



Indicadores ambientales



CALIDAD DEL AIRE

Emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de calderas

Autores: Dr. Juan Valdés G. M.Sc. Germain Esquivel H. Lic. Jose Pablo Sibaja B. Bach. Jorge López Z.
Fecha de publicación: 12/03/13
Imagen: 

Descripción: Las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes desde fuentes fijas, como son las calderas, están reguladas por el Reglamento sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos provenientes de Calderas (DE-30222-S-MINAE). La normativa presente en este reglamento es aplicable a calderas que pueden utilizar combustibles fósiles o biomásicos (La Gaceta, 2002) e incluye tres contaminantes primarios atmosféricos: el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y las partículas totales en suspensión (PTS). Las calderas son las fuentes de generación de energía más utilizadas en Costa Rica, por lo que las emisiones debidas a su uso pueden afectar de manera significativa la calidad del aire y la salud de la población en general.

Actualmente la cuantificación de las emisiones provenientes de este tipo de fuentes fijas se realiza sistemáticamente por parte del Ministerio de Salud, y a través de las mediciones *in situ* que varios laboratorios nacionales prestan como servicio a la industria nacional. Sin embargo, esta información no se ha sistematizado o empleado para la generación de un inventario de emisiones atmosféricas, que por lo menos incluya la tres contaminantes regulados en el Reglamento arriba mencionado.

Tomando como base los análisis realizados entre el 2008 y 2011, el Laboratorio de Química de la Atmósfera de la Universidad Nacional ha preparado un reporte parcial de las emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas, en el cual se cuantifican en toneladas por año, la cantidad de NO_x, SO₂ y PTS que se emitieron al aire por las industrias a las que el LAQAT-UNA prestó su servicio. El objetivo general de este trabajo es exponer la metodología empleada para la estimación de las emisiones anuales de estos contaminantes, con base en los datos actualmente disponibles en el LAQAT-UNA, así como sentar las bases para el desarrollo de un inventario nacional, utilizando los datos recopilados por el Ministerio de Salud cada año. Este inventario garantizaría el diseño y ejecución de una campaña permanente de medición de gases de combustión y partículas en chimeneas a nivel industrial para fuentes caracterizadas como grandes emisores (nuevos y existentes), al mismo tiempo que permitiría aplicar otras herramientas para el control de emisiones desde fuentes fijas, tales como la validación de los inventarios generados mediante el la modelación de la dispersión de contaminantes estudiados (Parra, 2004).

Metodología del indicador

En el inventario parcial de emisiones de contaminantes atmosféricos se incluyeron 35 industrias en el 2008, 20 en el 2009, 26 en el 2010 y 25 en el 2011. La distribución geográfica de las industrias se muestra en el cuadro 1. Las mediciones de la concentración de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno (monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno) se realizaron mediante un analizador de gases de combustión marca TESTO (TESTO, Alemania). Para el análisis de partículas totales en suspensión se utilizó en muestreador de partículas isocinético marca APEX (APEX, EE.UU.). En cada caso se determinó la velocidad de salida de los gases de combustión utilizando un tubo Pitot marca Thermo (Thermo Scientific, EE.UU.).

El cálculo de la carga de emisión de cada contaminante se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{ton}{año} = Flujo \left(\frac{m^3}{h} \right) * Factor_{operación} \left(\frac{h}{año} \right) * Concentración \left(\frac{mg}{m^3} \right) * \frac{ton}{10^9 mg} \quad (1)$$

donde, el flujo se calcula con base al diámetro y a la velocidad del gas en la chimenea, el factor de operación es la cantidad de horas en las que opera la industria anualmente. Para efectos de cálculo se asumió que como mínimo la industria labora durante ocho horas, cinco días por semana y durante las 52 semanas del año, lo cual corresponde a un factor de operación de 2080 horas anuales. Las concentraciones y los flujos de salida en las chimeneas se estandarizaron a 0 °C y 1 atm de presión (condiciones normales). Las emisiones de NO_x están expresadas como monóxido de nitrógeno (NO₂).

