

Metodologia

Effetti sulla qualità dell'aria e sulla salute della produzione di energia elettrica dal gas nell'UE e nel Regno Unito



Sommario

Sono stati valutati gli impatti sulla salute della produzione di energia elettrica da gas nell'UE e nel Regno Unito utilizzando i più recenti dati ufficiali sulle emissioni per il periodo dal 2017 al 2020, in base al Paese e all'impianto. Sono stati utilizzati fattori di emissione predefiniti per gli inquinanti per i quali esistono grandi lacune di comunicazione (ammoniaca e composti organici volatili). Gli effetti di tali emissioni sulla qualità dell'aria in tutta Europa sono quindi stati modellati utilizzando la versione ad alta risoluzione del modello di chimica e trasporto degli inquinanti atmosferici sviluppato nell'ambito del programma europeo di sorveglianza continua della Convenzione

sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza. Per stimare l'impatto sulla salute, sono state applicate le raccomandazioni dell'OMS per la valutazione dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico, aggiornate per tenere conto delle più recenti relazioni concentrazione-risposta per i decessi di adulti associati all'esposizione al biossido di azoto e per le nascite pre-termine legate all'esposizione a $PM_{2.5}$. Per ottenere una proiezione delle perdite economiche associate, si è fatto affidamento su un approccio alla valutazione economica degli impatti sulla salute utilizzato dall'Agenzia europea dell'ambiente.

Emissioni

I dati sulle emissioni delle centrali elettriche a gas sono desunti dalla banca dati sulle statistiche industriali (IRD) dell'AEA.

Le emissioni di inquinanti atmosferici sono state compilate per tutte le unità della centrale (caldaie o turbine, indicate come "parte dell'impianto" nel database) il cui apporto energetico è stato composto almeno per il 90% da gas fossile. Dapprima è stata calcolata l'energia immessa per unità dai dati del grande impianto di combustione (denominato "impianto" o "LCP") nell'IRD. Le emissioni di SO_2 , NO_x e polveri sono riportate per tutti gli LCP. Le emissioni di altre specie sono segnalate attraverso il sistema E-PRTR, per "impianto". L'area di attività economica, su cui ci si è basati per identificare le centrali elettriche, è riportata per "strutture" ma non per "impianti". Non esiste una corrispondenza uno-a-uno tra "impianti" e "strutture"; è stato effettuato un riferimento incrociato tra i due set di dati per identificare corrispondenze esatte. Tra i restanti impianti, abbiamo designato quelli nel cui nome ci si riferisce alla generazione di energia in quanto centrali elettriche - ad esempio "kraftwerk", "elektrownia", "CTCC" (turbina a combustione/ciclo combinato), "cogenerazione", "IKW" (industriekraftwerk), TEC (termoelektrocentrale) o "GT" (turbina a gas).

Per ogni unità, abbiamo utilizzato i dati relativi all'ultimo anno disponibile nell'intervallo 2017-2020. Includere dati relativi a un periodo così lungo si è rivelato necessario poiché alcuni paesi, soprattutto la Germania, non registrano dati dal 2017. Ciò significa che è probabile che alcune delle singole unità modellate siano state

ritirate dopo la comunicazione dei dati, mentre altre unità che hanno iniziato a funzionare solo dopo l'ultimo anno di comunicazione dei dati non siano state incluse nei risultati. Ciononostante, a livello aggregato non si rileva una chiara tendenza al ribasso delle emissioni dal 2017 al 2020 dei Paesi che hanno comunicato i dati, e la produzione di energia elettrica da gas non è diminuita nell'UE e nel Regno Unito nel corso del periodo in esame, pertanto i dati sulle emissioni rappresentano la situazione precedente all'impennata dei prezzi e all'invasione russa dell'Ucraina.

