IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

1ER INVENTARIO INDICATIVO NACIONAL DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO & CARBONO NEGRO 2010-2014

MINAMBIENTE

CLIMATE & CLEAN AIR COALITION

ONU medio ambiente

SEI

AFD AGENCE FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT

CITEPA

IVÁN DUQUE MÁRQUEZ
Presidente de la República de Colombia

RICARDO LOZANO
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MARÍA CLAUDIA GARCÍA DÁVILA
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

ROBERTO MARIO ESMERAL BERRIO
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

ALEX JOSÉ SAER SAKER
Director de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbano

MAURICIO GAITÁN VARÓN
Coordinador Asuntos Ambientales Sectorial y Urbano

YOLANDA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
Directora General – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

DIANA MARCELA VARGAS GALVIS
Subdirectora de Estudios Ambientales – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

ANA MARÍA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
Coordinadora Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

PRODUCCIÓN TÉCNICA Y EDITORIAL

CLAUDIA CAROLINA CUENTAS MORALES
Temático – Consultor Sénior CCVC y Cambio Climático – Coalición del Clima y Aire Limpio – CCAC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MinAmbiente; Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM.

LEONARDO ALFREDO PINEDA PARDO
Profesional Especializado – Líder temático Calidad del Aire – Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo – Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM.

MARÍA PAULA PÉREZ PEÑA
Consultor – Apoyo temático a calidad del aire – Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo – Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM.

OSCAR JULIÁN GUERRERO MOLINA
Consultor – Apoyo temático y estadístico a Calidad del Aire – Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo – Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

CAMILO ARTURO JIMÉNEZ VALBUENA
Consultor – Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental – IDEAM.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Colombia, 2019.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

No comercializable. Distribución gratuita

Inventario Nacional Indicativo de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro 2010 – 2014 [Recurso electrónico] / Cuentas Morales, Claudia Carolina; Pineda Pardo, Leonardo Alfredo; Pérez Peña, María Paula; Guerrero Molina, Oscar Julián. Bogotá D.C., Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Coalición del Clima y Aire Limpio. 2019.

75 p.

ISBN: En trámite

IVÁN DUQUE MÁRQUEZ
Presidente de la República de Colombia

RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MARÍA CLAUDIA GARCÍA DÁVILA
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

ROBERTO MARIO ESMERAL BERRÍO
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

CONSEJO DIRECTIVO

RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

ÁNGELA MARÍA OROZCO GÓMEZ
Ministra de Transporte

GLORIA AMPARO ALONSO MÁSMELA
Directora del Departamento Nacional de Planeación

JUAN DANIEL OVIEDO ARANGO
Director del Departamento Administrativo Nacional de Estadística

JUAN PABLO RUIZ SOTO
Delegado de Presidencia de la República

RAMÓN LEAL LEAL
Director Ejecutivo de la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible

DIEGO FERNANDO HERNÁNDEZ LOSADA
Director General del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias)

GILBERTO GALVIS BAUTISTA
Secretario Técnico del Consejo

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

YOLANDA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
Directora General

GILBERTO GALVIS BAUTISTA
Secretario General

NELSON OMAR VARGAS MARTÍNEZ
Subdirector de Hidrología

DIANA MARCELA VARGAS GALVIS
Subdirectora de Estudios Ambientales

EDITH GONZÁLEZ AFANADOR
Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

ELIÉCER DAVID DÍAZ ALMANZA
Subdirector de Meteorología

MARY ESPERANZA FERNÁNDEZ PORRAS
Jefe Oficina Pronósticos y Alertas

TELLY DE JESÚS MONTH PARRA
Jefe Oficina Asesora de Planeación

LEONARDO CÁRDENAS CHITIVA
Jefe Oficina de Informática

GILBERTO ANTONIO RAMOS SUÁREZ
Jefe Oficina Asesora Jurídica

MARÍA EUGENIA PATIÑO JURADO
Jefe Oficina Control Interno

DIANA QUIMBAY VALENCIA
Jefe Oficina Cooperación Internacional

JUAN FERNANDO CASAS VARGAS
Jefe Grupo de Comunicaciones

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

AGRADECIMIENTOS

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, agradecen de manera muy especial al Programa Ambiental de las Naciones Unidas, a la Coalición del Clima y Aire Limpio y a las siguientes entidades que contribuyeron al desarrollo del presente inventario:

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura)
- Ministerio de Minas y Energía (Minminas)
- Ministerio de Relaciones Exteriores (Minexterior)
- Ministerio de Transporte (Mintransporte)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
- Universidad Nacional de Colombia (UNAL)

De igual manera el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, agradece la cooperación recibida durante el proceso de validación y revisión del inventario, la cual fue posible gracias a:

- Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)
- Centro Técnico Interprofesional de Estudios sobre Contaminación del Aire (CITEPA)

Un especial agradecimiento a la Unidad Coordinadora del Informe Bienal de Actualización de Colombia (IDEAM – PNUD).

A los lectores por tomarse el tiempo de leer y tomar este documento como parte de sus consultas y porque hacen parte fundamental de la misión del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, el cual se mueve día tras día por las inquietudes y las necesidades de investigación, lo que permite generar productos que aporten al desarrollo sostenible del país.

Contenido

PRÓLOGO 1

Recursos naturales el desarrollo en Colombia y la Tecnología 1

INTRODUCCIÓN 6

1. CONCEPTOS CLAVE Y CONTEXTO 8

1.1 Inventarios de emisiones: definición y métodos de cálculo 9

1.2 Especies contaminantes incluidas en este inventario 12

1.3 Institucionalidad del inventario: Funciones del IDEAM y CONPES 3943 13

1.4 Compromisos internacionales que dan lugar al desarrollo del inventario 14

1.4.1 Organización Económica para la cooperación y el desarrollo OCDE 15

1.4.2 Coalición del Clima y Aire Limpio CCAC 15

1.4.3 Participación de Colombia en la Asamblea de Alto Nivel de la CCAC en Marrakech 16

1.4.4 El Acuerdo de París, nuevo acuerdo global para el periodo posterior al 2020 17

2. METODOLOGÍA 19

2.1 Modelo general de cálculo para la estimación de emisiones 20

2.2 Procedimiento de elaboración del inventario. 20

2.3 Clasificación de las fuentes de emisión: Grupos IPCC y Sectores 22

2.4 Detalle de la metodología empleada en cada categoría y nivel de complejidad *Tier* y fuentes de información. 23

2.4.1 Fuentes de información empleadas por sector. 24

2.5 Evaluación y aseguramiento de la calidad. 27

3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 29

3.1 Resultados: Resumen de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio. 30

3.1.1 Carbono Negro 30

3.1.2 Material particulado $PM_{2.5}$ 31

3.1.3 Monóxido de carbono CO 33

3.1.4 Dióxido de Nitrógeno NO_2 34

3.1.5 Dióxido de azufre SO_2 35

3.1.6 Desagregación de emisiones para las categorías 1A3 Transporte y 1A2 Industrias manufactureras y de construcción 36

3.2 Conclusiones y recomendaciones. 38

Referencias **44**

Anexos **46**

Anexo 1 Tablas con listado completo de códigos para cada categoría e información complementaria 47

Anexo 2 Tablas anuales de reporte de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio 51

Lista de tablas

Tabla 1 Grupos IPCC (Categorías) y sectores incluidos en el Inventario Indicativo Nacional de Carbono Negro y Contaminantes Criterio 2010-2014 23
Tabla 2 Resumen de las fuentes de información base consultadas por sector 24
Tabla 3 Energía 47
Tabla 4 Procesos industriales y uso 48
Tabla 5 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra 49
Tabla 6 Residuos 49
Tabla 7 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2010 51
Tabla 8 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2011 56
Tabla 9 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2012 61
Tabla 10 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2013 66
Tabla 11 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2014 71

Lista de figuras

Figura 1 Esquema de la confiabilidad del estimado de emisiones versus el incremento en el costo para las diferentes metodologías empleadas en el desarrollo de inventarios de emisiones. Adaptado de DEQ (2004). 10
Figura 2 Breve descripción de las especies contaminantes incluidas en este inventario. 12
Figura 3 Etapas de la elaboración del inventario 21
Figura 4 Esquema de resumen de la metodología empleada para cada sector contemplado en el inventario dentro de las categorías de fuentes y nivel de complejidad. 24
Figura 5 Criterios para tener en cuenta en la revisión de inventarios de emisiones. 28
Figura 6 Emisiones totales de Carbono Negro en toneladas para el año 2014 30
Figura 7 Emisiones históricas de Carbono Negro 31
Figura 8 Emisiones totales de material particulado $PM_{2.5}$ en toneladas para el año 2014 31
Figura 9 Emisiones históricas de material particulado $PM_{2.5}$ 32

Figura 10 Relación de las emisiones de Carbono Negro con respecto a las emisiones de Material Particulado $PM_{2.5}$.....32
Figura 11 Emisiones totales de Monóxido de Carbono CO en toneladas para el año 2014.....33
Figura 12 Emisiones históricas de Monóxido de Carbono CO.....33
Figura 13 Emisiones totales de NO_2 en toneladas para el año 2014.....34
Figura 14 Emisiones históricas de Dióxido de Nitrógeno NO_2.....34
Figura 15 Emisiones totales de SO_2 en toneladas para el año 2014.....35
Figura 16 Emisiones históricas de Dióxido de Azufre SO_2.....35
Figura 17 Emisiones desagregadas por subsector para la categoría 1A3 Transporte en toneladas para el 2014. 36
Figura 18 Contribución de los diferentes subsectores al material particulado $PM_{2.5}$ emitido por las fuentes pertenecientes a la categoría 1A2 Industrias manufactureras y de construcción.....37
Figura 19 Contribución de los diferentes subsectores al Carbono Negro emitido por las fuentes pertenecientes a la categoría 1A2 Industrias manufactureras y de construcción.....37

PRÓLOGO

Recursos naturales, el desarrollo en Colombia y la Tecnología

Entre los grandes desafíos que enfrenta el mundo, se reconocen como de vital importancia, el cambio climático, la pérdida de bosques tropicales, la inequidad, la pobreza y la necesidad imperiosa de reducir la contaminación atmosférica. Son estas problemáticas las que constantemente ponen presiones en los sistemas sociales, económicos y ambientales de muchas sociedades.

Es a través de la transformación de las actividades económicas que contribuyen a la degradación ambiental, que podemos dar respuesta a la dicotomía "modernizar – ecologizar"; este último término, entendido de forma errónea como un intercambio estimulado por las limitaciones económicas impuestas por la regulación ambiental y el bienestar público ambiental.

Sin embargo, la interrelación que existe entre la protección ambiental y la erradicación de la pobreza, evidente en la reciente integración de los principios de desarrollo sostenible propone, por el contrario, una transformación de las actividades económicas, que sirva de catalizador y facilite la solución a múltiples problemáticas.

Como se mencionó anteriormente el cambio climático y la contaminación del aire – en un término más amplio, la contaminación atmosférica – son las principales problemáticas emergentes de nuestra generación.

El reconocimiento de la problemática del cambio climático nos ha llevado a través de un viaje científico y social que inicia con la aceptación de que existen ciclos naturales climáticos, que toman aproximadamente 100,000 años en completar y que ciertamente tienen un efecto importante en el clima. Estos ciclos difieren por las variaciones en la temperatura media global, la cual puede incrementar o disminuir, en aproximadamente 5°C.

Sin embargo, los registros de este viaje científico, que ya se remonta a décadas, nos permite contar con información, datos específicos que son el resultado de las observaciones a través de instrumentos especializados de las variaciones climáticas de nuestro planeta. Las variaciones climáticas que hemos observado reflejan las interacciones complejas y las dependencias de los componentes terrestre, oceánico, atmosférico, los organismos vivos y el sol.

Pero finalmente este viaje, es aún más revelador, la evidencia que hemos logrado recolectar y analizar, nos ha llevado a entender la conexión

inexorable entre el desarrollo económico – que comenzó principalmente con la revolución industrial – y el cambio climático. La evidencia científica refleja, cómo en gran medida el cambio climático ha sido inducido por el hombre.

En la actualidad las variaciones climáticas regionales, imponen una tensión significativa en las sociedades. Indiferente de lo difícil que este desafío pueda parecer, confrontar la problemática de la contaminación atmosférica nos brinda la oportunidad de innovar, colaborar y actuar no sólo para adaptarnos, sino para mitigar la amenaza que representa el cambio climático y la contaminación del aire para futuras generaciones.

Es de vital importancia diseñar un acercamiento integral a la necesidad de reducir la contaminación atmosférica, específicamente los contaminantes climáticos de vida corta. La problemática social nacional ciertamente contribuye, y el entender la historia socio económico regional y nacional nos puede brindar una nueva óptica en la búsqueda de soluciones.

El reconocimiento, de que las soluciones tecnológicas son transitorias, y que se convierten en una modernización tecnocientífica continúa como se ha visto en los últimos 300 a 400 años (Blok & Jensen, 2011). Comenzamos con la revolución industrial, una referencia indicativa del crecimiento acelerado de las emisiones atmosféricas y continuamos con los subsecuentes cambios tecnológicos significativos, que definen el marco de las dinámicas económicas actuales.

La primera revolución industrial se caracterizó por la sustitución del trabajo manual por equipos mecánicos, el uso de energía mecánica como el vapor, el mejoramiento en la obtención y transformación de la materia prima; especialmente en la metalurgia y la industria química, finalmente junto con estos cambios en equipos y procesos también se dio origen a diferentes tipos de organizaciones industriales. Estos logros llevaron a una mayor productividad, que inevitablemente impulso, como en el caso de la extracción del carbón a una minería más profunda, hasta un punto en que la filtración del agua se convirtió en un riesgo, lo que promovió otro avance tecnológico.

Estos nuevos avances tecnológicos crearon la necesidad de incrementar el abastecimiento de carbón, lo que fortaleció la industria de la producción de hierro, reduciendo los retos en la obtención de combustibles. Mientras otros avances tecnológicos en campos como la industria textil incrementaron la demanda por combustibles económicos y por ende la demanda por motores a vapor o carbón, lo que a su vez detona un crecimiento en la industria de la producción de hierro y así mismo en la extracción del carbón y en general la necesidad de energéticos económicos (Landes, 2003). La revolución industrial inició un

avance tecnológico sostenido y cumulativo, que tuvo repercusiones en todos los aspectos de la vida económica de las sociedades, como el nacimiento de los centros urbanos. Sin embargo, una característica de estos avances tecnológicos e invocaciones es que tienden a tener tiempos de vida que comienzan con una introducción paulatina y cuando alcanzan su máximo potencial, su rendimiento marginal comienza a decrecer. El proceso de avance tecnológico y la apropiación, no es uniforme, pero por el contrario difiere substancialmente entre sociedades.

A finales del siglo diecinueve, en algunos países, el crecimiento de la industria textil, del acero, el hierro y productos químicos pesados, desaceleró, para iniciar una industria diferente, aún más prospera, como la electricidad, las fuentes móviles de energía, el motor de combustión interna. Este periodo es considerado, en la actualidad por algunos autores como la segunda revolución industrial.

Sin embargo, esta innovación o proceso de industrialización, visto desde la óptica tecnológica, no aseguró y solo recientemente busca asegurar "el uso" inteligente de los avances tecnológicos, una visión que va más allá del aprovechamiento de las posibilidades de producción, pero que, en un sentido más integral, busca una adaptación efectiva al ambiente, minimizando la generación de desperdicios, polución, conflictos sociales, y otras externalidades.

La tecnología moderna, si bien no impulsa una posición eco-centrista en una época en la que la pérdida de los ecosistemas y biodiversidad es inminente, se adapta a las necesidades imperiosas de protección del ambiente.

Lo que nos trae a una dicotomía aún más compleja, cuando se busca generar impacto en la reducción de la contaminación atmosférica, y es el concepto de modernización, lo que implica considerar no solo los modos de producción desde una perspectiva de modernización tecnológica, pero al mismo tiempo atender a una dimensión social e institucional para mantener la continuidad de aquello que hace posible que una sociedad compita en términos equitativos en la generación de riqueza, de forma sostenible, sin deterioro del ambiente.

Las actividades económicas modernas, deben ser lo suficientemente flexibles, de forma que puedan evitar o controlar subproductos que afectan los ecosistemas, aún en un escenario de carencia de conocimiento científico para establecer el conjunto de principios que permitan medir y caracterizar la resiliencia de los ecosistemas (Garmestani, Allen, Arnold, & Gunderson, 2014).

En Latinoamérica se logró observar en el siglo diecinueve, modestos experimentos de la industria moderna, sin embargo, la lucha por la independencia en esta región fue un proceso largo, que como otras guerras tuvo consecuencias destructivas;

algunos ejemplos son la diseminación de la población, disminución de los rebaños de ganado, la clausura de las minas, el abandono de fincas, la reducción del comercio internacional, la disminución del capital de inversión y del tesoro nacional, fue un periodo de política turbulenta e inestable. Adicionalmente, los recursos económicos productivos siguieron en gran parte centralizados por grupos culturalmente orientados hacia Europa.

La segunda mitad del siglo diecinueve fue un periodo de mayor estabilidad que acercó la economía de la región a la economía mundial liderada por Europa y Norte América, con la incorporación de nuevas tecnologías. Un ejemplo importante de las tecnologías que acercaron la economía regional a la economía europea fue el buque a vapor, el cual redujo los tiempos de navegación. Esta integración condujo a un rápido crecimiento en las exportaciones a países industrializados, que requerían productos alimenticios, materia prima y generar mercados en estas nuevas naciones.

En menos de diez años, a finales del siglo, el valor de las exportaciones creció considerablemente, el mundo evidencio así, una creciente prosperidad en las naciones industrializadas. A cambio de estos productos primarios, Latinoamérica importó textiles, maquinaria, herramientas, armas y artículos considerados de lujo, entre otros.

En resumen, Latinoamérica y en particular Colombia, aún tiene evidencias del paso de la primera y segunda revolución industrial, la primera revolución industrial que para mecanizar la producción uso agua y vapor, lo que implicó un crecimiento importante en el consumo de los combustibles fósiles de bajo precio, como el carbón, no solo como fuente de combustión sino como materia prima para la producción de acero. La segunda revolución industrial, así llamada por algunos autores, hizo uso de la energía eléctrica para la producción masiva.

Los primeros sistemas de generación eléctrica en Latinoamérica fueron implementados pocos años después, cuando nos comparamos con países desarrollados; en Colombia los primeros proyectos de generación de electricidad ocurrieron en 1889, por empresas privadas y mixtas, con concesiones que les permitía prestar el servicio de alumbrado público y posteriormente al comercio y familias con determinados ingresos; en la jurisdicción del municipio. Esta fecha, no es muy distante del primer proyecto hidroeléctrico que se implementó en Inglaterra en 1878, para la generación de energía de una sola lámpara; cuatro años más tarde se construyó el primer sistema de energía para clientes comerciales en Norte América.

Colombia, en particular cuenta con una matriz energética, que tiene un potencial importante de reducción

de emisiones ya que aún depende del uso de combustibles fósiles, como el carbón, diésel en menor medida y el gas natural, aunque este combustible comparado con los otros combustibles fósiles que se utilizan en la producción de energía eléctrica genera bajas emisiones. En el transporte y en otros sectores de demanda de combustibles fósiles, el potencial de reducción de emisiones es aún mayor, debido a que nuestro sistema de transporte usa principalmente gasolina y diésel.

Sin embargo, en términos de emisiones atmosféricas, la generación de energía eléctrica en hidroeléctricas, una fuente importante en la matriz nacional abastece el sector terciario de la economía y gran parte del sector residencial en zonas interconectadas, como los centros urbanos densos. Por lo que las emisiones tienden a ser bajas para la producción de energía. Esto nos lleva a mencionar, la tercera revolución industrial mundial por la que ya muchos países desarrollados pasaron. Esta revolución tecnológica, hace uso de la electrónica y la tecnología de la información para automatizar la producción. Es durante esta revolución que los países industrializados han visto, el comienzo y crecimiento en el uso de la energía renovable. Mientras en la actualidad, en estos países, está tomando fuerza una cuarta revolución industrial, la digitalización, que se caracteriza por una fusión de tecnologías que borra los límites entre la dimensión física, digital y biológica, la tercera revolución aún no ha llegado a algunas regiones de Latinoamérica y a nivel nacional, de forma irregular, solo algunos sectores han logrado, a una escala muy pequeña, sistematizar sus procesos e implementar sistemas de control de emisiones.

