

Reducción de la contaminación atmosférica para el soporte de políticas medioambientales de mejora de la calidad del aire

Air pollution mitigation actions for Environmental policy support. Air quality multiscale modelling and evaluation of health and vegetation impacts

Autor Principal: Ana R. Gamarra¹, Yolanda Lechón¹, Marta G. Vivanco¹, Juan Luis Garrido¹, Fernando Martín¹, Eugenio Sánchez¹, Mark Theobald¹, Victoria Gil¹, José Luis Santiago¹, Almudena Bailador¹, Angelines Alberto.

¹ Centro de Investigaciones energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Av. Complutense, 40. 28040. Madrid.



<http://projects.ciemat.es/web/retos-aire/inicio>

Introducción y Objetivos

La contaminación atmosférica se considera el mayor riesgo para la salud ambiental en Europa y principal factor ambiental que impulsa las enfermedades [1].

El proyecto ofrece un soporte científico a los gestores de la calidad del aire mediante la evaluación de medidas de reducción de la contaminación atmosférica desde:

- una **perspectiva nacional**, enfocada en el cumplimiento con los techos de emisión establecidos en la Directiva NEC para España.
- una **perspectiva local**, centrada en entornos urbanos, con medidas específicas de distintas ciudades, con el fin de lograr un mayor cumplimiento de las directivas europeas de calidad del aire y reducir la exposición de la población a la contaminación atmosférica.

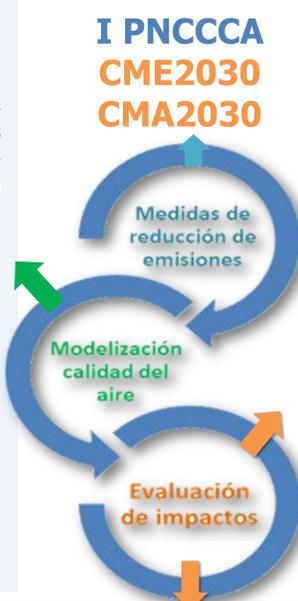
Primera aproximación: Perspectiva Nacional: → I PNCCA (2019) [2]: → **2 escenarios:**

- un **escenario con medidas (CME2030)** con las medidas existentes.
- un **escenario con medidas adicionales (CMA2030)**, con 57 medidas, en 13 paquetes incluyendo diversos sectores.

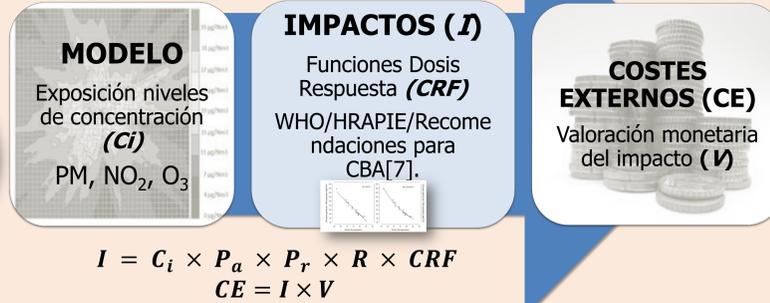
Metodología

Modelización multiescalar de la calidad del aire

- Modelo de química y transporte CHIMERE de mesoescala[3] (con entradas de modelos meteorológicos IFS-ECMWF, WRF). Los campos meteorológicos se adaptaron a partir de simulaciones del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo, ECMWF, (www.ecmwf.int) conocido como Integrated Forecasting System (IFS).
- Modelo a microescala basado en dinámica de fluidos computacional (CFD), alta resolución (≈1 metro, calles de la ciudad), con modelización de la vegetación, así como metodologías para simular períodos anuales y acoplamiento con modelos de mesoescala [4-6].



Evaluación del impacto en salud



$$I = C_i \times P_a \times P_r \times R \times CRF$$

$$CE = I \times V$$

Distribución en el dominio del modelo (0,1°x 0,1°)

Análisis GIS

Pa, Pr: Datos Poblacionales y Demográficos, INE

R: Datos de Salud: estadísticas INE + Encuesta Nacional de Salud, + WHO DB

Evaluación del impacto en la vegetación

La CA afecta a la producción agrícola y la conservación de los ecosistemas naturales → pérdida de los servicios de los ecosistemas, e incremento de costes de producción agrícola.

- **O₃: módulo específico** → Estimación de la dosis para especies vegetales típicas de España
- **N_{depositado}**: Estudio de depósito de N
- **Afección funcionamiento ecosistemas naturales y calidad de productos agrarios**
- **Afección al valor y rendimiento**
- **Afección eficiencia de la fertilización**

