



**Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional**  
**Exploración Inicial 2008-2012**  
**Cuenta de Emisiones al Aire**

Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional

Exploración Inicial

2008-2012

Cuaderno 6

Cuenta de Emisiones al Aire



**SCAN**  
Sistema de Contabilidad  
Ambiental Nacional

Publicado por:  
*Ministerio del Ambiente (MAE)*  
*República del Ecuador*  
[www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)

Edición:  
María de los Angeles Barrionuevo  
Susana Torres López

Elaboración:  
**Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional**  
Alejandra Moscoso Estrella  
Franco Carvajal Ledesma  
María Erazo Peñaherrera  
María Martínez Núñez  
Pablo Tapia Ortega  
Susana Torres López

Diseño de portada y contraportada:  
Christian Salazar Garcia

Con los aportes de:  
Equipo técnico y consultores del Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional  
Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI)

© Ministerio del Ambiente - MAE 2014  
ISBN: 978-9942-07-828-5  
Todos los derechos reservados  
Quito, Ecuador

Cita que se recomienda:

Ministerio del Ambiente (2014). Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional, Exploración inicial 2008-2012. Cuenta de Emisiones al Aire. Quito.

Para disminuir el impacto en el ambiente, este documento solo está disponible en formato digital.

## Presentación

El Producto Interno Bruto (PIB) es uno de los indicadores que se emplea para medir el crecimiento de un país. Sin embargo, una de las mayores limitaciones que tiene este indicador es que deja de lado elementos cualitativos sobre la situación ambiental de dicho país. Esto llevó a que la Organización de Naciones Unidas (ONU), la Comisión Europea, el Fondo Monetario Internacional (FMI), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Banco Mundial (BM) propongan una metodología para descontar del PIB tradicional la descapitalización del capital natural ya sea en términos físicos o monetarios.

El Marco Central del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica SEEA<sup>1</sup> promueve la contabilización sistemática de stocks y flujos ambientales en concordancia con el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). El SEEA promueve la generación de un Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) que reconoce la conversión de los activos naturales en activos económicos y que considere que la reposición natural de recursos renovables es una actividad productiva al igual que su extracción.

El SCAN es la herramienta operativa de la Cuenta Satélite Ambiental (CSA) que permite visibilizar en un mismo marco contable la relación recíproca del ambiente (unidades físicas) con la economía (unidades monetarias) e incorporar el capital natural en el cálculo de la riqueza nacional. La información de las CSA faculta la toma informada de decisiones económicas y promueve la planificación desde lo ambiental hacia lo económico y no como tradicionalmente se hacía.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) asumió en el año 2012, a través del Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN), la responsabilidad de ejecutar el Compromiso Presidencial 9034 de desarrollar la Contabilidad Ambiental Nacional y diseñar la metodología para la construcción de las Cuenta Satélite Ambiental en base a la metodología del SEEA.

La Contabilidad Ambiental promueve la elaboración de la Matriz Híbrida de Oferta – Utilización Ambiental de los activos, flujos ambientales y transacciones económicas conexas para el Ecuador. Para lo cual, el Ministerio del Ambiente en el Marco del Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional ha trabajado en las cuentas de

---

<sup>1</sup> Por su nombre en inglés System of Environmental-Economic Accounting. Central Framework (SEEA).

petróleo y gas natural; recurso forestal maderable, tierra, emisiones al aire, descargas de agua, y la de gastos de protección ambiental.

El presente cuaderno “Emisiones al Aire” brindar al lector la relación del recurso dentro del SCAN. La primera parte realiza una descripción del recurso y su relación con el Producto Interno Bruto. La segunda parte corresponde al proceso metodológico de la cuenta como activo y flujos; y, la cuenta en unidades monetarias. Posteriormente se presenta los principales hallazgos obtenidos del presente análisis.

Se espera que el proceso de socialización de estos resultados promueva la participación de diversos actores para así fortalecer la metodología y completar la información requerida para la construcción de las diferentes cuentas.

Susana Torres

**Coordinadora del Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional**

## Índice de contenido

Siglas y Acrónimos .....	11
Signos y símbolos.....	12
1. Las emisiones al aire en el Marco Central del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SEEA). .....	14
2. Descripción del recurso aire.....	18
3. La relación entre emisiones al aire y el Producto Interno Bruto (PIB).....	20
4. El cálculo de las emisiones al aire .....	27
5. Cuenta física.....	33
5.1 Fuentes móviles .....	34
5.2. Fuentes fijas:.....	36
5.3. Fuentes de área .....	39
6. Tabla Oferta-Utilización (TOU) física de emisiones al aire. ....	40
7. Indicadores .....	44
8. Principales hallazgos: .....	46
10. Bibliografía.....	51

## Índice de cuadros

Cuadro 1: Características. Fuentes y efectos sobre la salud de los contaminantes presentes en la atmósfera .....	19
Cuadro 2: Tabla Oferta Utilización (TOU) de emisiones al aire .....	33
Cuadro 3: Emisiones de fuentes móviles según gas contaminante (toneladas) .....	34
Cuadro 4: Emisiones de fuentes móviles según tipo de uso (toneladas).....	35
Cuadro 5: Emisiones al aire de fuentes fijas por tipo de gas contaminante (toneladas) .....	37
Cuadro 6: Promedio 2006-2012 de emisiones según gas contaminante.....	37
Cuadro 7: Emisiones al aire por actividad .....	39
Cuadro 8: Porcentaje de participación emisiones por tipo de gas contaminante y actividad .....	39
Cuadro 9: Tabla Oferta-Utilización de emisiones al aire.....	42

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Participación del comercio en el PIB (valor constante) .....	22
Gráfico 2: Participación de las industrias manufactureras en el PIB (valor constante) .....	23
Gráfico 3: Participación de la construcción en el PIB (valor constante) .....	24
Gráfico 4: Participación de suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado en el PIB (valor constante).....	25
Gráfico 5: Emisiones por tipo de combustible y fuente móvil.....	36
Gráfico 6: Emisiones por fuentes fijas.....	38
Gráfico 7: Representación de las diferentes industrias en el total de emisiones por fuentes fijas .....	38
Gráfico 8: Representación de las diferentes actividades en el total de emisiones por fuentes de área.....	40
Gráfico 9: Emisiones al aire en unidades físicas por tipo de fuente.....	44
Gráfico 10: Degradación del aire en unidades físicas por sector institucional .....	45

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Flujo de residuos en un sistema simple de economía/ambiente.....	15
Ilustración 2. Comportamiento del flujo de las emisiones al aire .....	17
Ilustración 3. Utilidades de la cuenta.....	26

## Siglas y Acrónimos

BCE	Banco Central del Ecuador
CH <sub>4</sub>	Metano
CO	Monóxido de carbono
COT	Compuestos orgánicos totales
COV	Compuestos orgánicos volátiles
FCCU	Craqueo catalítico en lecho fluido
GLP	Gas licuado de petróleo
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico
HC	Hidrocarburos
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
NCAA	Norma de Calidad del Aire Ambiente
NH <sub>3</sub>	Amoníaco
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
NO <sub>x</sub>	Óxido de Nitrógeno
O <sub>3</sub>	Ozono
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
Pb	Plomo
PIB	Producto Interno Bruto
PM	Material Particulado
PM 10	Material particulado menor a 10 micras
PM 2.5	Material particulado menor a 2.5 micras
RCCU	Craqueo catalítico de residuos
SCAN	Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional
SEEA	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada. por sus siglas en inglés (System of Environmental Economic Accounting)
SMACM	Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
TOU	Tablas Oferta-Utilización
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

## Signos y símbolos

$\Sigma$	Sumatoria
A	Número de años por la aplicación del proyecto
C	Consumo de combustibles en $m^3$
c	Contaminante
C <sub>bio</sub>	Consumo de leña ( $m^3 a^{-1}$ )
CPP	Costo de aplicación del proyecto
CPP	Costo de aplicación del proyecto
CUA	Costo unitario anual en dólares por tonelada
E	Emisiones contaminantes totales en toneladas métricas
EC	Emisiones contaminantes de las fuentes móviles
E <sub>c</sub>	Emisión anual del contaminante c. Se expresa en $t a^{-1}$ .
E <sub>cj</sub> (anual)	Emisión anual del contaminante c. a causa del avión tipo j. Se expresa en $t a^{-1}$ .
	Emisión anual de COV debido a la venta o distribución del combustible tc(gasolina extra. gasolina súper o diesel)
E <sub>tc</sub>	Emisión anual de COV debido al uso de disolventes en el ámbito x. Se expresa en $t a^{-1}$ .
E <sub>x</sub>	Factores de contaminación por año modelo. tipo de vehículo y combustible empleado.
FC	Factor de emisión por tipo de contaminante y combustible empleado
FE	Factor de emisión del contaminante i. Se expresa en $kg m^{-3}$ .
FE <sub>c</sub>	Factor de emisión del contaminante c debido a un ciclo LTO del avión tipo j. Se expresa en $kg LTO^{-1}$ .
FE <sub>cj</sub>	Factor de emisión de COV debido a la venta o distribución del combustible tc ( $mg L^{-1}$ ).
FE <sub>tc</sub>	Factor de emisión per cápita debido a la actividad x. Se expresa en $kg habitante^{-1} a^{-1}$ .
FE <sub>x</sub>	Impacto esperado en la reducción de emisiones por la aplicación del proyecto.
I	Inversión estimada del proyecto
IEP	Tipo de avión
j	Total kilometraje recorrido
KR	

KRPA	Kilometraje recorrido promedio anual por tipo de transporte
OPR <sub>j</sub>	Operaciones al año del avión tipo j en ciclos Despegue-Aterrizaje (LTO)
PAM	Parque año modelo en circulación por tipo de transporte
Pob	Población
Ven <sub>k</sub>	Venta o distribución del combustible tc en la gasolinera k (galones a <sup>-1</sup> ).
VU	VU vida útil de la tecnología empleada

## **1. Las emisiones al aire en el Marco Central del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SEEA)<sup>2</sup>.**

El Sistema de Contabilidad Ambiental Económico Integrado (SEEA) permite entender la interacción existente entre economía y ambiente, mostrando los stocks de los activos ambientales y los cambios en los mismos. Este sistema permite evidenciar la sostenibilidad del crecimiento que las diferentes naciones experimentan e incluir la relación economía-ambiente dentro de las estadísticas y cuentas nacionales. El SEEA propone un sistema de contabilización en el cual se organiza la información tanto económica como ambiental (Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Banco Mundial, 2014).

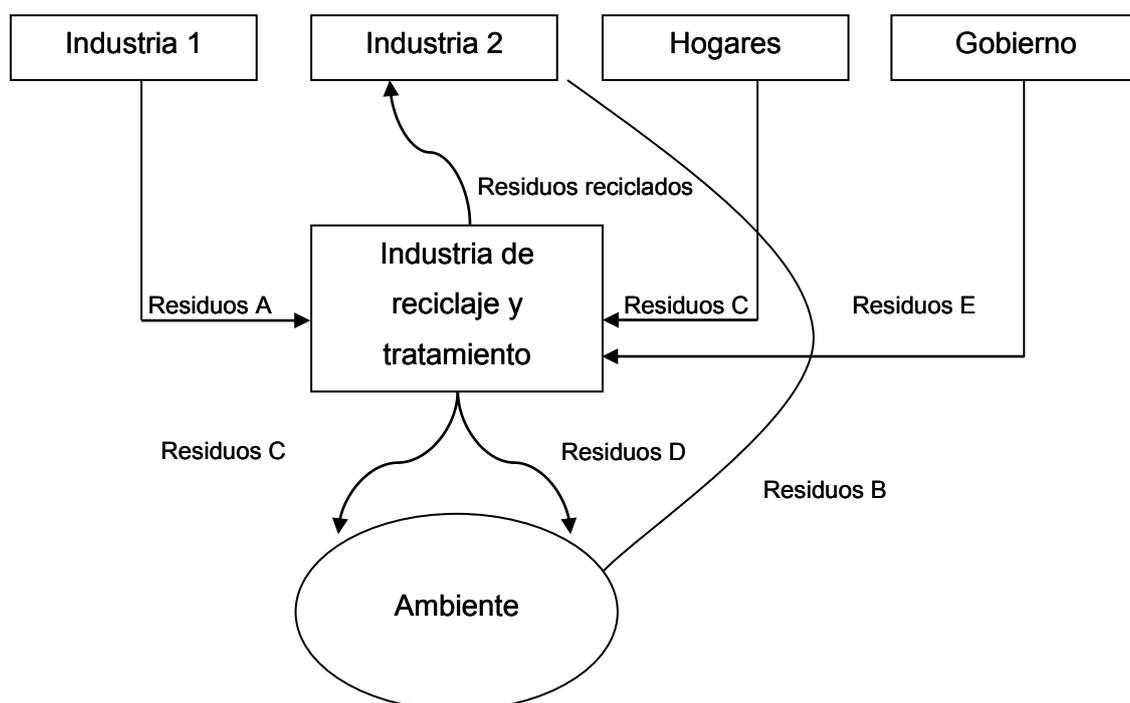
El SEEA propone una contabilidad ambiental hecha de manera híbrida (en unidades físicas y monetarias). Dentro de esta contabilización, los flujos son de vital importancia para la determinación de la relación entre la economía y el ambiente. Los flujos principales son tres: flujos de los recursos naturales como insumos, como productos y los residuos generados desde la economía hacia el ambiente. (Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Banco Mundial, 2014)

El flujo de residuos desde la economía se puede observar en la ilustración 1, donde las industrias, los hogares y el gobierno son los emisores de los residuos (sólidos, líquidos, gaseosos y material particulado) los cuales se dirigen directamente al ambiente o a industrias de tratamiento y reciclaje que reorientan los residuos hacia otras industrias, sin embargo, dicho proceso de reciclaje también emite residuos. (Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Banco Mundial, 2014)

---

<sup>2</sup>Por su nombre en inglés System of Environmental and Economic Accounts (SEEA).