Si bien algunos esfuerzos de protección del ambiente nos piden avanzar en la introducción de esta tecnología, debemos simultáneamente ser propositivos y avanzar en un sistema de desarrollo sostenible, quizás en esta ocasión sea nuestra región la que defina una nueva revolución socioeconómica y/o tecnológica.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es poner a disposición del público y de los tomadores de decisiones, información sobre las emisiones de varios contaminantes atmosféricos, específicamente lo referente a contaminantes criterio y al carbono negro, entre los años 2010 – 2014. Esta información permite la priorización de las fuentes emisoras, con el fin de desarrollar políticas, estrategias, lineamientos o directrices para la reducción de estas emisiones.

Los datos aquí presentados, complementan la información generada por el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, brindando un espectro más amplio de evidencias y criterio valiosos para la gestión de los contaminantes que contribuyen al cambio climático y la contaminación del aire a nivel nacional.

La continua actualización de este inventario permitirá medir el grado de asertividad de las estrategias, acciones y esfuerzos orientados a la reducción de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro, algunos precursores en la formación del Ozono Troposférico. De igual forma, permitirá informar a la sociedad, e identificar problemáticas emergentes, dar cumplimiento a los compromisos internacionales suscritos por Colombia, como el Acuerdo de Marrakech, finalmente permitirá direccionar futuras acciones.

Este documento plantea un diseño para las primeras estimaciones nacionales de emisiones de Carbono Negro y contaminantes criterio, estos estimados se calculan, aplicando una de las metodologías sugeridas por la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), la cual es desarrollada y documentada por la Agencia Ambiental Europea (EEA).

La priorización de fuentes de emisiones y la cuantificación de emisiones generadas por las fuentes de emisión estimadas en este inventario, es el primer paso para el desarrollo de mecanismos de gestión efectivos. Las variables relacionadas con el contexto socio económico nacional, permiten entender, explicar y gestionar de forma integral las fuentes priorizadas, por lo que el análisis de estas variables debe ser considerado

Se debe mencionar que, mientras el conocimiento científico sobre la influencia de múltiples contaminantes atmosféricos en el cambio climático avanza, persiste la necesidad esencial de reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), como el Dióxido de Carbono (CO_2).

Estos gases permanecen en la atmósfera por un tiempo lo suficientemente largo para llegar a

mezclarse de forma relativamente homogénea, este proceso es más rápido, que el tiempo necesario para que los procesos naturales de remoción reduzcan sus concentraciones. Esta característica permite estimar la concentración global de estos gases (IPCC, 2007).

Sin embargo, existe evidencia adicional, que señala, que en caso de lograrse reducciones significativas en las emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2), aun si consideramos los beneficios asociados a las reducciones de los contaminantes co-emitidos como el Dióxido de Azufre (SO_2), el Dióxido de Nitrógeno (NO_2), el Monóxido de Carbono (CO), el Carbono Negro, entre otros, los beneficios de las acciones de mitigación, para la desaceleración del calentamiento global se lograrían solo dentro de 20-30 años.

El fundamento para este argumento se encuentra en el hecho de que el incremento en la temperatura media global actual es influenciado principalmente por emisiones pasadas de Dióxido de Carbono (CO_2) junto con las emisiones actuales de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC). Razón por la cual, las reducciones inmediatas en las emisiones de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta, adicionales a las reducciones en las emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2), brindan la oportunidad de reducir en el corto plazo, el incremento de la temperatura media global en 1.5°C del total del calentamiento que experimentaríamos de aquí al 2050. Las acciones inmediatas presentan co-beneficios adicionales para la salud pública, la productividad agrícola y la reducción en la contaminación atmosférica local.

Las estrategias/acciones dirigidas a la reducción de las emisiones de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC), de ser implementadas en las próximas dos décadas pueden trasferir beneficios sociales en el corto plazo, a unos costos considerablemente bajos

El inventario indicativo nacional de emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro, busca informar la gestión de reducción de emisiones y complementar la información que entrega el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Brinda una visión más amplia de las fuentes de emisiones prioritarias, lo que contribuye de forma significativa a mejorar la búsqueda de soluciones integrales.

El documento se divide en tres partes. La primera, en la que se brindan conceptos clave y se detalla el contexto que da lugar a la generación de este inventario. La segunda parte que describe la metodología desarrollada, y finalmente una tercera parte donde se condensan los resultados, las conclusiones y recomendaciones derivadas del levantamiento del inventario.

Foto cortesía de Leonardo Pineda

1. CONCEPTOS CLAVE Y CONTEXTO

Se resumen conceptos básicos relacionados con inventarios de emisiones, contaminantes atmosféricos y los compromisos internacionales y nacionales que dan lugar al desarrollo del presente Inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro 2010 – 2014.

El Inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro, es el resultado de un trabajo de construcción colectiva en el que participan múltiples instituciones del país, como son los diferentes ministerios, gremios y sectores industriales, instituciones públicas y privadas generadoras de estadísticas nacionales y sectoriales, entre otras.

Estas instituciones son las principales generadoras y proveedoras de información relevante a las actividades socioeconómicas nacionales que fueron requeridos para la estimación de las emisiones registradas en el inventario.

En esta sección se resumen conceptos clave sobre los inventarios de emisiones, así como las especies contaminantes estimadas y la base que enmarca el desarrollo de este trabajo.

1.1 Inventarios de emisiones: definición y métodos de cálculo.

Un inventario de emisiones consiste en una base de datos que lista la cantidad de contaminantes que son inyectados a la atmósfera por fuentes emisoras en un determinado periodo de tiempo (EPA, 2018).

Contar con este tipo de herramientas es de utilidad para las autoridades ambientales, alcaldías locales y oficinas de planeación, ya que facilitan el manejo del recurso atmosférico.

A partir del análisis de los inventarios de emisiones, es posible identificar las principales fuentes emisoras que contribuyen a la contaminación atmosférica en un área o región, y sobre las cuales un mayor control puede resultar en reducciones en los niveles de concentración de contaminantes, mejorando de esta manera la calidad del aire de la zona gestionada (Vallero, 2014).

Existen diferentes metodologías para llevar a cabo el seguimiento de las fuentes emisoras en una región y realizar los cálculos necesarios para generar inventarios de emisiones. Por ejemplo: mediciones directas en la fuente (Sistemas de Monitoreo continuo), modelos de emisión, balance de materia, uso de factores de emisión o incluso el juicio ingenieril.

La selección del método de estimación del inventario depende de varios factores como la disponibilidad de información, tiempo, factibilidad técnica, disponibilidad de personal y presupuesto.

Así mismo, se distingue entre los métodos de estimación de emisiones, niveles de error y de confiabilidad de los estimativos. La Figura 1 muestra un esquema en el que se representa el nivel de confiabilidad de las emisiones estimadas con respecto al incremento en el costo de las diferentes opciones

metodológicas para determinar inventarios de emisiones.

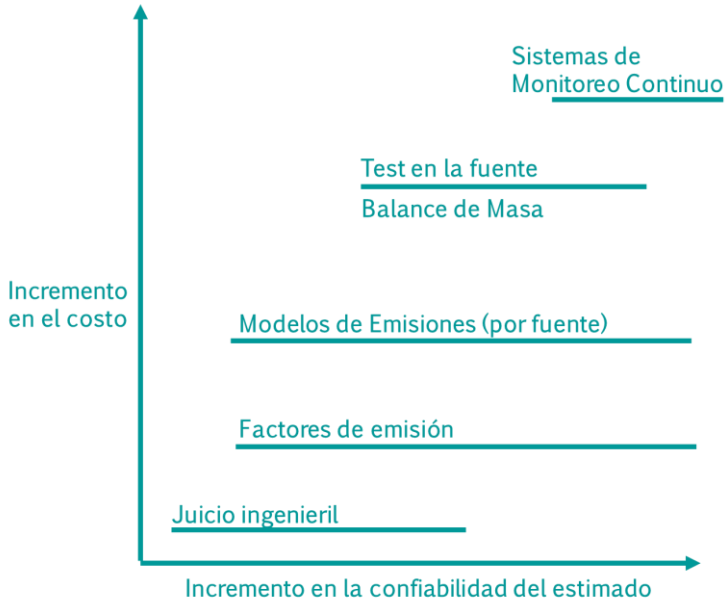


Figura 1 Esquema de la confiabilidad del estimado de emisiones versus el incremento en el costo para las diferentes metodologías empleadas en el desarrollo de inventarios de emisiones. Adaptado de DEQ (2004).

Si bien el uso de Sistemas de Monitoreo Continuo representa uno de los métodos más confiables (ver Figura 1), también supone altos costos que dificultan su implementación, además de presentar complejidades a nivel logístico. Los balances de masa también son una fuente confiable para el desarrollo de inventarios, sin embargo, se requiere de una alta cantidad de información de la fuente emisora para lograr el cálculo por este método.

En lo que se refiere al uso de modelos de emisiones su implementación también se encuentra supeditada a la disponibilidad de información. Algunos modelos empleados son BEIS (para fuentes de emisión biogénicas) o MOVES, COPERT e IVE (para fuentes de emisión móviles en carretera), pero como se señala, son específicos por fuente, lo que hace que se requiera más de un modelo para el cálculo del inventario.

Por su parte, la alternativa del uso de factores de emisión tiene un rango amplio de confiabilidad, siendo por tanto una metodología muy útil bajo varios escenarios donde no se cuenta con datos propios o mediciones.

La EPA (2016) define los *factores de emisión* como:

> *Un valor representativo que busca relacionar la cantidad de un contaminante liberado a la atmósfera*

con una actividad asociada a la liberación de este contaminante. Estos factores de emisión se expresan usualmente como el peso del contaminante, dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad que emite el contaminante (ej. Kilogramos de partículas emitidas por mega gramo de carbón quemado).

Cuando por falta de información local, se usan factores de emisión generados para otros países, donde las características de las fuentes de emisión y combustibles distan mucho del caso estudiado, se debe contemplar los factores de error asociados al uso de dichos factores. Esto conlleva a la asociación de algunas incertidumbres que deben ser tenidas en cuenta.

A pesar de esto, el uso de factores de emisión facilita el cálculo y permite contar con estimados para diferentes especies contaminantes, proporcionando así una mirada a la cantidad de contaminantes emitidos por diversas fuentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo del Inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro hace uso de la metodología de factores de emisión mediante la inclusión de datos de actividad para determinar la magnitud de las emisiones provenientes de una fuente específica. En la sección 2.1 Modelo general de cálculo para la estimación de emisiones, se detalla la forma en la que se realizó la estimación de este inventario.

Ahora bien, dentro del desarrollo de un inventario de emisiones, se encuentran disponibles además dos aproximaciones para el cálculo, correspondientes a *bottom-up* y *top-down*. La primera *bottom-up* (abajo-arriba), requiere de un conocimiento detallado de información y se realiza con datos que posean la mayor resolución posible, tanto temporal como espacial, un ejemplo de este tipo de información son datos de flujos vehiculares, perfiles de tráfico y longitud de las vías, si de fuentes móviles se trata (Carmona et al., 2016).

Por su parte, el acercamiento *top-down* (arriba-abajo) emplea factores con menor resolución y generalizados como uso total de combustible o unidades de vivienda en un área. En este caso, los factores de emisión predicen las emisiones por unidad de energía o por hogar (Lents et al., 2019).

Así pues, por la naturaleza de la información empleada y disponible para el levantamiento de este inventario de emisiones, el ejercicio aquí presentado se realiza mediante el enfoque *top-down*.

Adicionalmente, el desarrollo de este inventario de emisiones siguió las recomendaciones de la Guía Técnica para preparar inventarios nacionales de emisiones de la Agencia Ambiental Europea (EEA, 2016). En la guía se hace referencia a diferentes niveles de

complejidad metodológica de los modelos de emisiones, estos son denominados *Tiers*. Usualmente se distinguen tres tiers. *Tier 1:* se refiere al método más simple y básico, *Tier 2:* se refiere a un nivel metodológico con complejidad intermedia, *Tier 3:* el nivel más demandante en términos de complejidad y requerimiento de datos e información. Los tiers 2 y 3 son referidos como los niveles más altos y por tanto son considerados los más confiables y acertados (MinAmbiente, 2017).

En el desarrollo de este inventario, teniendo en cuenta los niveles de complejidad y de disponibilidad de información, algunos sectores estimados son de complejidad tier 2, mientas que otros son de complejidad tier 1 (ver sección 2.4 Detalle de la metodología empleada en cada categoría y nivel de complejidad *Tier* y fuentes de información.).

1.2 Especies contaminantes incluidas en este inventario

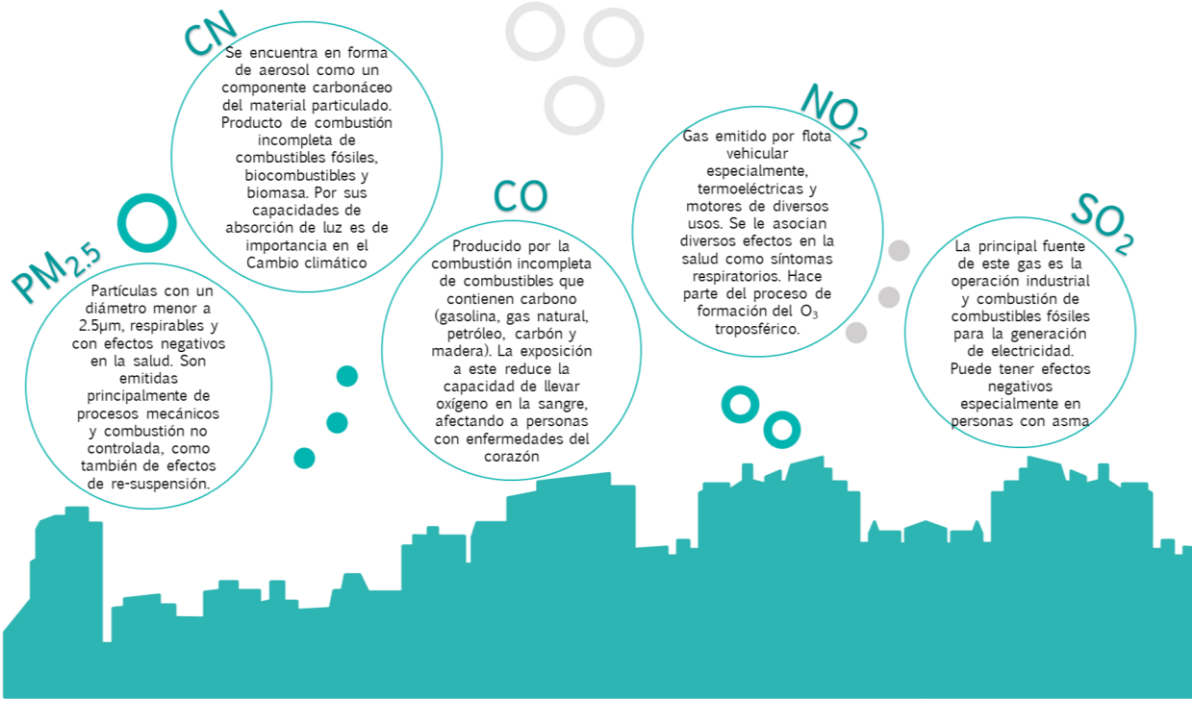


Figura 2 Breve descripción de las especies contaminantes incluidas en este inventario.

Dentro de las especies incluidas en este inventario nacional, solo se estiman las emisiones de algunos contaminantes criterio, a saber: material particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y el Dióxido de Azufre (SO_2) (Ver Figura 2).

Es importante resaltar que hay dos contaminantes criterio que no se incluyen en este inventario: el ozono troposférico y las partículas menores a 10 micras (PM_{10}).

Así mismo, por su importancia y relevancia en relación con el cambio climático, y por constituir una fracción que constituye el material particulado, en este inventario también se incluye la estimación de Carbono Negro.

1.3 Institucionalidad del inventario: Funciones del IDEAM, CONPES 3943 de 2018 y Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 "Pacto por Colombia – Pacto por la Equidad".

El Decreto 291 de 2004 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MinAmbiente), establece entre las funciones de la Subdirección de Estudios Ambientales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la recolección y generación de información sobre uso de recursos naturales renovables, contaminación y degradación por vertimientos, emisiones y residuos sólidos producidos por las diferentes actividades socioeconómicas.

También entre sus funciones se encuentra apoyar técnica y científicamente para fundamentar la toma de decisiones en materia de política ambiental y suministrar las bases para el establecimiento de normas, disposiciones y regulaciones para el ordenamiento ambiental del territorio, el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

En esta Subdirección, la elaboración del inventario es coordinado por el Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo, que consta de un grupo de profesionales con experiencia específica en temáticas asociadas al estudio, análisis y gestión de los contaminantes atmosféricos.

El Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo, junto con un profesional que hace parte del Programa Ambiental de la Naciones Unidas, a través de la Iniciativa 'Apoyo a la Planeación y Acción Nacional para la Mitigación de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta' (Support for National Action Planning – SNAP), diseñada e implementada por la Coalición del Clima y Aire Limpio – CCAC, conformaron el equipo técnico que lideró los cálculos y la recopilación de la información necesaria para la estimación de las emisiones y final elaboración del inventario.

Adicionalmente el equipo recibió apoyo de profesionales de las diferentes subdirecciones del Instituto

de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) y del Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI, por sus siglas en inglés).

Estos apoyos, permitieron dar desarrollo al presente inventario, el cual se enmarca en el desarrollo de las líneas de acción del CONPES 3943 de 2018 "Política para el mejoramiento de la Calidad del Aire", el cual define como una estratégico, el mejoramiento de la cobertura, calidad y disponibilidad de información de emisiones y calidad del aire, para lo cual en 2021 el IDEAM, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, levantará la base de datos con el registro de la información necesaria para realizar el inventario nacional de emisiones y a partir de 2022 el IDEAM realizará y publicará inventarios nacionales bienales de emisiones de contaminantes criterio del país en la página web de la entidad.

De esta manera, el Instituto presenta anticipadamente los productos asociados a esta línea de acción, la cual incluye bases de datos, metodologías de cálculo y la publicación de esta primera versión del inventario.

Por otra parte, el pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022, presenta como un objetivo estratégico el "mejoramiento de la calidad del aire, del agua y del suelo para la prevención de los impactos en la salud pública y la reducción de las desigualdades relacionadas con el acceso a recursos", para lo cual MinAmbiente e IDEAM pondrán en marcha un programa para mejorar la cobertura y disponibilidad de información de emisiones y calidad del aire.

Es allí, donde el presente inventario empieza a dar atención a dichas necesidades, las cuales permitirán la formulación e implementación de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire sobre actividades críticas y el diseño de diferentes instrumentos económicos para promover un equilibrio entre la conservación y la producción, de forma tal que la riqueza natural del país sea apropiada como un activo estratégico de la Nación.

1.4 Compromisos internacionales que dan lugar al desarrollo del inventario

En este apartado, se listan los compromisos internacionales de Colombia vinculantes y voluntarios que enfatizan la urgencia y relevancia de la estimación del Inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro.

1.4.1 Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo - OCDE

Colombia adquirió el compromiso de reportar indicadores ambientales ante la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE). Esta información brinda la oportunidad de monitorear a nivel global las condiciones ambientales, evaluar la asertividad de las acciones tomadas, e identificar posibles problemáticas emergentes, así como los retos a largo plazo.

Esta información es esencial para la toma de decisiones, por lo que la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) desarrolló con la cooperación de los países miembro, estrategias y un plan de acción que define un conjunto de prioridades y los criterios de calidad de la información suministrada (indicadores) por cada país.

Este inventario sigue la metodología propuesta por una de las fuentes identificadas por la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) - la guía publicada por la Agencia Ambiental Europea (por sus siglas en inglés, EEA- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016).

1.4.2 Coalición del Clima y Aire Limpio - CCAC

La Coalición de Clima y Aire Limpio es una alianza voluntaria que vincula gobiernos, organizaciones intergubernamentales, la sociedad civil y el sector privado en el primer esfuerzo global para hacer frente a los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) como un desafío colectivo urgente y prioritario, de manera que se proteja el medio ambiente y la salud pública, se promueva la seguridad alimentaria y energética y se aborde la problemática del cambio climático a corto plazo – con acciones/estrategias de impacto inmediato.

El trabajo de la Coalición complementa el esfuerzo global para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero – que incluye las emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2), en particular los esfuerzos que se realizan bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Colombia es país socio de la CCAC desde el año 2012 y participa activamente en varias de las iniciativas como país líder.

La iniciativa Apoyo a la Planeación y Acción Nacional para la Mitigación de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (Support for National Action Planning – SNAP), diseñada e implementada por la CCAC, define como objetivo principal apoyar a los gobiernos para desarrollar y mejorar las políticas nacionales y planes de acción enfocados a la

reducción de las emisiones de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC). Algunos de los objetivos específicos de la iniciativa son:

1. Generar capacidad y mejorar el nivel de comprensión sobre los impactos e interacciones de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) a diferentes niveles de toma de decisión.
2. Facilitar el reconocimiento de las principales fuentes de emisión de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC), la magnitud de las emisiones y el potencial de mitigar, lo que permite la toma de decisiones informadas.
3. Articular la coordinación institucional con procesos de cooperación internacionales y regionales que puedan desempeñar un papel importante en la materialización de los esfuerzos enfocados mitigación de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC).