Indicador

Asuntos Relevantes		Variables	Indicador
Dimensión: Calidad del aire	Emisiones atmosféricas	Dióxido de azufre	Δ ton/industria año
		PTS	Δ ton/industria año
		Óxidos de Nitrógeno	Δ ton/industria año

Cuadro 1. Distribución geográfica de las industrias incluidas en el inventario parcial de emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de calderas para el 2008-2011.

Provincia	Número de Industrias 2008	Número de industrias 2009	Número de industrias 2010	Número de industrias 2011
San José	6	3	6	5
Alajuela	8	4	5	6
Cartago	3	1	2	2
Heredia	5	5	4	4
Guanacaste	1	1	0	0
Puntarenas	8	4	6	7
Limón	4	2	2	1
TOTAL	35	20	26	25

El cuadro 1 muestra la distribución geográfica de las industrias incluidas en el presente inventario parcial. En el caso de Guanacaste, solamente se incluyó una industria en este inventario, para la cual se cuenta con registros solamente para el 2008 y 2009. No existen registros de empresas evaluadas por el LAQAT en esta provincia en el 2010 y 2011.

En promedio, cerca de un 60% de las industrias fueron monitoreadas durante los cuatro años incluidos en el inventario (2008-2011). Además, durante el 2008, las emisiones totales de dióxido de azufre provenientes de las industrias evaluadas fueron 823 toneladas, en el 2009 fueron 28917 toneladas, en el 2010 fueron 12578 toneladas y en el 2011 fueron 777 toneladas. En relación a las emisiones de óxidos de nitrógeno, en el 2008 las industrias evaluadas emitieron un total de 702 toneladas, con un total de 1157 toneladas emitidas en el 2009, 743 toneladas emitidas en el 2010 y toneladas 618 emitidas en 2011. Por último, las emisiones de partículas totales en suspensión fueron de 383 toneladas en el 2008, 515 toneladas en el 2009, 541 toneladas en el 2010 y 780 toneladas en el 2011.

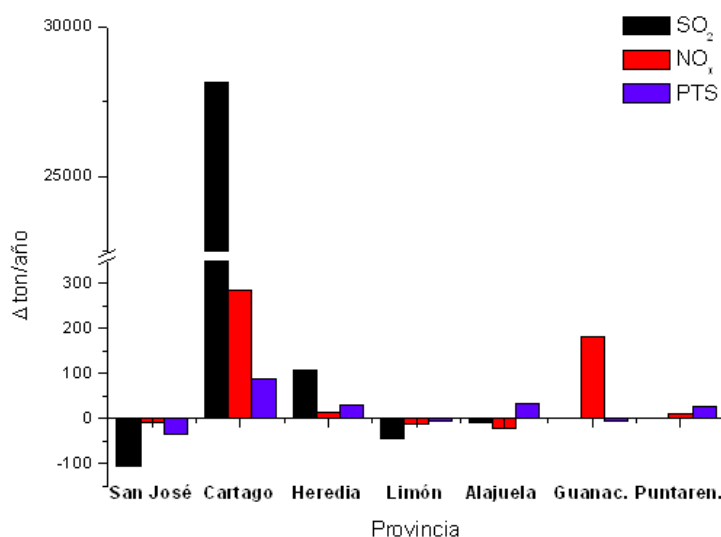


Figura 1. Variación de las emisiones de contaminantes provenientes de calderas para el periodo 2008-2009.

Como se muestra en la figura 1, para el periodo 2008-2009, se observó una disminución de las emisiones de los tres contaminantes en las industrias monitoreadas en San José y Limón, mientras que en Alajuela, disminuyeron las emisiones de dióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno. En el caso de Cartago y Heredia se registró un aumento en las emisiones de los tres contaminantes estudiados, mientras que en Puntarenas, solamente aumentaron las emisiones de óxidos de nitrógeno partículas totales en suspensión, ya que las emisiones de dióxido de azufre no cambiaron en este periodo. Se observó un aumento en las emisiones de óxidos de nitrógeno en Guanacaste. Hasta la fecha para esa industria no se cuenta con datos para las emisiones de dióxido de azufre para el periodo de estudio de este inventario.