La maggior parte delle centrali non segnala le proprie emissioni di ammoniaca (NH_3) e di composti organici volatili (COV) a causa dei limiti di segnalazione E-PRTR, fissati a livelli eccessivamente elevati per questi inquinanti. Generalizzare i fattori di emissione (emissioni specifiche per unità di input energetico) degli impianti che hanno comunicato le emissioni potrebbe determinare distorsioni, poiché gli impianti con fattori di emissione più elevati hanno maggiori probabilità di superare il limite di segnalazione. Si sono quindi stimate le emissioni mancanti utilizzando l'input energetico riportato nell'IRD, il fattore di emissione predefinito EMEP per le centrali elettriche a gas per i COV e il fattore di emissione US EPA AP-42 per NH_3 . Non disponendo di dati su quali impianti sono dotati di apparecchiature di riduzione catalitica selettiva (SCR) per il controllo dell' NO_x , abbiamo utilizzato in modo conservativo il fattore di emissione per gli impianti con controllo delle emissioni di NO_x con tecnologia di riduzione non catalitica (SNCR) per tutti gli impianti.

Modellazione atmosferica

Gli effetti sulla qualità dell'aria e sulla salute nei diversi scenari sono stati proiettati utilizzando il modello di chimica e trasporto degli inquinanti atmosferici per la regione europea sviluppato nell'ambito del programma europeo di sorveglianza continua del Meteorological Synthesizing Centre - West (EMEP MSC-W) della Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza (CLRTAP). Il codice modello (versione rv4.36, in base alla versione utilizzata nella relazione sullo stato dell'EMEP per l'anno 2020) e i set di dati richiesti sono stati forniti dal MSC-W dell'EMEP e dall'Istituto meteorologico norvegese. Questi dati includono l'inventario di base delle emissioni per il 2015, che include le emissioni provenienti da qualunque settore e luogo geografico. È stata utilizzata la versione "ad alta risoluzione" del modello, con una risoluzione orizzontale di 0,1x0,1 gradi (circa 10 km).

È stato dapprima eseguito il modello utilizzando l'inventario delle emissioni predefinito, il che ha

consentito di ottenere i risultati di base per le concentrazioni di inquinanti atmosferici. Successivamente è stato modificato l'inventario delle emissioni sottraendo le emissioni della centrale a gas dalle emissioni del settore energetico predefinito ed è stato eseguito di nuovo il modello con questo inventario, denominato "zero-out", per ottenere i risultati di concentrazione previsti al netto delle emissioni della centrale a gas. La differenza di concentrazione tra le simulazioni di riferimento e le simulazioni "zero-out" rappresenta l'impatto stimato delle centrali a gas sulle concentrazioni di inquinanti atmosferici.

Prima delle simulazioni, l'inventario delle emissioni di default è stato "gonfiato" per garantire che le emissioni del settore energetico in ogni cella della rete e per ogni specie fossero almeno grandi quanto le emissioni della centrale a gas indicate, per garantire un quantitativo sufficiente di emissioni tale da eseguire la sottrazione.

Effetti sulla salute

Gli effetti sulla salute delle variazioni delle concentrazioni di inquinanti sono stati stimati valutando l'esposizione della popolazione, sulla base dei dati ad alta risoluzione sulla popolazione per il 2020 di CIESIN (2017), e quindi applicando le raccomandazioni per la valutazione degli effetti sulla salute di OMS HRAPIE (2013), come descritto in Huescher et al (2017). È stata aggiornata la funzione concentrazione-risposta per la mortalità correlata all'esposizione a lungo termine all' NO_2 sulla base delle recenti meta-analisi condotte negli studi epidemiologici disponibili effettuati per informare l'aggiornamento delle linee guida sulla qualità dell'aria dell'Organizzazione mondiale della sanità da Huangfu e Atkinson (2020). È stata anche aggiunta la funzione concentrazione-risposta per le nascite prematuri da Sapkota et al (2012).

La mortalità al basale per diverse cause e fasce di età e diversi Paesi è stata ottenuta dai risultati del Global Burden of Disease (IHME 2020), dall'incidenza delle nascite pretermine di Chawanpaiboon et al (2019) e dall'incidenza al basale di altri esiti sanitari dalle stesse fonti di Huescher et al (2017).

