



## Sezione C

# CONDIZIONI AMBIENTALI





# ATMOSFERA

## CAPITOLO 7

**Autori:**

Antonella BERNETTI<sup>1</sup>, Antonio CAPUTO<sup>1</sup>, Anna Maria CARICCHIA<sup>1</sup>, Eleonora DI CRISTOFARO<sup>1</sup>, Riccardo DE LAURETIS<sup>1</sup>, Franco DESIATO<sup>1</sup>, Guido FIORAVANTI<sup>1</sup>, Piero FRASCHETTI<sup>1</sup>, Andrea GAGNA<sup>1</sup>, Barbara GONELLA<sup>1</sup>, Renato MARRA CAMPANALE<sup>1</sup>, Walter PERCONTI<sup>1</sup>, Claudio PICCINI<sup>1</sup>, Emanuela PIERVITALI, Daniela ROMANO<sup>1</sup>, Ernesto TAURINO<sup>1</sup>, Marina VITULLO<sup>1</sup>

**Coordinatore statistico:**

Cristina FRIZZA<sup>1</sup>, Alessandra GALOSI<sup>1</sup>

**Coordinatore tematico:**

Anna Maria CARICCHIA<sup>1</sup> (Qualità dell'aria), Riccardo DE LAURETIS<sup>1</sup>  
con il contributo di Renato MARRA CAMPANALE<sup>1</sup> (Emissioni), Franco DESIATO<sup>1</sup> (Clima)

<sup>1</sup> ISPRA



Le problematiche riguardanti l'atmosfera coinvolgono diverse scale spaziali e temporali. Da un lato, la qualità dell'aria in ambiente urbano ha una valenza strettamente locale ed è caratterizzata da processi di diffusione che si

esplicano nell'ambito di poche ore o giorni. Dall'altro, gli effetti delle emissioni di sostanze acidificanti hanno un carattere transfrontaliero, quindi di estensione in genere continentale. Hanno, invece, una rilevanza globale le emissioni di sostanze che contribuiscono ai cambiamenti climatici e alle variazioni dello strato di ozono stratosferico.

Per valutare lo stato dell'ambiente atmosferico e le pressioni che agiscono su di esso è necessario utilizzare strumenti conoscitivi consolidati, confrontabili, affidabili, nonché facilmente comprensibili in modo da consentire la comunicazione dei dati ambientali e permettere ai decisori di adottare le opportune politiche di controllo, gestione e risanamento. I dati presentati nel capitolo Atmosfera sono organizzati nei tre temi SINAnet: Emissioni (indicatori di pressione), Qualità dell'aria (indicatori di stato) e Clima (indicatori di stato).








Gli indicatori di stato del clima rispondono alle esigenze conoscitive poste dalla necessità di valutare gli impatti e le vulnerabilità ai cambiamenti climatici in Italia. Tali valutazioni devono essere basate, oltre

che sulle proiezioni a medio e lungo termine fornite dai modelli climatici a scala globale e regionale, anche sull'elaborazione statistica delle serie temporali di dati climatici. Attraverso quest'ultima, infatti, è possibile valutare le tendenze in corso e verificare *in progress*, a un'adeguata risoluzione spaziale, le previsioni prodotte dai modelli negli scenari futuri e, conseguentemente, ottimizzare gli indirizzi e le strategie di adattamento.




La Direttiva 2008/50/CE recepita nel nostro Paese con il D.Lgs. 155/2010, definisce le modalità di realizzazione della valutazione e gestione della qualità dell'aria, sia in termini di protezione della popolazione sia di salvaguardia dell'ambiente nel suo complesso. Questo obiettivo è perseguito mediante l'adozione di strumenti conoscitivi integrati quali il monitoraggio della qualità dell'aria, gli inventari delle emissioni e la modellistica di trasporto, dispersione e trasformazione chimica. Da ciò deriva il bisogno di definire un sistema armonizzato di produzione, raccolta e diffusione delle informazioni, con lo scopo di garantire la prevenzione, l'eliminazione o riduzione degli agenti inquinanti, in un'ottica di valutazione integrata dello stato dell'ambiente.

Gli indicatori selezionati e popolati nel documento, nella loro articolazione tra Emissioni, Qualità dell'aria e Clima, rappresentano in tal senso un buon compromesso tra esigenze conoscitive di dettaglio ed efficacia informativa.




## Q7: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema SINA.net	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
<b>Emissioni</b>	Emissioni di gas serra (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1990, 1995, 2000, 2005, 2010 - 2013		7.1 - 7.8	7.1 - 7.5
	Emissioni di sostanze acidificanti (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 2010 - 2013		7.9 - 7.10	7.6 - 7.9
	Emissioni di precursori di ozono troposferico (NO <sub>x</sub> e COVNM): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 2010 - 2013		7.11 - 7.12	7.10 - 7.12
	Emissioni di particolato (PM <sub>10</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1990, 1995, 2000, 2005, 2010 - 2013		7.13	7.13
	Emissioni di monossido di carbonio (CO): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 - 2013		7.14	7.14
	Emissioni di benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1990, 1995, 2000, 2005, 2010 - 2013		7.15	7.15
	Emissioni di composti organici persistenti (IPA, diossine e furani): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1990, 1995, 2000, 2005, 2010 - 2013		7.16 - 7.17	7.16