El mayor aumento para las emisiones de dióxido de azufre se registró en Cartago, con un valor de 28141 toneladas por año, mientras que en San José se observó la mayor disminución, con un valor de 105 toneladas por año. En relación a las emisiones de óxidos de nitrógeno, el mayor aumento observado se dio en Cartago, con 287 toneladas por año, mientras que en Alajuela las emisiones de este contaminante disminuyeron en 22 toneladas por año. Por último, las emisiones de partículas totales en suspensión aumentaron 87 toneladas por año en Cartago, siendo este el mayor aumento observado, mientras que San José se observó una disminución de 34 toneladas por año.

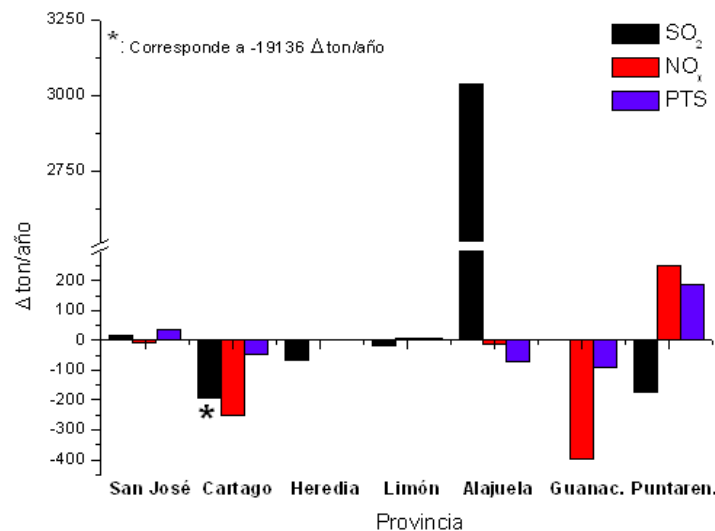


Figura 2. Variación de las emisiones de contaminantes provenientes de calderas para el periodo 2009-2010.

Similar a lo discutido para el periodo 2009-2010, la figura 2 muestra los cambios observados para el periodo 2009-2010 en las emisiones por provincia de los tres contaminantes estudiados. En el caso de San José, Heredia y Limón, el cambio en las emisiones de dióxido de azufre varió entre -68 y 17 toneladas por año, mientras que el cambio en las emisiones de los óxidos de nitrógeno varió entre -10 y 5,0 toneladas por año. El cambio en las emisiones de partículas totales en suspensión estuvo entre 4,0 y 38 toneladas por año.

En relación a las otras cuatro provincias, se observó un aumento significativo en las emisiones de dióxido de azufre en Alajuela, con un cambio en las emisiones de dióxido de azufre de 3038 toneladas por año. Por su parte, en Cartago se observó una disminución en las emisiones de este contaminante de -19136 toneladas por año. En Puntarenas las emisiones de este contaminante disminuyeron en 173 toneladas por año. Para el caso de las emisiones de óxidos de nitrógeno y partículas totales en suspensión provenientes de estas tres provincias, se observaron cambios en las emisiones entre -250 y 252 toneladas por año, y -47 y 185 toneladas por año, respectivamente. Los valores mostrados para Guanacaste no se discuten debido a la ausencia de registros para el 2010.

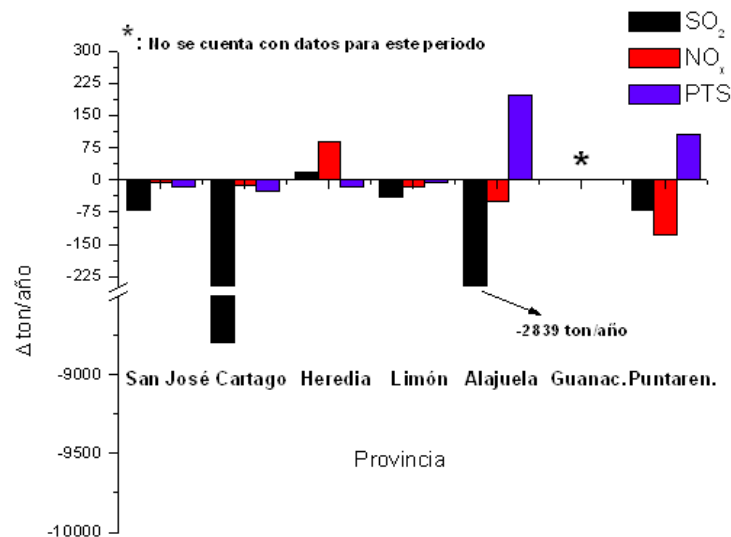


Figura 3. Variación de las emisiones de contaminantes provenientes de calderas para el periodo 2010-2011.

