

Metodología

Impacto sobre la calidad del aire y la salud de la generación de energía a través del gas natural en la UE y el Reino Unido



Resumen

Hemos evaluado el impacto sobre la salud que tiene la generación de energía con gas en la UE y en el Reino Unido, utilizando los últimos informes oficiales de datos sobre emisiones, desde el 2017 al 2020, dependiendo del país y del tipo de infraestructura. Hemos utilizado factores de emisión por defecto para los contaminantes para los que existen grandes lagunas de información (por ejemplo, relacionados con el amoníaco y los compuestos orgánicos volátiles). Seguidamente, modelamos el impacto de estas emisiones sobre la calidad del aire en toda Europa, utilizando la versión de alta resolución del modelo de transporte químico desarrollado en el marco

del Programa Europeo de Vigilancia del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia. Para estimar el impacto de la contaminación del aire sobre la salud, hemos aplicado las recomendaciones de la OMS, que han sido actualizadas con nuevas relaciones de concentración-respuesta en las muertes de adultos asociadas con la exposición al dióxido de nitrógeno, y en los nacimientos prematuros vinculados a la exposición a $PM_{2.5}$. Nos hemos basado en el enfoque de valoración económica del impacto sobre la salud utilizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente para proyectar las pérdidas económicas asociadas.

Emisiones

Los datos de las emisiones de las centrales eléctricas de gas para el informe se basan en la base de datos de informes industriales (IRD) de la AEMA.

Hemos recopilado las emisiones de contaminantes atmosféricos de todas las unidades de centrales eléctricas (calderas o turbinas denominadas «parte de instalación» en la base de datos) que consumían al menos un 90 % de gas natural como insumo energético. Primero se calcula la entrada de energía por unidad a partir de los datos de las Grandes instalaciones de combustión (LCP) –denominadas «instalación»– que aparecen en la IRD. Las emisiones de SO_2 , NO_x y de polvo se notifican para todos las LCP. Otro tipo de emisiones se notifican a través del sistema E-PRTR, por «infraestructura». El área de actividad económica, en la que nos basamos para identificar las centrales eléctricas, se indica para las «infraestructuras», pero no para las «instalaciones». No existe una correspondencia unívoca entre «instalaciones» e «infraestructuras», por lo que hemos cruzado las referencias de los dos conjuntos de datos para identificar las coincidencias exactas. Para el resto de las instalaciones, designamos como centrales eléctricas a las que tienen un término en su nombre que hace referencia a la generación de energía, por ejemplo, «kraftwerk», «elektrownia», «CTCC» (turbina de combustión/ciclo combinado), «cogeneration», IKW («industrykraftwerk»), TEC («termoelektrocentrale») o GT (turbina de gas).

Para cada unidad, hemos usado el último año de datos que hay disponible, dentro del intervalo 2017-2020. Incluir los datos de un período tan largo es necesario porque algunos países, sobre todo Alemania, no han

presentado datos desde 2017. Es probable que algunas de las unidades individuales modeladas se hayan retirado después de que se comunicaran los datos, y que falten otras que solo empezaron a funcionar después del último año de datos comunicado. Sin embargo, entre 2017 y 2020, a nivel global no ha habido una tendencia clara a la baja de las emisiones en los países que sí habían notificado datos, y la generación de energía con gas no disminuyó ni en la UE ni en el Reino Unido durante este período, por lo que los datos de entrada de emisiones son representativos de la situación antes de la crisis del precio del gas y la invasión rusa de Ucrania.