1.4.3 Participación de Colombia en la Asamblea de Alto Nivel de la CCAC en Marrakech

El país, representado por el embajador en Marruecos, participó en la 8va Asamblea de Alto Nivel de la Coalición del Clima y Aire Limpio (CCAC) que tuve lugar en Marrakech en el 2016, en el marco de la conferencia número 22 de la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC, COP22).

Como resultado de esta Asamblea, los estados y líderes de la Coalición del Clima y Aire Limpio (CCAC), se comprometieron a promover las acciones/estrategias enfocadas a la reducción los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) en el corto plazo, contribuyendo así, a reducir el calentamiento global y mejorar la calidad del aire, por medio del llamado Comunicado de Marrakech. Este comunicado se centra en tres acciones específicas:

1. Apoyo a la "Estrategia Global para la Introducción de Combustibles bajos en Azufre y vehículos diésel más Limpios". Esta estrategia promueve la introducción de diésel de 50 ppm (ppm, partes por millón) a 2025 y de 10 ppm a 2030.
2. Desarrollo de un Inventario de emisiones de Carbono Negro, e iniciar acciones y/o mejorar la información que permita elaborar un Inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro, el cual se realizó con apoyo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), y

requiere de su integración al Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, lo que garantizará la continuidad a la estimación de emisiones y su posible incorporación a las comunicaciones nacionales.

3. Reducir las emisiones de Metano (CH_4) procedentes de la extracción, el transporte y el procesamiento del petróleo y el gas natural por medio del desarrollo y la aplicación de estrategias, normativas o políticas nacionales enfocadas a la reducción de emisiones de del Metano (CH_4), en los casos en que sea aplicable y pueda alcanzarse reducciones significativas. Estas directrices incluyen las políticas, normatividad, planes e incentivos financieros enfocados en promover la eficiencia energética, reducciones y sustitución en el consumo de combustible fósiles.

Estas acciones contribuirían a reducir la contaminación atmosférica, a nivel local y global, evitando aproximadamente 6 millones de muertes prematuras, asegurar el suministro de alimentos evitando pérdidas en la productividad de los cultivos hasta 52 millones de toneladas por año (UNEP & WMO, 2011).

1.4.4 El Acuerdo de París, nuevo acuerdo global para el periodo posterior al 2020

El 12 de diciembre de 2015 fue adoptado el "Acuerdo de Paris", en la conferencia número 21 de la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC, COP21). Este acuerdo construye sobre los esfuerzos realizados bajo la convención. Busca acelerar e intensificar las acciones y las inversiones necesarias para un desarrollo sostenible bajo en carbono, definir un límite máximo global de emisiones de gases de efecto invernadero y generar un balance entre emisiones y sumideros para la segunda mitad de este siglo.

La diferencia con el Protocolo de Kioto radica en que el Acuerdo de Paris requiere que todos los países establezcan "Contribuciones Previstas Determinadas a Nivel Nacional" (INDC), las cuales reflejan el nivel de ambición nacional en la reducción de gases de efecto invernadero, que tomen medidas para lograr las metas de reducción y reporten el avance en estas reducciones.

El Acuerdo de Paris asegura el compromiso de los países en desarrollo. Así mismo, establece que cada país debe presentar una revisión cada cinco años de sus contribuciones, proponiendo metas cada vez metas ambicionas. Propone de igual forma, la definición de una

estrategia de desarrollo bajo en emisiones de carbono a largo plazo, junto con la implementación de medidas que permitan lograr las metas establecidas en las contribuciones nacionales determinadas.

A nivel nacional, el acuerdo fue aprobado a través de la Ley 1844 de 2018, donde el Gobierno de Colombia acogió el Marco Reforzado de Transparencia y se comprometió a través de su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) a reducir el 20% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero con respecto las emisiones proyectadas del año 2030 y hasta un 30% condicionado a apoyo internacional. Asimismo, se comprometió a proporcionar periódicamente un informe sobre el inventario de las emisiones y la información necesaria para hacer seguimiento de los progresos alcanzados en la implementación y el cumplimiento de su NDC mediante el uso de metodologías y métricas comunes, asegurando la consistencia metodológica, incluso para las líneas base, entre la comunicación y la implementación de la NDC, y procurando la completitud y exhaustividad en el seguimiento a la NDC.

Entre otras iniciativas, para el cumplimiento de la NDC, se diseñan diferentes Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas, más conocidas como NAMAs, la cuales corresponde a instrumentos de implementación que permiten traducir los objetivos de reducción en políticas y acciones específicas para lograr el objetivo.

Aunque el objetivo principal de las NAMAs es lograr la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, su implementación puede llegar a tener impacto sobre los contaminantes criterio y el carbono negro, por lo cual, es importante el establecimiento de sinergias temáticas para que las medidas de prevención, control y reducción de emisiones tengan este doble impacto y beneficio para el país.

Foto cortesía de Leonardo Pineda

2. METODOLOGÍA

Esta sección documenta la metodología para facilitar la comprensión del alcance y limitaciones de los datos estimados.

2.1 Modelo general de cálculo para la estimación de emisiones

Las emisiones a nivel nacional no son medidas directamente, son estimadas o calculadas a través del uso de factores de emisión específicos, determinados por tecnología, los cuales se multiplican por una variable de actividad (ej. el uso de determinado de energéticos, como Gasolina, Queroseno, Diésel, Leña, Carbón, Biomasa, entre otros). La Ecuación 1 representa el modelo.

$$E = FA \times FE$$

Ecuación 1 Modelo general de cálculo para la estimación de emisiones

Donde, E corresponde a las emisiones, FA hace referencia al factor de actividad y FE es el factor de emisión para el contaminante que se desea estimar.

El factor de actividad se refiere al dato que contiene la información sobre la magnitud de la actividad generadora de la emisión, estos provienen de datos estadísticos locales y oficiales de los distintos sectores económicos sobre los cuales se efectúa el cálculo de la emisión.

2.2 Para el sector energético (Véase sección 2.2 Procedimiento de elaboración del inventario.

El procedimiento de elaboración del Inventario Indicativo Nacional de Contaminantes Criterio y Carbono Negro se llevó a cabo en cinco etapas, las cuales se describen brevemente en la Figura 3.

Figura 3 Etapas de la elaboración del inventario

Clasificación de las fuentes de emisión: Grupos IPCC y Sectores), por ejemplo, se emplean datos de consumo. Mientras que, para la estimación de emisiones provenientes de actividades no relacionadas con consumos directos, se usan variables de actividad diversas como datos de producción, número de animales u otros.

En cuanto a los factores de emisión, todos aquellos usados en este inventario son los determinados y sugeridos por la Guía Técnica para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones, publicada por la Agencia Ambiental Europea (EEA, 2016). La selección de los factores de emisión se realizó principalmente reconociendo las tecnologías más usadas en las actividades económicas nacionales.

2.3 Procedimiento de elaboración del inventario.

El procedimiento de elaboración del Inventario Indicativo Nacional de Contaminantes Criterio y Carbono Negro se llevó a cabo en cinco etapas, las cuales se describen brevemente en la Figura 3.

Figura 3 Etapas de la elaboración del inventario

2.4 Clasificación de las fuentes de emisión: Grupos IPCC y Sectores.

Las fuentes de emisión de este inventario se han clasificado en categorías. La identificación de las categorías principales a utilizar se encuentra en la guía EMEP/EEA para la estimación de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes naturales y antropogénicas.

Así mismo, esta clasificación es la misma que ha sido empleada en el Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero para Colombia (IDEAM, PNUD, MinAmbiente, DNP, & Cancillería, 2016).

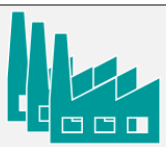
Estas categorías se encuentran en las directrices del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático - IPCC, para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, y su uso se ha hecho extensivo para la elaboración de inventarios de contaminantes en general.

Las directrices del IPCC del 2006 relacionan cinco grupos principales, que a su vez cuentan con divisiones por sectores económicos sobre los cuales se debe hacer el reporte de emisiones.

Para el presente inventario, se realizaron estimaciones para los cuatro grupos sugeridos por el IPCC: energía, procesos industriales y uso de productos, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra y residuos. Adicional a esto, se incluye el sector de fuentes naturales, referenciado en la guía técnica para la elaboración de inventarios de EEA (2016). La relación de los sectores incluidos en este Inventario Indicativo se encuentra en la

Tabla 1, donde se indica además el código de cada una de las categorías en concordancia con lo dispuesto por el IPCC (Penman, Gytarsky, Hiraishi, Irving, & Krug, 2006).

Tabla 1 Grupos IPCC (Categorías) y sectores incluidos en el Inventario Indicativo Nacional de Carbono Negro y Contaminantes Criterio 2010-2014

Grupo IPCC	Sectores			
1. Energía	 1A1 Industrias de la energía	1A2 Industrias manufactureras y de construcción	1A3 Transporte	1B Fugitivas y otros
2. Procesos industriales y uso de productos	2A Industria de los minerales		2C Industria de los metales	
3. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B Gestión del estiércol		3F Quemas de biomasa	
4. Residuos	4C Incineración y quema abierta de residuos			
11. Fuentes naturales	11Ba Incendios de bosques		1Bb Incendios de praderas	

2.5 Detalle de la metodología empleada en cada categoría y nivel de complejidad *Tier* y fuentes de información.

La Figura 4 presenta un esquema en el que se detalla de la metodología para los sectores incluidos dentro de las categorías para las cuales se calcularon emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro.

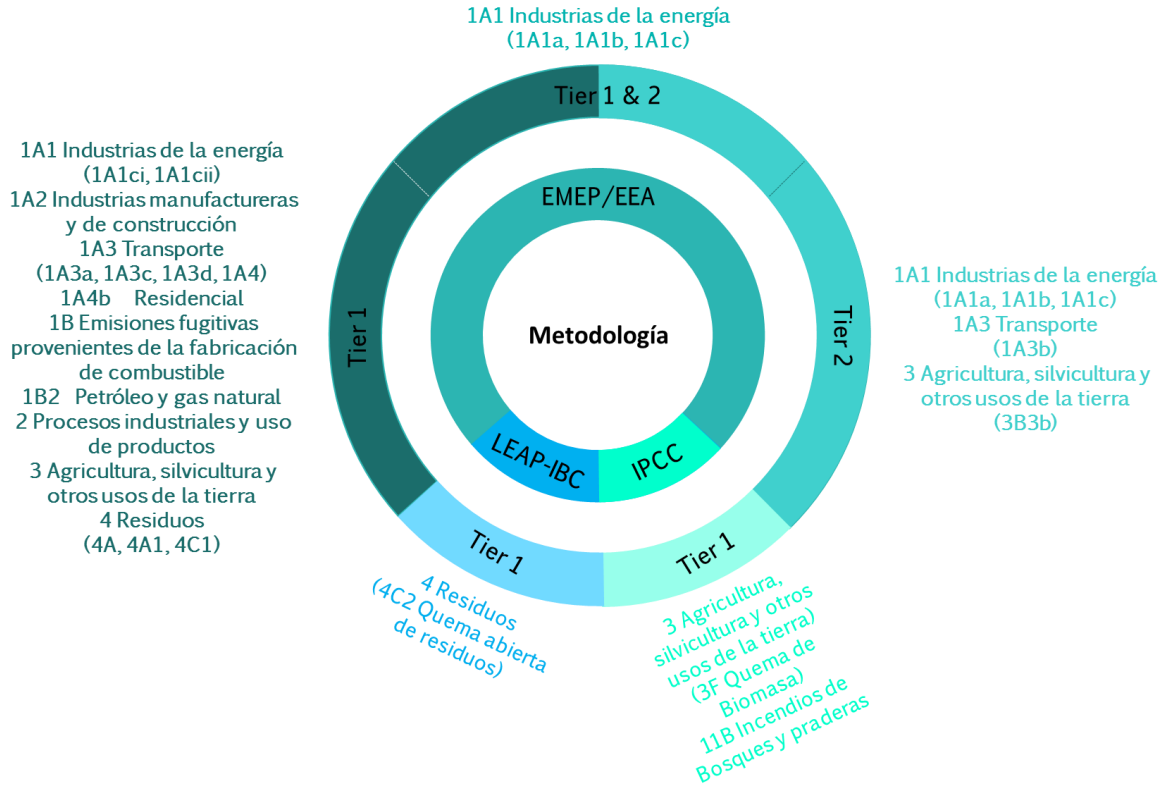


Figura 4 Esquema de resumen de la metodología empleada para cada sector contemplado en el inventario dentro de las categorías de fuentes y nivel de complejidad.

La descripción detallada de los sectores se encuentra con los códigos correspondientes en la Tabla 2 y en la sección de Anexos (Anexo 1 y 2).

2.5.1 Fuentes de información empleadas por sector.

En la Tabla 2, las fuentes de información empleadas en este inventario de las cuales se obtuvieron los datos de actividad pertinentes para cada categoría sobre las que se realizaron los cálculos de emisión.

Tabla 2 Resumen de las fuentes de información base consultadas por sector

Grupo IPCC (Sector)	Fuente de la información base empleado como factor de actividad
1 energía	
1A1 Industrias de la energía **(1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal, 1A1b Refinación de petróleo, 1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas)**	Consumo de combustibles fósiles, leña o biomasa del balance energético nacional BECO que emite la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	Consumo de combustibles fósiles, leña o biomasa del balance energético nacional BECO

Grupo IPCC (Sector)	Fuente de la información base empleado como factor de actividad
(1A2a Hierro y acero, 1A2b Metales no ferrosos, 1A2c Productos químicos, 1A2d Pulpa, papel e imprenta, 1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, 1A2f Minerales no metálicos, 1A2g Equipo de transporte, 1A2h Maquinaria, 1A2j Madera y productos de la madera, 1A2k Construcción, 1A2l Textiles y cueros, 1A2m Industria no especificada)	que emite la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
1A3 Transporte	
1A3a Aviación civil	Actividad aeroportuaria en términos de ciclos LTO, que corresponde a un aterrizaje y un despegue sin importar que no se realicen de manera consecutiva. Esta información se obtuvo de las estadísticas operacionales, que emite la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil. El consumo de combustible fósiles se obtuvo por diferencia, asumiendo que una aeronave promedio de motor tipo A320, consume 816.20 Kg por ciclo LTO. Los consumos totales de combustibles fósiles para la aviación civil, nacional e internacional se obtuvieron del balance energético nacional BECO que emite la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
1A3b Transporte terrestre	Kilometraje anual por vehiculó para cada uno de los tipos vehiculares (automóviles, vehículos comerciales livianos, buses y microbuses, vehículos pesado (camiones y tractocamiones) y motocicletas) registrados como activos, en la base de datos del Registro Único Nacional de Tránsito – RUNT. Consumos de combustibles fósiles de cada tipo vehicular, información obtenida del balance energético nacional que emite la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). Factor de conversión en millas recorridas por galón (EPA, 2016)
1A3c Ferrocarriles	Consumo de combustibles fósiles del balance energético nacional BECO que emite la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
1A3d Navegación marítima y fluvial	Consumo de combustibles fósiles del balance energético nacional BECO que emite la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
1A4 Otros sectores	Consumo de combustibles fósiles del balance energético nacional BECO que emite la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
1B Fugitivas y Otros (Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible)	
1B1 Combustibles sólidos (B1a Minería carbonífera y manejo del carbón, 1B1ai Minas subterráneas, 1B1aii Minería)	El dato de actividad correspondiente a la producción anual de carbón en minas superficiales y subterráneas a nivel nacional,

Grupo IPCC (Sector)	Fuente de la información base empleado como factor de actividad
	expresado en toneladas, se obtuvo del Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO)
1B2 Petróleo y gas natural (1B2bii Quema en antorcha)	El dato de actividad, que es, los Mega gramos (Mg) de Gas Natural anual quemado en antorchas, a nivel nacional, fue suministrado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)
2. Procesos industriales y uso de productos	
2A - Industria de los minerales (2A1 Producción de cemento, 2A2 Producción de cal, 2A5a Canteras y extracción de minerales distintos al carbón, 2A5b Construcción y demolición)	Los datos de actividad se obtuvieron de la Encuesta Anual manufacturera (EAM) que emite la Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
3. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	
3B - Gestión de estiércol (emisiones de la ganadería (vivienda) & del estiércol almacenado) (3B1a Ganado Bovino Vacas de Alta & Baja Producción de leche, 3B1b Ganado no lechero (incluido el ganado joven, ganado vacuno y vacas lactantes), 3B1b Ganado no lechero (terneros), 3B3 Porcinos (de engorde), 3B3 Porcinos (hembras), 3B4a Búfalos, 3B4d Ovino & Caprino, 3B4e Caballos, 3B4f Mulas y asnos, 3B4gi Gallinas ponedoras, 3B4giii Pavos, 3B4giv Patos & Codornices, 3B4h Conejos & Curies)	Los datos de actividad (en unidades de animales de una categoría particular, presentes en promedio durante el año) se obtuvieron de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) que emite la Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
3F- Emisiones por quema de biomasa (residuos agrícolas) (3F1a Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo, 3F1b Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- Caña de azúcar, 3F1c Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- rastrojo)	Área quemada durante el año por cultivos y el manejo de rastrojos. Los datos de actividad fueron suministrados por la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Esta información es consolidada a partir de los registros y reportes elaborados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), sus entidades adscritas, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), las Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CDS), las Autoridades Ambientales de Grandes Centros Urbanos y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales en el Formato Único de Captura (FUC), información adicional se obtuvo de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña)
4. Residuos	
(4A Tratamiento biológico de los desechos sólidos - Eliminación de desechos sólidos en Rellenos Sanitarios y Vertederos, 4C Incineración e incineración abierta de desechos, 4C2 Incineración abierta de residuos)	Los datos de actividad provienen de Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), que emite información sobre la disposición total de residuos sólidos en toneladas al año, la segunda fuente de información para este módulo, es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Grupo IPCC (Sector)	Fuente de la información base empleado como factor de actividad
	(IDEAM), que publica el documento "Generación y manejo de residuos o desechos peligrosos Colombia"; este documento registra las cantidades anuales en toneladas que son incineradas de residuos peligrosos y residuos hospitalarios, finalmente, la tercera fuente es, la Encuesta de Calidad de Vida (ECV), que emite la Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), esta encuesta determina el número de personas que realizan quemas abiertas de sus residuos, por región
11. Fuentes naturales	
(11Ba Incendios de Bosques, 11Bb Incendios de Praderas)	Los datos de actividad, expresados en términos de hectáreas quemadas (ha), fueron suministrados por la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Esta información es consolidada a partir de los registros y reportes elaborados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), sus entidades adscritas, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), las Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CDS), las Autoridades Ambientales de Grandes Centros Urbanos y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales en el Formato Único de Captura (FUC).

2.6 Evaluación y aseguramiento de la calidad.

Dentro del desarrollo del inventario de emisiones se contó con la asesoría de Centro Técnico Interprofesional de Estudios de Contaminación Atmosférica – CITEPA, con el apoyo de la Agencia de Desarrollo Francesa - AFD. La evaluación siguió los criterios para la revisión de inventarios de emisiones (Figura 5) a fin de asegurar una alta calidad en el desarrollo del inventario.

Así pues, en la revisión realizada por CITEPA, se verificó la exhaustividad medida en función a la cobertura de todas las fuentes de todas las emisiones incluidas en las directrices IPCC 2006, así como otras fuentes consideradas relevantes para el caso colombiano.

Por ser el primer inventario de Contaminantes Criterio y Carbono Negro, se revisó además que se pueda garantizar la consistencia en la metodología empleada. La revisión tuvo también como objetivo que exista transparencia entre las metodologías y supuestos utilizados.

