



FUTUROS AJUSTES DEL PRIMER INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA PARA LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Elizabeth González. Ingeniera Civil Hidráulica y Sanitaria, Doctora en Ingeniería Ambiental. Profesora Agregada y Jefa del Departamento de Ingeniería Ambiental del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental IMFIA.

José Cataldo. Ingeniero Industrial Mecánico, Doctor en Ingeniería (Mecánica de los Fluidos Aplicada). Profesor Titular del Departamento de Mecánica de los Fluidos del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental IMFIA.

Nicolás Rezzano. Ingeniero Civil Hidráulico y Ambiental. Asistente del Departamento de Ingeniería Ambiental del IMFIA

Magdalena Hill. Ingeniera Química. Coordinadora del equipo de la Dirección Nacional de Medio Ambiente asignado al proyecto.

Tania Páez. Ingeniera Civil Hidráulica y Ambiental. Doctora en Ingeniería Ambiental. Consultora. Integrante del equipo de la Dirección Nacional de Medio Ambiente asignado al proyecto.

Verónica González. Ingeniera Química. Integrante del equipo de la Dirección Nacional de Medio Ambiente asignado al proyecto.

Virginia Harguindeguy. Estudiante avanzada de Ingeniería Civil Hidráulica y Ambiental. Ayudante del Departamento de Ingeniería Ambiental del IMFIA.

Enrique Indarte. Estudiante avanzado de Ingeniería Civil Hidráulica y Ambiental. Ayudante del Departamento de Ingeniería Ambiental del IMFIA.

Javier Marrero. Estudiante avanzado de Ingeniería Civil Hidráulica y Ambiental. Ayudante del Departamento de Ingeniería Ambiental del IMFIA.



Av. Julio Herrera y Reissig 565 – Montevideo – Montevideo - Uruguay - Código Postal 11.300 – Tel: 598 2 7113386 206 – Fax: 598 2 7115277. e-mail: elizabet@fing.edu.uy

RESUMEN

El primer Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera para Uruguay fue realizado a través de un Convenio entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República y la Dirección Nacional de Medio Ambiente. Su propósito principal es establecer una línea de base cuantitativa con la que hasta ahora no se cuenta, a partir de la cual se podrá conocer y jerarquizar los principales conflictos de uso, contaminantes críticos, áreas críticas y demás desde el punto de vista de la contaminación atmosférica. Se dejan planteadas las formas de actualización del Inventario de modo de conocer la evolución de la situación de aquí en más, y eventualmente llenar blancos que en esta etapa no se hayan podido atender debido a la carencia de información de base con la desagregación adecuada como para ser incorporada oportunamente. Se plantea a futuro la incorporación de fuentes de emisión no consideradas en el inventario inicial tales como las portuarias. Por otra parte mediante el uso de equipos de caracterización de emisiones, es necesario iniciar el diagnóstico cuantitativo de las emisiones vehiculares en aquellos contaminantes que resultaron relevantes en lo que respecta al inventario nacional. Vale mencionar que las emisiones de estas flotas dependen del tipo de vehículo, la edad del motor, su estado de mantenimiento, las rutas sobre las que transita, el uso del vehículo en un período de tiempo determinado, etc. Por otra parte su emisión es en un punto cercano a la zona de inmisión, por lo que ante ciertas situaciones meteorológicas y de morfología urbana, ocurren situaciones que desde el punto de vista de la calidad de aire (asociada esta a la calidad de vida) son perjudiciales. En consecuencia, las emisiones atmosféricas, principalmente asociadas al creciente sector vehicular, merecen ser atendidas con el fin de identificar la necesidad de acciones de mitigación con vistas a limitarlas, o bien a certificar la posibilidad de utilizar un vehículo en ambiente urbano o no.

Palabras Clave: inventario de emisiones, emisiones atmosféricas, factores de emisión

INTRODUCCION

El primer Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera para Uruguay fue realizado en el marco de un Convenio entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República y la Dirección Nacional de Medio Ambiente. Su propósito principal ha sido establecer una línea de base cuantitativa con la que hasta ahora no se contaba, a partir de la cual se podrá conocer y jerarquizar los principales conflictos de uso, contaminantes críticos, áreas críticas y demás desde el punto de vista de la contaminación atmosférica. Se plantea realizar ajustes en algunos rubros, tales como el vehicular, e incorporar otros, como por ejemplo el portuario. Con ese objetivo, actualmente se gestionan nuevas etapas de trabajo conjunto.