È importante notare che, mentre la maggior parte degli effetti sulla salute attribuiti alle emissioni delle centrali a gas nei nostri risultati è correlata a $\text{PM}_{2,5}$, il principale contributo a tali emissioni è rappresentato dalle emissioni di NO_x , NH_3 e COV attraverso i loro effetti sulla formazione di inquinamento da particolato nell'atmosfera.

Tabella 1. Rapporti di rischio (RR) utilizzati per la valutazione degli effetti sulla salute, per una variazione di 10 µg/m³ della concentrazione media annua di inquinanti

Effetto	Inquinante	RR: medio	RR: basso	RR: alto	Riferimento
Bronchite nei bambini, PM ₁₀	PM ₁₀	1,08	0,98	1,19	OMS 2013
Sintomi di asma nei bambini asmatici, PM ₁₀	PM ₁₀	1,028	1,006	1,051	OMS 2013
Incidenza di bronchite cronica negli adulti, PM ₁₀	PM ₁₀	1,117	1,04	1,189	OMS 2013
Mortalità a lungo termine, tutte le cause	PM _{2,5}	1,062	1,04	1,083	OMS 2013
Ricoveri ospedalieri per problemi cardiovascolari	PM _{2,5}	1,0090	1,0017	1,0166	OMS 2013
Ricoveri ospedalieri per problemi respiratori	PM _{2,5}	1,019	0,9982	1,0402	OMS 2013
Giorni di attività limitata (popolazione in età non lavorativa)	PM _{2,5}	1,047	1,042	1,053	OMS 2013
Giorni lavorativi persi	PM _{2,5}	1,046	1,039	1,053	OMS 2013
Sintomi di bronchite nei bambini asmatici	NO ₂	1,021	0,99	1,06	OMS 2013
Ricoveri ospedalieri per problemi respiratori	NO ₂	1,018	1,0115	1,0245	OMS 2013
Mortalità a lungo termine, tutte le cause	NO ₂	1,055	1,031	1,08	Huangfu e Atkinson 2020
Nascita pretermine, PM _{2,5}	PM _{2,5}	1,15	1,07	1,16	Sapkota et al 2012

Costi economici

L'inquinamento atmosferico provoca una serie di effetti negativi sulla salute: malattie respiratorie croniche, ricoveri ospedalieri, nascite pretermine e altri effetti portano ad un aumento dei costi dell'assistenza sanitaria; la produttività economica è ridotta a causa di malattia e incapacità di lavorare o a causa dei congedi richiesti per prendersi cura di bambini malati o altre persone a carico; la riduzione dell'aspettativa di vita e l'aumento del rischio di morte causati dall'inquinamento atmosferico comportano una perdita di benessere per le persone colpite.

Nella presente relazione, la base di valutazione dei costi economici di tali effetti sulla salute è costituita dalle valutazioni utilizzate nel rapporto dell'AEA (2014) intitolato "Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012".

I valori AEA (2014) sono indicati per l'Unione europea nel 2010 ai prezzi del 2005. I valori sono stati dapprima convertiti ai prezzi 2019 utilizzando i tassi di inflazione dell'Unione europea, successivamente le valutazioni sono state adeguate per diversi livelli di PIL pro capite e costi. La base per la correzione di ciascun costo è riportata nella tabella 2. Si segue AEA (2014) nell'applicare le stesse valutazioni in tutti i Paesi dell'UE piuttosto che valutare il rischio di mortalità negli Stati membri a reddito più elevato a un valore più alto.

L'aggiustamento per PIL si riferisce al trasferimento di valore sulla base del PIL pro capite ai prezzi di mercato, assumendo l'elasticità unitaria. Ciò si basa sull'approccio di Viscusi&Masterman (2017) per la valutazione della mortalità. Questo aggiustamento viene applicato anche ad altri effetti sulla salute valutati sulla base della disponibilità a sostenere i costi.