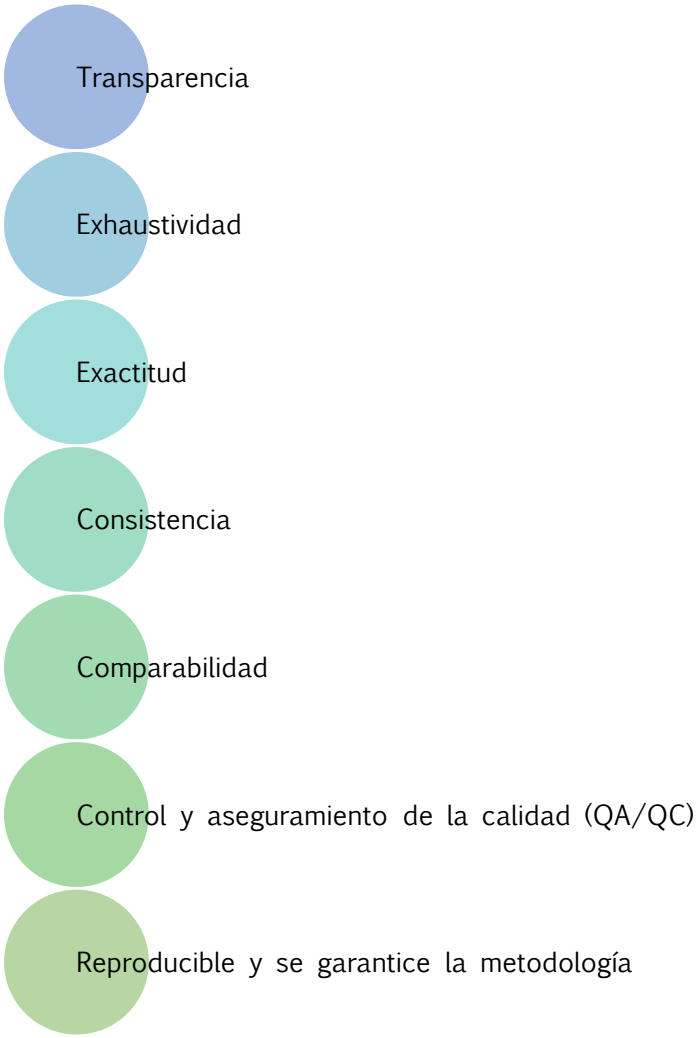


Figura 5 Criterios para tener en cuenta en la revisión de inventarios de emisiones.

Foto cortesía de Leonardo Pineda

3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentan los resultados del inventario de emisiones resumidos en gráficas, así como las conclusiones derivadas de los resultados para cada sector estimado.

Esta sección se divide en dos apartados. En primer lugar, se presentan los resultados del Inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro. Para esta sección, se ha realizado una desagregación más detallada sobre el 2014 por ser el año más reciente de cálculo (las tablas que contienen los valores para todos los contaminantes estimados desagregados por categorías IPCC y por año se encuentran en la sección de Anexos).

Así mismo, se incluyen gráficas que permiten la comparación de las emisiones año tras año desde el 2010 hasta el 2014 y gráficos que permiten revisar con mayor detalle y desagregación los sectores 1A3 Transporte y 1A2 Industrias manufactureras y de construcción.

Seguidamente, se presentan las conclusiones derivadas de los resultados del inventario de acuerdo con la clasificación de las fuentes de emisión empleada en el inventario, así como una serie de recomendaciones que buscan proveer una vista a posibles mejoras y pasos a seguir en cuanto a la generación de inventarios nacionales de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro.

3.1 Resultados: Resumen de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio.

3.1.1 Carbono Negro

El total de emisiones de Carbono Negro en el 2014 fue de 21.851 Toneladas.

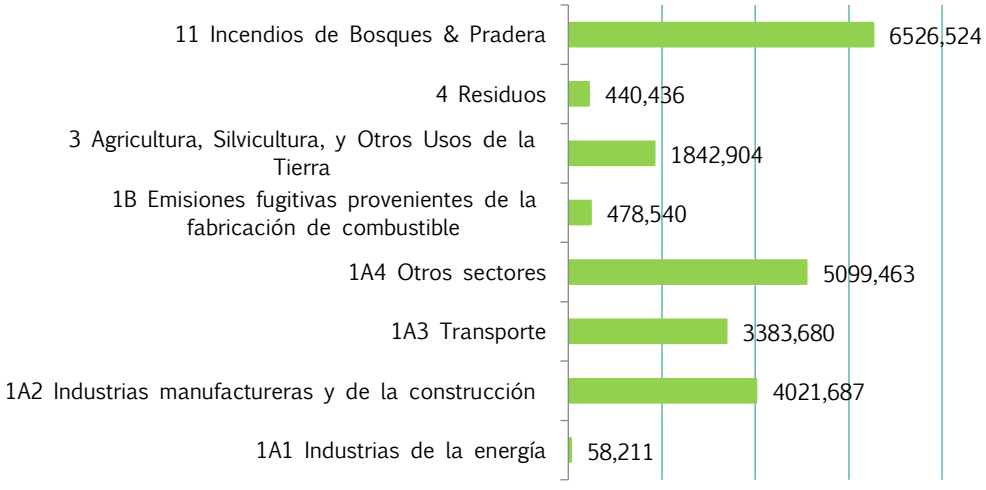


Figura 6 Emisiones totales de Carbono Negro en toneladas para el año 2014

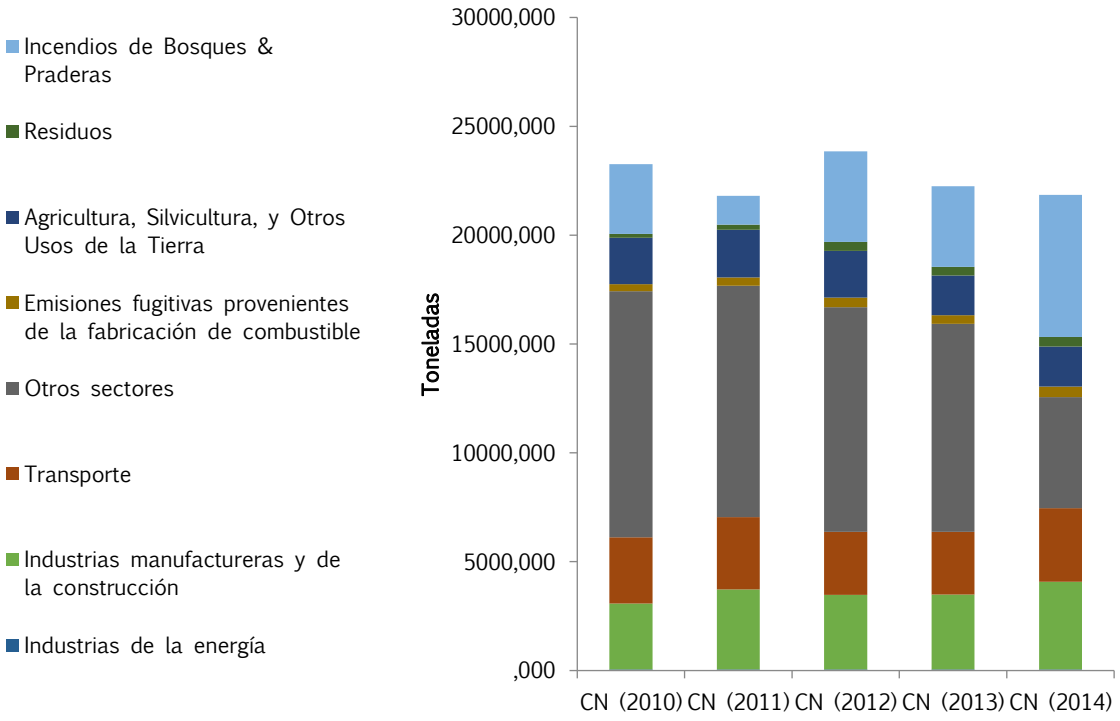


Figura 7 Emisiones históricas de Carbono Negro

3.1.2 Material particulado $PM_{2.5}$

El total de emisiones de material particulado $PM_{2.5}$ en el 2014 fue de 241.605 Toneladas.

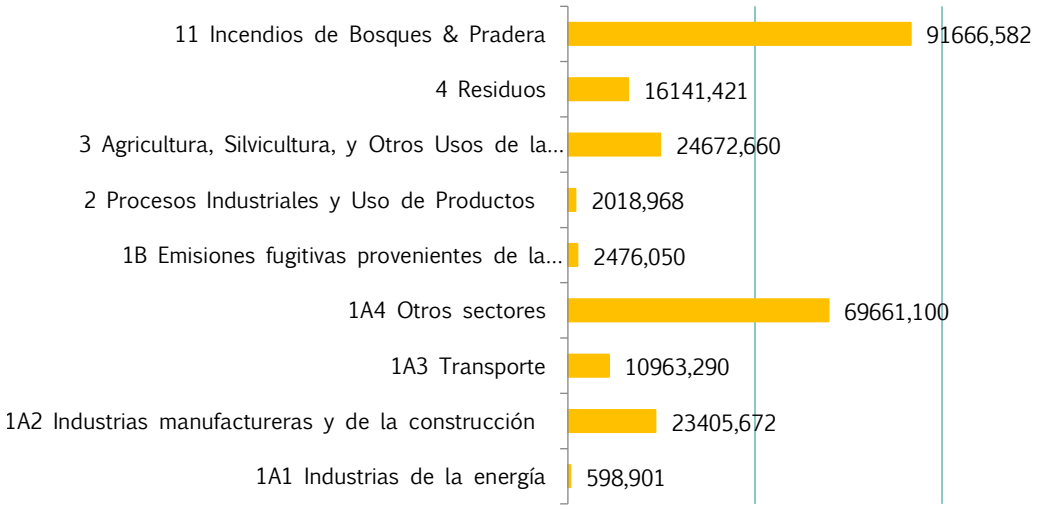


Figura 8 Emisiones totales de material particulado $PM_{2.5}$ en toneladas para el año 2014

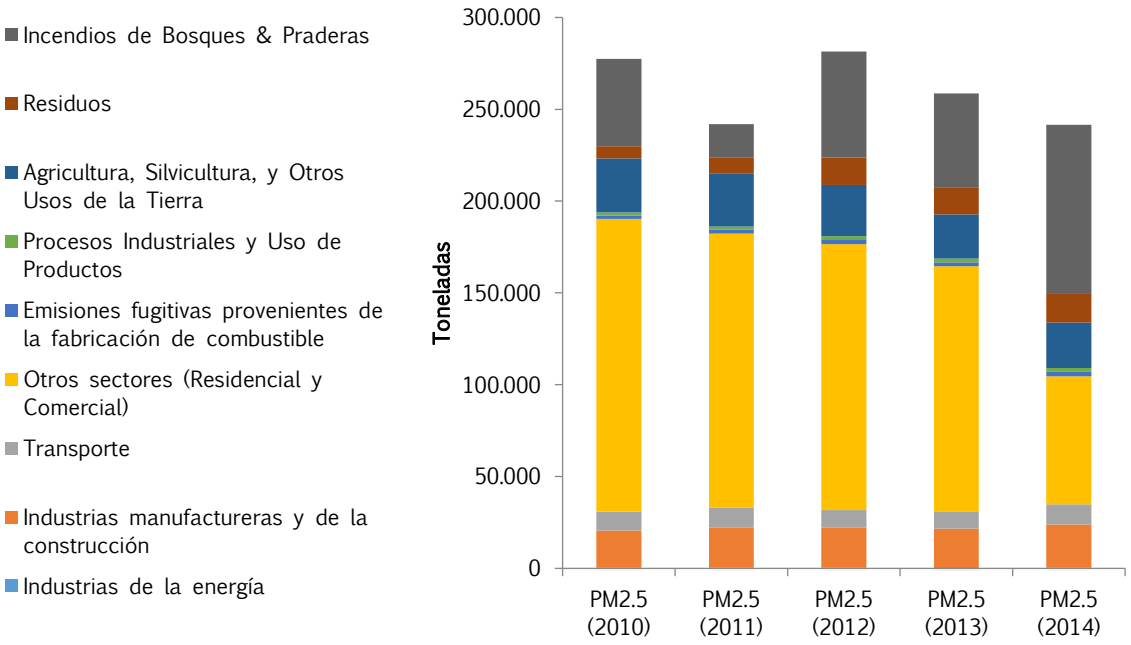


Figura 9 Emisiones históricas de material particulado $PM_{2.5}$

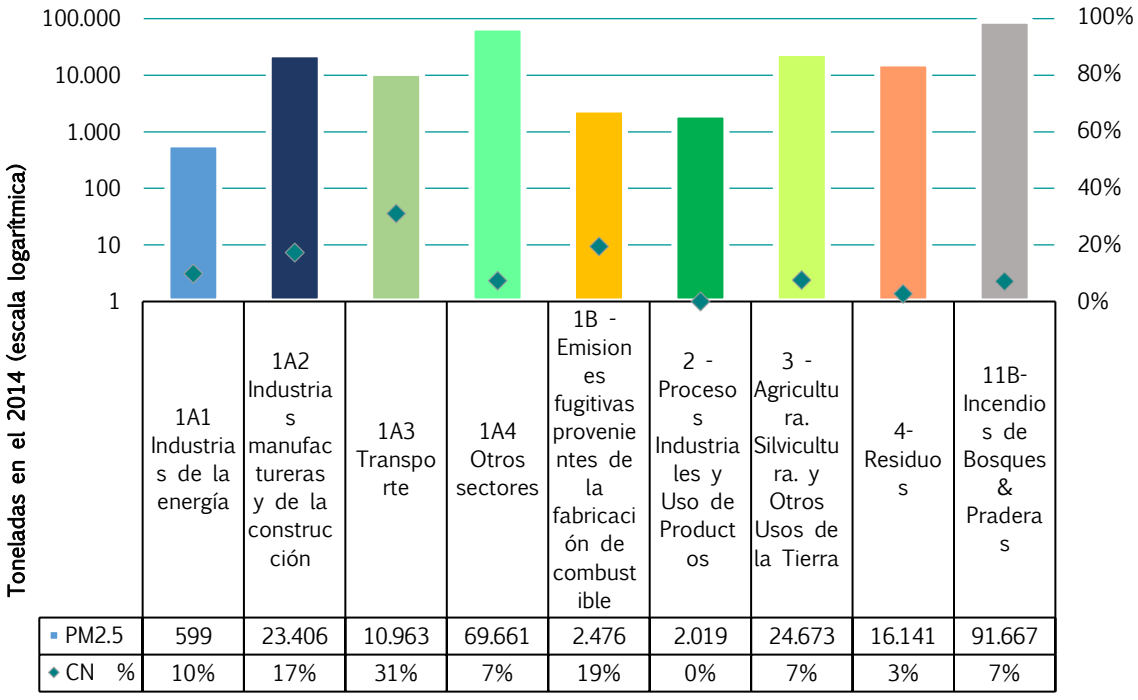


Figura 10 Relación de las emisiones de Carbono Negro con respecto a las emisiones de Material Particulado $PM_{2.5}$.

3.1.3 Monóxido de carbono CO

El total de emisiones de monóxido de carbono CO en el 2014 fue de 2.565.694 Toneladas.

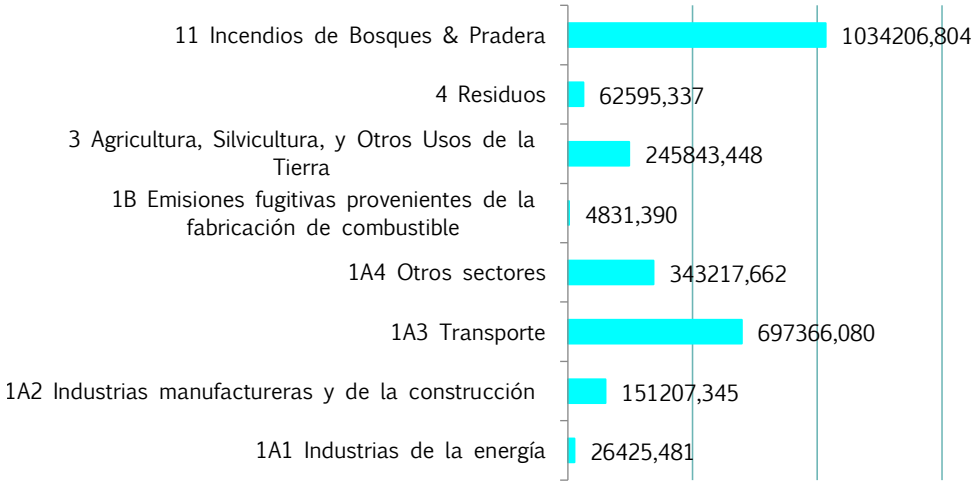


Figura 11 Emisiones totales de Monóxido de Carbono CO en toneladas para el año 2014

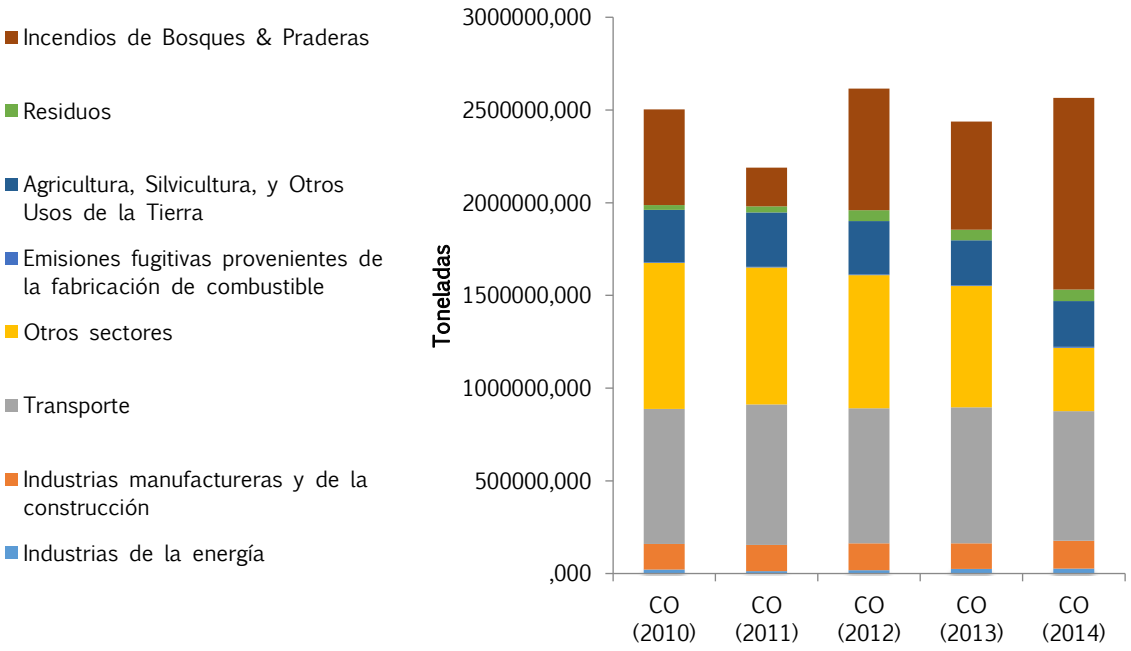


Figura 12 Emisiones históricas de Monóxido de Carbono CO

3.1.4 Dióxido de Nitrógeno NO_2

El total de emisiones de dióxido de nitrógeno NO_2 en el 2014 fue de 354.006 toneladas.

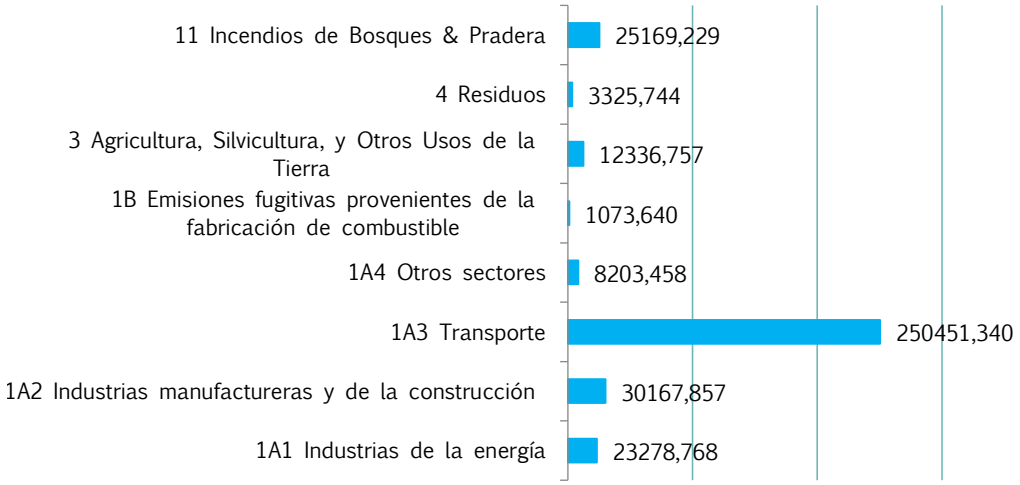


Figura 13 Emisiones totales de NO_2 en toneladas para el año 2014

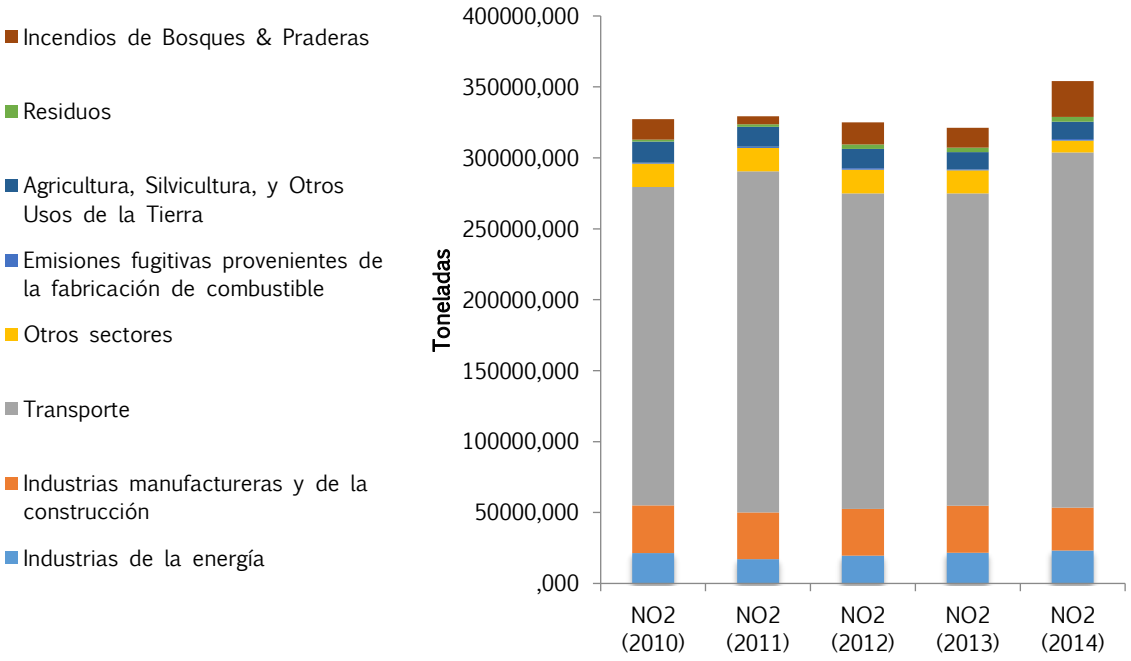


Figura 14 Emisiones históricas de Dióxido de Nitrógeno NO_2.