La mayoría de las plantas no notifican sus emisiones de amoníaco (NH_3), ni tampoco de compuestos orgánicos volátiles (COV) debido a los límites de notificación de niveles excesivamente altos fijados por el E-PRTR para estos contaminantes. La generalización de los factores de emisión (emisiones específicas por unidad de energía consumida) de las plantas que notificaron emisiones podría introducir sesgos, ya que las plantas con factores de emisión más altos tienen más probabilidades de exceder el límite de notificación. Por lo tanto, hemos estimado las emisiones que faltan utilizando la entrada de energía informada en la IRD, el factor de emisión predeterminado del EMEP para las centrales eléctricas de gas para los COV y el factor de emisión AP-42 de la EPA de EE. UU. para el NH_3 . Dado que no disponemos de datos sobre qué plantas están equipadas con equipos de reducción catalítica selectiva (SCR) para el control de NO_x , hemos utilizado, de forma conservadora, el factor de emisión de las plantas con control de NO_x no catalítico (SNCR) para todas las plantas.

Modelado atmosférico

El impacto sobre la calidad del aire y la salud de los diferentes escenarios se ha proyectado utilizando el modelo de transporte químico atmosférico para la región europea desarrollado dentro del marco del Centro de Síntesis Meteorológica del Programa Europeo de Vigilancia, zona oeste (EMEP MSC-W), del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (CLRTAP). El código del modelo (versión rv4.36, basada en la versión utilizada en el informe de situación del EMEP en el año 2020) y los conjuntos de datos de entrada necesarios han sido proporcionados por el EMEP MSC-W y el Instituto Meteorológico Noruego. Estas entradas incluyen el inventario de emisiones de referencia para 2015, que contiene las emisiones de todos los sectores y lugares de origen. Utilizamos la versión de «alta resolución» del modelo, con una resolución horizontal de 0,1 x 0,1 grados, aproximadamente 10 km.

Primero ejecutamos el modelo utilizando el inventario de emisiones predeterminado para poder obtener

resultados de referencia de las concentraciones de contaminantes atmosféricos. Después, modificamos el inventario de emisiones restando las emisiones de la planta de gas a las emisiones del sector eléctrico predeterminado, y ejecutamos de nuevo el modelo con este inventario «puesto a cero» para producir resultados de concentración predichos sin las emisiones de la planta de gas. La diferencia en las concentraciones entre las simulaciones de referencia y de las puestas a cero es el impacto estimado de las centrales eléctricas de gas que tienen sobre las concentraciones de contaminantes atmosféricos.

Antes de realizar las simulaciones, el inventario de emisiones predeterminado se «rellenaron» para garantizar que las emisiones del sector eléctrico en cada celda de la red y para cada especie fueran al menos tan grandes como las emisiones de las plantas de gas declaradas, y, así, garantizar que hubiera suficientes emisiones para realizar la resta.

Consecuencias para la salud

Los impactos en la salud de los cambios en las concentraciones de contaminantes se evaluaron mediante la evaluación de la exposición de la población resultante, con base en los datos de la población cuadrículada para 2020 (CIESIN, 2017), y luego aplicando las recomendaciones para evaluar el impacto sobre la salud del proyecto HRAPIE de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013), tal y como se implementa en Huescher et al. (2017). Se ha actualizado la función de concentración-respuesta para la mortalidad relacionada con exposiciones a largo plazo a NO_2 en función de los metanálisis recientes de los estudios epidemiológicos disponibles realizados para informar sobre la actualización de las pautas de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (Huangfu y Atkinson, 2020). También hemos añadido la función de concentración-respuesta para lo nacimientos prematuros (Sapkota et al., 2012).

La mortalidad de referencia para las diferentes causas y grupos de edad y para los diferentes países se ha obtenido de los resultados del estudio de la Carga Mundial de Enfermedades del Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME, 2020), la incidencia de nacimientos prematuros de Chawanpaiboon et al. (2019) y la incidencia de referencia de otros resultados de salud de las mismas fuentes que en Huescher et al. (2017).

Es importante señalar que, a pesar de que la mayoría de los impactos en la salud atribuidos a las emisiones de las centrales eléctricas de gas en nuestros resultados están relacionados con la $\text{PM}_{2,5}$, el principal contribuyente es la emisión de NO_x , NH_3 y COV a través de sus efectos en la formación de partículas contaminantes en la atmósfera.

Tabla 1. Relación de riesgos (RR) utilizada para evaluar el impacto sobre la salud, a un cambio de 10 µg/m³ en la concentración media anual de contaminantes.