### Ilustración 1: Flujo de residuos en un sistema simple de economía/ambiente



Fuente: Basado en Naciones Unidas. Comisión Europea. Fondo Monetario Internacional. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Banco Mundial(2014. p. 51)

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Dentro de los flujos de residuos generados desde la economía hacia el ambiente están aquellos que se dirigen al aire. Estas emisiones se las define como sustancias gaseosas y particuladas que son desplegadas hacia la atmósfera por las industrias, los hogares y el sector público como resultado de la producción, el consumo y los procesos de acumulación (excluye el vapor y aquellas emisiones que fueron causadas a partir de la evaporación del agua). Estas deberían ser contabilizadas una vez que abandonan un establecimiento o cuando pasen por cualquier tipo de filtro o tecnología de limpieza existente en el establecimiento, cuando proceda (Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Banco Mundial, 2014)

Considerando la descripción de este flujo se debe tener en cuenta que el aire es un recurso renovable, y su uso no produce una reducción de su stock pero si una degradación del mismo (Naciones Unidas, 2002).

La cuenta de emisiones al aire en el caso del Ecuador es clasificada de acuerdo a la actividad económica que emite los gases y éstas a su vez consideran una división por el tipo de institución responsable de dicha contaminación. Esto permite clasificar las emisiones por tipo de fuente emisora (móvil. fija. de área) así como por sector económico (hogares. industrias y gobierno). Dada la dificultad en la determinación en el origen de los contaminantes, esta contabilización se la realiza con la aplicación de coeficientes a las fuentes de emisión, dichos coeficientes son obtenidos de trabajos de investigación, o estudios técnicos de otros países con estructuras económicas similares y de estudios internacionales sobre industrias “modelo” y sus emisiones. (Naciones Unidas, 2002)

Es importante mencionar que a todos los sectores económicos antes mencionados se los analiza por tipo de fuente emisora. Los hogares causan emisiones al aire por medio de fuentes móviles, fijas y de área. En esta primera categoría (fuentes móviles de hogares) se encuentran los vehículos particulares livianos y las camionetas; dentro de las fijas están las emisiones realizadas por el sector residencial (combustión de gas principalmente); finalmente, dentro de las fuentes de área están aquellas causadas por el uso de disolventes en los hogares, para cuidado personal y limpieza.

El sector industrial, por su parte, se compone de los vehículos particulares pesados, buses y busetas y aquellos vehículos de alquiler (fuentes móviles). Las emisiones por fuentes fijas se dan por el consumo propio del sector de transformación energética, las industrias manufactureras, centrales eléctricas, el sector de construcción y la minería. Entre las emisiones por fuentes de área están aquellas a causa del uso de pesticidas, disolventes para adhesivos y sellado, disolventes misceláneos, aquellos usados para el pintado de la carrocería, los productos de aerosol y los disolventes usados para el cuidado automotriz, además están las emisiones causadas por las ladrilleras, las gasolineras y el tráfico aéreo.

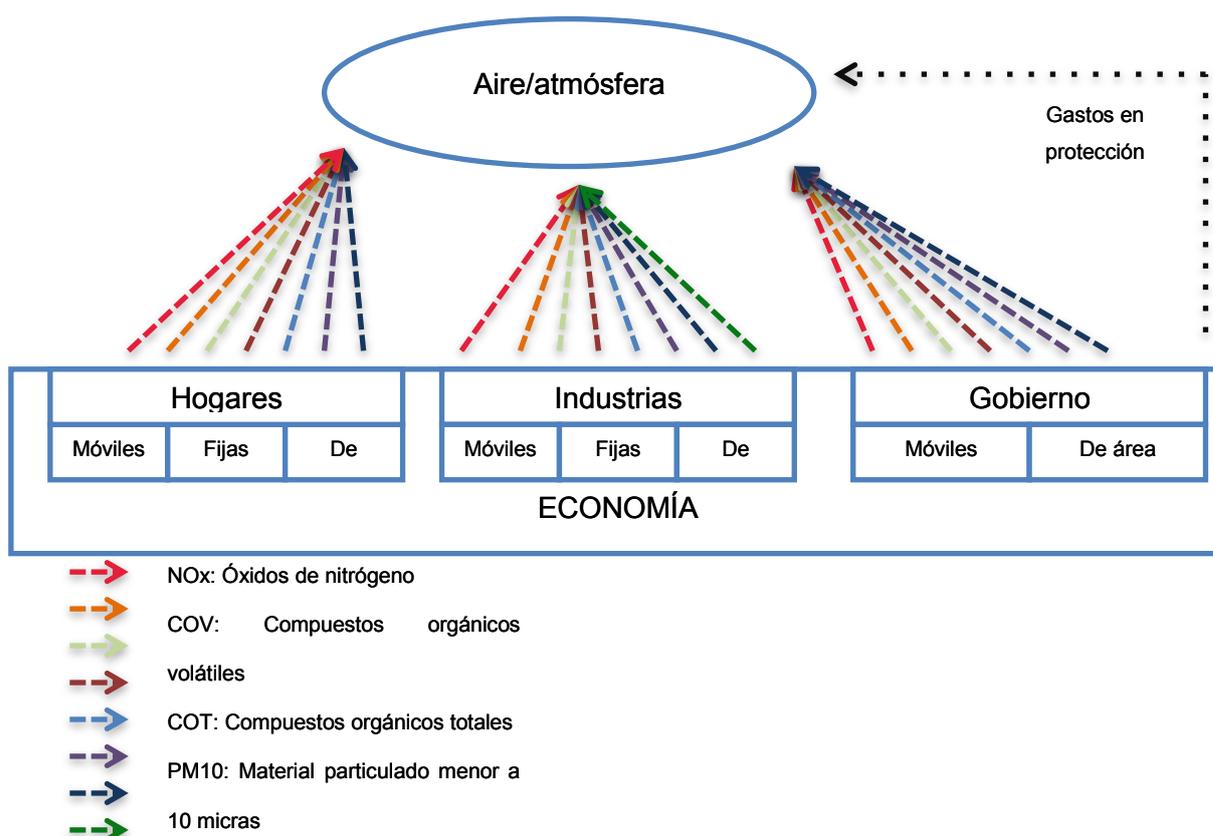
El sector de gobierno cuenta con emisiones por fuentes móviles y de área. Dentro de la primera están los gases emitidos por vehículos municipales y estatales, de tipo livianos, pesados, camionetas, busetas y buses. Mientras que en fuentes de área están las emisiones ocasionadas por la actividad de los disolventes ocupados en la administración pública y aquellos gases emitidos por los rellenos sanitarios.

Se debe destacar que dentro del marco del SEEA se propone que las emisiones resultantes de los rellenos sanitarios sean atribuidas a las unidades que se encargan

del manejo de los desechos y que operan estos rellenos (Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Banco Mundial, 2014). En el caso del Ecuador, las instituciones designadas para la administración y control de dichos rellenos sanitarios son los municipios, por lo que las emisiones resultantes son agregadas al sector del gobierno. En la ilustración 2, se puede evidenciar la conexión antes descrita entre los diferentes actores económicos y el aire. Los hogares, el gobierno y las distintas industrias emiten gases criterio a partir de sus distintas actividades que son clasificadas entre fuentes fijas, móviles y de área.

La economía también tiene otro vínculo con el ambiente (en este caso con el aire) además de los gases emitidos hacia la atmósfera, y es el gasto de protección ambiental que los distintos agentes realizan con el fin de evitar y/o reducir dichas descargas realizadas al aire.

**Ilustración 2. Comportamiento del flujo de las emisiones al aire**



Fuente: Cuenta de Emisiones al Aire para el Ecuador: exploración inicial, Ministerio del Ambiente.

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

## 2. Descripción del recurso aire

En el Texto Unificado de Legislación Secundaria<sup>3</sup> se define a la contaminación del aire como “la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente”.

Es importante destacar que para el propósito del cálculo se toman en cuenta las emisiones de contaminantes resultantes de las distintas actividades económicas que realiza el ser humano. A pesar de que la metodología internacional propone la contabilización tanto de gases efecto invernadero como de gases criterio<sup>4</sup>, en el caso ecuatoriano se ha decidido tomar en cuenta sólo los gases criterio que se encuentran en las capas atmosféricas más cercanas a la Tierra (tropósfera y estratósfera), dado que son los de mayor importancia en el análisis de contaminación atmosférica por las afecciones a la salud humana. En los cálculos ecuatorianos, se excluye al ozono y a los compuestos de plomo dado que no se cuenta con factores de emisión para estos gases. Además se excluye a las emisiones generadas por la biomasa pues estas no se dan como consecuencia de las actividades económicas.

Los gases que serán contabilizados en esta cuenta son:

NO<sub>x</sub> = Óxido de Nitrógeno

COV = Compuestos orgánicos volátiles

COT = Compuestos orgánicos totales

PM 10 = Material particulado menor a 10 micras

PM 2.5 = Material particulado menor a 2.5 micras

NH<sub>3</sub> = Amoníaco

CO = Monóxido de carbono

SO<sub>2</sub> = Dióxido de azufre

---

<sup>3</sup> El Texto Unificado Legislación Secundaria. Medio Ambiente. Parte 1. responde al decreto ejecutivo #3516. es de status vigente y fue emitido el 31 de marzo de 2003.

<sup>4</sup> Se los conoce bajo este nombre porque fueron objeto de evaluaciones públicas en documentos de calidad de aire en los Estados Unidos para establecer niveles permisibles de contaminación que protejan la salud (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009).

Las consecuencias de la contaminación atmosférica en la salud humana se han investigado mediante la observación ambiental y epidemiológica alrededor del mundo y se ha demostrado que la relación causa-efecto entre el estado de la calidad del ambiente y la calidad de salud y vida se da en un periodo de tiempo menor. Las condiciones de contaminación afectan a toda la población, pero de mayor manera al grupo de la población más vulnerable conformado por las personas de la tercera edad, los niños y las personas que ya padecen de alguna enfermedad, pues su sistema inmunológico es más débil y tienen mayor dificultad para combatir los contaminantes que cada vez son más complejos. La población con menos recursos económicos también se puede ver más afectada por su limitado acceso a la medicina y a los sistemas de salud en general. (Naciones Unidas, 2002)

La Norma de Calidad del Aire Ambiente (NCAA)<sup>5</sup> determina los contaminantes más comunes en el caso ecuatoriano así como sus principales efectos en la salud. Esto se observa en el cuadro 1.