3.1.5 Dióxido de azufre SO_2

El total de emisiones de dióxido de azufre SO_2 en el 2014 fue de 176.095 Toneladas.

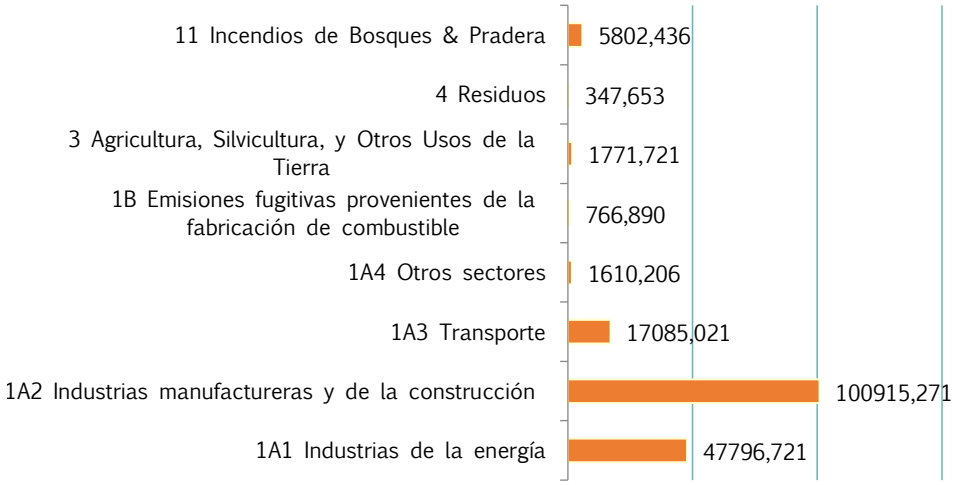


Figura 15 Emisiones totales de SO_2 en toneladas para el año 2014

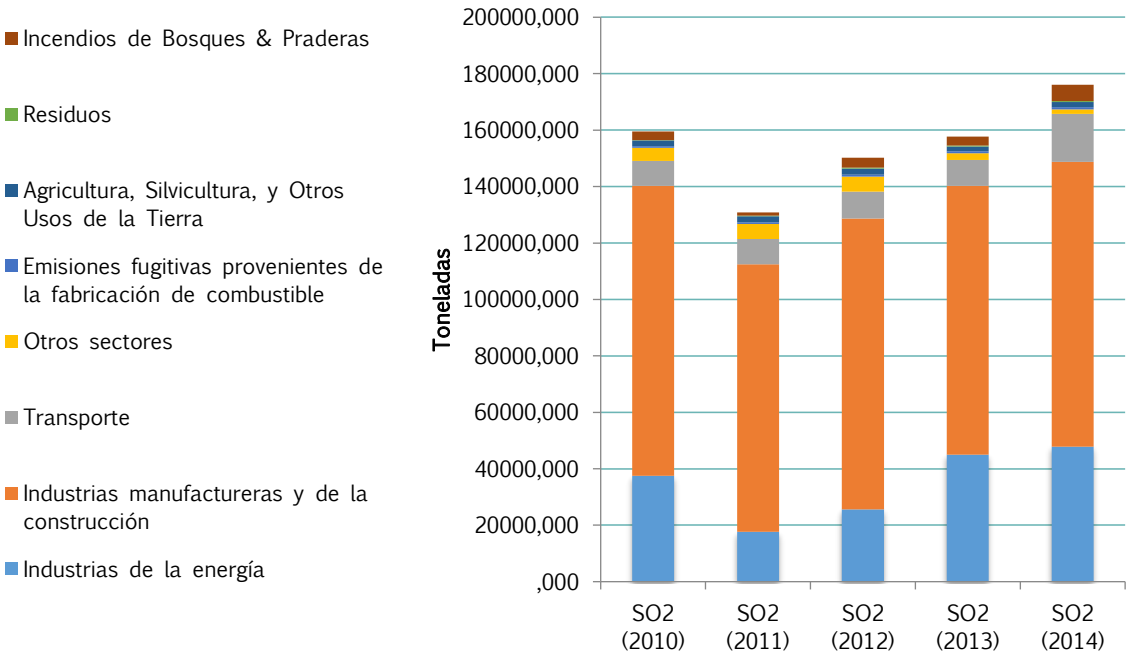


Figura 16 Emisiones históricas de Dióxido de Azufre SO_2.

3.1.6 Desagregación de emisiones para las categorías 1A3 Transporte y 1A2 Industrias manufactureras y de construcción

A continuación, se presenta una desagregación más detallada de las emisiones para la categoría 1A3 Transporte, para todas las especies contaminantes incluidas en este inventario, como también una desagregación más específica por subsector únicamente para las emisiones de material particulado $PM_{2.5}$ y Carbono Negro para la categoría 1A2 Industrias manufactureras y de construcción.

Emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio para la categoría 1A3 Transporte

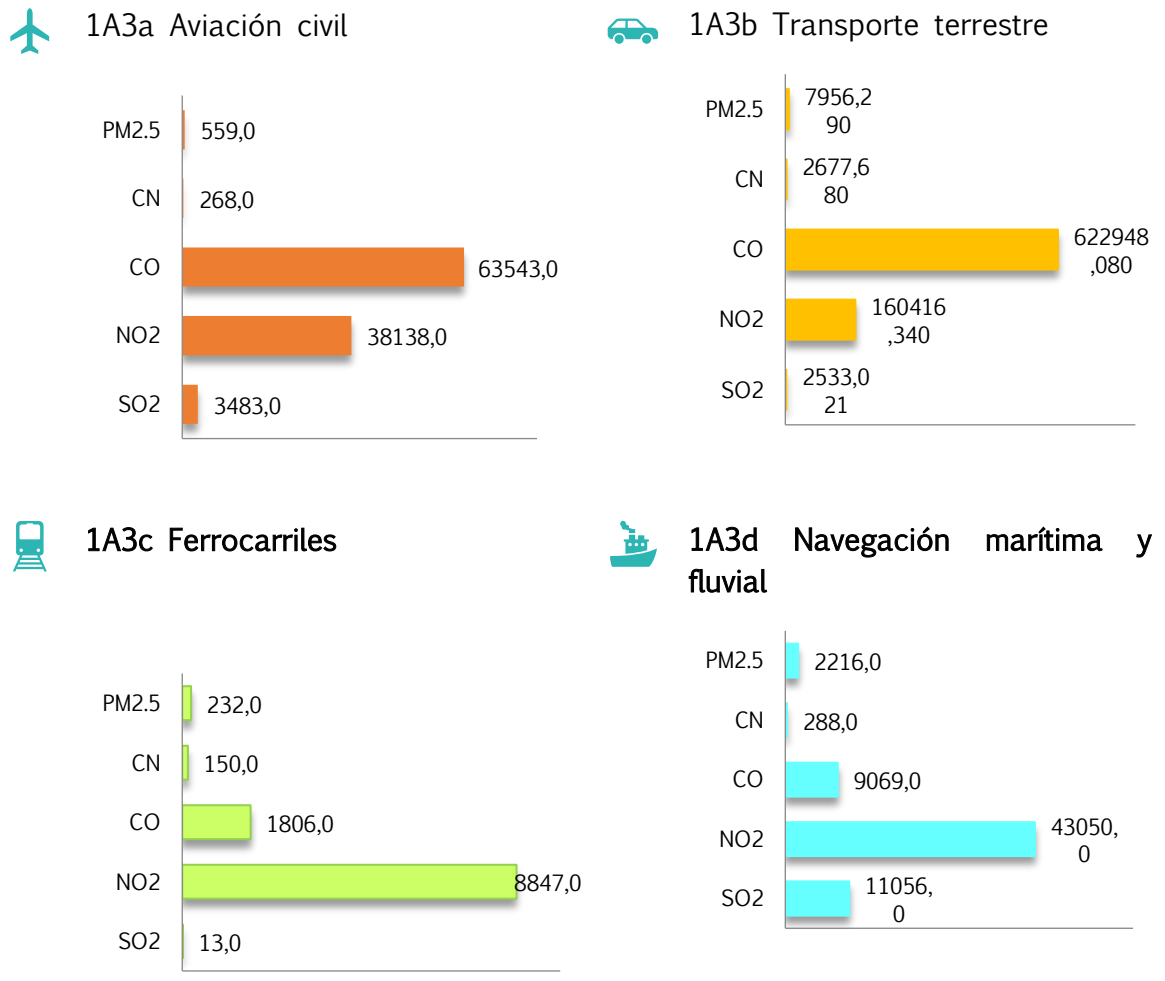


Figura 17 Emisiones desagregadas por subsector para la categoría 1A3 Transporte en toneladas para el 2014.

Emisiones de Material Particulado y Carbono Negro para la categoría 1A2 Industrias manufactureras y de construcción.

Las emisiones totales en 2014 para la categoría 1A2 Industrias manufactureras y de construcción de $PM_{2.5}$ fueron de 23.406 toneladas, por su parte las emisiones para el mismo año de Carbono negro fueron 4.022 toneladas.

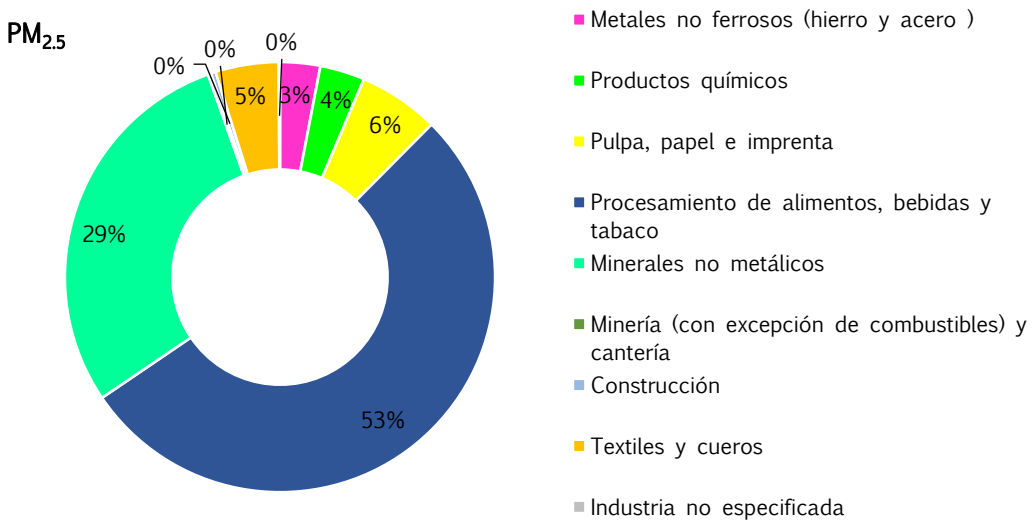


Figura 18 Contribución de los diferentes subsectores al material particulado $PM_{2.5}$ emitido por las fuentes pertenecientes a la categoría 1A2 Industrias manufactureras y de construcción.

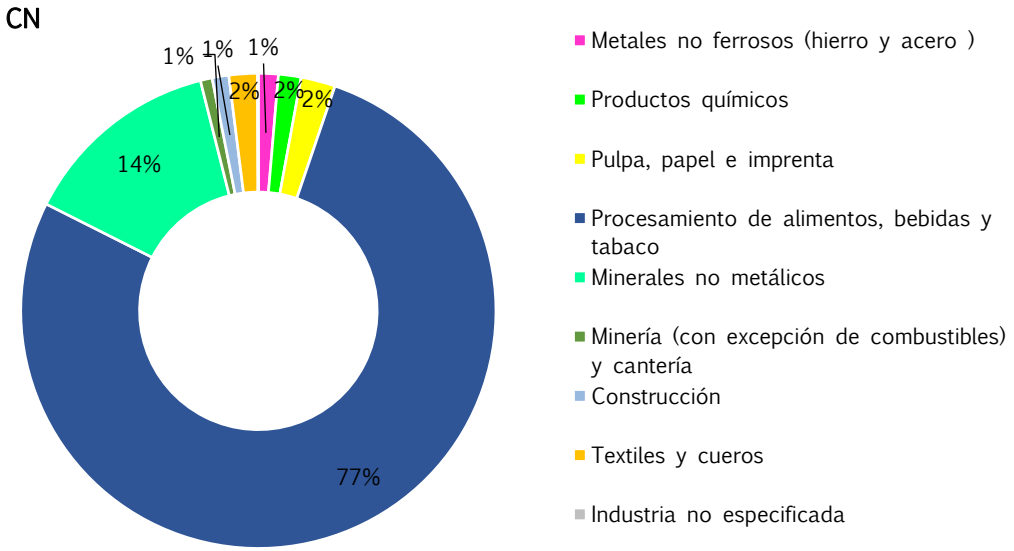


Figura 19 Contribución de los diferentes subsectores al Carbono Negro emitido por las fuentes pertenecientes a la categoría 1A2 Industrias manufactureras y de construcción.

3.2 Conclusiones y recomendaciones.

La reducción de emisiones de los contaminantes atmosféricos requiere de una coordinación efectiva, coherente y articulada entre los actores e instituciones, que permita identificar y abordar los retos producto de un contexto socio económico ambiental. Una apropiada gestión de la información, profundidad de análisis y la divulgación del conocimiento, fortalecen la capacidad y efectividad de respuesta nacional ante los retos identificados.

Articulación, coordinación e inclusión

Colombia, como otros países latinoamericanos exhiben una complejidad socio económico - ambiental que está implícita en un contexto histórico. Es un país que, como otros en la región, exporta recursos naturales no renovables y por su característica biodiversidad exporta frutos exóticos y alimentos.

A pesar de la riqueza en recursos naturales y su biodiversidad, es un país en desarrollo con un producto interno bruto (PIB) per cápita relativamente bajo, en el que la inequidad y la necesidad de fortalecer la capacidad institucional cobran relevancia, entre otros retos económicos, sociales y políticos, que dificultan un desarrollo económico sostenible.

Por lo que, la carencia de recursos económicos se percibe como una de las principales barreras para la implementación de acciones de mitigación, en especial cuando se busca acelerar la capacidad de adopción de tecnologías modernas más limpias, en las diferentes actividades productivas del país.

Se requiere de nuevos acercamientos a la problemática de los efectos que está teniendo el cambio climático y la contaminación del aire en las sociedades y ecosistemas. Colombia, así como los países de la región tienen la oportunidad de generar rutas alternativas y propositivas. Algunos de los estudios publicados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) sugieren la necesidad de buscar soluciones paralelas a la introducción de tecnologías modernas (IPCC, 2007).

Los espacios que pueden generar ideas propositivas ciertamente requieren de la articulación y coordinación de los esfuerzos, así como asegurar acciones inclusivas, no solo para maximizar el impacto de unos recursos limitados, pero para darle reconocimiento a la compleja realidad socio económico – ambiental del país. Es necesario abordar la problemática de la contaminación atmosférica, con razonamientos de sostenibilidad e inclusión social, como aquellos propuestos por el Plan

Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia – Pacto por la Equidad", y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que atiende al reconocimiento de una evidencia histórica regional, el reconocimiento de las características macroeconómicas del país, pero sobre todo, reconoce las experiencias de campo a nivel nacional que han permitido revelar tendencias y espacios sociales, que de ser considerados en la temática de la reducción de emisiones, permitirían incrementar la efectividad de los esfuerzos encaminados tanto a mejorar la calidad del aire, como la gestión del cambio climático.

Se debe reconocer, la alta capacidad institucional nacional para la formulación de políticas y la apropiación de los últimos estudios científicos a nivel nacional e internacional, sin embargo, es la baja efectividad en implementación e irregular capacidad de cambio nacional, lo que revela poca articulación entre estas políticas.

A nivel central el país ha formulado políticas, planes y programas que muestran un amplio conocimiento específico de cada sector, pero que a su vez han demostrado desafíos en contextos complejos ya que estos contextos requieren mayor capacidad de análisis y articulación, en algunos casos, estudios específicos y pilotos que revelen dinámicas locales y fomenten el diseño de respuestas diferenciadas.

Categoría 1A Energía

La quema de combustibles generó en el 2014, el 43.31% de las emisiones totales de material particulado ($PM_{2.5}$), el 57.49% de las emisiones de Carbono Negro (CN), el 47.48% de las emisiones de Monóxido de Carbono (CO), el 88.16% de las emisiones de Dióxido de Nitrógeno, y el 95.07% de las emisiones de Dióxido de Azufre.

La quema de combustibles para uso residencial, en especial por el uso de leña, son fuentes que contribuyen de forma significativa a la contaminación atmosférica por sus altas emisiones de material particulado $PM_{2.5}$ y Carbono Negro. Estas fuentes aportan un 21.72% del 43.31%, de las emisiones totales de material particulado $PM_{2.5}$. De igual forma estas fuentes aportan un 16.81% del 57.49% de las emisiones totales de Carbono Negro, correspondientes al módulo de emergía. Sin embargo, estas emisiones no están localizadas pero dispersas en un área extensa del territorio nacional.

El sector transporte, en especial el transporte carretero es la fuente principal de emisiones de Monóxido de Carbono (CO) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2). En el 2014, esta fuente aportó un 27.18% del 47.48% de las emisiones totales de Monóxido de Carbono (CO) y un 70.75% del 88.16%

de las emisiones totales de Dióxido de Nitrógeno.

El sector industria, en especial la industria de los minerales no metálicos y la industria de la energía como las termoeléctricas, aportaron un 57.31% del 95.07% y un 26.71% del 95.07% de las emisiones totales de Dióxido de Azufre (SO_2), respectivamente.

Las emisiones de Carbono Negro, generadas por la quema de combustibles fósiles, en el 2014 fueron 12,563 toneladas. El sector industria generó 4,021 toneladas, el sector transporte generó 3,384 toneladas y el sector residencial y comercial generó 5,099 toneladas. Las emisiones generadas por la generación de energía fueron de 58 toneladas. Estos resultados reflejan en gran medida el tipo de combustible que se usa en cada una de estas fuentes.

El sector residencial como se mencionó anteriormente es relevante por el uso de leña como combustible para la cocción de alimentos y calefacción de los hogares. Este combustible, aunque ha venido disminuyendo significativamente, con la introducción del gas natural en especial en las zonas rurales, ya que en los centros urbanos la cobertura de gas natural y electricidad es considerablemente alta, aún es un consumo significativo. En el 2014, el consumo fue de 63,864 Terajulios (TJ), comparado con el consumo de leña en el 2010, que correspondió a 154,203 Terajulios (TJ). Acorde con la información suministrada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), las regiones del país en las que aún existe gran parte de la población que depende de la cocción con leña se encuentran en los departamentos de Guainía, Amazonas, Chocó, Vaupés, Cauca, Nariño y Guaviare, entre otros.