Efecto	Contaminante	RR: central	RR: baja	RR: alta	Referencias
Bronquitis infantil, PM ₁₀	PM ₁₀	1,08	0,98	1,19	OMS (2013)
Síntomas de asma en niños asmáticos, PM ₁₀	PM ₁₀	1,028	1,006	1,051	OMS (2013)
Incidencia de bronquitis crónica en adultos, PM ₁₀	PM ₁₀	1,117	1,04	1,189	OMS (2013)
Mortalidad a largo plazo, cualquier causa	PM _{2,5}	1,062	1,04	1,083	OMS (2013)
Ingresos hospitalarios por problemas cardiovasculares	PM _{2,5}	1,0090	1,0017	1,0166	OMS (2013)
Ingresos hospitalarios por problemas respiratorios	PM _{2,5}	1,019	0,9982	1,0402	OMS (2013)
Días de actividad restringidos (aplicados a la población en edad no activa)	PM _{2,5}	1,047	1,042	1,053	OMS (2013)
Jornadas laborales perdidas	PM _{2,5}	1,046	1,039	1,053	OMS (2013)
Síntomas de bronquitis en niños asmáticos	NO ₂	1,021	0,99	1,06	OMS (2013)
Ingresos hospitalarios por problemas respiratorios	NO ₂	1,018	1,0115	1,0245	OMS (2013)
Mortalidad a largo plazo, cualquier causa	NO ₂	1,055	1,031	1,08	Huangfu y Atkinson (2020)
Partos prematuros, PM _{2,5}	PM _{2,5}	1,15	1,07	1,16	Sapkota et al. (2012)

Costes económicos

La contaminación atmosférica tiene una serie de efectos negativos sobre la salud como enfermedades respiratorias crónicas, hospitalizaciones, partos prematuros y otros efectos para la salud que conducen a un aumento de los costes de la atención sanitaria. La productividad económica se ve afectada y se reduce ya sea por una enfermedad o por la incapacidad laboral de empleados que avisan que están enfermos o que tienen que cuidar a un niño u otra persona enferma a su cargo. La reducción de la esperanza de vida y el mayor riesgo de muerte causados por la contaminación del aire se traducen en una pérdida de bienestar de las personas afectadas.

La base para valorar los costes económicos del impacto sobre la salud que se reflejan en este informe son las valoraciones utilizadas en el informe «Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012» (AEMA, 2014).

Los valores en el que aparecen en este informe se dan para la Unión Europea en 2010 a precios de 2005. Primero, se adaptaron los valores a precios de 2019 utilizando las tasas de inflación de la Unión Europea, y, a continuación, las valoraciones se ajustaron a diferentes niveles del PIB per cápita y costes. La base utilizada para el ajuste de cada coste figura en la Tabla 2. Seguimos el informe de la AEMA (2014) para la aplicación de las mismas valoraciones en todos los países de la UE, en lugar de valorar el riesgo de

mortalidad en los Estados miembros con mayores ingresos a un valor superior.

El ajuste por PIB se refiere a la transferencia de valor sobre la base del PIB per cápita a precios de mercado, suponiendo una elasticidad unitaria. Esto se basa en el enfoque que tienen Viscusi y Masterman (2017) para valorar la mortalidad. Este ajuste también se aplica a otros efectos sobre la salud que se valoran en función de la disposición a pagar.

El ajuste por PPA son los costes que se escalan en función de los niveles de costes generales de los diferentes países, medidos por la relación de nivel de precios de la conversión de la PPA utilizada para calcular el PIB de la PPA. Esto es aplicable a los costes que reflejan los gastos en la atención sanitaria, como los ingresos hospitalarios.

El ajuste por PIB es la transferencia del valor sobre la base del PIB a precios de mercado, con elasticidad unitaria. Esto se aplica a los costes que reflejan las pérdidas de productividad económica, como las jornadas laborales perdidas.