**Cuadro 1: Características. Fuentes y efectos sobre la salud de los contaminantes presentes en la atmósfera**

Contaminante	Características del gas	Fuentes Principales	Efectos sobre la Salud
<b>Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	Gas rojizo marrón de olor fuerte y penetrante. Puede producir ácido nítrico, nitratos y compuestos orgánicos tóxicos.	Procesos de combustión (vehículos, plantas industriales, centrales térmicas, incineradores).	Causa irritación pulmonar, bronquitis, pulmonía, reducción significativa de la resistencia respiratoria a las infecciones. Exposición continua a altas concentraciones incrementa la incidencia de enfermedades respiratorias en los niños, agravamiento de afecciones en individuos asmáticos y enfermedades respiratorias crónicas.
<b>Material Particulado (PM<sub>10</sub>)</b>	Material particulado suspendido menor a 10 m. Partículas de material sólido o gotas líquidas suspendidas en el aire. Pueden presentarse como polvo, niebla, aerosoles, humo, hollín,	Erosión eólica, tráfico en vías sin pavimento y actividades de construcción. Procesos de combustión (industria y vehículos de automoción).	Produce irritación de las vías respiratorias, agrava el asma y favorece las enfermedades cardiovasculares. Se relaciona con la silicosis y asbestosis. Causa deterioro de la función respiratoria (corto plazo). Asociado con el desarrollo de enfermedades crónicas, el cáncer o la

<sup>5</sup> La NCAA es una norma técnica de aplicación obligatoria en el Ecuador para evaluar el estado de la contaminación atmosférica. fue publicada como parte constituyente del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (Libro VI De la Calidad Ambiental. Anexo 4). vigente desde marzo del 2003.

	etc.		muerte prematura (largo plazo).
<b>Material Particulado (PM<sub>2.5</sub>)</b>	Material particulado suspendido menor a 2.5 m.	Procesos de combustión (industrias, generación termoeléctrica). Incendios forestales y quemas.  Purificación y procesamiento de metales.	Tiene la capacidad de ingresar al espacio alveolar o al torrente sanguíneo incrementando el riesgo de padecer enfermedades crónicas cardiovasculares y muerte prematura.
<b>Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Gas incoloro de olor fuerte. Puede convertirse en SO <sub>3</sub> y en presencia de agua formar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .  Importante precursor de sulfatos e importante componente de partículas respirables.	Procesos de combustión. Centrales termoeléctricas, generadores eléctricos. Procesos metalúrgicos. Erupciones volcánicas. Uso de fertilizantes.	Altas concentraciones ocasionan dificultad para respirar, conjuntivitis, irritación severa en vías respiratorias. en pulmones.  Causante de broncoconstricción, bronquitis y traqueítis y bronco espasmos, agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes y la muerte.
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	Gas incoloro, inodoro e insípido.	Procesos de combustión incompleta. Los vehículos a gasolina constituyen la fuente más importante.	La hipoxia puede afectar al corazón, cerebro, plaquetas y endotelio de los vasos sanguíneos. Asociado a la disminución de la percepción visual, capacidad de trabajo, destreza manual y habilidad de aprendizaje.

Fuente: Secretaria de Ambiente del Municipio Metropolitano de Quito (2012: 8)  
Elaboración: Secretaria de Ambiente del Municipio Metropolitano de Quito.

Como se puede observar, los efectos en la salud humana son varios y dependen de factores tanto químicos como físicos del contaminante, así como también de las condiciones socioeconómicas y físicas del individuo afectado (Naciones Unidas, 2002).

### 3. La relación entre emisiones al aire y el Producto Interno Bruto (PIB)

Las emisiones al aire se encuentran vinculadas con la economía de manera directa, dado que las actividades que contribuyen al crecimiento de la economía son las mismas que, como consecuencia de sus acciones, emiten gases contaminantes y material particulado a la atmósfera. Estos efectos producen malestar en la población y reducen la capacidad de la naturaleza de brindar los servicios ecosistémicos, los cuales pueden ser resumidos y agrupados en cuatro tipos de funciones: a) aquellas relativas al suministro de recursos, en particular al espacio para las actividades humanas b) funciones relativas a la absorción de desechos: neutralización, dispersión

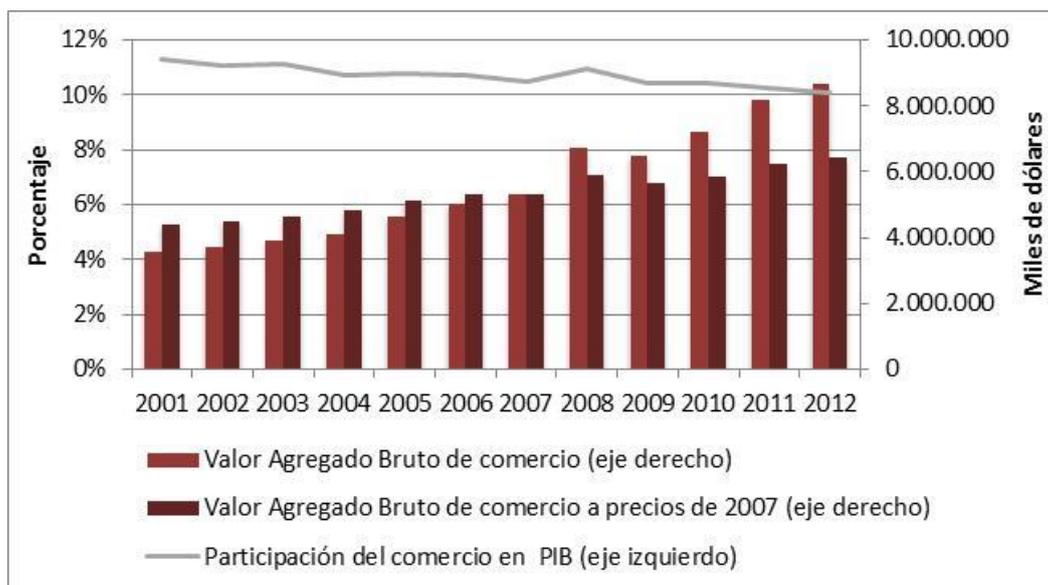
o reciclaje de los desechos producidos por la actividad humana c) funciones relativas a servicios ambientales: mantenimiento de una biosfera habitable y d) suministro de servicios para el esparcimiento, la recreación y la apreciación estética (amenidades)(Naciones Unidas, 2002).

Estas funciones son pilares fundamentales para el bienestar del ser humano y contribuyen con el mismo de manera directa e indirecta. Las formas en las cuales estas funciones contribuyen al bienestar humano pueden resumirse en a)mantenimiento de la salud humana, la misma que está relacionada con la calidad del aire y del agua, la conservación de la flora y fauna, el paisaje y campos abiertos que sirven para fines de esparcimiento, recreación, estética y el mantenimiento de ecosistemas estables que sean capaces de mantener la vida humana en el planeta Tierra y b) a través del sistema económico de producción, teniendo en cuenta que las actividades económicas necesitan de los recursos que brinda el ambiente y de su capacidad de recolección y eliminación de desechos.(Naciones Unidas, 2002)

A continuación se presenta un panorama de las actividades económicas emisoras de gases criterio y su relación con el medio ambiente.

El comercio es una de las industrias que mayores emisiones al aire presenta; según cifras del Banco Central (2014) tiene una representación promedio del PIB, desde el 2001 al 2012, del 10,7%, con un comportamiento constante y con tendencia decreciente a pesar de que en términos reales el valor agregado bruto de la industria ha ido en aumento (gráfico 1). Al mismo tiempo, esta industria es responsable de emisiones de CO, COV, COT y NOx, que principalmente lo hace a través del uso de transporte. La liberación de estos gases tiene un efecto directo en la economía ya sea en términos de salud, productividad y calidad de vida.

Gráfico 1: Participación del comercio en el PIB (valor constante)

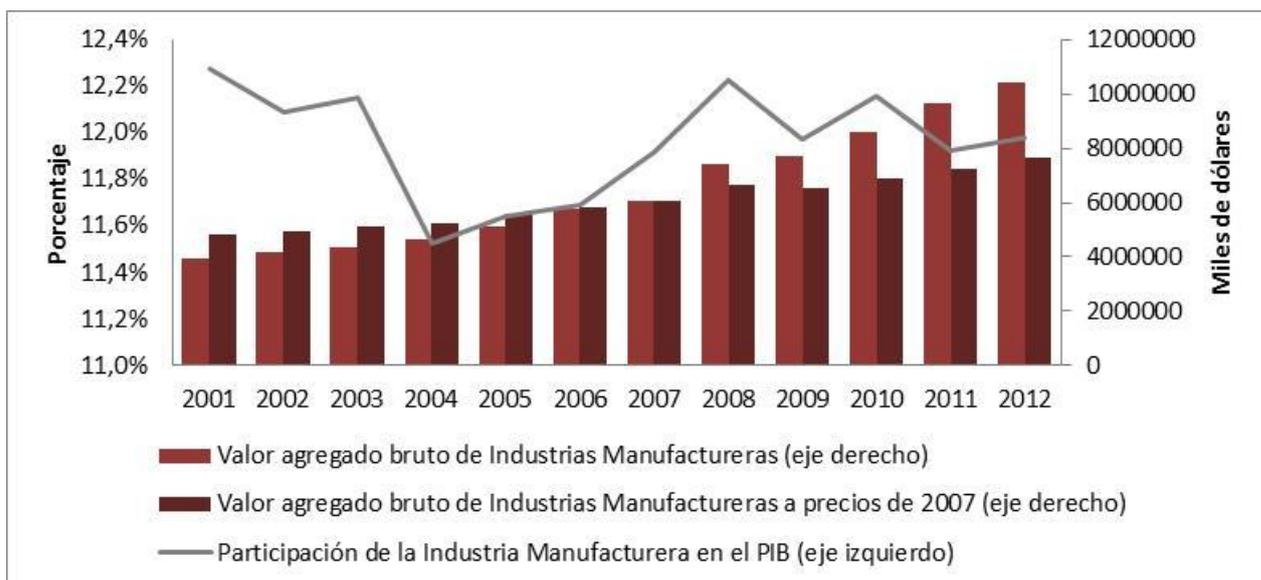


Fuente: Banco Central del Ecuador (2014).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Entre las industrias que mayor cantidad de emisiones de gases criterio generan, están: la manufacturera, la de refinación de petróleo y la de captación, generación y distribución de energía eléctrica. Según cifras del Banco Central (2014), la primera tiene una representación del 12.8% del PIB en promedio (de 2001 a 2012). Como se puede observar en el gráfico 2, el valor agregado de esta industria ha ido en constante aumento, aunque su representación ha ido disminuyendo. Esta industria genera gases contaminantes y material particulado como CO, PM10, COT, SO2 y principalmente NOx, como resultado de la combustión de gas licuado, gasolinas, diesel oil y fuel oil. Estos son utilizados a lo largo de sus cadenas de producción y así contribuyen al crecimiento del PIB, al mismo tiempo generan degradación del recurso aire.

Gráfico 2: Participación de las industrias manufactureras en el PIB (valor constante)



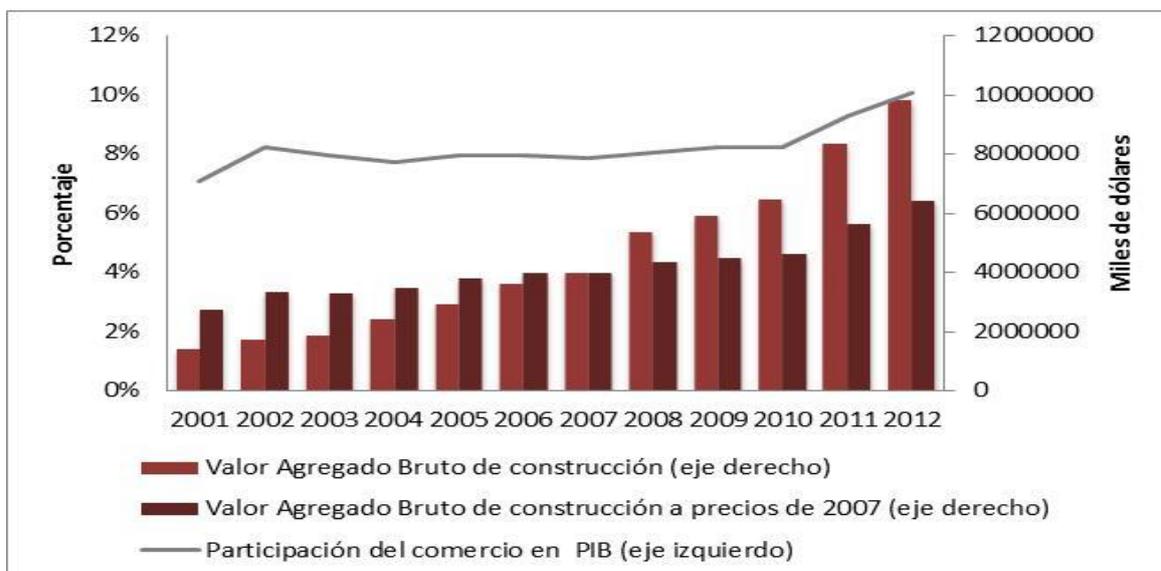
Fuente: Banco Central del Ecuador (2014).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

La industria manufacturera se compone de aquellas dedicadas a los procesos de elaboración y conservación de los alimentos; la fabricación de textiles, madera, papel, productos químicos, metales y maquinaria, entre otros. Dado que muchas de estas industrias van a ser potencializadas según el objetivo 10 del Plan Nacional del Buen Vivir (2012) que propone impulsar la transformación de la matriz productiva, cabe considerar las emisiones al aire de las mismas en el proceso de planificación.

La industria de la construcción emitió 319.402 toneladas de gases criterio en el 2012, siendo la segunda industria de mayor emisión. Según datos del Banco Central (2014), este sector de la economía tiene una representación del PIB promedio (2001-2012) del 8,22%, con una tendencia pronunciada al alza a partir del 2010 (gráfico 3). Además vale recalcar que el crecimiento a precios corrientes es mucho mayor que a precios constantes (2007), explicando la constancia en la participación del PIB real. Al mismo tiempo, esta industria, es responsable de la emisión de CO, COT, COV y Nox, representando, para el 2012, el 15.75% del total de emisiones dadas en este año.