La participación del gas natural en el sector industria ha incrementado, sin embargo, el uso del carbón mineral está ampliamente difundido en las subcategorías, textiles y cueros, minerales no metálicos, fabricación de pulpa, papel e imprenta, hierro y acero, fabricación de metales no ferrosos y en la fabricación de productos químicos, en este respectivo orden.

El uso de bagazo, como combustible es considerablemente alto en la industria de alimentos, bebidas y tabaco, por lo que las emisiones de material particulado $PM_{2.5}$ y Carbono Negro pueden ser considerables de no contarse con controles apropiados para estos contaminantes.

La industria de generación de energía, aunque el país cuenta con una participación importante de generación de energía eléctrica por hidroeléctricas, tiene un consumo alto de gas natural, en centrales térmicas, refinación del petróleo, fabricación de combustibles sólidos y en la extracción y procesamiento del petróleo y gas natural. El consumo de gas natural en centrales térmicas representa un 65% del consumo energético total de las industrias de la energía, mientras el carbón mineral representa un 31%. El consumo de diésel y otros energéticos

en cantarles térmicas es considerablemente menor.

El transporte carretero es el principal emisor de todo el sector transporte. El transporte pesado, buses, microbuses, camiones y tractocamiones tiene la mayor participación en la generación de emisiones de Dióxido de Nitrógeno (NO_2), mientras las motos tienen una participación importante en la generación de emisiones de Monóxido de Carbono (CO). Finalmente, aunque el aporte a las emisiones totales producidas por el consumo de energéticos, de material particulado $PM_{2.5}$ y Carbono Negro del sector transporte es menor que otros sectores, como el residencial, cobra relevancia cuando se considera que son emisiones localizadas en centros urbanos.

Categoría 1B Fugitivas y otros

Las emisiones fugitivas generadas por las fuentes que se incluyeron en este reporte corresponden a 2,476 toneladas de material particulado $PM_{2.5}$, 479 toneladas de Carbono Negro, 4,831 toneladas de Monóxido de Carbono (CO), 1,074 toneladas de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y 767 toneladas de Dióxido de Azufre (SO_2). La quema de gas natural en antorchas es la fuente con mayor participación en la subcategoría de emisiones fugitivas, representa un 80.53% de las emisiones generadas de material particulado $PM_{2.5}$, y el 100% de las emisiones de Carbono Negro, generadas en este módulo. Las emisiones por minería carbonífera y manejo del carbón son principalmente producto de la minería de superficie, la cual aporta un 18% de las emisiones totales de material particulado $PM_{2.5}$. Finalmente, la quema de gas natural en antorchas también genera emisiones de Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Dióxido de Azufre (SO_2).

Categoría 2 Procesos industriales y uso de productos

Para este módulo se calcularon solo las emisiones de material particulado $PM_{2.5}$. Las industrias de los minerales, entre estas, la producción de cemento, la producción de cal, la extracción de minerales distintos al carbón (canteras) y la construcción y demolición, aportan el 84.59% de las emisiones totales calculadas. La producción de cemento emitió en 2014, 1,409 toneladas de material particulado $PM_{2.5}$, sin incluir las emisiones por procesos de combustión, lo que corresponde a un 69.80% de las emisiones totales generadas por los Procesos Industriales y uso de Productos. Finalmente, la industria de los metales aporta un 15.41% de las emisiones totales, entre estas industrias se

encuentra, la producción de hierro y acero, qué sin considerar las emisiones por procesos de combustión, las cuales se reportan en el módulo de energía, contribuyó en un 9.21%.

Categoría 3 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

El 80.67% de las emisiones de material particulado $PM_{2.5}$, se generan por la quema de biomasa en tierras de cultivo, incluyendo la quema por cultivos de caña y rastrojos. La cría de animales y gestión de estiércol generan un 19.33% de las emisiones totales de material particulado $PM_{2.5}$, para este módulo. Las emisiones totales de material particulado $PM_{2.5}$, en el 2014 fueron 24,673 toneladas, de las cuales, 19,903 toneladas se generaron por la quema de biomasa y 4,769 toneladas se generaron por la cría de animales. Adicionalmente, la quema de biomasa generó 245,843 toneladas de Monóxido de Carbono (CO), 8,477 toneladas de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y 1,772 toneladas de Dióxido de Azufre (SO_2).

Categoría 4 Residuos

Las emisiones totales generadas por el sector residuos de material particulado $PM_{2.5}$, fueron en el 2014, 16,141 toneladas. Las fuentes estimadas se atribuyen al tratamiento biológico de desechos sólidos, la incineración de residuos peligrosos y hospitalarios y la quema abierta de residuos. Las emisiones de Carbono Negro generadas por las mismas fuentes mencionadas anteriormente correspondieron a 440 toneladas. Las emisiones de Monóxido de carbono (CO), fueron de 62,595 toneladas, las emisiones de Dióxido de Nitrógeno (NO_2), para este mismo año fueron de 3,326 toneladas y finalmente las emisiones de Dióxido de Azufre (SO2), correspondieron a 348 toneladas. La participación de la quema abierta de residuos sólidos, en porcentaje para todos los contaminantes evaluados en este módulo, fue superior al 90%.

Categoría 11 Fuentes naturales (incendios de bosques y praderas)

Los incendios de bosques y praderas generan el 37.94% de las emisiones totales nacionales de material particulado $PM_{2.5}$, una participación levemente inferior al porcentaje de material particulado generado por la quema de combustibles fósiles, que es de 43.31%. Para en Carbono Negro se presenta un escenario similar, con una participación de 29.87%, mientras que la quema de combustibles genera el 57.49% de las emisiones totales. Las emisiones de Monóxido de carbono (CO), tienen una participación de 40.31%, mientras la quema de

combustibles genera 47.48% del total de las emisiones. Las emisiones totales nacionales de Monóxido de Carbono (CO), para el 2014, fueron de 2,565,694 toneladas, de las cuales 1,218,217 toneladas se generaron por la quema de combustibles fósiles y 1,034,207 toneladas se generaron por la quema de bosques y praderas.

Referencias

Blok, A., & Jensen, T. E. (2011). *Bruno Latour: Hybrid Thoughts in a Hybrid World*. (Routledge, Ed.).

Carmona, L. G., Rincón Pérez, M. A., Castillo Robles, A. M., Galvis Remolina, B. R., Sáenz Pulido, H. E., Manrique Forero, R. A., & Pachón Quinche, J. E. (2016). Conciliación de inventarios top-down y bottom-up de emisiones de fuentes móviles en Bogotá, Colombia. *Revista Tecnura*, *20*(49), 59. https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a04

DEQ, M. department of environmental quality. (2004). Calculating air emissions for the Michigan air emissions reporting system (MAERS).

EEA, E. E. A. (2016). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 Technical guidance to prepare national emission inventories*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. https://doi.org/10.2800/247535

EPA, U. (2016). *Light-Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions, and Fuel Economy Trends:1975 Through 2016*. Recuperado de https://www.fueleconomy.gov/feg/pdfs/420r16010.pdf

EPA, U. (2018). Managing Air Quality - Emissions Inventories. Recuperado de https://www.epa.gov/air-quality-management-process/managing-air-quality-emissions-inventories

Garmestani, A. S., Allen, C. R., Arnold, C. A., & Gunderson, L. H. (2014). Introduction: Social-Ecological Resilience and Law Introduction: Social-Ecological Resilience. *Nebraska Cooperative Fish & Wildlife Research Unit -- Staff Publications.* Recuperado de https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1139&context=ncfwrustaff

IDEAM, PNUD, MINAMBIENTE, DNP, & Cancillería. (2016). *Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf

IPCC. (2007). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 7.5.2 Indirect Effects of Aerosols on Clouds and Precipitation. Retrieved April 1, 2017, from https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch7s7-5-2.html

Landes, D. S. (2003). *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*. (C. U. Press, Ed.).

Lents, J., Walsh, M. P., He, K., Davis, N., Osses, M., Tolvett, S., & Liu, H. (2019). Handbook of Air Quality Management. Recuperado de http://www.aqbook.org/

MINAMBIENTE, M. de A. y D. S. (2017). *Guía para la elaboración de inventarios de*

emisiones atmosféricas. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/GUÍA_PARA_LA_ELABORACIÓN_DE_INVENTARIOS_DE_EMISIONES_ATMOSFÉRICAS.pdf

Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Irving, W., & Krug, T. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html

UNEP, & WMO, W. M. O. (2011). *Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone*. Recuperado de http://www.homepages.ed.ac.uk/shs/Climatechange/Carbon sequestration/BlackCarbon_report.pdf

US EPA, O. (2016). Basic Information of Air Emissions Factors and Quantification. Recuperado de https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emissions-factors-and-quantification#About Emissions Factors

Vallero, D. (2014). Air Pollutant Emissions. In *Fundamentals of Air Pollution* (pp. 787–827). Elsevier. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-401733-7.00029-3

Foto cortesía de Leonardo Pineda

Anexos

Anexo 1 Tablas con listado completo de códigos para cada categoría e información complementaria

Tabla 3 Energía

Categoría	Metodología	Principales combustibles
1A Actividades de quema de combustible		
1A1 Industrias de la energía		
1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	EMEP/EEA- Tier 1 & Tier 2	Gas Natural: 65% Carbón Mineral: 31%
1A1b Refinación de petróleo	EMEP/EEA- Tier 1 & Tier 2	Gas Natural: 79% Gas de Refinería: 14%
1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	EMEP/EEA- Tier 1 & Tier 2	
1A1ci Manufactura de combustibles sólidos	EMEP/EEA- Tier 2	Carbón Mineral: 100%
1A1cii Otras industrias de la energía	EMEP/EEA- Tier 1	Gas Natural: 70% Diésel Oil: 15% Petróleo: 13%
1A2 Industrias manufactureras y de la construcción		
1A2a Hierro y acero	EMEP/EEA- Tier 1	--
1A2b Metales no ferrosos (1A2a)	EMEP/EEA- Tier 1	Carbón Mineral: 49% Gas Natural:
1A2c Productos químicos	EMEP/EEA- Tier 1	Carbón Mineral: 40% Gas Natural: 57%
1A2d Pulpa, papel e imprenta	EMEP/EEA- Tier 1	Carbón Mineral: 55% Gas Natural: 44%
1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	EMEP/EEA- Tier 1	Bagazo: 67% Carbón Mineral: 15%
1A2f Minerales no metálicos	EMEP/EEA- Tier 1	Carbón Mineral: 62% Petróleo: 17%
1A2g Equipo de transporte	EMEP/EEA- Tier 1	Gas Natural: 78% Gasolina: 9%
1A2h Maquinaria	EMEP/EEA- Tier 1	Gas Natural: 81% Diésel Oil: 6%
1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	EMEP/EEA- Tier 1	Diésel Oil: 99%
1A2j Madera y productos de la madera	EMEP/EEA- Tier 1	Gas Natural: 57% Fuel Oil: 21%
1A2k Construcción	EMEP/EEA- Tier 1	Diésel Oil: 99%
1A2l Textiles y cueros	EMEP/EEA- Tier 1	Carbón Mineral: 68% Gas Natural: 30%
1A2m Industria no especificada	EMEP/EEA- Tier 1	Gas Natural: 91.5% Carbón Mineral: 4%
1A3 Transporte		
1A3a Aviación civil		
1A3ai Aviación internacional	EMEP/EEA- Tier 1	Queroseno: 100%
1A3aii Aviación nacional	EMEP/EEA- Tier 1	Queroseno: 99% Gasolina Motor: 1%
1A3b Transporte terrestre		
1A3bi Automóviles	EMEP/EEA- Tier 2	Gasolina: 84% Gas Natural: 9.4%
1A3bii Camiones para servicio ligero	EMEP/EEA- Tier 2	Diésel Oil: 49% Gasolina: 44%

1A3biii Buses y microbuses	EMEP/EEA- Tier 2	Diésel l Oil: 75% Gas natural: 16%
1A3biii Camiones para servicio pesado	EMEP/EEA- Tier 2	Diésel Oil: 89% Gasolina Motor: 7%
1A3biv Motocicletas	EMEP/EEA- Tier 2	Gasolina Motor: 84% Diésel Oil: 10%
1A3c Ferrocarriles	EMEP/EEA- Tier 1	Diésel Oil: 97% Fuel Oil: 2.2%
1A3d Navegación marítima y fluvial		
1A3di Navegación marítima y fluvial internacional	EMEP/EEA- Tier 1	Fuel Oil: 76% Diésel Oil: 24%
1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	EMEP/EEA- Tier 1	Diésel Oil: 55% Fuel Oil: 41%
1A4 Otros sectores		
1A4a Comercial / Institucional	EMEP/EEA- Tier 1	Gas Natural: 87% GLP: 13%
1A4b Residencial	EMEP/EEA- Tier 1	Leña: 51% Gas Natural: 35%
1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria		
1A4ci Estacionaria	EMEP/EEA- Tier 1	Diésel l Oil: 55% Leña: 23%
1A4cii Vehículos todo terreno y maquinaria	EMEP/EEA- Tier 1	Diésel Oil: 76% Gasolina: 16%
1B Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible		
1B1 Combustibles sólidos, Minería carbonífera y manejo del carbón		
1B1a Minería carbonífera y manejo del carbón		
1B1ai Minas subterráneas	EMEP/EEA- Tier 1	Carbón: 100%
1B1aii Minas de superficie	EMEP/EEA- Tier 1	Carbón: 100%
1B2 Petróleo y gas natural		
1B2b Gas Natural		
1B2bii Quema en antorcha	EMEP/EEA- Tier 1	Gas Natural: 100%

Tabla 4 Procesos industriales y uso

Categoría	Metodología	Principales combustibles
2 procesos Industriales y Uso de Productos		
2A Industria de los minerales		
2A1 Producción de cemento	EMEP/EEA- Tier 1	Emisiones (E)= Cantidad de Clinker producido (T) x F.E (g/Mg Clinker)
2A2 Producción de cal	EMEP/EEA- Tier 1	Emisiones (E)= Cantidad de Cal producida (T) x F.E (g/Mg Cal)
2A5 Otros	EMEP/EEA- Tier 1	
2A5a Canteras y extracción de minerales distintos al carbón	EMEP/EEA- Tier 1	Emisiones (E)= Cantidad extraída de los minerales, Níquel, Hierro, Cobre (T) x F.E (g/Mg Mineral)

2A5b Construcción y demolición	EMEP/EEA- Tier 1	Emisiones (E)= Área de construcciones nuevas (m^2) x F.E (kg/ [m2· year])
2C Industria de los metales		
2C1 Producción de hierro y acero	EMEP/EEA- Tier 1	Emisiones (E)= Cantidad de Hierro o Acero producido (T) x F.E (g/Mg Hierro)
2C2 Producción de ferroaleaciones	EMEP/EEA- Tier 1	Emisiones (E)= Cantidad de Ferroníquel producida (T) x F.E (g/Mg Ferroníquel)
2C3 Producción de aluminio (P. Secundaria)	EMEP/EEA- Tier 1	Emisiones (E)= Cantidad de Aluminio producida (T) x F.E (g/Mg aluminio)

Tabla 5 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Categoría	Metodología
3 agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	
3B Cría de animales y gestión de estiércol	
3B1a Ganado bovino- vacas de alta & baja producción de leche	EMEP/EEA- Tier 1
3B1b Ganado no lechero (ganado joven, ganado vacuno y vacas lactantes)	EMEP/EEA- Tier 1
3B1b Ganado no lechero (terneros)	EMEP/EEA- Tier 1
3B3a Porcinos (de engorde)	EMEP/EEA- Tier 1
3B3b Porcinos (hembras)	EMEP/EEA- Tier 2
3B4a Búfalos	EMEP/EEA- Tier 1
3B4d Ovino & Caprino	EMEP/EEA- Tier 1
3B4e Caballos	EMEP/EEA- Tier 1
3B4f Mulas y asnos	EMEP/EEA- Tier 1
3B4g Aves	EMEP/EEA- Tier 1
3B4gi Gallinas ponedoras	EMEP/EEA- Tier 1
3B4giii Pavos	EMEP/EEA- Tier 1
3B4giv Patos & Codornices	EMEP/EEA- Tier 1
3B4h Conejos & Curies	EMEP/EEA- Tier 1
3F Quema de biomasa	
3F1a Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	IPCC- Tier 1
3F1b Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- Caña de azúcar	IPCC- Tier 1
3F1c Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- rastrojo	IPCC- Tier 1

Tabla 6 Residuos

Categoría	Metodología
4 residuos	
4A Tratamiento biológico de los desechos sólidos - Eliminación de desechos sólidos en Rellenos Sanitarios y Vertederos	

4A1 Eliminación de desechos sólidos en rellenos sanitarios y vertederos	EMEP/EEA- Tier 1
4C Incineración e incineración abierta de desechos	
4C1 Incineración de residuos municipales	
4C1bi Incineración de desechos industriales Incluyendo residuos peligrosos	EMEP/EEA- Tier 1
4C1biii Incineración de residuos hospitalarios	EMEP/EEA- Tier 1
4C2 Quema abierta de residuos	LEAP-IBC: Akagi et al (2011) / US EPA (1995)

Anexo 2 Tablas anuales de reporte de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio

Tabla 7 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2010

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2010							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
		Emisiones Totales Toneladas	277,370	23,264	2,503,231	327,237	159,562
1	A	1A - Actividades de quema de combustible	190,329	17,431	1,674,370	295,857	153,769
1	A	1A1 Industrias de la energía	583	58	21,556	21,523	37,500
1	A	1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	358	9	17,308	13,780	35,414
1	A	1A1ai Generación de electricidad en centrales térmicas (& plantas de generación en ZIN)	358	9	17,308	13,780	35,414
1	A	1A1aii Generación combinada de calor y energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1aiii Plantas generadoras de energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1b Refinación de petróleo	95	8	1,831	3,361	1,450
1	A	1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	130	41	2,416	4,382	636
1	A	1A1ci Manufactura de combustibles sólidos	69	33	1	13	85
1	A	1A1cii Otras industrias de la energía	60	8	2,415	4,369	550
1	A	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	20,076	3,015	138,788	33,462	102,708
1	A	1A2a Hierro y acero	19	6	190	518	64
1	A	1A2b Metales no ferrosos	3	1	32	72	13
1	A	1A2c Productos químicos	582	43	5,194	1,988	4,703
1	A	1A2d Pulpa, papel e imprenta	1,659	120	14,278	3,683	13,557
1	A	1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	9,407	2,136	49,457	11,225	20,533
1	A	1A2f Minerales no metálicos	7,243	614	59,713	12,738	54,890
1	A	1A2g Equipo de transporte	16	4	91	101	42
1	A	1A2h Maquinaria	25	4	222	281	8
1	A	1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A2j Madera y productos de la madera	16	4	103	131	7
1	A	1A2k Construcción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A2l Textiles y cueros	1,084	81	9,273	2,378	8,758
1	A	1A2m Industria no especificada	22	2	235	347	135
1	A	1A3 Transporte	10,202	3,050	726,652	224,436	8,937
1	A	1A3a Aviación civil	334	161	40,403	24,844	2,258
1	A	1A3ai Aviación internacional	57	28	962	5,683	391
1	A	1A3aii Aviación nacional	277	133	39,441	19,161	1,867
1	A	1A3b Transporte terrestre	9,326	2,733	676,283	178,674	2,529