Resultados

Calidad del aire

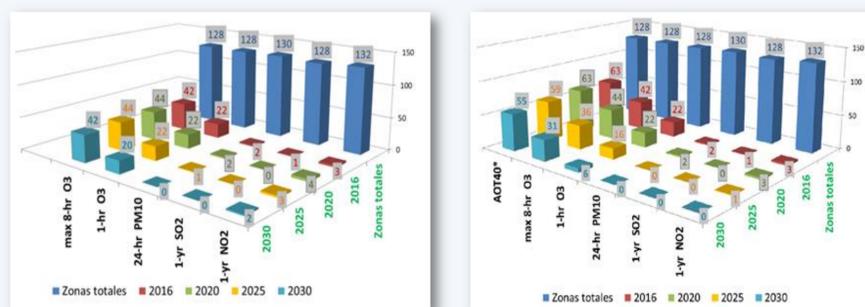


Figura 1. Número de áreas con incumplimientos de la normativa europea para: Escenario CME2030 (izquierda); Escenario CMA2030 (derecha)

Con las medidas adicionales proyectadas para 2030 (CMA2030) incluido en el PNCCA, y considerando 2016 como año de referencia, los resultados de la modelización indican una reducción del número de zonas con incumplimientos en España para todos los contaminantes, desapareciendo para algunos de ellos. El más persistente sería el O₃, que permanecería todavía alto en varias áreas.

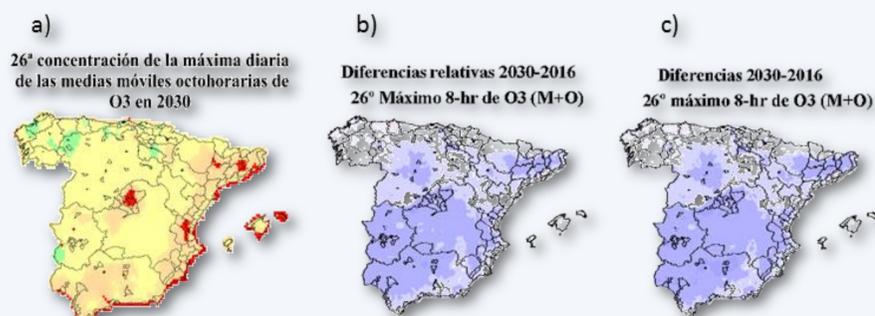


Figura 2. Valor 26º de concentración de máxima diaria de las medias móviles octohorarias para el escenario CMA2030 (a) diferencias relativas con respecto a 2016 (b) y diferencias totales con respecto a 2016 (c).

La reducción de emisiones de NOx que incluye el PNCCA en el escenario CMA2030 reduce el consumo de O₃ durante el proceso frecuentemente referido como titración de NO (reacción del NO con O₃), lo que puede producir en las épocas del año con menor radiación solar (invierno principalmente) o por la noche en áreas de altas emisiones de NOx (por ejemplo, en Barcelona y Madrid) un aumento de la concentración de O₃.

El efecto neto sobre el O₃ de una reducción de emisiones de NOx será por tanto diferente según la métrica de O₃ considerada: Los valores máximos horarios de O₃ son los que se verán más beneficiados de la reducción de emisiones de NOx, mientras que las medias anuales (participan períodos nocturnos e invernales) puedan mostrar ligeros aumentos en algunas zonas.

Evaluación del impacto en salud y costes externos

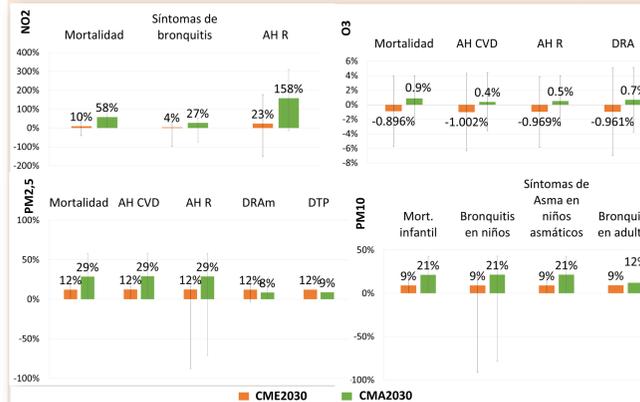


Figura 5. Reducción porcentual en los escenarios CME2030 y CMA2030 de los impactos en salud por contaminante, respecto a 2016. AH R: admisiones hospitalarias respiratorias; AH CVD: Admisiones hospitalarias cardiovasculares; DRA: días de restricción de la actividad; DRAM: días de restricción menor de la actividad; DTP: Días de trabajo perdido.

En el escenario CME2030 se alcanzarían beneficios en NO₂ y PM, pero no en O₃. Con las medidas adicionales (CMA2030) se lograrían reducciones asociadas a todos los contaminantes evaluados a nivel nacional. A pesar de ello, el análisis espacial mostró que a nivel local en algunas ciudades los efectos asociados a O₃ obtienen un resultado adverso. Destaca la reducción de admisiones hospitalarias por causas respiratorias (AH R, NO₂).