Gráfico 3: Participación de la construcción en el PIB (valor constante)



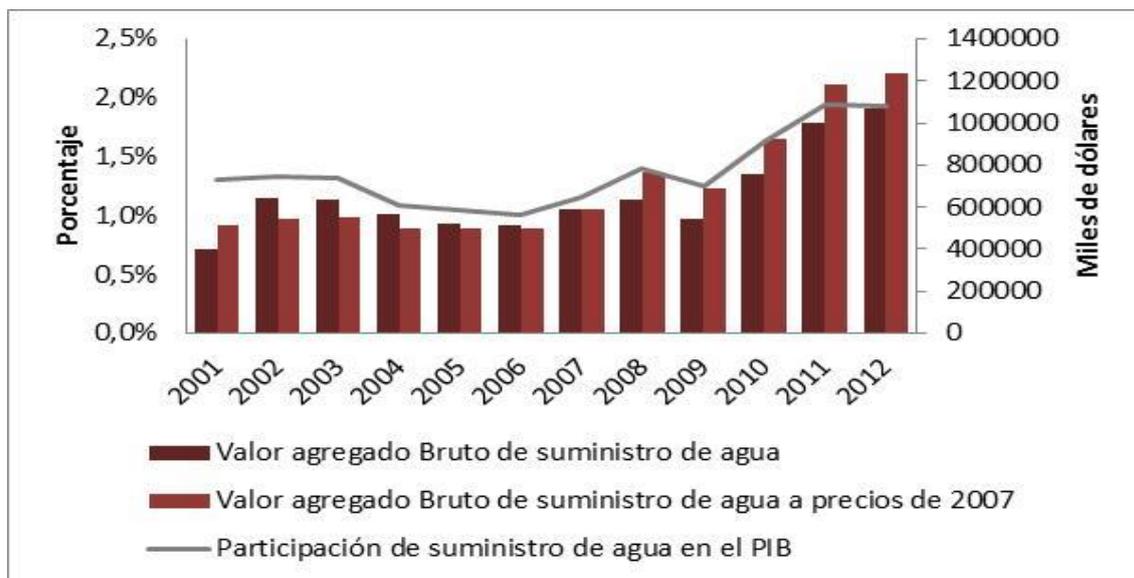
Fuente: Banco Central del Ecuador (2014).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Por último, como se puede observar en el gráfico 3, la generación, captación y distribución de energía eléctrica emitió en el 2012 un total de 119.021 toneladas de gases criterio, y su participación en el PIB, según datos del banco Central (2014), oscila entre 0.3% y 1.2%, con un promedio de 0.66% durante el periodo de estudio. La producción eléctrica en el Ecuador se basa principalmente en recursos no renovables (situación que se espera cambie con el funcionamiento de los nuevos proyectos hidroeléctricos). En este proceso de producción se realiza principalmente la combustión de diesel-oil, fuel-oil y gas natural, lo que conlleva a la emisión de gases como SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> y Nox; y de manera secundaria HC, CO y NH<sub>3</sub>.

Dentro del Plan Nacional del Buen Vivir (2013), está el cambio en la matriz energética. Este cambio debe tener en cuenta las emisiones al aire a causa de la refinación de petróleo así como aquellas dadas por la generación, captación y distribución de energía eléctrica. Siendo el objetivo de dicha matriz el salto de una economía dependiente de los recursos no renovables hacia los renovables (Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013). Es importante tener en cuenta los niveles de emisión de cada uno de ellos para poder evaluar desde un panorama más amplio las ventajas, desventajas y mejoras que se pueden dar en la nueva propuesta de matriz energética.

**Gráfico 4: Participación de suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado en el PIB (valor constante)**

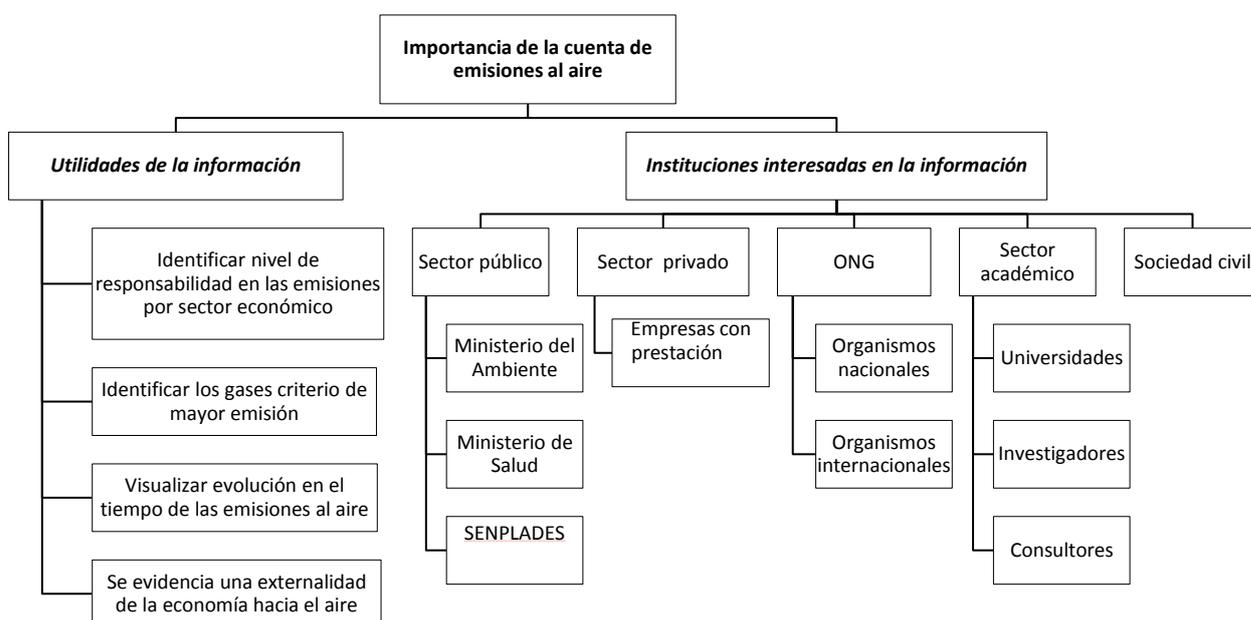


Fuente: Banco Central del Ecuador (2014).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

La información resultante de la cuenta de emisiones al aire, puede ser de utilidad para distintas instituciones relacionadas al sector público, privado, ONG's, para el sector académico y para la sociedad civil en general; pues determina los niveles de responsabilidad que los distintos sectores de la economía tienen sobre el total de gases contaminantes criterio emitidos en el Ecuador; siendo esta información importante al momento de evaluar el impacto del crecimiento por tipo de industrias en la contaminación ambiental (ilustración 3).

### Ilustración 3. Utilidades de la cuenta



Fuente: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

La identificación de los gases criterio de mayor emisión, por su lado, sirve como herramienta para determinar los efectos que estos pueden causar en la salud de las personas. Cuando se tiene información consolidada y constante en el tiempo, varios análisis de relevancia se pueden dar como resultado. La información sobre las emisiones al aire de forma anual, puede ser conectada con un sin número de variables y acontecimientos que ayudarán a determinar los factores asociados a la emisión de gases, además será útil para evidenciar las consecuencias de políticas implementadas sobre este tema.

Las cuentas nacionales no muestran las externalidades que las distintas actividades económicas pueden causar, siendo de gran importancia este tipo de contabilidad como complemento de la información económica tradicional.

#### **4. El cálculo de las emisiones al aire**

En el Ecuador, las fuentes de contaminación atmosférica están clasificadas en fuentes móviles, fijas y de área; para el cálculo de sus emisiones, existen particularidades metodológicas que serán descritas a continuación.

La periodicidad para el caso de fuentes móviles y de área es el año contable, y se cuenta con información desde el 2008 hasta el 2012. Mientras que para el caso de fuentes de área, se cuenta con información del 2010.

Es necesario además conocer el universo de estudio con el que se va a tratar para el cálculo de emisiones de las diferentes fuentes.

##### **Fuentes móviles:**

Se les considera a aquellas unidades motrices que sirven como medio de transporte y generan emisiones. Se incluye a todas las unidades de transporte terrestre que circulan en el país y se les clasifica de acuerdo a su uso en particulares, de alquiler, estatal y municipal (clasificación realizada por la Secretaría del Ambiente Distrito Metropolitano de Quito).

##### **Fuentes fijas:**

Corresponden a las instalaciones ubicadas en un solo espacio geográfico con la finalidad de ejecutar procesos industriales, comerciales o de servicios.

##### **Fuentes de área:**

Son definidas como los puntos de emisión de contaminantes atmosféricos diseminados a lo largo del territorio nacional, que incluyen: el uso de solventes, la distribución y almacenamiento de GLP y gasolina, el tráfico aéreo, las ladrilleras y los rellenos sanitarios.

La información necesaria para el cálculo de las emisiones es distinta para cada uno de los sectores, y son detallados a continuación:

##### **Fuentes móviles:**

Para el cálculo de las fuentes móviles fue necesario la información sobre el parque vehicular en el país, los factores de emisión y el kilometraje anual recorrido por tipo de

vehículo. La fuente de información para el parque vehicular es el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), quienes compilan y publican la información levantada por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) de los vehículos matriculados en el año; y que por lo tanto, se asume que se encuentran en circulación. Para los factores de emisión se cuenta con dos fuentes principales: Secretaría de Movilidad de Quito y el Gobierno del Distrito Federal de México. En aquellos casos de ausencia de datos a nivel nacional, los factores de emisión fueron obtenidos de fuentes internacionales.

#### **Fuentes fijas:**

Las principales fuentes de información para la realización de este cálculo fueron el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos para la obtención de la matriz energética del país y el Gobierno del Distrito Federal de México para los factores de emisión utilizados.

#### **Fuentes de área:**

Se utilizó la información de un estudio de calidad de aire realizado en las principales ciudades del país<sup>6</sup>, del cual se obtuvieron directamente los datos de la cantidad de toneladas emitidas al aire de gases criterio por parte de los diferentes sectores económicos.

Es importante destacar, que el estudio se realizó en las siguientes ciudades: Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas, Milagro, Quito, Cuenca, Loja, Azogues, Babahoyo y Quevedo. De esta manera el cálculo se ha realizado para las principales ciudades del país.

Una vez obtenida toda la información requerida, se procedió al cálculo de las emisiones con la aplicación de los factores de emisión. Este procedimiento también tiene particularidades para cada uno de las fuentes, las cuales serán descritas a continuación:

#### **Fuentes móviles:**

En este caso, primero se procede a calcular el parque automotriz a nivel nacional. Estos datos son divididos por tipo de transporte, por tipo de combustible usado (gasolina y diesel) y por el año del modelo del vehículo.

---

<sup>6</sup>Consultoría realizada para el Ministerio de Ambiente bajo el contrato CDC-MAE-019-2012. "Inventario Nacional Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire". Consultor: Dr. René Parra Narváez.

Con la información del promedio de kilometraje recorrido por tipo de vehículo, se aplica la siguiente ecuación:

$$KR = PAM \times KRPA \quad (4.1)$$

Dónde:

- KR = Total kilometraje recorrido
- PAM = Parque año modelo en circulación por tipo de transporte
- KRPA = Kilometraje recorrido promedio anual por tipo de transporte

Una vez obtenido el total de kilometraje recorrido por todo el parque vehicular, se procede a realizar el cálculo del volumen de las emisiones, considerando los factores de emisión por tipo de vehículo y combustible utilizado:

$$EC = \sum KR \times FC \quad (4.2)$$

Dónde:

- EC = Emisiones contaminantes de las fuentes móviles
- KR = Total kilometraje recorrido
- FC = Factores de contaminación por año modelo, tipo de vehículo y combustible empleado.

Como se puede observar en la ecuación 4.2, el total de emisiones al aire por fuentes móviles, se obtiene al sumar el total de emisiones considerando el total de kilometraje recorrido en el año de análisis.

### **Fuentes fijas:**

En primer lugar se identifica el consumo de combustibles (derivados del petróleo) por sector económico y tipo de combustible. Con la información de los factores de emisión por tipo de combustible utilizado se obtiene las emisiones totales por tipo de sector económico recurriendo a la ecuación 4.3 expresada a continuación:

$$E = \sum C \times FE \quad (4.3)$$

Dónde:

- E = Emisiones contaminantes totales en toneladas métricas
- C = Consumo de combustibles en m<sup>3</sup>
- FE = Factor de emisión por tipo de contaminante y combustible empleado

Los resultados de esta operación se obtienen tanto de manera desagregada (por tipo de industria tipo de contaminante y combustible utilizado) así como de manera agregada para obtener el total de toneladas emitidas por fuentes fijas.