Este Inventario aporta un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de las emisiones que ocurren en el territorio nacional, identificando los emisores, su distribución geográfica, los principales contaminantes emitidos y los principales sectores emisores para cada uno de ellos. A partir de la identificación de los principales sectores emisores, áreas geográficas y contaminantes que revisten mayor interés, deberá constituirse en una herramienta de gestión que aporte a la priorización de acciones, definición de estrategias y optimización de una red de monitoreo de calidad de aire. También resultará de utilidad para apoyar el desarrollo de normativas de emisión e inmisión de contaminantes atmosféricos. En una nueva etapa de trabajo, se plantea a su vez la incorporación de nuevas emisiones en su matriz.

OBJETIVOS

En este trabajo se presentan los aspectos principales del Primer Inventario de Emisiones a la Atmósfera realizado para Uruguay, algunos resultados, y las líneas de trabajo inmediatas para una primera actualización y ajuste del mismo.

METODOLOGÍA EMPLEADA Y ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Un inventario de emisiones atmosféricas es una estimación de todos los contaminantes de interés emitidos a la atmósfera por un conjunto de fuentes escogidas, que generalmente son las diversas actividades humanas aunque a veces se incluyen fuentes de origen natural, para un período de tiempo y un área geográfica determinada.

La selección de la metodología para realizar un inventario de emisiones define la magnitud de los recursos necesarios y la fiabilidad de los resultados a obtener, que debe estar acorde a las aplicaciones que se desea realizar. Los principales inventarios nacionales realizados en países de América se basan en la metodología de Factores de Emisión, tomando como referencia para fuentes fijas el documento AP-42 de la USEPA. Esta metodología es la más antigua en su género, y es considerada la base de las demás metodologías de análisis por ser confiable, consistente y completa. Actualmente la aplicación del método de factores de emisión para la realización de inventarios de emisiones atmosféricas que consideren tanto fuentes fijas como móviles, de área o biogénicas, es de aceptación generalizada.

Se designa como “factor de emisión” al cociente entre la cantidad de contaminante liberada a la atmósfera y el nivel de actividad (unidades producidas, cantidad de combustible quemado, etc.) de la fuente emisora, ambos en un mismo período de tiempo. Se trata de que el nivel de actividad esté representado por algún dato que sea de uso cotidiano en el rubro que se analiza, de modo de garantizar que resulte una información fácil de obtener pero a la vez que el factor de emisión permita alguna interpretación vinculada a la realidad. Para la aplicación del algoritmo de cálculo de emisiones anuales usando el método de Factores de Emisión, se requieren los siguientes datos de entrada:

- Información sobre el nivel de actividad especificada que caracteriza al proceso considerado, a saber: energía consumida, caudal másico del producto elaborado, caudal volumétrico de la materia prima utilizada, etc.
- Factor de emisión, para transformar la información de actividad en estimaciones de emisión, bajo régimen controlado o no controlado.
- Técnica de captura y eficiencia de remoción (en tanto por ciento) para cada contaminante específico.

En el primer inventario fue necesario simplificar algunos procedimientos de análisis, en busca de una metodología práctica pero con resultados significativos. Se espera retomar, en las etapas de trabajo

inmediatas, algunas líneas que quedaron abiertas y que permitirán obtener una mayor precisión, siempre que la información de base lo permita.

Para la estimación de las emisiones a la atmósfera de fuentes fijas se emplea la metodología y los factores de emisión que propone EPA. Para la estimación de las emisiones de fuentes móviles terrestres se aplica la metodología y los factores de emisión de la Comunidad Europea (CORINAIR), dado que las características de la flota automotriz de nuestro país, en el año 2006, se asemejaba más a la de algunos de los países de la UE –de acuerdo con la clasificación CORINAIR- que a la flota de Estados Unidos.

El año base seleccionado fue 2006. Cuando la información disponible no correspondía a ese año sino a algún año anterior, se asumió que la información disponible era también representativa de la actividad del año 2006.