L'aggiustamento mediante PPP significa che i costi sono rapportati ai livelli generali dei diversi Paesi, misurati dal rapporto tra i livelli di prezzo della conversione dei PPP utilizzati per il calcolo del PIL PPP. Ciò si applica ai costi che riflettono le spese sanitarie, ad esempio i ricoveri ospedalieri.

Per aggiustamento per PIL si intende il trasferimento di valore sulla base del PIL ai prezzi di mercato, con elasticità unitaria. Ciò si applica ai costi che riflettono le perdite di produttività economica, ad esempio i giorni di lavoro persi.

Il rapporto tra il livello dei prezzi della conversione dei PPP nell'Unione europea è stato calcolato come media ponderata in base al PIL dei rapporti per gli Stati membri dell'UE. Tutti i dati economici sono stati desunti dal DataBank della Banca Mondiale (<https://databank.worldbank.org/>).

La valutazione dei diversi effetti sulla salute dei principali inquinanti atmosferici è riportata nella tabella 9, mentre gli effetti sulla salute del mercurio sono riportati nella tabella 8.

Tabella 2. Valutazione degli effetti sulla salute per i paesi UE (in base a EEA 2014, ad eccezione delle nascite pretermine su Trasande et al 2016)

Effetto	Unità	valutazione, EUR, prezzi 2005	valutazione, EUR, prezzi 2019	Base di correzione
Tasso di mortalità postneonatale	Casi	3.300.000	4.434.658	PIL
Bronchite nei bambini	Numero di bambini colpiti	588	855	PPP
Sintomi di asma nei bambini asmatici	Giorni	42	61	PPP
Incidenza della bronchite cronica negli adulti	Nuovi casi	53.600	72.030	PIL
Mortalità tra gli adulti	Casi	2.200.000	2.956.439	PIL
Ricoveri ospedalieri	Casi	2.200	3.201	PPP
Giorni di attività limitata	Giorni	42	56	PIL
Giorni lavorativi persi	Giorni	130	177	PIL
RAD minori	Giorni	42	56	PIL
Sintomi di bronchite nei bambini asmatici	Numero di bambini colpiti	588	855	Inflazione
Nascite pretermine	Casi	242.097	199.633	Crescita del PIL

Bibliografia

- Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) - 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, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/H4F47M65>
- Chawanpaiboon S, Vogel JP, Moller AB, Lumbiganon P, Petzold M, Hogan D, Landoulsi S, Jampathong N, Kongwattanakul K, Laopaiboon M, Lewis C, Rattanakanokchai S, Teng DN, Thinkhamrop J, Watananirun K, Zhang J, Zhou W, Gülmezoglu AM 2019: stime globali, regionali e nazionali dei livelli di nascita pretermine nel 2014: una revisione sistematica e analisi di modellazione. Lancet Glob Health 7(1):e37-e46. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30451-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30451-0)
- European Environment Agency (EEA) 2014: Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012 — an updated assessment. Relazione tecnica dell'AEA n. 20/2014. <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>
- Huangfu, P., & 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>
- Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Results. Seattle, Stati Uniti: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2020. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>.
- Huscher, Myllyvirta, Gierens 2017: Modellbasiertes Health Impact Assessment zu grenzüberschreitenden Auswirkungen von Luftschadstoffemissionen europäischer Kohlekraftwerke. Umweltmedizin - Igiene - Arbeitsmedizin Band 22, Nr. 2 (2017) <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., & 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, Attina TM 2016: Particulate Matter Exposure and Preterm Birth: Estimates of U.S. Attributable Burden and Economic Costs. Environmental Health Perspectives 124:12. <https://doi.org/10.1289/ehp.1510810>
- Viscusi, W. K., & Masterman, CJ (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>
- Organizzazione mondiale della sanità (OMS) 2013: rischi sanitari dell'inquinamento atmosferico in Europa - progetto HRAPIE. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_proje