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2010							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	A	1A3bi Automóviles	117	16	79,905	8,622	613
1	A	1A3bii Camiones para servicio ligero	649	254	77,262	13,237	326
1	A	1A3biii Buses y microbuses	1,957	645	49,312	44,463	113
1	A	1A3biii Camiones para servicio pesado	4,042	1,332	153,973	105,116	599
1	A	1A3biv Motocicletas	2,561	485	315,831	7,235	878
1	A	1A3bv Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvi Catalizadores basados en urea	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvii Emisiones por abrasión	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3c Ferrocarriles	146	95	1,139	5,574	14
1	A	1A3d Navegación marítima y fluvial	396	61	8,827	15,344	4,136
1	A	1A3di Navegación marítima y fluvial internacional	72	16	377	4,002	1,020
1	A	1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	324	45	8,450	11,342	3,116
1	A	1A3e Otro tipo de transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3ei Transporte por gasoductos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3eii Todo terreno	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A4 Otros sectores	159,468	11,308	787,375	16,436	4,624
1	A	1A4a Comercial / Institucional	329	37	1,894	1,073	56
1	A	1A4b Residencial	137,508	9,619	677,741	11,923	3,893
1	A	1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria	21,631	1,652	107,739	3,440	675
1	A	1A4ci Estacionaria	21,574	1,634	105,045	2,935	673
1	A	1A4cii Vehículos todo terreno y maquinaria	57	18	2,694	505	1
1	A	1A4cii Pesca	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5 No especificado	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5a Estacionario	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5b Móvil	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bi Móvil (componente aviación)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bii Móvil (componente del sector marítimo y fluvial)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5biii Móvil (otros)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B- Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible	1,719	315	3,183	707	505
1	B	1B1 Combustibles sólidos	405	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1a Minería carbonífera y manejo del carbón	405	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai Minas subterráneas	38	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1aii Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai3 Minas subterráneas abandonadas	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2010							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	B	1B1ai4 Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO2	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii Minas de superficie	366	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1b Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1c Transformación de combustibles sólidos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2 Petróleo y gas natural	1,314	315	3,183	707	505
1	B	1B2a Petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2ai Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aii Quema en antorcha	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii2 Producción y refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii3 Transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii4 Refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii5 Distribución de productos de petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2b Gas Natural	1,314	315	3,183	707	505
1	B	1B2bi Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2bii Quema en antorcha	1,314	315	3,183	707	505
1	B	1B2biii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii2 Producción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii3 Procesamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii4 Transmisión y almacenamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii5 Distribución	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	C	1C - Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
2		2 - Procesos Industriales y Uso de Productos	1,730				
2	A	2A - Industria de los minerales	1,406	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A1 Producción de cemento	1,079	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A2 Producción de cal	177	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.3 - Producción de vidrio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.4 - Otros usos de carbonatos en los procesos	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2010							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
2	A	2A4a Cerámicas	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4b Otros usos de la ceniza de sosa	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4c Producción de magnesia no metalúrgica	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4d Otros (especificar)	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5 Otros	150	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5a Canteras y extracción de minerales distintos al carbón	36	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5b Construcción y demolición	115	I.E	I.E	I.E	I.E
2	B	2B - Industria Química		N. A	N. A	N. A	N. A
2	C	2C - Industria de los metales	324	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C1 Producción de hierro y acero	193	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C2 Producción de ferroaleaciones	96	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C3 Producción de aluminio (P. Secundaria)	35	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.4 - Producción de magnesio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.5 - Producción de plomo	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.6 - Producción de zinc	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.7 - Otros	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	D	2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente		N. A	N. A	N. A	N. A
2	E	2E - Industria electrónica		N. A	N. A	N. A	N. A
2	F	2F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		N. A	N. A	N. A	N. A
2	G	2G - Manufactura y utilización de otros productos		N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2H - Otros		N. A	N. A	N. A	N. A
3		3 - Agricultura. Silvicultura. y Otros Usos de la Tierra	29,431	2,130	284,193	14,961	2,047
3	B	3B - Gestión de estiércol (emisiones de la ganadería (vivienda) & del estiércol almacenado)	6,423			5,161	
3	B	3B1a Ganado Bovino Vacas de Alta & Baja Producción de leche	1,297	N. A	N. A	747	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (incluido el ganado joven, ganado vacuno y vacas lactantes)	4,332	N. A	N. A	3,466	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (terneros)	52	N. A	N. A	75	N. A
3	B	3B3 Porcinos (de engorde)	6	N. A	N. A	65	N. A
3	B	3B3 Porcinos (hembras)	1	N. A	N. A	28	N. A
3	B	3B4a Búfalos	148	N. A	N. A	22	N. A
3	B	3B4d Ovino & Caprino	87	N. A	N. A	35	N. A
3	B	3B4e Caballos	298	N. A	N. A	427	N. A
3	B	3B4f Mulas y asnos	48	N. A	N. A	97	N. A
3	B	3B4gi Gallinas ponedoras	114	N. A	N. A	191	N. A

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2010							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
3	B	3B4giii Pavos	9	N. A	N. A	3	N. A
3	B	3B4giv Patos & Codornices	25	N. A	N. A	5	N. A
3	B	3B4h Conejos & Curies	5	N. A	N. A	0	N. A
3	F	3F- Emisiones por quema de biomasa (residuos agrícolas)	23,008	2,130	284,193	9,800	2,047
3	F	3F1a Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	14	1	176	6	1
3	F	3F1b Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- Caña de azúcar	22,423	2,076	276,961	9,550	1,993
3	F	3F1c Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- rastrojo	571	53	7,056	243	53
4		4- Residuos	6,718	183	26,053	1,381	144
4	A	4A Tratamiento biológico de los desechos sólidos - Eliminación de desechos sólidos en Rellenos Sanitarios y Vertederos	0	N. A	N. A	N. A	N. A
4	C	4C Incineración e incineración abierta de desechos	6,718	183	26,053	1,381	144
4	C	4C1bi Incineración de desechos industriales Incluyendo residuos peligrosos	0	0	1	9	1
4	C	4C1biii Incineración de residuos hospitalarios	N. A	5	2	28	7
4	C	4C2 Incineración abierta de residuos	6,718	178	26,050	1,344	137
11		11- Naturales	47,443	3,205	515,432	14,330	3,096
11	B	11B- Incendios de Bosques & Praderas	47,443	3,205	515,432	14,330	3,096
11	B	11Ba Incendios de Bosques	46,453	3,117	503,522	13,231	3,032
11	B	11Bb Incendios de Praderas	989	88	11,910	1,099	64

N.A: No aplica; N.E: No estimado; I.E: Incluido en otra sección

Tabla 8 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2011

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2011							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
		Emisiones Totales Toneladas	241,959	21,808	2,188,548	329,244	130,826
1	A	1A- Actividades de quema de combustible	182,244	17,673	1,650,523	307,005	126,763
1	A	1A1 Industrias de la energía	394	59	13,320	17,186	17,707
1	A	1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	161	6	8,539	8,601	15,467
1	A	1A1ai Generación de electricidad en centrales térmicas (& plantas de generación en ZIN)	161	6	8,539	8,601	15,467
1	A	1A1aii Generación combinada de calor y energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1aiii Plantas generadoras de energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1b Refinación de petróleo	105	9	1,967	3,576	1,624
1	A	1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	128	43	2,814	5,008	616
1	A	1A1ci Manufactura de combustibles sólidos	59	28	1	11	72
1	A	1A1cii Otras industrias de la energía	69	15	2,813	4,997	544
1	A	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	21,703	3,673	141,043	32,967	94,809
1	A	1A2a Hierro y acero	14	5	150	442	13
1	A	1A2b Metales no ferrosos	9	2	61	66	28
1	A	1A2c Productos químicos	496	39	4,456	2,024	3,944
1	A	1A2d Pulpa, papel e imprenta	1,639	118	14,138	3,743	13,425
1	A	1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,992	2,914	58,683	11,830	18,338
1	A	1A2f Minerales no metálicos	6,476	495	54,598	11,885	51,227
1	A	1A2g Equipo de transporte	67	19	304	159	54
1	A	1A2h Maquinaria	25	4	232	282	8
1	A	1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A2j Madera y productos de la madera	16	5	92	121	6
1	A	1A2k Construcción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A2l Textiles y cueros	948	70	8,118	2,078	7,662
1	A	1A2m Industria no especificada	20	3	210	337	105
1	A	1A3 Transporte	11,039	3,318	757,045	240,271	8,902
1	A	1A3a Aviación civil	354	170	40,661	26,228	2,377
1	A	1A3ai Aviación internacional	67	32	1,036	6,371	443
1	A	1A3aii Aviación nacional	287	138	39,625	19,857	1,934
1	A	1A3b Transporte terrestre	10,113	2,970	706,163	192,025	2,462
1	A	1A3bi Automóviles	118	15	78,371	8,486	632
1	A	1A3bii Camiones para servicio ligero	746	302	77,950	14,092	333

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2011							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	A	1A3biii Buses y microbuses	2,079	685	49,096	46,645	113
1	A	1A3biii Camiones para servicio pesado	4,411	1,454	163,699	115,187	453
1	A	1A3biv Motocicletas	2,760	513	337,048	7,616	932
1	A	1A3bv Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvi Catalizadores basados en urea	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvii Emisiones por abrasión	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3c Ferrocarriles	182	118	1,421	6,962	1
1	A	1A3d Navegación marítima y fluvial	390	60	8,800	15,056	4,062
		1A3di Navegación marítima y fluvial internacional	66	15	350	3,714	946
1	A	1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	324	45	8,450	11,342	3,116
1	A	1A3e Otro tipo de transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3ei Transporte por gasoductos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3eii Todo terreno	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A4 Otros sectores	149,108	10,623	739,116	16,582	5,345
1	A	1A4a Comercial / Institucional	75	30	648	1,161	56
1	A	1A4b Residencial	130,136	9,101	644,039	11,689	4,555
1	A	1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria	18,896	1,493	94,430	3,732	734
1	A	1A4ci Estacionaria	18,835	1,473	91,633	3,173	733
1	A	1A4cii Vehículos todo terreno y maquinaria	62	20	2,796	559	1
1	A	1A4cii Pesca	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5 No especificado	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5a Estacionario	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5b Móvil	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bi Móvil (componente aviación)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bii Móvil (componente del sector marítimo y fluvial)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5biii Móvil (otros)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible	2,075	386	3,896	866	618
1	B	1B1 Combustibles sólidos	467	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1a Minería carbonífera y manejo del carbón	467	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai Minas subterráneas	45	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai3 Minas subterráneas abandonadas	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai4 Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO2	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii Minas de superficie	422	N. E	N. E	N. E	N. E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2011							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	B	1B1aii1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1b Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1c Transformación de combustibles sólidos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2 Petróleo y gas natural	1,608	386	3,896	866	618
1	B	1B2a Petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2ai Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aii Quema en antorcha	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii2 Producción y refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii3 Transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii4 Refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii5 Distribución de productos de petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2b Gas Natural	1,608	386	3,896	866	618
1	B	1B2bi Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2bii Quema en antorcha	1,608	386	3,896	866	618
1	B	1B2biii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii2 Producción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii3 Procesamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii4 Transmisión y almacenamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii5 Distribución	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	C	1C - Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
2		2 - Procesos Industriales y Uso de Productos	1,892				
2	A	2A - Industria de los minerales	1,580	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A1 Producción de cemento	1,225	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A2 Producción de cal	178	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.3 - Producción de vidrio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.4 - Otros usos de carbonatos en los procesos	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4a Cerámicas	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4b Otros usos de la ceniza de sosa	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2011							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
2	A	2A4c Producción de magnesia no metalúrgica	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4d Otros (especificar)	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5 Otros	177	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5a Canteras y extracción de minerales distintos al carbón	43	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5b Construcción y demolición	134	I.E	I.E	I.E	I.E
2	B	2.B - Industria Química		N. A	N. A	N. A	N. A
2	C	2.C - Industria de los metales	313	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C1 Producción de hierro y acero	214	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C2 Producción de ferroaleaciones	68	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C3 Producción de aluminio (P. Secundaria)	31	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.4 - Producción de magnesio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.5 - Producción de plomo	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.6 - Producción de zinc	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.7 - Otros	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	D	2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente		N. A	N. A	N. A	N. A
2	E	2E - Industria electrónica		N. A	N. A	N. A	N. A
2	F	2F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		N. A	N. A	N. A	N. A
2	G	2G - Manufactura y utilización de otros productos		N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2H - Otros		N. A	N. A	N. A	N. A
3		3 - Agricultura. Silvicultura. y Otros Usos de la Tierra	28,704	2,192	292,352	14,085	2,106
3	B	3B - Gestión de estiércol (emisiones de la ganadería (vivienda) & del estiércol almacenado)	5,035			4,004	
3	B	3B1a Ganado Bovino Vacas de Alta & Baja Producción de leche	1,172	N. A	N. A	675	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (incluido el ganado joven, ganado vacuno y vacas lactantes)	3,342	N. A	N. A	2,674	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (terneros)	65	N. A	N. A	93	N. A
3	B	3B3 Porcinos (de engorde)	4	N. A	N. A	48	N. A
3	B	3B3 Porcinos (hembras)	2	N. A	N. A	32	N. A
3	B	3B4a Búfalos	82	N. A	N. A	12	N. A
3	B	3B4d Ovino & Caprino	65	N. A	N. A	26	N. A
3	B	3B4e Caballos	119	N. A	N. A	171	N. A
3	B	3B4f Mulas y asnos	28	N. A	N. A	57	N. A
3	B	3B4gi Gallinas ponedoras	125	N. A	N. A	209	N. A
3	B	3B4giii Pavos	9	N. A	N. A	3	N. A
3	B	3B4giv Patos & Codornices	18	N. A	N. A	4	N. A

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2011							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
3	B	3B4h Conejos & Curies	4	N. A	N. A	0	N. A
3	F	3F- Emisiones por quema de biomasa (residuos agrícolas)	23,669	2,192	292,352	10,081	2,106
3	F	3F1a Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	7	1	92	3	1
3	F	3F1b Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- Caña de azúcar	23,124	2,141	285,624	9,849	2,055
3	F	3F1c Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- rastrojo	537	50	6,636	229	50
4		4- Residuos	8,742	235	33,900	1,784	184
4	A	4A Tratamiento biológico de los desechos sólidos - Eliminación de desechos sólidos en Rellenos Sanitarios y Vertederos	0	N. A	N. A	N. A	N. A
4	C	4C Incineración e incineración abierta de desechos	8,742	235	33,900	1,784	184
4	C	4C1bi Incineración de desechos industriales Incluyendo residuos peligrosos	0	0	1	15	1
4	C	4C1biii Incineración de residuos hospitalarios	N. A	3	2	20	5
4	C	4C2 Incineración abierta de residuos	8,742	232	33,897	1,748	178
11		11. Naturales	18,302	1,322	207,876	5,504	1,155
11	B	11B- Incendios de Bosques & Praderas	18,302	1,322	207,876	5,504	1,155
11	B	11Ba Incendios de Bosques	17,670	1,266	200,269	4,802	1,114
11	B	11Bb Incendios de Praderas	632	56	7,607	702	41

N.A: No aplica; N.E: No estimado; I.E: Incluido en otra sección

Tabla 9 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2012

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2012							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	PM_{25}	CN	CO	NO_2	SO_2
		Emisiones Totales Toneladas	281,380	23,853	2,615,705	325,088	150,280
1	A	1A Actividades de quema de combustible	176,546	16,698	1,609,121	291,724	143,583
1	A	1A1 Industrias de la energía	470	56	17,579	19,516	25,569
1	A	1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	270	9	12,112	10,132	24,707
1	A	1A1ai Generación de electricidad en centrales térmicas (& plantas de generación en ZIN)	270	9	12,112	10,132	24,707
1	A	1A1aii Generación combinada de calor y energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1aiii Plantas generadoras de energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1b Refinación de petróleo	49	6	1,924	3,196	224
1	A	1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	151	41	3,543	6,187	638
1	A	1A1ci Manufactura de combustibles sólidos	66	31	1	12	80
1	A	1A1cii Otras industrias de la energía	86	10	3,542	6,175	558
1	A	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	21,631	3,425	145,384	33,124	103,119
1	A	1A2a Hierro y acero	12	5	156	542	12
1	A	1A2b Metales no ferrosos	4	1	24	54	4
1	A	1A2c Productos químicos	541	48	4,678	1,928	4,076
1	A	1A2d Pulpa, papel e imprenta	1,562	111	13,544	3,646	12,787
1	A	1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,785	2,692	61,250	12,138	24,425
1	A	1A2f Minerales no metálicos	6,562	480	55,702	11,883	52,679
1	A	1A2g Equipo de transporte	13	4	81	119	35
1	A	1A2h Maquinaria	18	3	173	264	7
1	A	1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A2j Madera y productos de la madera	14	4	88	128	7
1	A	1A2k Construcción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A2l Textiles y cueros	1,094	75	9,408	2,068	8,920
1	A	1A2m Industria no especificada	27	2	280	354	167
1	A	1A3 Transporte	9,602	2,892	727,686	222,413	9,578
1	A	1A3a Aviación civil	380	183	38,696	28,064	2,541
		1A3ai Aviación internacional	78	38	1,094	7,070	498
1	A	1A3aii Aviación nacional	302	145	37,602	20,994	2,043
1	A	1A3b Transporte terrestre	8,618	2,519	678,578	170,836	2,697
1	A	1A3bi Automóviles	97	12	74,924	8,081	645
1	A	1A3bii Camiones para servicio ligero	665	277	81,820	14,103	540

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2012							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	PM_{25}	CN	CO	NO_2	SO_2
1	A	1A3biii Buses y microbuses	1,656	546	46,277	39,194	102
1	A	1A3biii Camiones para servicio pesado	3,496	1,152	138,111	101,810	426
1	A	1A3biv Motocicletas	2,703	532	337,445	7,648	985
1	A	1A3bv Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvi Catalizadores basados en urea	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvii Emisiones por abrasión	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3c Ferrocarriles	194	126	1,514	7,416	13
1	A	1A3d Navegación marítima y fluvial	410	64	8,898	16,097	4,327
1	A	1A3di Navegación marítima y fluvial internacional	86	19	448	4,755	1,211
1	A	1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	324	45	8,450	11,342	3,116
1	A	1A3e Otro tipo de transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3ei Transporte por gasoductos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3eii Todo terreno	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A4 Otros sectores	144,843	10,324	718,473	16,672	5,316
1	A	1A4a Comercial / Institucional	27	16	543	1,380	55
1	A	1A4b Residencial	126,165	8,823	624,636	11,436	4,500
1	A	1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria	18,651	1,486	93,293	3,857	761
1	A	1A4ci Estacionaria	18,588	1,466	90,417	3,286	760
1	A	1A4cii Vehículos todo terreno y maquinaria	63	20	2,876	571	2
1	A	1A4cii Pesca	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5 No especificado	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5a Estacionario	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5b Móvil	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bi Móvil (componente aviación)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bii Móvil (componente del sector marítimo y fluvial)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5biii Móvil (otros)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible	2,269	428	4,324	961	686
1	B	1B1 Combustibles sólidos	485	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1a Minería carbonífera y manejo del carbón	485	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai Minas subterráneas	38	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai3 Minas subterráneas abandonadas	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai4 Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO2	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii Minas de superficie	447	N. E	N. E	N. E	N. E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2012							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	PM_{25}	CN	CO	NO_2	SO_2
1	B	1B1aii1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1b Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1c Transformación de combustibles sólidos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2 Petróleo y gas natural	1,784	428	4,324	961	686
1	B	1B2a Petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2ai Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aii Quema en antorcha	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii2 Producción y refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii3 Transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii4 Refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii5 Distribución de productos de petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2b Gas Natural	1,784	428	4,324	961	686
1	B	1B2bi Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2bii Quema en antorcha	1,784	428	4,324	961	686
1	B	1B2biii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii2 Producción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii3 Procesamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii4 Transmisión y almacenamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii5 Distribución	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	C	1C - Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
2		2 - Procesos Industriales y Uso de Productos	2,058				
2	A	2A - Industria de los minerales	1,695	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A1 Producción de cemento	1,349	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A2 Producción de cal	172	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A		N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.4 - Otros usos de carbonatos en los procesos	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4a Cerámicas	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4b Otros usos de la ceniza de sosa	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2012							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	PM_{25}	CN	CO	NO_2	SO_2
2	A	2A4c Producción de magnesia no metalúrgica	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4d Otros (especificar)	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5 Otros	175	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A		45	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5b Construcción y demolición	130	I.E	I.E	I.E	I.E
2	B	2B - Industria Química		N. A	N. A	N. A	N. A
2	C	2C - Industria de los metales	363	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C1 Producción de hierro y acero	233	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C2 Producción de ferroaleaciones	92	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C3 Producción de aluminio (P. Secundaria)	37	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.4 - Producción de magnesio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.5 - Producción de plomo	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.6 - Producción de zinc	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.7 - Otros	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	D	2D -Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente		N. A	N. A	N. A	N. A
2	E	2E - Industria electrónica		N. A	N. A	N. A	N. A
2	F	2F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		N. A	N. A	N. A	N. A
2	G	2G - Manufactura y utilización de otros productos		N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2H - Otros		N. A	N. A	N. A	N. A
3		3 - Agricultura. Silvicultura. y Otros Usos de la Tierra	27,981	2,157	287,687	13,682	2,072
3	B	3B - Gestión de estiércol (emisiones de la ganadería (vivienda) & del estiércol almacenado)	4,690			3,762	
3	B	3B1a Ganado Bovino Vacas de Alta & Baja Producción de leche	1,104	N. A	N. A	636	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (incluido el ganado joven, ganado vacuno y vacas lactantes)	3,042	N. A	N. A	2,434	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (terneros)	84	N. A	N. A	120	N. A
3	B	3B3 Porcinos (de engorde)	5	N. A	N. A	52	N. A
3	B	3B3 Porcinos (hembras)	2	N. A	N. A	34	N. A
3	B	3B4a Búfalos	108	N. A	N. A	16	N. A
3	B	3B4d Ovino & Caprino	37	N. A	N. A	15	N. A
3	B	3B4e Caballos	126	N. A	N. A	181	N. A
3	B	3B4f Mulas y asnos	29	N. A	N. A	59	N. A
3	B	3B4gi Gallinas ponedoras	125	N. A	N. A	208	N. A
3	B	3B4giii Pavos	9	N. A	N. A	4	N. A
3	B	3B4giv Patos & Codornices	16	N. A	N. A	3	N. A
3	B	3B4h Conejos & Curies	4	N. A	N. A	0	N. A