Características del inventario

▪ Contaminantes considerados

Los contaminantes a incluir en un inventario dependen del objetivo, y la información a recopilar se encuentra íntimamente relacionada a cuáles serán esos contaminantes. En este primer inventario de emisiones a la atmósfera se consideraron los siguientes contaminantes: CO, SO₂, NO_x, PST, PM₁₀, COV, COT, COVNM. No se consideraron las emisiones de metano, dióxido de carbono ni compuestos reducidos de azufre.

▪ Fuentes consideradas

Las fuentes consideradas han sido fuentes fijas puntuales, fuentes móviles y fuentes de área (por ejemplo, calefacciones domésticas). Entre las fuentes puntuales, se consideran las fuentes industriales (fijas) y las fuentes móviles. Entre las fuentes móviles se han considerado los vehículos automotores terrestres (autos, ómnibus, camiones), etc. Las fuentes emisoras se han agrupado, para su mejor tratamiento, en cinco sectores: industria y generación de energía; residencial; comercios y servicios; agropecuario; transporte. Las emisiones de fuentes residenciales, de comercios y servicios y agropecuarias se han considerado como provenientes de fuentes fijas de área, asignándolas a un cierto lugar geográfico en base a alguna característica representativa. Las emisiones vehiculares más comúnmente consideradas son las que resultan de la descarga por el caño de escape, y las que se emiten en procesos evaporativos (en el momento que se apaga el motor, en circulación, mientras que el vehículo no se encuentra en movimiento, etc.). En este primer inventario de emisiones no ha sido posible incorporar el transporte marítimo, fluvial, ni aéreo.

▪ Fuentes de información

En primer término se recurrió a fuentes oficiales de información, entre las que cabe citar:

- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente: Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) (División Control y Desempeño Ambiental; División Evaluación de Impacto Ambiental).
- Ministerio de Industria, Minería y Energía: Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETN) (Registro de Calderas; Balance Energético Nacional); Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) (Estadísticas de producción).
- Ministerio del Interior: Dirección Nacional de Bomberos.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas: Dirección Nacional de Transporte.
- Otras instituciones: Intendencia Municipal de Montevideo; Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE); Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP); Instituto Nacional de Estadística (INE).

Los datos del Balance Energético detallado para el año 2006 realizado por la Fundación Bariloche para la DNETN fueron información clave en el desarrollo del Inventario, debido a su interesante nivel de desglose.

▪ Forma de documentación de la información

Se optó por emplear la herramienta más sencilla posible para facilitar el acceso y manejo de la información, por lo que tanto la documentación de la información como posteriormente los cálculos a realizar y los resultados se han procesado empleando planillas electrónicas.

- Método de evaluación de la congruencia de los resultados

La evaluación de la congruencia de los resultados es una tarea de singular importancia para detectar posibles errores en el ingreso de datos, unidades, etc., de modo que la información que se recoja y procese en el inventario sea útil y confiable.

En ese sentido, se realizó la máxima cantidad de verificaciones pertinente y adecuada al alcance del trabajo. Entre las actividades realizadas en relación a este punto, además de la revisión detallada de algunas situaciones para las que se tenía ideas preconcebidas en el imaginario técnico colectivo, cabe mencionar:

- En los casos en que se contaba con datos medidos de emisión, se compararon los datos reales con los valores calculados aplicando la metodología de factores de emisión. Un ejemplo de este tipo de cálculo fue, por ejemplo, el rubro Centrales Térmicas, para el que se contaba con datos medidos.
- En las distintas industrias de cada ramo se colectaron datos correspondientes a cada actividad que pueden no estar relacionados con el factor de emisión. Por ejemplo, cuando es sólo necesario el insumo para calcular el factor de emisión, de todas formas se anotó también la cantidad de producto; de esta manera, se puede verificar que no hay errores de órdenes al comparar una industria con otra dentro de un mismo ramo.
- En los distintos cálculos de la emisión, se observa el dato calculado de forma de verificar que éste se encuentra dentro del orden para el ramo y la industria particular considerada, de forma de verificar que los cálculos hayan sido realizados correctamente.
- La contraparte técnica realizó una revisión minuciosa y exhaustiva para detectar resultados incongruentes y facilitar su revisión, en algunos casos recurriendo a solicitar nueva información de base a los emisores en cuestión.