#### **Fuentes de área:**

En este caso, existen metodologías específicas para cada una de las actividades, las cuales serán descritas a continuación:

*Disolventes:* Son de origen orgánico y son fuente importante de emisiones de COV, el uso de disolventes se da tanto en el ámbito industrial como en el doméstico. La totalidad de emisiones fue calculada a partir del factor de emisión de COV tanto para disolventes de uso doméstico como para uso industrial. Estos factores fueron obtenidos del Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2004 (SMACM. 2004 citado en Parra. 2012: 217).

Teniendo en cuenta dichos factores de emisión así como la población existente en cada ciudad incluida en el estudio, se realiza el cálculo de emisiones como podemos observar en la ecuación 4.4:

$$E_x = Pob * \frac{FE_x}{1000} (4.4)$$

Dónde:

- $E_x$ = Emisión anual de COV debido al uso de disolventes en el ámbito x. Se expresa en t a<sup>-1</sup>.
- $Pob$ = Población
- $FE_x$ = Factor de emisión per cápita debido a la actividad x. Se expresa en kg habitante<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

*Rellenos sanitarios:* Son lugares en donde se reciben a perpetuidad los residuos sólidos, en ellos, se dan reacciones físicas, químicas y biológicas que tienen como consecuencia la emisión de gases contaminantes para la atmósfera (entre otros efectos). Los rellenos sanitarios producen un gas comúnmente conocido como *landfill gas*, que está formado principalmente de metano (CH<sub>4</sub>) y CO y un pequeño porcentaje de COV, de los cuales solo se toma en cuenta los dos últimos, ya que CH<sub>4</sub> no es un gas criterio.

Con la información obtenida sobre la existencia de rellenos sanitarios en los diferentes cantones analizados y la cantidad de basura depositada en cada uno de estos, se determinan las toneladas emitidas.

*Tráfico aéreo:* Las emisiones que se dan por tráfico aéreo son causadas principalmente por el uso de combustibles en los motores y en las turbinas de la aeronave. Para la contabilización de dichas emisiones solo se toma en cuenta la etapa de despegue, la de aterrizaje y la de operaciones en el terminal aéreo. Teniendo en cuenta el número de despegues y aterrizajes que se realizaron en los aeropuertos de Esmeraldas, Manta, Portoviejo, Cuenca y Quito<sup>7</sup>, y los factores de emisión<sup>8</sup>, se determinó la cantidad de emisiones de gases contaminantes al aire por dicha actividad con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$E_{cj} = \frac{OPR_j \cdot FE_{cj} \cdot Part_j}{1000} \quad (4.5)$$

Dónde:

c = Contaminante

j = Tipo de avión

$E_{cj}$  (anual)= Emisión anual del contaminante c. a causa del avión tipo j. Se expresa en  $t a^{-1}$ .

$OPR_j$  = Operaciones al año del avión tipo j en ciclos Despegue-Aterrizaje (LTO)<sup>8</sup>.

$FE_{cj}$ = Factor de emisión del contaminante c debido a un ciclo LTO del avión tipo j. Se expresa en  $kg LTO^{-1}$ .

*Ladrilleras:* La fabricación de ladrillos hecha artesanalmente también contribuye a la contaminación de la atmósfera por la combustión de leña y de aceite automotor. Al tener en cuenta la cantidad de ladrilleras existentes en los diferentes cantones analizados y el uso de leña que mantienen los mismos se logró determinar la cantidad de gases emitidos a la atmósfera como consecuencia de esta actividad.

Los factores de emisión utilizados para el cálculo del mismo fueron obtenidos del United States Environmental Protection Agency (EPA) (2004) y de la European Environment Agency (EEA) (2007), dado que estos se acoplaban de mejor manera al

<sup>7</sup> No se toma en cuenta los aeropuertos de Guayaquil, Latacunga y Galápagos.

<sup>8</sup>LTO por sus siglas en inglés *Landing-Take off*

caso ecuatoriano. La ecuación que se utiliza para determinar la cantidad de gases emitidos por ladrilleras en el año es la siguiente:

$$E_c = C_{bio} \cdot FE_c / 1000 \quad (4.6)$$

Dónde:

- $E_c$ = Emisión anual del contaminante c. Se expresa en  $t \ a^{-1}$ .  
 $C_{bio}$ = Consumo de leña ( $m^3 \ a^{-1}$ )  
 $FE_c$ = Factor de emisión del contaminante c. Se expresa en  $kg \ m^{-3}$ .

*Gasolineras:* Las actividades que las gasolineras realizan son fuente importante de emisiones de COV y están relacionadas directamente con los volúmenes de distribución desde centros de acopio y de gasolineras. El total de emisiones se calcula con los datos obtenidos del total de gasolina vendida por cada gasolinera y con los factores de emisión obtenidos de EPA (2004) con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$E_x = 3.78 \ Ven_k \cdot FE_{tc} / 10000000000 \quad (4.7)$$

Dónde:

- $E_{tc}$ = Emisión anual de COV debido a la venta o distribución del combustible tc (gasolina extra. gasolina súper o diesel)  
 $Ven_k$ = Venta o distribución del combustible tc en la gasolinera k ( $galones \ a^{-1}$ ).  
 $FE_{tc}$ = Factor de emisión de COV debido a la venta o distribución del combustible tc ( $mg \ L^{-1}$ ).

#### **Tabla Oferta-Utilización:**

Para la tabla oferta-utilización de los flujos de emisiones al aire, el SEEA plantea que dichas emisiones deben ser clasificadas según el tipo de uso que se le da al bien emisor más no por el bien emisor en sí. Esto quiere decir que las emisiones deben ser clasificadas dependiendo el propósito del uso.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que, para que el nexo de estas cuentas con las Cuentas Nacionales sea claro, es necesario también dividir las emisiones de gases contaminantes según el CIIU, razón por la cual se omite la clasificación según fuente.

*La oferta:* En el caso de generación de residuos, la tabla de oferta consiste en las emisiones que los distintos sectores de la economía emiten hacia el ambiente. La sumatoria corresponde al total ofertado de emisiones.

*La utilización:* Considerando la cantidad de emisiones al aire que oferta la economía al ambiente, es la misma que el ambiente percibe de la economía. Es por esto que en la tabla de Utilización solo se procede a registrar el total de toneladas emitidas

A continuación se presenta la Tabla Oferta-Utilización (TOU) de emisiones al aire

**Cuadro 2: Tabla Oferta Utilización (TOU) de emisiones al aire**

<i>Tabla oferta</i>					<i>Tabla utilización</i>				
<i>Generación de emisiones al aire</i>					<i>Total oferta de emisiones</i>	<i>Flujos del medio ambiente</i>	<i>Total utilización de emisiones</i>		
<i>Gas contaminantes/CIU</i>	<i>Industrias</i>					<i>Hogares</i>		<i>Gobierno</i>	<i>Emisiones enviadas al medio ambiente</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D F G H</i>					
2008									
2009									
2010									
2011									
2012									

Nota: A= agricultura, avicultura, ganadería y pesca. B= explotación de minas y canteras. C=Industrias manufactureras. D=Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado. F=Construcción. G=Comercio. H=Transporte y almacenamiento

Fuente: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).  
Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

## 5. Cuenta física

Para los resultados de la cuenta física se considera la clasificación según su fuente emisora.

## 5.1 Fuentes móviles

Como se puede observar en el cuadro 3, el gas que es emitido en mayor medida a lo largo de los años analizados es el CO, que representa en promedio el 71% de las emisiones anuales producidas por fuentes móviles.

**Cuadro 3: Emisiones de fuentes móviles según gas contaminante (toneladas)**

Años	PM10	PM2.5	CO	NOx	COV	COT	TOTAL
2006	6.879	5.916	956.393	121.749	105.462	113.383	1.309.782
2007	4.233	3.574	1.093.369	89.338	101.398	109.813	1.401.725
2008	5.791	4.962	752.914	102.236	87.026	93.344	1.046.275
2009	4.899	4.177	667.848	86.676	75.633	81.178	920.412
2010	6.585	5.600	1.706.754	118.290	143.077	155.600	2.135.905
2011	7.514	6.383	1.702.366	130.964	152.008	164.763	2.163.997
2012	5.708	4.633	1.607.439	119.967	143.636	156.337	2.037.720

Fuente: Cuenta de Emisiones al Aire para el Ecuador: exploración inicial, Ministerio del Ambiente. Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

A pesar de que según datos del INEC (2012), el parque automotriz ha aumentado continuamente, durante los años 2011 al 2012, la cantidad de toneladas emitidas al aire son menores. Esto responde a que el año de fabricación de los carros es más reciente lo que hace que la tecnología sea mejor y sus emisiones disminuyan.

Al momento de dividir los automóviles por tipo de uso, se observa que los vehículos particulares son los que contribuyen en mayor medida a las emisiones al aire (cuadro 4). En promedio, los vehículos particulares emiten 1.611 mil toneladas de gases contaminantes al año. Además, se observa desde el año 2008 un continuo aumento de las emisiones por parte de los vehículos estatales, producto del incremento de los vehículos pertenecientes a este sector.

**Cuadro 4: Emisiones de fuentes móviles según tipo de uso (toneladas)**

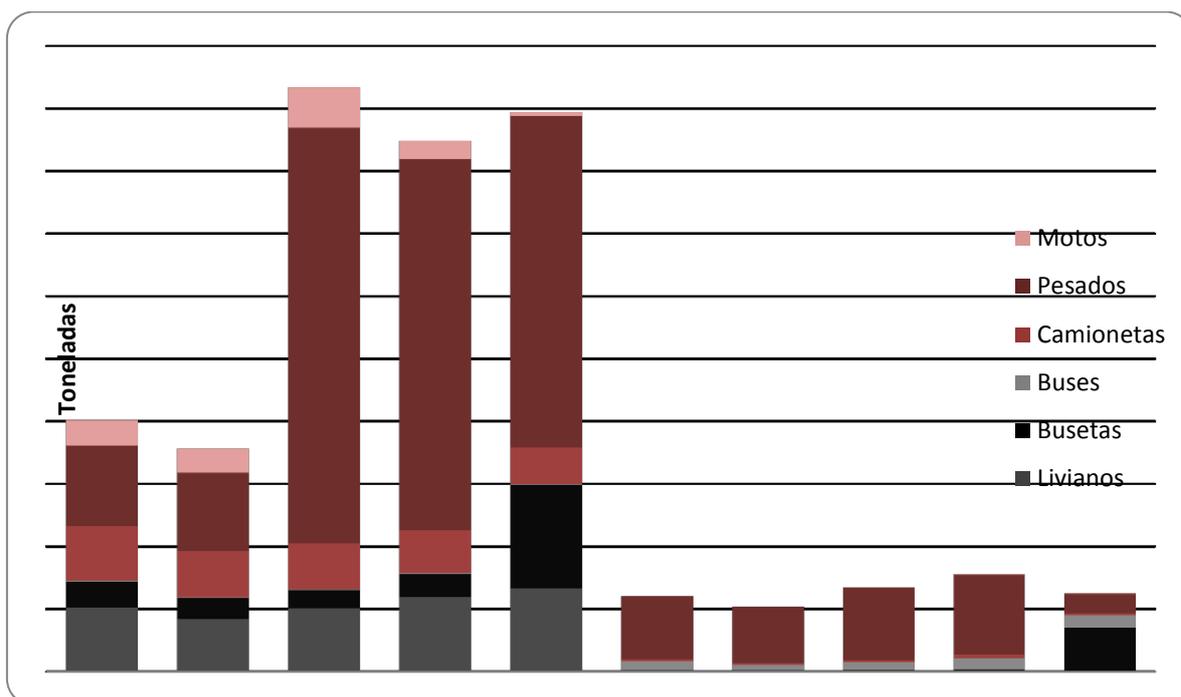
<b>Años</b>	<b>Particular</b>	<b>Alquiler</b>	<b>Estado</b>	<b>Municipal</b>	<b>TOTAL</b>
2006	1.239.429	59.784	7.316	3.253	1.309.782
2007	1.315.122	71.014	12.237	3.351	1.401.725
2008	993.832	44.553	5.762	2.128	1.046.275
2009	875.390	35.322	7.667	2.033	920.412
2010	2.073.035	44.349	13.665	4.856	2.135.905
2011	2.084.563	57.616	15.601	6.217	2.163.997
2012	1.955.598	55.628	18.664	7.829	2.037.720

Fuente: Cuenta de Emisiones al Aire para el Ecuador: exploración inicial, Ministerio del Ambiente.

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

En el gráfico 5 se aprecia que los vehículos que utilizan gasolina para su funcionamiento son los que emiten una mayor cantidad de gases contaminantes, siendo los vehículos pesados y los livianos los que más contaminan. En promedio, los vehículos a gasolina emiten 240.247 toneladas anuales, mientras que aquellos a diesel solo 48.007 toneladas.

