- Fortalecer controles de emisión en transporte aéreo al alero de la Organización Internacional de Aviación Civil;
- Vigorizar controles bajo el Convenio de Basilea, ampliando su alcance sobre el carbono negro proveniente de fuentes estacionarias y móviles.

Dada la preeminencia de fuentes de uso doméstico y agrícola de carbono negro en países en desarrollo, el desafío a nivel local radica en el diseño de políticas de reducción de sus emisiones, que posibiliten una modernización efectiva de la tecnología, a la vez que la reducción progresiva de la pobreza. Mientras

Imagen de la NASA muestra como carbono negro depositado en los hielos absorbe luminosidad y acelera derretimiento.

que los países desarrollados han conseguido reducir sus emisiones accediendo a tecnologías limpias, los países en desarrollo se ven a menudo sin los recursos suficientes para hacerlo. Se recomienda a nivel de políticas públicas nacionales:

- Procurar acceso al Fondo de Inversión Climática del Banco Mundial para acceder a tecnologías que permitan reducir emisiones de carbono negro;
- Aprovechar sinergias Salud-Clima en el control de la contaminación atmosférica;
- Enfatizar la importancia de las reducciones de carbono negro para lograr las Metas de Desarrollo del Milenio.

Lo anterior supone además un compromiso enérgico con la aplicación real de la normativa existente, en especial la que limita las emisiones de material particulado, además de:

1. Ejercer un control efectivo sobre la quema de bosque nativo, y de biomasa en espacios abiertos no controlados;

2. Exigir que la energía utilizada por barcos en puerto provenga de tierra (no generada por la quema de combustible a bordo); regular tiempos de espera en terminales y exigir estándares elevados de eficiencia en combustibles de buques y navíos;

3. Aplicar las penalidades contempladas en la regulación de vehículos livianos por no cumplimiento con revisiones y estándares de emisiones;

4. Exigir estándares de emisiones y de eficiencia más estrictos en transporte pesado;

5. Prohibir la venta de combustibles de baja calidad y baja eficiencia, exigiendo combustibles limpios para ciertas actividades (transporte público);

6. Limitar combustión de biomasa para climatización en zonas urbanas congestionadas y no urbanas próximas a glaciares;

7. Revisión periódica de normas de calidad del aire y exigencias para el otorgamiento de licencias en sector industrial y de generación eléctrica.

La reducción significativa de emisiones de carbono negro que puede fácilmente obtenerse de su regulación, y del cumplimiento efectivo de la normativa existente, resultará en beneficios sinérgicos para la salud humana, el clima y el medio ambiente. Desaprovechar estas ventajas sin una estrategia de acción rápida, es insensato y nos llevaría a puntos de inflexión climática de consecuencias catastróficas.

Referencias

[1] *The Other Climate Changers: Why Black Carbon and Ozone Also Matter.* Jessica Seddon Wallack and Veerabhadran Ramanathan. Foreign Affairs 88.September/October 2009.

[2] *Reducing abrupt climate change risk using the Montreal Protocol and other regulatory actions to complement cuts in CO_2 emissions.* Mario Molina, Durwood Zaelke, K. Madhava Sarma, Stephen O. Andersen, Veerabhadran Ramanathan. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0902568106

[3] PM por sus siglas en inglés: *particulate matter*.

[4] Table 2.5 in Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, et al. (2007) *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., citado por The International Council on Clean Transportation en *A policy-relevant summary of black carbon climate science and appropriate emission control strategies*, Junio de 2009.

[5] "La reducción del carbono negro podría serla estrategia más rápida para mitigar el cambio climático." 29 de agosto de 2008. Institute for governance and sustainable development and International Network for Environmental Compliance and Enforcement, La reducción del carbono negro podría ser la estrategia más rápida para mitigar el cambio climático disponible en http://www.igsd.org/docs/BC%20Climate%20Briefing%20Note%2029Aug%2008%20Spanish.pdf

[6] V. Ramanathan and G. Carmichael, *Global and regional climate changes due to black carbon,* 1 NATURE GEOSCIENCE 221-22 (23 March 2008) en supra nota iv.

[7] Tami Bond, *A technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion*, 109 Journal of Geophysical Research D14203 (2004).

[8] IPCC, *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, in CLIMATE CHANGE 2007: the physical science basis. Contribution of working group i to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, p 129, 132, 153 (2007)

[9] El más potente gas de efecto invernadero (GEI) es el CO2 responsable de cerca del 60% del calentamiento registrado desde épocas pre-industriales.

[10] V. Ramanathan and G. Carmichael, *Global and regional climate changes due to black carbon*, 1 NATURE GEOSCIENCE 221-22 (23 March 2008) ("The BC forcing of 0.9 W m–2 (with a range of 0.4 to 1.2 W m–2) … is as much as 55% of the CO2 forcing and is larger than the forcing due to the other GHGs such as CH4, CFCs, N2O or tropospheric ozone.").

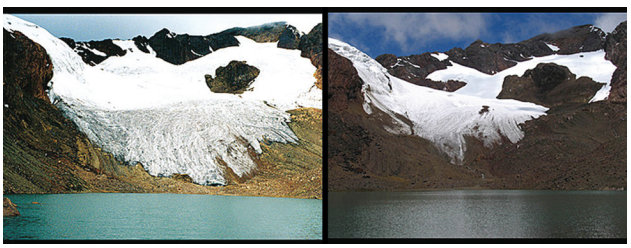
[11] albedo. (Del lat. albēdo, blancura). "Razón entre la energía luminosa que difunde por reflexión una superficie y la energía incidente." Diccionario de la Lengua Española, Vigésima segunda edición.

[12] Charles Zender, *Written Testimony for the Hearing on Black Carbon and Climate Change*, U.S. House Committee on Oversight and Government Reform 1 (18 October 2007), en líneahttp://oversight.house.gov/documents/20071018110919.pdf

[13] Op cit, supra nota viii, p 351, 397. ("while the radiative forcing is generally negative, positive forcing occurs in areas with a very high surface reflectance such as desert regions in North Africa, and the snow fields of the Himalayas."); y J. Hansen & L. Nazarenko, p. 425. (The brown haze over India, heavy with fossil fuel and biofuel soot, reaches to the Himalayas. If prevailing winds deposit even a fraction of this soot on glaciers, the snow BC content could be comparable to that in the Alps."). en "La reducción del carbono negro podría ser la estrategia más rápida…" op cit nota i.

[14] V. Ramanathan and G. Carmichael, *Global and regional climate changes due to black carbon*, 1 NATURE GEOSCIENCE (23 March 2008).p. 221.

[15] Op cit supra nota i.*The Other Climate Changers: Why Black Carbon*…p. 105-113.



Dos imágenes del Yanamarey muestran su retroceso en sólo 7 años. De acuerdo al INRENA, los glaciares del Perú han perdido 22% de su superficie en 27 años. © Greenpeace / Benjamin Morales Arnao (derecha) / Daniel Beltra (izquierda).