Para el periodo 2010-2011, la figura 3 muestra los cambios observados en las emisiones por provincia de los tres contaminantes estudiados. Se observó una disminución en las emisiones de dióxido de azufre en todas las provincias, con valores entre -8798 toneladas por año y -41 toneladas por año. Se observó un aumento de las emisiones de este contaminante en Heredia, con un valor de 17 toneladas por año. Para el caso del dióxido de azufre, las provincias que emitieron las mayores cantidades de este contaminante fueron Alajuela y Cartago con un 46,0 y 28,7 % del total de emisiones, respectivamente.

En el caso de las emisiones de partículas totales en suspensión, se observó un aumento en las emisiones de este contaminante en Alajuela y Puntarenas, con valores de 197 y 106 toneladas por año, respectivamente. En el resto de las provincias, las emisiones disminuyeron entre 6 y 27 toneladas por año. Las principales emisiones de este contaminante provinieron de Alajuela y Puntarenas, aportando un 30,7 y 60,0 % del total de las emisiones, respectivamente.

Por último, las emisiones de óxidos de nitrógeno se concentraron en dos provincias: Puntarenas y Heredia. En estas provincias se emitieron el 67,8 y 19,1 % del total de emisiones, respectivamente. Además se observó únicamente un aumento en las emisiones

de este contaminante en Heredia, con un valor de 87 toneladas por año. En el resto de las provincias, se observó una disminución de las emisiones, con valores entre 7 y 128 toneladas por año.

Debido a que durante el 2010 y el 2011 no se evaluaron las emisiones provenientes de industrias ubicadas en Guanacaste, no es posible presentar datos en este caso.

Interpretación del indicador

El presente estudio tiene como objetivo monitorear la carga de contaminantes emitidos por fuentes fijas que utilizan sistemas de generación de energía, tales como calderas, y que están regulados por el reglamento correspondiente. Al mismo tiempo, tiene la intención de presentar una metodología sencilla para la evaluación del impacto sobre el recurso aire de las emisiones provenientes de fuentes fijas, como lo son las calderas, lo que permitirá a las autoridades nacionales, con base en los indicadores obtenidos, retroalimentarse en el cumplimiento de la legislación vigente, así como podrán hacer una revisión de la normativa, cuando corresponda, contando con datos actualizados. Es importante mencionar que estos indicadores son parciales, ya que no incluyen todas las empresas que utilizan tales sistemas de generación de energía en el país, pero el modelo de cálculo aquí mostrado podría ser empleado al completar la información correspondiente. Cabe aclarar además, que la muestra contemplada en este estudio muestra una variabilidad en su composición (número de industrias evaluadas en los cuatro años estudiados) de un 44%, lo cual se podría subsanar mediante el uso de los reportes operacionales enviados a las autoridades competentes.

Bibliografía:

- U.S.EPA. 1981. Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume I: Emission Inventory Fundamentals. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park NCU.S. EPA-450/4-81-026a.
- Environmental Protection Agency. 2005. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I. Stationary Point and Area Sources. AIRCHIEF V.12. Fifth Edition.

La Gaceta. 2002. Reglamento sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos provenientes de Calderas, DE-30222-S-MINAE.

Información de contacto:

Dr. Juan Valdés
juanvalde@gmail.com
M.Sc. Germain Esquivel
gesquiveher@gmail.com

Este indicador debe citarse de la siguiente forma:

Valdés, J., G. Esquivel., Sibaja B & López Z. (2011). Emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de calderas. Universidad Nacional: Heredia-Costa Rica. Recuperado de: http://www.una.ac.cr/observatorio_ambiental/index.php?option=com_booklibrary&task=view&id=31&catid=46&Itemid=37