La relación del nivel de precios de la conversión de la PPA para la Unión Europea se calculó como una media ponderada por el PIB de la relación de los Estados miembros de la UE. Todos los datos económicos necesarios se han obtenido del Banco Mundial de Datos (<https://databank.worldbank.org/>).

La valoración de los diferentes impactos sobre la salud que tienen los principales contaminantes atmosféricos figura en la Tabla 9, y los impactos sobre la salud del mercurio en Tabla 8.

Tabla 2. Valoración del impacto sobre la salud en los países de la UE, basada en AEMA (2014) excepto los partos prematuros, Trasande et al. (2016)

Efecto	Unidad	valoración, EUR, precios de 2005	valoración, EUR, precios 2019	Base de ajuste
Mortalidad posneonatal	Casos	3 300 000	4 434 658	PIB
Bronquitis infantil	Número de niños afectados	588	855	APP
Síntomas de asma en niños asmáticos	Días	42	61	APP
Incidencia de bronquitis crónica en adultos	Nuevos casos	53 600	72 030	PIB
Mortalidad en adultos	Casos	2 200 000	2 956 439	PIB
Ingresos hospitalarios	Casos	2200	3201	APP
Días de actividad restringida	Días	42	56	PIB
Jornadas laborales perdidas	Días	130	177	PIB
RADs menores	Días	42	56	PIB
Síntomas de bronquitis en niños asmáticos	Número de niños afectados	588	855	Inflación
Partos prematuros	Casos	242 097	199 633	Crecimiento del PIB

Referencias

- CIESIN (Center for International Earth Science Information Network - Columbia University). (2018). Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Population Density Adjusted to Match 2015 Revision UN WPP Country Totals, Revision 11. Palisades, Nueva York: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/H4F47M65>
- Chawanpaiboon, S., Vogel, J. P., Moller, A. B., Lumbiganon, P., Petzold, M., Hogan, D., Landoulsi, S., Jampathong, N., Kongwattanakul, K., Laopaiboon, M., Lewis, C., Rattanakanokchai, S., Teng, D. N., Thinkhamrop, J., Watananirun, K., Zhang, J., Zhou, W. y Gülmezoglu, A. M. (2019). Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis. *Lancet Global Health*, 7(1), 37-46. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30451-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30451-0)
- AEMA (Agencia Europea del Medio Ambiente). (2014). Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012 — an updated assessment. (Informe técnico n.º 20/2014). <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>
- Huangfu, P. y Atkinson, R. (2020). Long-term exposure to NO₂ and O₃ and all-cause and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 144, 105998. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105998>
- Red Colaborativa de Carga Global de Enfermedades. Resultados del Estudio de Carga Global de Enfermedades de 2019 (GBD, 2019). Seattle, Estados Unidos: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>
- Huscher, Myllyvirta, Gierens. (2017). Modellbasiertes Health Impact Assessment zu grenzüberschreitenden Auswirkungen von Luftschadstoffemissionen europäischer Kohlekraftwerke. *Umweltmedizin - Hygiene - Arbeitsmedizin*, 22(2). <https://www.ecomed-umweltmedizin.de/archiv/umweltmedizin-hygiene-arbeitsmedizin-band-22-nr-2-2017>
- Sapkota, A., Chelikowsky, A. P., Nachman, K. E., Cohen, A. J. y Ritz, B. (2012). Exposure to particulate matter and adverse birth outcomes: A comprehensive review and meta-analysis. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 5(4), 369–381. <https://doi.org/10.1007/s11869-010-0106-3>
- Trasande, L., Malecha, P. y Attina, T. M. (2016). Particulate Matter Exposure and Preterm Birth: Estimates of U.S. Attributable Burden and Economic Costs. *Perspectivas de Salud Ambiental*, 124(12). <https://doi.org/10.1289/ehp.1510810>
- Viscusi, W. K. y Masterman, C. J. (2017). Income Elasticities and Global Values of a Statistical Life. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 8(2), 226–250. <https://doi.org/10.1017/bca.2017.12>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2013). Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_proje