- Aseguramiento y evaluación de la calidad

El aseguramiento de calidad resulta un elemento indispensable para el inventario de emisiones. El aseguramiento de calidad se realiza durante el desarrollo del inventario, a través de un conjunto de tareas de diferente índole, realizadas tanto por el personal de Facultad de Ingeniería como por la contraparte técnica de DINAMA. La evaluación de calidad se encuentra relacionada con el nivel de incertidumbre de la información obtenida. La estimación de incertidumbre de los resultados del inventario se encuentra relacionada con la calidad de los datos obtenidos y la metodología utilizada. La calidad de los datos de actividad obtenidos es variable, ya que en general los formatos de los distintos informes no apuntan a relevar datos para poder estimar las emisiones atmosféricas, sino que los datos útiles para el inventario surgen indirectamente a partir de la información disponible. La metodología adoptada (en este caso, la que propone USEPA) y la calidad de los factores de emisión empleados en el inventario ofrecen una primera evaluación de la calidad del inventario.

- Actualización del inventario

Un Inventario de Emisiones debe ser una herramienta dinámica, en continuo perfeccionamiento y actualización, si se desea que sea una herramienta útil para la gestión ambiental. Es por eso que se requiere dar continuidad a este primer desarrollo, para que el Inventario se mantenga al día y pueda irse mejorando. La periodicidad con la que es deseable actualizar estos datos debería ser, en la medida de lo posible, anual. Adicionalmente a las actualizaciones anuales, es recomendable que cada cinco años se realice una revisión y actualización en la cual se haga un análisis exhaustivo de los datos que se están considerando, factores de emisión y demás, y analizar / viabilizar la incorporación de nuevos contaminantes o nuevas fuentes, así como mejores métodos de cálculo para los contaminantes o fuentes que ya están incorporados. En el caso de los rubros que se consideran más críticos, de mayor incidencia, es relevante apuntar al desarrollo de Factores de Emisión a nivel nacional, de forma de contemplar y describir adecuadamente la realidad local.

RESULTADOS

- Limitaciones de los resultados obtenidos y advertencias sobre su uso

Antes de presentar algunos resultados, es importante recordar que estos resultados son aproximaciones con ciertas limitaciones. Es conveniente que los resultados del Inventario se interpreten teniendo presentes los siguientes puntos:

- Puede haber subestimación en las emisiones del Sector Industria y Generación de Energía, debido al origen de los datos empleados.
 - La distribución geográfica de las emisiones del rubro industrial Molinos de Granos se realiza aplicando hipótesis teóricas.
 - En los Sectores Residencial, Comercios y Servicios, Vehicular y Agropecuario, sólo se consideran las emisiones vinculadas a consumo de energía.
 - La distribución geográfica de las emisiones de los Sectores Residencial, Comercios y Servicios, y Agropecuario, se apoyan sobre hipótesis de corte teórico basadas en la distribución de la población.
 - En las emisiones del Sector Agropecuario no se toman en cuenta emisiones derivadas de la labranza ni de la rodadura de vehículos sobre caminos de tosca.
 - El sector Transporte no considera transporte fluvial, marítimo ni aéreo.
 - La distribución geográfica de las emisiones del Sector Transporte se realiza de acuerdo al Departamento en que están empadronados los vehículos y se asigna exclusivamente a ese Departamento, lo que en general no es una hipótesis representativa de los lugares por los que cada vehículo puede transitar.
- Interpretación de resultados

Hecha la precedente salvedad, se reseñan a continuación los principales resultados obtenidos al analizar la información disponible desde diferentes puntos de vista. Cuando se analiza cuáles son los principales contaminantes emitidos por cada uno de los cinco Sectores emisores considerados a nivel país, se tiene que: el Sector Industria y Energía es el principal emisor de SO_x y el segundo de PST, el Sector Transporte es el principal emisor de NO_x y el segundo de CO, el Sector Residencial es el principal emisor a nivel país de PST, PM₁₀, CO y COV, y los sectores Comercios y Servicios, y Agropecuario no son protagónicos en la emisión de ninguno de los contaminantes considerados.