**Gráfico 5: Emisiones por tipo de combustible y fuente móvil**



Fuente: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

## 5.2. Fuentes fijas

En el caso de las fuentes fijas, la emisión de SO<sub>2</sub> es mayor al del resto de gases contaminantes (cuadro 5). A lo largo de los años analizados se observa que las descargas de este gas han ido en constante aumento. Según datos presentados por el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2014) el consumo de combustibles ha ido en constante aumento en los años analizados, siendo este el causante del aumento en las emisiones. Por otro lado, el gas que menos se descarga de este tipo de fuentes es el PM<sub>2.5</sub>. En promedio las fuentes fijas emiten 145.796 toneladas al año, de las cuales el 79.7% son SO<sub>2</sub> y el 13.5% es NO<sub>x</sub> (cuadro 5).

**Cuadro 5: Emisiones al aire de fuentes fijas por tipo de gas contaminante (toneladas)**

Años	SO2	NOx	COT	COV	CO	NH3	PM10	PM2.5	Total
2006	96.331	17.450	356	0	2.137	289	5.585	48	122.196
2007	99.654	16.900	353	0	2.023	272	5.749	41	124.993
2008	96.494	16.304	346	0	1.944	258	5.567	38	120.951
2009	112.176	19.310	393	0	2.332	321	6.477	51	141.061
2010	113.215	21.051	411	0	2.615	364	6.573	64	144.294
2011	122.325	20.424	422	0	2.438	334	7.047	51	153.042
2012	136.730	21.663	452	0	2.540	351	7.848	50	169.634

Fuente: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

**Cuadro 6: Promedio 2006-2012 de emisiones según gas contaminante**

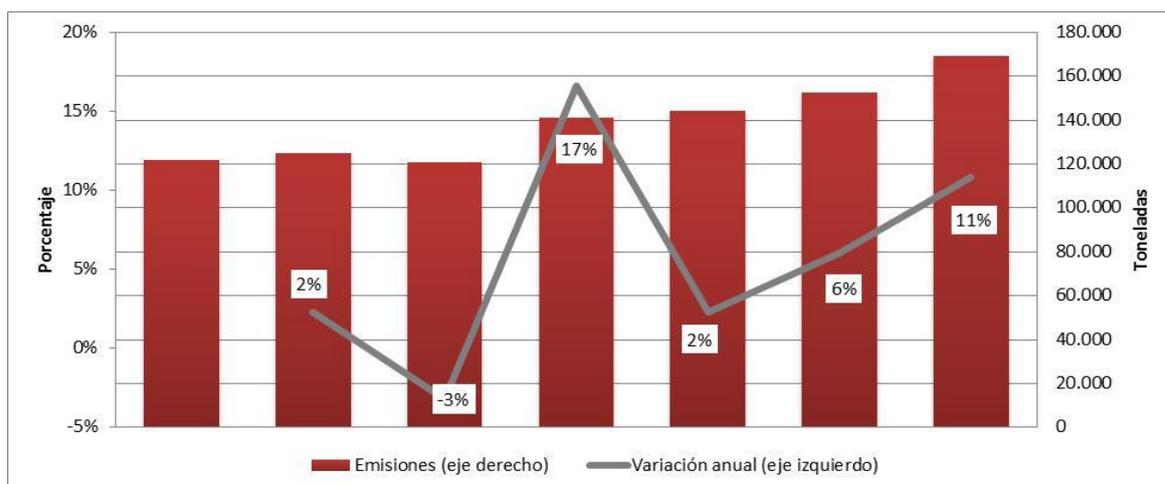
Promedio	SO2	NOx	COT	COV	CO	NH3	PM10	PM2.5	Total
Porcentaje	79.7%	13.5%	0.3%	0.0%	1.6%	0.2%	4.6%	0.1%	100%
Toneladas	116.188	19.750	405	0	2.374	326	6.702	51	145.796

Fuente: Cuenta de Emisiones al Aire para el Ecuador: exploración inicial, Ministerio del Ambiente.

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Como se puede observar en el gráfico 6, las emisiones por fuentes fijas tienen una tendencia creciente a pesar de que en el 2008 y en el 2010 hubo pequeñas disminuciones en el total de gases emitidos. Dentro de los años analizados, la variación entre el 2008 y 2009 es la que más destaca con un aumento del 17%. Este paulatino incremento de las emisiones por fuentes fijas se da principalmente por el aumento en el consumo de gasolinas, gas licuado y diesel.

**Gráfico 6: Emisiones por fuentes fijas**

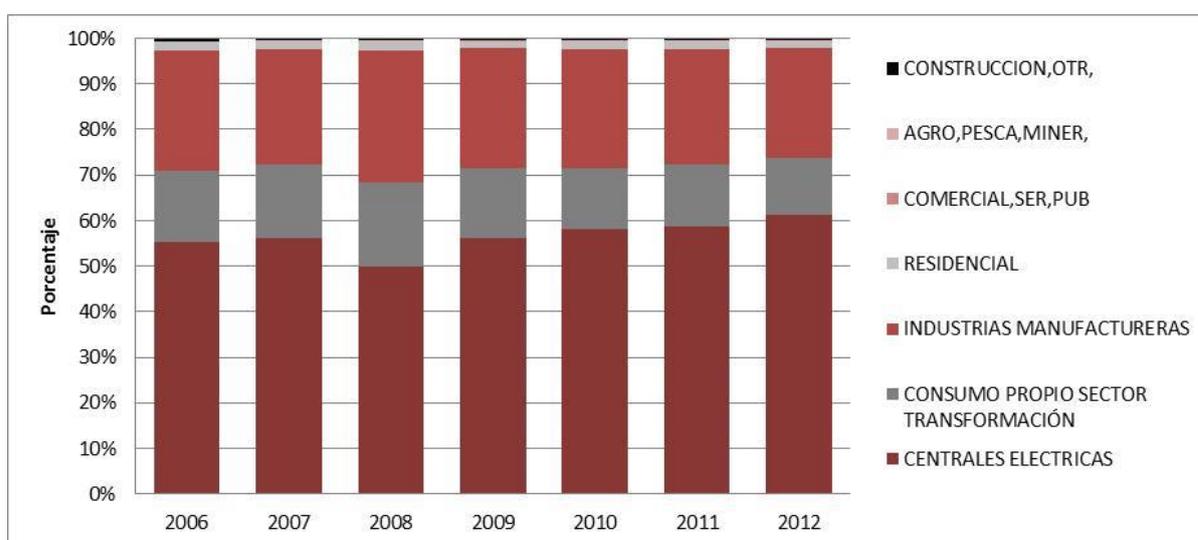


Fuente: Cuenta de Emisiones al Aire para el Ecuador: exploración inicial, Ministerio del Ambiente.

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Dentro de las fuentes fijas, las centrales eléctricas son quienes más emisiones al aire descargan. En promedio, sus descargas representan el 56% del total, esto quiere decir 79.189 toneladas anuales. Además se observa que este sector de la economía ha ido ganando terreno en la representación del total de emisiones por fuentes fijas. La segunda industria más contaminante es la manufacturera, que alcanza la cifra de 36.227 toneladas anuales.

**Gráfico 7: Representación de las diferentes industrias en el total de emisiones por fuentes fijas**



Fuente: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

### 5.3. Fuentes de área

Según los resultados expuestos por Parra (2012). Las fuentes de área por su lado, emiten principalmente COV. Como se puede observar en el cuadro 7, esto se da principalmente por el uso de disolventes (22.200 toneladas), esta actividad representan el 72% del total de COV emitido y el 66% del total de gases y material particulado (cuadro 8). En segundo lugar están las gasolineras que solo participan en la emisión de COV (8.024 toneladas) y emiten el 24% del total de gases, mientras que las ladrilleras emiten todos los tipos de gases criterio y significan el 4% de las emisiones totales.

**Cuadro 7: Emisiones al aire por actividad**

Emisor	Gas contaminante						Total general
	CO	COV	NOx	PM10	PM2.5	SO2	
Disolventes	0	22.200.0	0	0	0	0	22.200.0
Gasolineras	0	8.024.2	0	0	0	0	8.024.2
Ladrilleras	736.4	279.7	22.5	190.4	65.7	16.5	1.311.2
Rellenos sanitarios	0	78.6	0	0	0	0	78.6
Tráfico aéreo	862.2	113.1	738.7	7.4	6.9	158.6	1.886.9
Total general	1.598.6	30.695.6	761.2	197.8	72.6	175.1	33.500.9

Fuente: Parra Narváez (2012)

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

**Cuadro 8: Porcentaje de participación emisiones por tipo de gas contaminante y actividad**

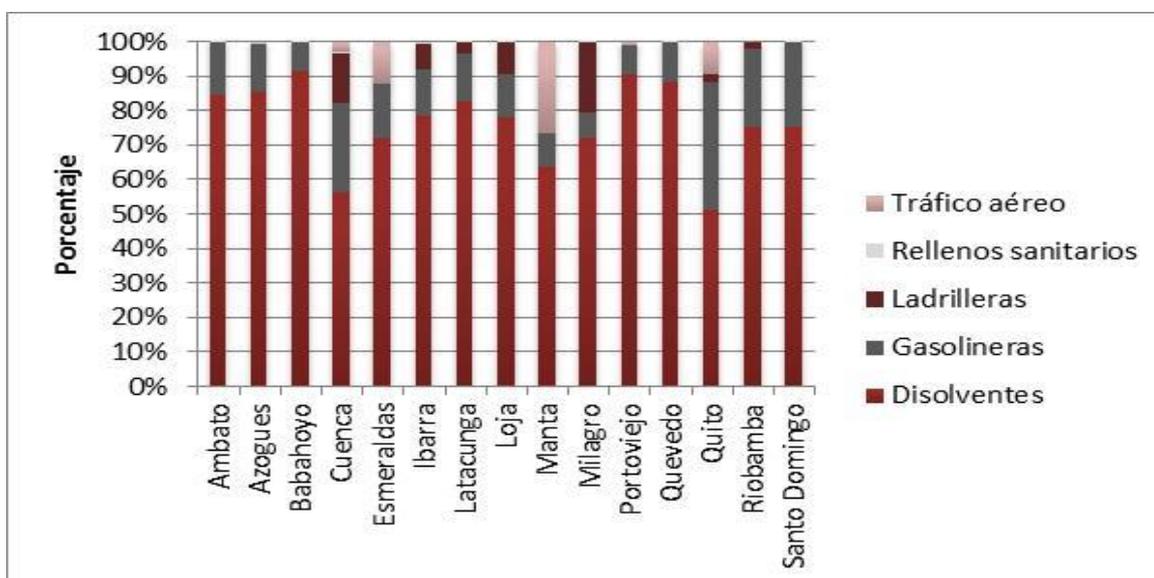
Participación	CO	COV	NOx	PM10	PM2.5	SO2	TOTAL
Disolventes	0%	72%	0%	0%	0%	0%	66%
Gasolineras	0%	26%	0%	0%	0%	0%	24%
Ladrilleras	46%	1%	3%	96%	90%	9%	4%
Rellenos sanitarios	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tráfico aéreo	54%	0%	97%	4%	10%	91%	6%

Fuente: Parra Narváez (2012)

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Según Narvárez (2012), y como se puede observar en el gráfico 8, el porcentaje de participación de las distintas actividades varía dependiendo la ciudad analizada; teniendo así, casos como el de Manta, en donde las emisiones a causa del tráfico aéreo son mayores a las de gasolineras. En Quito por su lado, las gasolineras representan el 37% del total de gases emitidos por fuentes de área en la ciudad. Es importante también destacar el caso de Milagro, donde las ladrilleras tienen mayor participación de emisiones que en el resto de ciudades analizadas, alcanzando la cifra de 20%, esto se explica porque la mayor concentración de ladrilleras en el país se encuentra en Milagro.

**Gráfico 8: Representación de las diferentes actividades en el total de emisiones por fuentes de área**



Fuente: Parra Narvárez (2012)

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

## 6. Tabla Oferta-Utilización (TOU) física de emisiones al aire.

A continuación se presenta la TOU con los datos de emisiones al aire medido en toneladas, la cual encaja con Cuentas Nacionales. Se consideran los diferentes Sectores Económicos (Industria, hogares, gobierno) y a las industrias se le aplica la clasificación por código CIU a fin de poder visualizar la relación entre crecimiento y degradación de los recursos naturales.

De manera desagregada, se puede observar en el cuadro 9, que para el 2012 los hogares, mediante sus distintas actividades, son los mayores emisores y

principalmente de monóxido de carbono (CO); seguido por la industria de Comercio (CIIU G) destacando sus emisiones de monóxido de carbono. Las industrias manufactureras (CIIU C), por su lado, se encuentran en tercer lugar y emiten principalmente, al igual que la industria de comercio, monóxido de carbono. Además se observa que el gobierno, por su lado, es el agente económico que menos representación tiene en las emisiones al aire. El gas más emitido por este agente durante todos los años de análisis es, al igual que en los hogares, el CO que alcanza la cifra de 18 mil toneladas en el 2012.