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2012							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	PM_{25}	CN	CO	NO_2	SO_2
3	F	3F- Emisiones por quema de biomasa (residuos agrícolas)	23,291	2,157	287,687	9,920	2,072
3	F	3F1a Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	91	8	1,126	39	8
3	F	3F1b Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- Caña de azúcar	22,828	2,114	281,969	9,723	2,029
3	F	3F1c Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- rastrojo	372	34	4,593	158	34
4		4- Residuos	14,903	407	57,794	3,075	321
4	A	4A Tratamiento biológico de los desechos sólidos - Eliminación de desechos sólidos en Rellenos Sanitarios y Vertederos	0	N. A	N. A	N. A	N. A
4	C	4C Incineración e incineración abierta de desechos	14,903	407	57,794	3,075	321
4	C	4C1bi Incineración de desechos industriales Incluyendo residuos peligrosos	0	0	2	28	2
4	C	4C1biii Incineración de residuos hospitalarios	N. A	11	5	66	16
4	C	4C2 Incineración abierta de residuos	14,903	395	57,786	2,981	304
11		11. Naturales	57,623	4,164	656,779	15,646	3,618
11	B	11B- Incendios de Bosques & Praderas	57,623	4,164	656,779	15,646	3,618
11	B	11Ba Incendios de Bosques	57,524	4,155	655,584	15,535	3,611
11	B	11Bb Incendios de Praderas	99	9	1,195	110	6

N.A: No aplica; N.E: No estimado; I.E: Incluido en otra sección

Tabla 10 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2013

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2013							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
		Emisiones Totales Toneladas	258,653	22,253	2,437,570	321,099	157,733
1	A	1A Actividades de quema de combustible	164,589	15,934	1,550,168	291,086	151,837
1	A	1A1 Industrias de la energía	757	54	25,044	21,613	45,014
1	A	1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	583	11	20,631	14,002	44,249
1	A	1A1ai Generación de electricidad	583	11	20,631	14,002	44,249
1	A	1A1aii Generación combinada de calor y energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1aiii Plantas generadoras de energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1b Refinación de petróleo	51	6	2,000	3,352	262
1	A	1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	122	37	2,413	4,259	503
1	A	1A1ci Manufactura de combustibles sólidos	63	30	1	12	78
1	A	1A1cii Otras industrias de la energía	59	7	2,412	4,247	425
1	A	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	20,915	3,440	138,242	33,089	95,248
1	A	1A2a Hierro y acero	0	0	0	0	4,948
1	A	1A2b Metales no ferrosos (1A2a)	620	49	5,458	2,144	0
1	A	1A2c Productos químicos	702	50	6,202	2,030	5,661
1	A	1A2d Pulpa, papel e imprenta	1,396	94	12,184	3,156	11,512
1	A	1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	10,926	2,674	53,095	10,847	15,987
1	A	1A2f Minerales no metálicos	6,166	457	52,250	11,258	49,280
1	A	1A2g Equipo de transporte	9	2	59	97	26
1	A	1A2h Maquinaria	14	3	135	246	6
1	A	1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	15	8	48	372	2
1	A	1A2j Madera y productos de la madera	14	4	81	119	7
1	A	1A2k Construcción	21	12	69	533	3
1	A	1A2l Textiles y cueros	1,001	83	8,340	1,917	7,607
1	A	1A2m Industria no especificada	32	2	322	371	209
1	A	1A3 Transporte	9,418	2,878	732,440	220,335	9,127
1	A	1A3a Aviación civil	406	195	45,359	29,900	2,711
1	A	1A3ai Aviación internacional	84	40	1,149	7,514	531
1	A	1A3aii Aviación nacional	322	155	44,210	22,386	2,180
1	A	1A3b Transporte terrestre	8,405	2,489	677,255	169,236	2,855
1	A	1A3bi Automóviles	93	12	72,102	7,776	685
1	A	1A3bii Camiones para servicio ligero	663	298	78,136	13,747	566
1	A	1A3biii Buses y microbuses	1,593	525	45,648	38,370	101

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2013							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	A	1A3biii Camiones para servicio pesado	3,308	1,090	132,723	101,450	451
1	A	1A3biv Motocicletas	2,749	564	348,646	7,894	1,052
1	A	1A3bv Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvi Catalizadores basados en urea	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvii Emisiones por abrasión	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3c Ferrocarriles	212	138	1,654	8,100	13
1	A	1A3d Navegación marítima y fluvial	395	56	8,172	13,099	3,548
1	A	1A3di Navegación marítima y fluvial internacional	127	25	567	6,022	1,533
1	A	1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	268	31	7,605	7,077	2,015
1	A	1A3e Otro tipo de transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3ei Transporte por gasoductos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3eii Todo terreno	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A4 Otros sectores	133,500	9,562	654,442	16,050	2,448
1	A	1A4a Comercial / Institucional	28	16	559	1,420	56
1	A	1A4b Residencial	116,333	8,141	568,646	10,532	1,577
1	A	1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria	17,139	1,404	85,238	4,098	815
1	A	1A4ci Estacionaria	17,075	1,384	82,999	3,506	813
1	A	1A4cii Vehículos todo terreno y maquinaria	64	21	2,239	593	1
1	A	1A4cii Pesca	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5 No especificado	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5a Estacionario	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5b Móvil	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bi Móvil (componente aviación)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bii Móvil (componente del sector marítimo y fluvial)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5biii Móvil (otros)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B- Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible	2,096	391	3,952	878	627
1	B	1B1 Combustibles sólidos	465	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1a Minería carbonífera y manejo del carbón	465	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai Minas subterráneas	38	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai3 Minas subterráneas abandonadas	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai4 Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO2	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii Minas de superficie	427	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2013							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	B	1B1aii2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1b Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1c Transformación de combustibles sólidos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2 Petróleo y gas natural	1,631	391	3,952	878	627
1	B	1B2a Petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2ai Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aii Quema en antorcha	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii2 Producción y refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii3 Transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii4 Refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii5 Distribución de productos de petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2b Gas Natural	1,631	391	3,952	878	627
1	B	1B2bi Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2bii Quema en antorcha	1,631	391	3,952	878	627
1	B	1B2biii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii2 Producción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii3 Procesamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii4 Transmisión y almacenamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii5 Distribución	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	C	1C- Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
2		2 - Procesos Industriales y Uso de Productos	2,007				
2	A	2A - Industria de los minerales	1,685				
2	A	2A1 Producción de cemento	1,279	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A2 Producción de cal	175	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.3 - Producción de vidrio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.4 - Otros usos de carbonatos en los procesos	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4a Cerámicas	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4b Otros usos de la ceniza de sosa	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4c Producción de magnesia no metalúrgica	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2013							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
2	A	2A4d Otros (especificar)	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5 Otros	231	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5a Canteras y extracción de minerales distintos al carbón	50	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5b Construcción y demolición	181	I.E	I.E	I.E	I.E
2	B	2B - Industria Química		N. A	N. A	N. A	N. A
2	C	2C - Industria de los metales	322				
2	C	2C1 Producción de hierro y acero	190	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C2 Producción de ferroaleaciones	91	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C3 Producción de aluminio (P. Secundaria)	41	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C4 Producción de magnesio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C5 Producción de plomo	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C6 Producción de zinc	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C7 Otros	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	D	2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente		N. A	N. A	N. A	N. A
2	E	2E - Industria electrónica		N. A	N. A	N. A	N. A
2	F	2F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		N. A	N. A	N. A	N. A
2	G	2G - Manufactura y utilización de otros productos		N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2H - Otros		N. A	N. A	N. A	N. A
3		3 - Agricultura. Silvicultura. y Otros Usos de la Tierra	24,110	1,818	242,556	12,151	1,747
3	B	3B - Gestión de estiércol (emisiones de la ganadería (vivienda) & del estiércol almacenado)	4,473			3,787	
3	B	3B1a Ganado Bovino Vacas de Alta & Baja Producción de leche	1,044	N. A	N. A	601	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (incluido el ganado joven, ganado vacuno y vacas lactantes)	2,680	N. A	N. A	2,144	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (terneros)	348	N. A	N. A	502	N. A
3	B	3B3 Porcinos (de engorde)	2	N. A	N. A	28	N. A
3	B	3B3 Porcinos (hembras)	3	N. A	N. A	54	N. A
3	B	3B4a Búfalos	72	N. A	N. A	11	N. A
3	B	3B4d Ovino & Caprino	32	N. A	N. A	13	N. A
3	B	3B4e Caballos	117	N. A	N. A	169	N. A
3	B	3B4f Mulas y asnos	21	N. A	N. A	43	N. A
3	B	3B4gi Gallinas ponedoras	131	N. A	N. A	218	N. A
3	B	3B4giii Pavos	7	N. A	N. A	3	N. A
3	B	3B4giv Patos & Codornices	11	N. A	N. A	2	N. A
3	B	3B4h Conejos & Curies	4	N. A	N. A	0	N. A
3	F	3F- Emisiones por quema de biomasa (residuos agrícolas)	19,637	1,818	242,556	8,364	1,747

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2013							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
3	F	3F1a Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	56	5	693	24	5
3	F	3F1b Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- Caña de azúcar	19,220	1,780	237,398	8,186	1,708
3	F	3F1c Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- rastrojo	361	33	4,464	154	33
5		4- Residuos	14,767	404	57,265	3,061	320
5	A	4A Tratamiento biológico de los desechos sólidos - Eliminación de desechos sólidos en Rellenos Sanitarios y Vertederos	0	N. A	N. A	N. A	N. A
5	C	4C Incineración e incineración abierta de desechos	14,766	404	57,265	3,061	320
5	C	4C1bi Incineración de desechos industriales Incluyendo residuos peligrosos	0	0	3	39	2
5	C	4C1biii Incineración de residuos hospitalarios	N. A	12	6	70	16
5	C	4C2 Incineración abierta de residuos	14,766	392	57,256	2,953	301
11		11. Naturales	51,083	3,705	583,629	13,923	3,201
11	B	11B- Incendios de Bosques & Praderas	51,083	3,705	583,629	13,923	3,201
11	B	11Ba Incendios de Bosques	50,892	3,688	581,320	13,710	3,189
11	B	11Bb Incendios de Praderas	192	17	2,309	213	12

N.A: No aplica; N.E: No estimado; I.E: Incluido en otra sección

Tabla 11 Resumen por categoría y subsectores de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio en toneladas para el 2014

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2014							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
		Emisiones Totales Toneladas	241,605	21,851	2,565,694	354,007	176,096
1	A	1A Actividades de quema de combustible	104,629	12,563	1,218,217	312,101	167,407
1	A	1A1 Industrias de la energía	599	58	26,425	23,279	47,797
1	A	1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	427	12	22,239	15,553	47,043
1	A	1A1ai Generación de electricidad	427	12	22,239	15,553	47,043
1	A	1A1aii Generación combinada de calor y energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1aiii Plantas generadoras de energía (CHP)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A1b Refinación de petróleo	41	5	1,743	2,929	161
1	A	1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	130	41	2,443	4,797	592
1	A	1A1ci Manufactura de combustibles sólidos	65	31	1	12	80
1	A	1A1cii Otras industrias de la energía	65	10	2,442	4,784	512
1	A	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	23,406	4,022	151,207	30,168	100,915
1	A	1A2a Hierro y acero	0	0	0	0	0
1	A	1A2b Metales no ferrosos (1A2a)	705	54	6,103	1,990	5,690
1	A	1A2c Productos químicos	788	62	6,801	2,055	6,153
1	A	1A2d Pulpa, papel e imprenta	1,416	94	12,394	3,203	11,690
1	A	1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	12,405	3,098	58,907	4,843	15,703
1	A	1A2f Minerales no metálicos	6,790	548	56,536	11,652	52,510
1	A	1A2g Equipo de transporte	4	1	31	80	15
1	A	1A2h Maquinaria	18	4	159	236	5
1	A	1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	57	32	189	1,471	9
1	A	1A2j Madera y productos de la madera	9	3	47	106	7
1	A	1A2k Construcción	81	46	269	2,089	12
1	A	1A2l Textiles y cueros	1,110	78	9,535	2,107	8,993
1	A	1A2m Industria no especificada	22	2	236	334	128
1	A	1A3 Transporte	10,963	3,384	697,366	250,451	17,085
1	A	1A3a Aviación civil	559	268	63,543	38,138	3,483
1	A	1A3ai Aviación internacional	114	55	1,318	9,422	679
1	A	1A3aii Aviación nacional	445	213	62,225	28,716	2,804
1	A	1A3b Transporte terrestre	7,956	2,678	622,948	160,416	2,533
1	A	1A3bi Automóviles	106	14	77,886	8,416	695
1	A	1A3bii Camiones para servicio ligero	807	437	73,383	14,542	182
1	A	1A3biii Buses y microbuses	2,286	754	41,064	54,729	121

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2014							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	A	1A3biii Camiones para servicio pesado	2,470	814	80,267	72,933	297
1	A	1A3biv Motocicletas	2,289	659	350,348	9,796	1,238
1	A	1A3bv Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvi Catalizadores basados en urea	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3bvii Emisiones por abrasión	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3c Ferrocarriles	232	150	1,806	8,847	13
1	A	1A3d Navegación marítima y fluvial	2,216	288	9,069	43,050	11,056
1	A	1A3di Navegación marítima y fluvial internacional	879	121	1,750	18,664	4,728
1	A	1A3dii Navegación marítima y fluvial nacional	1,337	167	7,319	24,386	6,328
1	A	1A3e Otro tipo de transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3ei Transporte por gasoductos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A3eii Todo terreno	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A4 Otros sectores	69,661	5,099	343,218	8,203	1,610
1	A	1A4a Comercial / Institucional	36	22	611	1,551	74
1	A	1A4b Residencial	52,487	3,672	257,246	3,566	721
1	A	1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías - Estacionaria	17,138	1,405	85,361	3,087	815
1	A	1A4ci Estacionaria	17,075	1,384	82,999	2,481	813
1	A	1A4cii Vehículos todo terreno y maquinaria	62	21	2,362	606	1
1	A	1A4cii Pesca	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5 No especificado	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5a Estacionario	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5b Móvil	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bi Móvil (componente aviación)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5bii Móvil (componente del sector marítimo y fluvial)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	A	1A5biii Móvil (otros)	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustible	2,476	479	4,831	1,074	767
1	B	1B1 Combustibles sólidos	482	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1a Minería carbonífera y manejo del carbón	482	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai Minas subterráneas	36	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1ai3 Minas subterráneas abandonadas	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	B	1B1ai4 Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO2	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii Minas de superficie	446	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1aii1 Minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2014							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
1	B	1B1aii2 Emisiones posteriores a la minería	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1b Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B1c Transformación de combustibles sólidos	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2 Petróleo y gas natural	1,994	479	4,831	1,074	767
1	B	1B2a Petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2ai Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aii Quema en antorcha	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii2 Producción y refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii3 Transporte	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii4 Refinación	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii5 Distribución de productos de petróleo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2aiii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2b Gas Natural	1,994	479	4,831	1,074	767
1	B	1B2bi Venteo	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2bii Quema en antorcha	1,994	479	4,831	1,074	767
1	B	1B2biii Todos los demás	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii1 Exploración	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii2 Producción	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii3 Procesamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii4 Transmisión y almacenamiento	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii5 Distribución	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B2biii6 Otros	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	B	1B3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	N. E	N. E	N. E	N. E	N. E
1	C	1C - Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1.C.1 Transporte	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1C1a Gasoductos	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1C1b Embarcaciones	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1C1c Otros	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1.C.2 Inyección y almacenamiento	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1C2a Inyección	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1C2b Almacenamiento	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
1	C	1.C.3 Otros	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
2		2 - Procesos Industriales y Uso de Productos	2,019				

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2014							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	$PM_{2.5}$	CN	CO	NO_2	SO_2
2	A	2A - Industria de los minerales	1,708				
2	A	2A1 Producción de cemento	1,409	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A2 Producción de cal	90	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.3 - Producción de vidrio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2.A.4 - Otros usos de carbonatos en los procesos	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4a Cerámicas	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4b Otros usos de la ceniza de sosa	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4c Producción de magnesia no metalúrgica	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A4d Otros (especificar)	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5 Otros	209	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5a Canteras y extracción de minerales distintos al carbón	40	I.E	I.E	I.E	I.E
2	A	2A5b Construcción y demolición	169	I.E	I.E	I.E	I.E
2	B	2B - Industria Química		N. A	N. A	N. A	N. A
2	C	2C - Industria de los metales	311				
2	C	2C1 Producción de hierro y acero	186	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C2 Producción de ferroaleaciones	88	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C3 Producción de aluminio (P. Secundaria)	37	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2C4 Producción de magnesio	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.5 - Producción de plomo	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.6 - Producción de zinc	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	C	2.C.7 - Otros	N. E	I.E	I.E	I.E	I.E
2	D	2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente		N. A	N. A	N. A	N. A
2	E	2E - Industria electrónica		N. A	N. A	N. A	N. A
2	F	2F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		N. A	N. A	N. A	N. A
2	G	2G - Manufactura y utilización de otros productos		N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2H - Otros		N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2.H.1 - Industria de pulpa y el papel	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2.H.2 - Industria de la alimentación y bebidas	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
2	H	2.H.3 - Otros	N. A	N. A	N. A	N. A	N. A
3		3 - Agricultura. Silvicultura. y Otros Usos de la Tierra	24,673	1,843	245,843	12,337	1,772
3	B	3B - Gestión de estiércol (emisiones de la ganadería (vivienda) & del estiércol almacenado)	4,769			3,859	
3	B	3B1a Ganado Bovino Vacas de Alta & Baja Producción de leche	1,148	N. A	N. A	661	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (incluido el ganado joven, ganado vacuno y vacas lactantes)	3,057	N. A	N. A	2,445	N. A
3	B	3B1b Ganado no lechero (terneros)	116	N. A	N. A	167	N. A

EMISIONES EN TONELADAS PARA EL AÑO 2014							
Módulo	Capítulo	Categorías IPCC 2006	PM_{25}	CN	CO	NO_2	SO_2
3	B	3B3 Porcinos (de engorde)	3	N. A	N. A	31	N. A
3	B	3B3 Porcinos (hembras)	4	N. A	N. A	81	N. A
3	B	3B4a Búfalos	113	N. A	N. A	17	N. A
3	B	3B4d Ovino & Caprino	33	N. A	N. A	13	N. A
3	B	3B4e Caballos	114	N. A	N. A	164	N. A
3	B	3B4f Mulas y asnos	25	N. A	N. A	49	N. A
3	B	3B4gi Gallinas ponedoras	135	N. A	N. A	226	N. A
3	B	3B4giii Pavos	6	N. A	N. A	3	N. A
3	B	3B4giv Patos & Codornices	10	N. A	N. A	2	N. A
3	B	3B4h Conejos & Curies	5	N. A	N. A	0	N. A
3	F	3F- Emisiones por quema de biomasa (residuos agrícolas)	19,903	1,843	245,843	8,477	1,772
3	F	3F1a Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	15	1	180	6	1
3	F	3F1b Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- Caña de azúcar	19,220	1,780	237,398	8,186	1,708
3	F	3F1c Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo- rastrojo	669	62	8,265	285	62
5		4- Residuos	16,141	440	62,595	3,326	348
5	A	4A Tratamiento biológico de los desechos sólidos - Eliminación de desechos sólidos en Rellenos Sanitarios y Vertederos	0	N. A	N. A	N. A	N. A
5	C	4C Incineración e incineración abierta de desechos	16,141	440	62,595	3,326	348
5	C	4C1bi Incineración de desechos industriales Incluyendo residuos peligrosos	0	0	2	26	1
5	C	4C1biii Incineración de residuos hospitalarios	N. A	12	6	72	17
5	C	4C2 Incineración abierta de residuos	16,141	428	62,587	3,228	329
11		11. Naturales	91,667	6,527	1,034,207	25,169	5,802
11	B	11B- Incendios de Bosques & Praderas	91,667	6,527	1,034,207	25,169	5,802
11	B	11Ba Incendios de Bosques	91,509	6,513	1,032,314	24,995	5,792
11	B	11Bb Incendios de Praderas	157	14	1,893	175	10

N.A: No aplica; N.E: No estimado; I.E: Incluido en otra sección