En lo que se refiere a la distribución geográfica y al aporte por departamento de los distintos sectores al aporte país (por contaminante), se determina para cada contaminante: el aporte de cada departamento al aporte país, el aporte de cada sector en cada departamento respecto al total del aporte país y la distribución en cada departamento del aporte por sector, referido al aporte total del departamento.

A continuación se presentan consideraciones sobre el aporte de cada rubro al total de cada sector para distintos contaminantes:

- Sector Residencial: Las actividades que generan mayores emisiones de los cuatro contaminantes principales de este Sector (CO, COV, PST y PM₁₀) son, en todos y cada uno de los diferentes Departamentos del país, las vinculadas a la quema de leña en estufa, ya sea para calefacción, cocción u otras actividades. A modo de ejemplo, en las tablas 1 se presenta el aporte de los distintos combustibles utilizados en el sector residencial a las emisiones de los distintos contaminantes.
- Sector Industria y Generación de Energía: El Sector Industria y Energía es el principal emisor nacional de SO_x, el segundo de PST y el tercero de NO_x. Los rubros que se consideran de mayor interés desde el punto de vista de sus emisiones dentro del Sector Industrias y Generación de Energía son cuatro: Minerales no metálicos; Petróleo y carbón; Generación de energía; Azúcares. En un plano secundario se ubican los rubros Celulosa y Papel, por ser emisor de más del 10 % del NO_x del Sector Industrial, y Molinos, por ser emisor de más del 10 % del PST del Sector Industrial, aunque ninguno de ambos participe entre los principales rubros emisores de esos contaminantes a nivel país.
- Sector Transporte: El Sector Transporte es el responsable de la emisión de casi el 60 % de los NO_x que se emiten a nivel nacional. Los principales emisores de NO_x (32,4 %) son los camiones y tractores para transporte carretero de cargas¹, seguidos de autos y camionetas a nafta (28,9 %). Este Sector emite además el 28,4 % del CO emitido a nivel nacional, y el 12,1 % de los SO_x.

¹ “Camiones y tractores para transporte carretero de cargas” es la suma de los camiones de más de 5 Ton y los camiones con remolque.

En lo referente a partículas y COV, sus aportes no llegan al 10 % del total nacional. En una próxima etapa de trabajo se plantea el desafío de ajustar estos factores de emisión a la flota local, en particular en lo que respecta a los contaminantes en los cuales este sector es preponderante, tales como los óxidos de nitrógeno y de azufre.