**Cuadro 9: Tabla Oferta-Utilización de emisiones al aire**

Tabla oferta													Tabla utilización		
Generación de emisiones al aire												Total oferta de emisiones	Flujos del medio ambiente	Total utilización de emisiones	
Gas contaminantes /CIU	Industrias									Hogares	Gobierno		Emisiones enviadas al medio ambiente		
	A	B	C	D	E	F	G	H							
	Agricultura, avicultura, ganadería y pesca	Explotación de minas y canteras	Industrias manufactureras	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	Distribución de agua	Construcción	Comercio	Transporte y almacenamiento	Resto de industrias						
2008	CO	22.140	9.813	68.195	5.849	6.032	68.845	82.143	64.303	69.679	352.869	4.990	754.858	1.167.229	1.167.229
	COT	2.811	1.249	8.670	793	766	8.734	10.428	10.346	8.846	40.252	797	93.692		
	COV	2.628	1.162	7.976	627	716	8.162	9.748	9.748	8.270	37.242	749	87.028		
	NH3	0	0	154	89	0	13	2	0	0	0	0	258		
	NOX	3.798	1.831	19.511	6.551	1.035	12.272	14.160	16.502	11.954	29.715	1.211	118.540		
	PM10	280	129	3.475	2.925	76	887	1.042	1.114	882	470	77	11.357		
	PM2.5	246	109	774	64	67	767	912	977	773	246	67	5.002		
	SO2	0	1	45.489	50.890	0	89	12	0	0	13	0	96.494		
	<b>Total 2008</b>	<b>31.903</b>	<b>14.294</b>	<b>154.244</b>	<b>67.788</b>	<b>8.692</b>	<b>99.769</b>	<b>118.447</b>	<b>102.990</b>	<b>100.404</b>	<b>460.807</b>	<b>7.891</b>	<b>1.167.229</b>		
2009	CO	17.764	7.853	58.164	4.769	0	60.894	75.457	66.639	65.432	302.572	6.205	665.749	1.061.474	1.061.474
	COT	2.195	974	7.198	646	4.431	7.521	9.324	9.744	8.086	34.340	997	85.456		
	COV	2.050	903	6.587	448	548	7.019	8.705	9.153	7.550	31.769	937	75.669		
	NH3	0	0	168	141	511	10	2	0	0	0	0	832		
	NOX	2.869	1.437	17.753	8.864	0	10.206	12.263	14.187	10.568	25.736	1.387	105.270		
	PM10	209	98	3.341	3.774	716	729	891	985	770	434	93	12.040		
	PM2.5	183	81	619	55	52	629	776	861	673	226	81	4.236		
	SO2	0	1	46.072	66.006	46	71	13	0	0	13	0	112.222		
	<b>Total 2009</b>	<b>25.270</b>	<b>11.347</b>	<b>139.902</b>	<b>84.703</b>	<b>6.304</b>	<b>87.079</b>	<b>107.431</b>	<b>101.569</b>	<b>93.079</b>	<b>395.090</b>	<b>9.700</b>	<b>1.061.474</b>		

2010	CO	83.290	50.432	205.394	15.336	18.054	266.524	301.712	173.979	215.398	369.132	11.718	1.710.969	2.313.699	2.313.699
	COT	6.837	4.145	16.854	1.348	1.482	21.877	24.768	17.338	17.682	41.770	1.909	156.010		
	COV	10.220	3.784	17.890	1.064	1.355	25.818	33.657	16.143	16.172	45.598	2.071	173.772		
	NH3	0	0	166	183	0	13	2	0	0	0	0	364		
	NOX	5.086	3.269	20.875	10.829	1.102	16.764	18.502	18.669	13.153	29.089	2.764	140.102		
	PM10	342	213	3.619	3.954	74	1.110	1.241	1.209	884	529	178	13.353		
	PM2.5	297	180	825	78	64	955	1.077	1.055	769	283	155	5.738		
	SO2	0	1	44.727	68.385	0	92	14	159	0	13	0	113.391		
	<b>Total 2010</b>	<b>106.072</b>	<b>62.024</b>	<b>310.350</b>	<b>101.177</b>	<b>22.131</b>	<b>333.153</b>	<b>380.973</b>	<b>228.552</b>	<b>264.058</b>	<b>486.414</b>	<b>18.795</b>	<b>2.313.699</b>		
2011	CO	58.998	67.082	330.072	21.491	15.579	290.665	260.817	88.390	95.263	461.781	14.666	1.704.804	2.317.039	2.317.039
	COT	5.112	5.818	28.649	1.969	1.350	25.180	22.597	12.049	8.254	52.089	2.120	165.187		
	COV	4.690	5.331	26.152	1.636	1.238	23.100	20.733	11.281	7.573	48.286	1.986	152.006		
	NH3	0	0	172	144	0	15	3	0	0	0	0	334		
	NOX	4.298	5.096	32.726	10.322	1.135	21.747	19.105	16.642	6.940	30.675	2.702	151.388		
	PM10	286	332	4.297	4.355	76	1.428	1.268	1.235	462	638	184	14.561		
	PM2.5	249	283	1.420	98	66	1.230	1.100	1.080	402	346	160	6.434		
	SO2	0	1	46.599	75.584	0	109	19	0	0	13	0	122.325		
	<b>Total 2011</b>	<b>73.633</b>	<b>83.943</b>	<b>470.087</b>	<b>115.599</b>	<b>19.444</b>	<b>363.474</b>	<b>325.642</b>	<b>130.677</b>	<b>118.894</b>	<b>593.828</b>	<b>21.818</b>	<b>2.317.039</b>		
2012	CO	67.106	43.359	210.502	13.448	19.424	244.896	286.552	201.884	209.938	294.527	18.344	1.609.980	2.207.359	2.207.359
	COT	5.683	3.678	17.882	1.266	1.645	20.737	24.268	23.187	17.780	38.108	2.554	156.788		
	COV	5.191	3.351	16.192	968	1.503	18.936	22.165	21.486	16.240	35.230	2.375	143.637		
	NH3	0	0	183	150	0	17	1	0	0	0	0	351		
	NOX	4.065	2.862	21.932	10.258	1.177	15.453	17.416	22.897	12.717	30.017	2.839	141.633		
	PM10	209	142	3.476	4.971	61	783	894	1.490	654	670	206	13.556		
	PM2.5	170	110	567	40	49	626	727	1.273	532	412	177	4.683		
	SO2	0	2	48.668	87.920	0	118	10	0	0	13	0	136.731		
	<b>Total 2012</b>	<b>82.424</b>	<b>53.504</b>	<b>319.402</b>	<b>119.021</b>	<b>23.859</b>	<b>301.566</b>	<b>352.033</b>	<b>272.217</b>	<b>257.861</b>	<b>398.977</b>	<b>26.495</b>	<b>2.207.359</b>		

Fuente: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

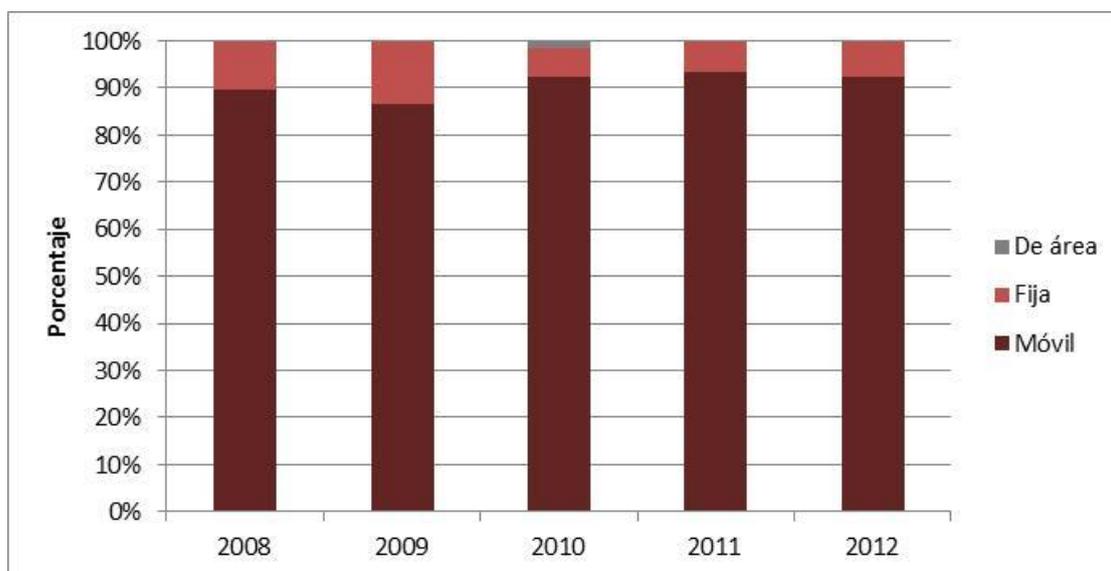
## 7. Indicadores

- **Emisiones al aire en unidades físicas por tipo de fuente**

En este indicador se recopila el total de gases criterio emitidos por los distintos sectores de la economía, medidos en toneladas. Se obtuvo la representación de cada uno de ellos con respecto al total emitido.

El resultado obtenido de este cálculo es presentado en el gráfico 9, que muestra las fuentes móviles son las responsables de la mayoría de los gases emitidos en todos los años analizados y han ido ganando terreno a lo largo de la serie. En promedio, representan el 91.5% del total de emisiones, mientras que las fuentes fijas representan el 8.3%, y las fuentes de área el 0.2% en promedio.<sup>9</sup>

**Gráfico 9: Emisiones al aire en unidades físicas por tipo de fuente**



Fuente: Cuenta de Emisiones al Aire para el Ecuador: exploración inicial, Ministerio del Ambiente. Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

- **Emisiones al aire en unidades físicas por sector institucional**

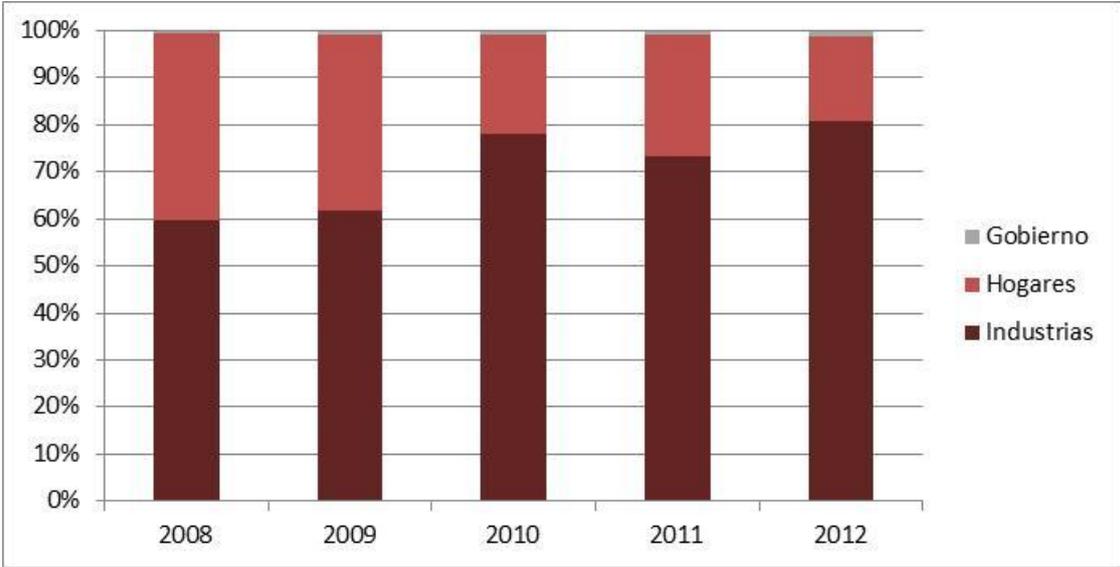
Para este indicador, se dividieron las emisiones de las distintas fuentes de acuerdo al sector institucional que hace uso del bien emisor. Cada uno de los resultados es dividido por el

<sup>9</sup> SE DEBE TENER EN CUENTA QUE LA INFORMACIÓN DE FUENTES DE ÁREA SOLO SE ENCUENTRA DISPONIBLE PARA EL AÑO 2010.

total de toneladas emitidas y así se obtiene el porcentaje de participación de cada uno de los sectores institucionales.

Los resultados muestran (gráfico 11) que el sector industrial es el que más emisiones al aire descarga a lo largo de todos los años analizados. En promedio, dicho sector representa el 70.3% del total, seguido por los hogares quienes alcanzan la cifra de 28.7%, y gobierno el 1% en promedio.