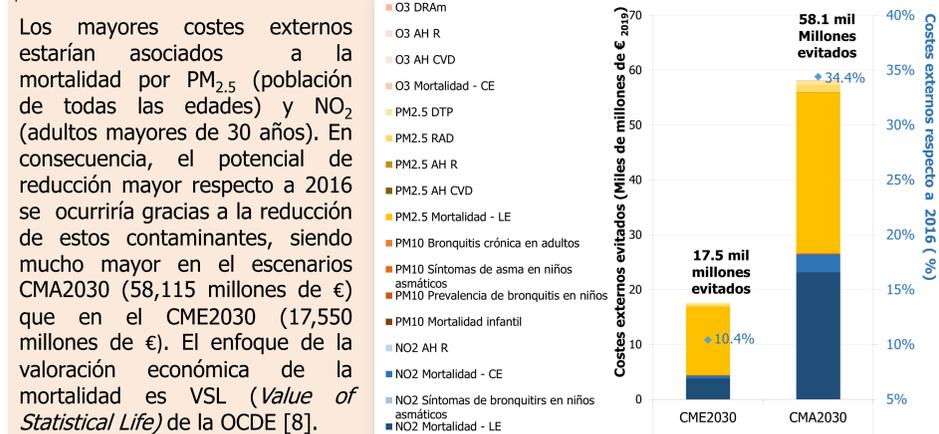


Figura 3. CE evitados y reducción en CME2030 y CMA2030 de los CE por contaminante, respecto a 2016. AH R: admisiones hospitalarias respiratorias; AH CVD: Admisiones hospitalarias cardiovasculares; DRA: días de restricción de la actividad; DRAM: días de restricción menor de la actividad; DTP: Días de trabajo perdidos; LE: larga exposición; CE: Corta exposición.



Figura 4. Distribución espacial de la reducción de CE en CME2030(izq.) y CMA2030(dcha.) por contaminante, respecto a 2016

Los mayores costes externos estarían asociados a la mortalidad por PM_{2.5} (población de todas las edades) y NO₂ (adultos mayores de 30 años). En consecuencia, el potencial de reducción mayor respecto a 2016 se ocurriría gracias a la reducción de estos contaminantes, siendo mucho mayor en el escenarios CMA2030 (58,115 millones de €) que en el CME2030 (17,550 millones de €). El enfoque de la valoración económica de la mortalidad es VSL (*Value of Statistical Life*) de la OCDE [8].

Conclusiones y próximos pasos

- Los modelos de CA son herramientas necesarias para simular los cambios de concentración que resultan de la aplicación de planes y estrategias de reducción de la contaminación. Evaluando los impactos en la salud y las actividades agrarias de estos cambios puede estimarse el beneficio para la sociedad.
- Hasta ahora, la evaluación de los escenarios desde la perspectiva nacional arroja que las reducciones previstas en ambos escenarios reducirán los riesgos para la salud asociados a la exposición a NO₂ y PM, siendo mayor en CMA2030. En el caso de O₃, en el CME2030 no se alcanzan reducciones, sino un ligero aumento, mientras que en el CMA2030 hay ligeras mejoras. Sin embargo, debido al efecto de denominado *NO-titración*, los riesgos por exposición al O₃ podrían aumentar en ciudades (Madrid y Barcelona). En términos de CE, es **considerable** la reducción de costes externos con las medidas adicionales (CMA2030), alcanzando un **34% de reducción**.
- **En progreso:** Nuevas estrategias, mejoras en los ajustes del modelo y en la evaluación de los impactos de la CA en las ciudades de Madrid y Barcelona.

Agradecimientos: Agradecemos la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del proyecto Retos-AIRE (Plan Nacional I+D+i RTI2018-099138-B-I00). Agradecemos a Tragsatec su colaboración en la estimación de la reducción de emisiones para las medidas del PNCCA. Al Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico la provisión de información de estaciones de calidad del aire, provisión de reducciones de emisiones. En este trabajo se hace uso de los servicios que ofrece el Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF) referentes a su modelo meteorológico y archivo de sus resultados. A la AEMET por la gestión de acceso a dicha información.

Referencias

[1] European Environment Agency, Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe, no. 21. 2020.
 [2] Ministerio para la Transición Ecológica. Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial, "I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica," 2019.
 [3] L. Menut et al., "CHIMERE 2013: a model for regional atmospheric composition modelling," Geosci. Model Dev., vol. 6, no. 4, pp. 981–1028, Jul. 2013.
 [4] B. Sanchez, J.-L. Santiago, A. Martilli, M. Palacios, and F. Kirchner, "CFD modeling of reactive pollutant dispersion in simplified urban configurations with different chemical mechanisms," Atmos. Chem. Phys., vol. 16, pp. 12143–12157, 2016.
 [5] B. Sanchez et al., "Modelling NOx concentrations through CFD-RANS in an urban hot-spot using high resolution traffic emissions and meteorology from a mesoscale model," Atmos. Environ., vol. 163, pp.155–165, Aug. 2017.
 [6] J. L. Santiago et al., "Evaluation of a CFD-based approach to estimate pollutant distribution within a real urban canopy by means of passive samplers," Sci. Total Environ., vol. 576, pp. 46–58, Jan. 2017.
 [7] Health Impact Assessment and Cost Benefit Analysis. Implementation of the HRAPIE Recommendations for European Air Pollution CBA. M. Holland – EMRC, 2014.
 [8] OECD, "Recommended Value of a Statistical Life numbers for policy analysis | READ online," in Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies Chapter , 2012.