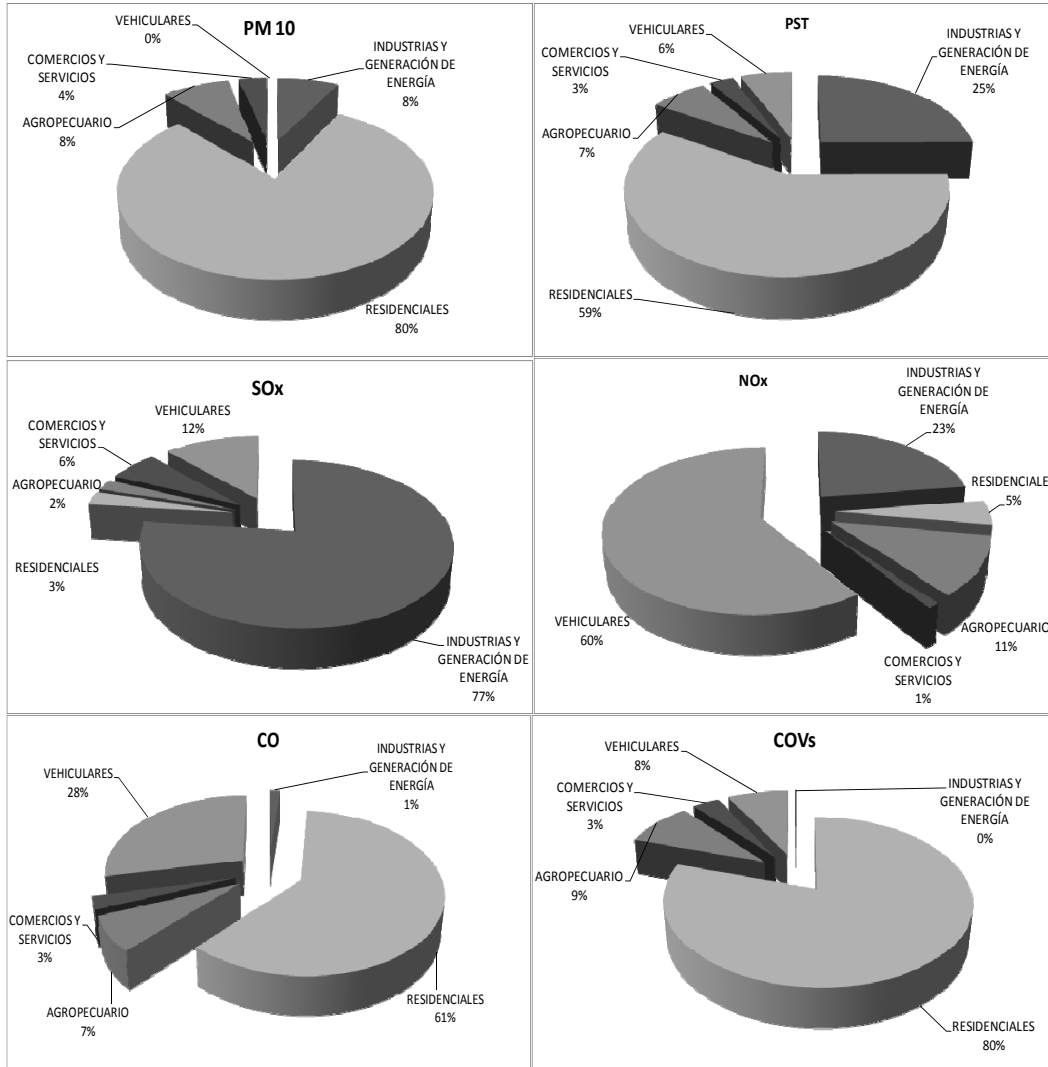


Figura 1: Aportes relativos de los sectores a las emisiones nacionales en distintos contaminantes

TABLA 1: Distribución del aporte del sector residencial por combustible y por contaminante

COMBUSTIBLE	PM 10	PST	SOx	NOx	CO	COVs
GAS NATURAL	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	0,0%	7,5%
SUPERGAS	0,0%	0,1%	0,0%	14,3%	0,1%	48,0%
GAS PROPANO	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,4%
GASOIL	0,0%	0,0%	4,3%	0,8%	0,0%	1,0%
DIESEL OIL	0,0%	0,0%	0,3%	0,1%	0,0%	0,1%
FUELOIL	0,0%	0,1%	63,7%	3,1%	0,0%	4,0%
QUEROSENE	0,0%	0,0%	2,8%	0,5%	0,0%	0,7%
NAFTA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
LEÑA Y RESIDUOS BIOMASA	99,9%	99,8%	28,8%	79,6%	99,9%	38,3%
CARBÓN VEGETAL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

- Otros sectores: El sector comercios y servicios, y el sector agropecuario no resultan protagonistas a nivel país o departamental en la emisión de ninguno de los contaminantes considerados.

RECOMENDACIONES EMERGENTES DEL PRIMER INVENTARIO

A partir de los resultados obtenidos, se identificaron cuatro líneas de acción, que se consideran de gran importancia a los efectos del control de las emisiones con mayor incidencia en la calidad del aire en Uruguay:

A. Control de las emisiones industriales en forma sistemática y periódica, del mismo modo que se hace con los efluentes líquidos. A modo de orientación, se indican dos niveles de prioridad a considerar para la puesta en práctica de esta política:

- Rubros industriales de principal interés a la hora de controlar la calidad del aire son: Petróleo y Carbón; Minerales no metálicos; Generación de energía; Azúcar.
- Rubros industriales en un segundo plano de interés en cuanto a calidad del aire, cuya relevancia a nivel nacional no es marcada pero sí pueden tener incidencia local: Químicas; Celulosa y Papel; Molinos de arroz.