**Gráfico 10: Degradación del aire en unidades físicas por sector institucional**



Fuente: Cuenta de Emisiones al Aire para el Ecuador: exploración inicial, Ministerio del Ambiente. Elaboración: Equipo Técnico Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional (SCAN) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

## 8. Principales hallazgos:

- El gas de mayor emisión en el Ecuador (CO) afecta a todos los ciudadanos, encontrándose relación entre la presencia de este gas y distintas afecciones al corazón y al cerebro. La presencia de gases criterio, en general, suelen estar relacionados con irritaciones y enfermedades de las vías respiratorias.
- Al analizar la representación del PIB de las distintas industrias, se encuentra que la manufacturera es aquella con el porcentaje más alto. Además se halla que ninguna de las industrias o sectores más contaminantes contribuyen con una porción mayor al 16% del PIB en ninguno de los años analizados (2008-2012).
- Dentro de las fuentes móviles se encuentra que el gas más emitido es el CO, con una participación promedio del 71% del total. Mientras que los vehículos con mayor porcentaje de emisiones son los particulares. Para el año 2012, las fuentes móviles emitieron 2.130.643 toneladas de CO al aire.
- Las fuentes fijas por su lado, emiten principalmente SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, con una participación del 80% y del 14% respectivamente. Se encuentra además que la industria que mayor cantidad de gases emite son las centrales eléctricas con una participación promedio del 56%. El total de toneladas emitidas por esta fuente alcanza la cifra de 169182 para el 2012.
- En el caso de las fuentes de área solo se cuenta con información de los principales cantones del país para el año 2010. En el año analizado, el COV es el gas más emitido por este tipo de fuente a causa del uso de disolventes, el cual a su vez es responsable del 66% del total de emisiones (promedio de los cantones analizados).
- El desacoplamiento entre el crecimiento económico del país y la generación de emisiones al aire, muestra una tendencia decreciente a partir del 2010, lo que evidencia que la economía crece generando cada vez menos emisiones.

## 9. Glosario:

- **Aire:** También denominado aire ambiente, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua. en relación volumétrica. (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 372).
- **Amoniaco (NH<sub>3</sub>):** Gas incoloro, de olor irritante, soluble en agua, compuesto de un átomo de nitrógeno y tres de hidrógeno. Es un producto básico en la industria química. (Fórm. NH<sub>3</sub>)(Real Academia Español, 2014)
- **Compuestos orgánicos volátiles.** Son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Participan activamente en numerosas reacciones, en la tropósfera y en la estratósfera, contribuyendo a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero. Además, son precursores del ozono troposférico (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. p. 32).
- **Compuestos orgánicos totales.** Incluye a todos los compuestos carbonados excepto los carbonatos, carburos metálicos, monóxido de carbono y bióxido de carbono. (México. Instituto Nacional de Ecología. 2009. p. 33).
- **Contaminante del aire.** Cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 373).
- **Contaminantes comunes del aire.** Cualquier contaminante del aire para los cuales se especifica un valor máximo de concentración permitida, a nivel del suelo, en el aire ambiente, para diferentes períodos de tiempo, según la normativa aplicable (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 373).
- **Contaminación del aire.** La presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la

salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente(Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 373).

- **Factor de Emisión:** Relación entre la cantidad de contaminación producida y la cantidad de materia prima procesada (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. p. 37).
- **Fuentes fijas:** Son aquellas instalaciones ubicadas en un solo sitio con el propósito de ejecutar procesos industriales, comerciales o servicios, como es el caso de las actividades de generación termoeléctrica, refinación de petróleo, y procesos industriales (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. p. 37).
- **Fuentes móviles:** Constituyen las unidades motrices que sirven como medio de transporte y generan emisiones contaminantes. Las fuentes móviles incluyen a automóviles, camiones, motocicletas, buses, busetas, etc. (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. p. 32).
- **Fuentes de área:** Responden a una serie de fuentes dispersas que no pueden ser incluidas en las dos fuentes anteriores. Incluyen la combustión residencial y comercial, carga y operación de aeronaves, terminales de autobuses de pasajeros, aplicación de asfalto, uso de solventes, tratamiento de aguas residuales, distribución y almacenamiento de gasolina y gas licuado de petróleo, entre otros (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. p. 58).
- **Gas Criterio:** Los contaminantes del aire se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Los primeros se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó así porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos, con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. Actualmente el término contaminantes criterio ha sido adoptado en varios países. Los gases que se consideran dentro de esta categoría son: Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Material Particulado (PM), Plomo (Pb), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O<sub>3</sub>) (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. p. 37).
- **Material particulado.** Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera en

normales. Inicialmente, con la denominación de partículas totales en suspensión (PTS) se reconoció a una amplia categoría de material particulado como contaminante criterio (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 374). El PM2.5 corresponde al material particulado pequeño de hasta 2.5 micrometros en tamaño, mientras que el PM10 es el material particulado grande de hasta 10 micrometros en tamaño (Secretaria Nacional de Panificación y desarrollo.2012. p. 1)

- **Mejor tecnología de control disponible** (BACT por sus siglas en inglés). Limitación de emisiones al aire basada en el máximo grado de reducción de emisiones, considerando aspectos de energía, ambientales y económicos, alcanzable mediante la aplicación de procesos de producción y métodos, sistemas y técnicas disponibles (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 374)
- **Monóxido de carbono (CO)**. Gas venenoso incoloro, resultado de la combustión incompleta de combustibles de origen fósil. (INEGI. 2009: 33)
- **Norma de calidad de aire**. Es el valor que establece el límite máximo permisible de concentración a nivel del suelo, de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. Los límites máximos permisibles se aplicarán para aquellas concentraciones de contaminantes que se determinen fuera de los límites del predio de los sujetos de control o regulados (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 374)
- **Norma de emisión**. Es el valor que señala la descarga máxima permitida de los contaminantes del aire definidos (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 376)
- **Opacidad**. Grado de reducción de luminosidad que ocasiona una sustancia al paso por ella de la luz visible (Ecuador. Presidencia de la República. 1999. p. 376)
- **Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)**. Son un grupo de gases compuestos por trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). El dióxido de azufre es un gas incoloro y no inflamable. de olor fuerte e irritante. Su vida media en la atmósfera es corta de unos 2 a 4 días, y casi la mitad de las emisiones vuelven a depositarse en la superficie, mientras que el resto se transforma en iones sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). (España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012)

- **Óxidos de nitrógeno (NOx).** El NOx es un término genérico que hace referencia a un grupo de gases muy reactivos [tales como el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)] que contienen nitrógeno y oxígeno en diversas proporciones. Muchos de los óxidos de nitrógeno son incoloros e inodoros. Sin embargo, el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), un contaminante común, forma en el aire junto a las partículas en suspensión una capa entre rojiza y marrón que cubre muchas zonas urbanas. (Unites States Enviromental Protection Agency 2013. citado en GreenFacts. 2011 - 2014)
- **Ozono (O<sub>3</sub>).** Gas incoloro de odor acre. cuya forma molecular es O<sub>3</sub>. que se encuentra en dos capas de la atmósfera: en la estratosfera [segunda capa de la atmósfera] (en torno al 90% de la carga atmosférica total) y en la troposfera [la capa más baja de la atmósfera] (en torno al 10%). El ozono es una forma de oxígeno que se encuentra de manera natural en la estratosfera y que actúa como capa protectora de la Tierra frente a los efectos adversos de la radiación ultravioleta sobre la salud y el medioambiente. En la troposfera el ozono actúa como oxidante químico y es un componente principal del smog fotoquímico. El ozono puede afectar seriamente al sistema respiratorio humano. (Unites States Enviromental Protection Agency 2013. citado en GreenFacts. 2011a - 2014)

## 10. Referencias bibliografía

- Corporación Financiera Internacional. (30 de abril de 2007). *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la refinación del petróleo*. Recuperado el 22 de mayo de 2014, de [www.ifc.org/wps/wcm/connect/2514d80048855bc88a0cda6a6515bb18/Petroleum%2BRefining%2B-%2BSpanish%2B-%2BFinal-rev%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES&CACH](http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/2514d80048855bc88a0cda6a6515bb18/Petroleum%2BRefining%2B-%2BSpanish%2B-%2BFinal-rev%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES&CACH)
- Ecuador. Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. Balances de Energía del Ecuador desde los años 90 al 2012. Bajo pedido vía mail el 17 de enero de 2014. *[Documento no publicado]*.
- Ecuador. Ministerio del Medio Ambiente. (2010). *Plan Nacional de la Calidad del Aire*. Recuperado el 22 de enero de 2014, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2013). Boletines Estadísticos Anuales. Recuperado el 30 de abril de 2014, de <http://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/327-ver-bolet%3%ADn-anuario-por-a%3%B1os>
- Distrito metropolitano de Quito. (2005). *Norma Técnica Ambiental Ecuatoriana*. Quito.
- Ecuador. Presidencia de la República. (30 de julio de 1999). Ley de gestión Ambiental. [Ley 37-99/ Ro. 245]. Registro Oficial.
- Ecuador. Secretaría del Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. (2009). Inventario de Emisiones Atmosféricas del Distrito Metropolitano de Quito
- Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017*. Recuperado el 10 de marzo de 2014, de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>
- Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013*. Recuperado el 15 de noviembre de 2013, de [http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/alhumeau/20111028%20PNC%20ONUREDD%20Ecuador\\_VF.pdf](http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/alhumeau/20111028%20PNC%20ONUREDD%20Ecuador_VF.pdf)
- Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). Ficha Metodológica, Clasificador temático: Plan Nacional del Buen Vivir. Recuperado el 22 de septiembre de 2014, de [http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/Portal%20SNI%202014/ESTADISTICA/Reportes/indicadores\\_pnbv/fichas\\_pnbv\\_v2/pdf/4.4.1.1.pdf](http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/Portal%20SNI%202014/ESTADISTICA/Reportes/indicadores_pnbv/fichas_pnbv_v2/pdf/4.4.1.1.pdf)

- España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2012). *SOX (Óxidos de azufre)*. Recuperado el 2014 de mayo de 19, de [www.prtr-es.es/SOx-oxidos-de-azufre,15598,11,2007.html](http://www.prtr-es.es/SOx-oxidos-de-azufre,15598,11,2007.html)
- European Environment Agency. (2007). *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007. Technical Report No 16/2007*.
- GreenFacts. (2011 - 2014). *Óxidos de nitrógeno (NOx)*. Recuperado el 19 de mayo de 2014, de <http://www.greenfacts.org/es/glosario/mno/oxidos-nitrogeno-nox-oxido-nitrico-no-dioxido-nitrogeno-no2.htm>
- GreenFacts. (2011a - 2014). *Ozono*. Recuperado el 20 de mayo de 2014, de <http://www.greenfacts.org/es/glosario/mno/ozono.htm>
- México. Instituto Nacional de Ecología. (2009). *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas*.
- México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Metodología de cálculo de la contaminación atmosférica por fuentes de área 2003 - 2007. [Documento no publicado]*. México D. F.: Departamento de Consolidación de Cuentas Ambientales del Instituto Nacional de Estadística Geografía de México.
- México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Metodología de Cálculo de la Contaminación Atmosférica por Fuentes Fijas 2003 - 2007. [Documento interno de trabajo]*. México D.F.: Departamento de Consolidación de Cuentas Ambientales del Instituto Nacional de Estadística Geografía de México.
- México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Metodología de cálculo de la contaminación atmosférica por fuentes móviles 2003 - 2007 [Documento no publicado]*. México D.F.: Departamento de Consolidación de Cuentas Ambientales del Instituto Nacional de Estadística Geografía de México.
- Naciones Unidas. (2002). *Contabilidad ambiental y económica integrada. Manual de operaciones*. New York: Naciones Unidas.
- Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico & Banco Mundial. (2014). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) 2012. Marco Central [Draft]*. Recuperado el 5 de febrero de 2014, de [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/CF\\_trans/S\\_march2014.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/CF_trans/S_march2014.pdf)
- Organización Panamericana de la salud, Organización Mundial de la Salud, Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2003). *Diagnóstico preliminar gestión de la calidad del Aire-Ecuador*. Quito.

Parra Narváez, R. (2012). *Inventario Nacional Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire*.

Real Academia Española. (2014). *amoníaco o amoníaco*. Recuperado el 20 de mayo de 2014, de <http://lema.rae.es/drae/?val=amon%C3%ADaco>

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development & World Bank. (2014). *System of Environmental Economic Accounting 2012. Central Framework*. Recuperado el 3 de mayo de 2014, de [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA\\_CF\\_Final\\_en.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf)

United States Environmental Protection Agency. (2004). *Air Chief 11. Emission Factor and Inventory Group. Research Triangle Park NC 27 711.[CD ROM]*.

Este cuaderno forma parte del grupo de cuadernos publicados por el Proyecto Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional del Ministerio del Ambiente, 2014.

1. Contabilidad Ambiental
2. Cuenta de Petróleo y Gas Natural
3. Cuenta Forestal Maderable
4. Cuenta de Tierra
5. Cuenta de Agua
6. Cuenta de Emisiones al Aire
7. Cuenta de Gastos de Protección Ambiental
8. Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional del Ecuador



**SCAN**  
Sistema de Contabilidad  
Ambiental Nacional

ISBN: 978-9942-07-828-5



9 789942 078285

[www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)