B. Control de emisiones vehiculares en todo el país, especialmente a nivel de vehículos livianos. También surge como necesario modificar el control que actualmente se realiza a vehículos interdepartamentales en SUCTA, de modo de cuantificar las emisiones de los diferentes contaminantes criterio y no sólo la opacidad de las mismas, asignando plazos breves para realizar un segundo control cuando se presente algún nivel de no conformidad. El uso y estado de mantenimiento de los vehículos tiene una incidencia muy importante en las emisiones de los mismos. Los vehículos nuevos deben ser aprobados por la autoridad competente antes de su ingreso al país, de modo de asegurar que sus niveles de emisión sean compatibles con los objetivos de calidad ambiental de nuestro país. Debe tenerse en cuenta también que la calidad del combustible no sólo condiciona la cantidad y tipo de contaminantes presentes en las emisiones vehiculares, sino también las posibilidades de control de dichas emisiones (por ejemplo, el uso de convertidores catalíticos). En consecuencia, es necesario apuntar a que la calidad de los combustibles que se comercialicen en el país tenga en cuenta explícitamente estos aspectos.

C. Control / registro de dispositivos para quema de leña en todo el país, implementando a nivel municipal un registro de instaladores / constructores y la obligatoriedad de declarar la existencia o construcción de uno de estos dispositivos y sus características. Esto se constituirá en un insumo sumamente relevante a la hora de realizar la actualización del Inventario de Emisiones a la Atmósfera.

D. Mejora de la eficiencia energética de las residencias, por medio de la implementación de medidas en el aislamiento térmico de las mismas, lo que redundará en la disminución del uso de leña (y otros combustibles).

LÍNEAS DE TRABAJO A ABORDAR EN EL FUTURO INMEDIATO

Los aspectos referentes al Inventario de Emisiones que se priorizaron y que están contenidos en la siguiente etapa de trabajo, cuyo inicio en este momento sólo depende de aspectos administrativos, incluyen los que a continuación se indican.

- Incorporación de fuentes de emisión no consideradas en el inventario inicial: transporte fluvial, marítimo y aéreo, con énfasis en puertos.
- Incorporación de sectores o contaminantes no considerados en el inventario inicial por no disponerse de información adecuada para ello: algunos sectores industriales como el metalúrgico, del que no se incorporaron contaminantes vinculados al proceso (vapores metálicos, por ejemplo).
- Estudios de caracterización de emisiones vehiculares, con fuerte componente de trabajo de campo, para contemplar la mayor diversidad posible de variables tales como tipo de vehículo, la

edad del motor, su estado de mantenimiento, las rutas sobre las que transita, el uso del vehículo en un período de tiempo, etc. El objetivo último no es el diagnóstico y caracterización, sino el desarrollo de Factores de Emisión ajustados a la realidad nacional actual.

- Puesta a punto de una metodología y protocolo de medición de emisiones, que facilite su control y la comparación de resultados.

REFERENCIAS

1. Cataldo, José; Acosta, Álvaro; González, Elizabeth; Usera, Gabriel; Jorysz, Andrés; Rivero, Susana; Díaz, Verónica; Krecl, Patricia; Martínez, Silvana; López, Carlos; Spangenberg, Ana; Targino, Admir. "Programa de Evaluación de Calidad del Aire aplicado a la República Oriental del Uruguay". Informe Final. Convenio MVOTMA – UROU (Facultad de Ingeniería), 2000.
2. Cataldo, José. González, Elizabeth. Notas del curso de Actualización y Posgrado Dispersión de Contaminantes en la Atmósfera, Uruguay, 2008.
3. Comisión para la cooperación ambiental, Environmental Economics, Aumento de la comparabilidad de los inventarios de emisiones atmosféricas en Canadá, Estados Unidos y México, Canadá, 2001.
4. Environmental Protection Agency, EPA, AP - 42, Emission Factor and Inventory Group Emissions, Monitoring, and Analysis Division Office of Air Quality Planning and Standards U.S.
5. Instituto Nacional de Ecología (INE – Semarnat), Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones. México, 2005.
6. Modelo de inventario de emisiones industriales de España, Cataluña, España, 2004.
7. MVOTMA, Unidad de cambio climático, Segunda Comunicación Nacional a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Montevideo, Uruguay, 2004.