## Q7: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
Emissioni	Emissioni di metalli pesanti (Cd, Hg, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	P	Annuale	★ ★ ★	I	1990, 1995, 2000, 2005, 2010 - 2013		7.18	7.17
	Inventari locali (regionali e/o provinciali) di emissione in atmosfera (presenza di inventari e distribuzione territoriale) <sup>a</sup>	R	Annuale	★ ★	I	1995 - 2009	-	-	-
	<i>Emission trading</i>	R	Annuale	★ ★ ★	I	2005 - 2013		-	7.18
	Emissioni aggregate di gas a effetto serra in termini di CO <sub>2</sub> equivalenti, evitate attraverso programmi di cooperazione internazionale	R	Annuale	★ ★ ★	I	2008 - 2015 2020 - 2025		7.19	-
Qualità dell'aria	Qualità dell'aria ambiente: particolato (PM <sub>10</sub> ) <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★ ★	I R P 103/110 C 329/8.092	2012	-	-	-
	Qualità dell'aria ambiente: particolato (PM <sub>2,5</sub> ) <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★ ★	I R 16/20 P 74/110 C 135/8.092	2012	-	-	-
	Qualità dell'aria ambiente: ozono troposferico (O <sub>3</sub> ) <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★ ★	I R P 102/110 C 274/8.092	2012	-	-	-




## Q7: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
Qualità dell'aria	Qualità dell'aria ambiente: biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★ ★	I R P 104/110 C 368/8.092	2012	-	-	-
	Qualità dell'aria ambiente: benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★ ★	I R P 84/110 C 157/8.092	2012	-	-	-
	Qualità dell'aria ambiente: biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★ ★	I R 19/20 P 73/110 C 163/8.092	2012	-	-	-
	Qualità dell'aria ambiente: i Microinquinanti (arsenico, nichel e cadmio nel PM <sub>10</sub> ) <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★	I R 12/20 P 48/110 C 84/8.092	2012	-	-	-
	Qualità dell'aria ambiente: benzo(a)pirene PM <sub>10</sub> <sup>b</sup>	S	Annuale	★ ★	I R 10/20 P 41/110 C 69/8.092	2012	-	-	-
Clima	Temperatura media	S	Annuale	★ ★ ★	I	1961 -2013		-	7.19 - 7.20
	Precipitazione cumulata	S	Annuale	★ ★ ★	I	2013		-	7.21
	Giorni con gelo	S	Annuale	★ ★ ★	I	1961 -2013		-	7.22
	Giorni estivi	S	Annuale	★ ★ ★	I	1961 -2013		-	7.23
	Notti tropicali	S	Annuale	★ ★ ★	I	1961 -2013		-	7.24
	Onde di calore	S	Annuale	★ ★ ★	I	1961 -2013		-	7.25
	Variatione delle fronti glaciali	S	Annuale	★ ★	I	1958, 1978 - 2012		-	7.26 - 7.28
	Bilancio di massa dei ghiacciai	S	Annuale	★ ★ ★	I	1967 -2014		7.20	7.29

<sup>a</sup> L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'Annuario 2013 per la indisponibilità dei dati in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione non è stata riportata la relativa scheda indicatore

<sup>b</sup> L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'edizione 2013 in quanto il nuovo sistema di gestione dei dati di qualità dell'aria, denominato InfoARIA non è ancora operativo

## QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

Trend	Nome indicatore	Descrizione
	Emissioni di sostanze acidificanti (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> ): trend e disaggregazione settoriale	Le emissioni delle tre sostanze acidificanti espresse in equivalenti acidi sono complessivamente in costante diminuzione dal 1990 al 2013 (-64,2%). Nel 2013 risultano così distribuite: gli ossidi di zolfo hanno un peso pari al 9,8%, in forte riduzione rispetto al 1990; le emissioni di ossidi di azoto e ammoniaca sono pari rispettivamente al 38,8% e al 51,4%, ambedue con un peso in aumento rispetto al 1990. In riferimento alla normativa nazionale, che recepisce quella comunitaria, gli ossidi di azoto hanno raggiunto il limite imposto per il 2010 già nel 2009; gli ossidi di zolfo nel 2005; l'ammoniaca dal 2008.
	Emissioni di gas serra (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> ): trend e disaggregazione settoriale	Le emissioni totali di gas ad effetto serra si riducono nel periodo 1990-2013 del 16,1%, passando da 521,1 a 437,3 milioni di tonnellate di CO <sub>2</sub> equivalente. Per adempiere agli obiettivi contenuti nel Protocollo di Kyoto e relativi alle emissioni del periodo 2008-2012 l'Italia deve acquisire crediti di CO <sub>2</sub> pari a circa 23Mt complessivi.
	Temperature media	L'aumento della temperatura media registrato in Italia negli ultimi trenta anni è stato quasi sempre superiore a quello medio globale sulla terraferma. Nel 2013 l'anomalia della temperatura media in Italia (+1,04 °C) è stata superiore a quella globale sulla terraferma (+0,88 °C). E' stato stimato un aumento della temperatura media in Italia di circa 0,34 °C per decade sul periodo 1981-2013.

### 7.1 EMISSIONI

Le sostanze emesse nell'ambiente atmosferico contribuiscono alle seguenti tematiche: i cambiamenti climatici, la diminuzione dell'ozono stratosferico, l'acidificazione, lo smog fotochimico, l'alterazione della qualità dell'aria. La valutazione delle emissioni avviene attraverso opportuni processi di stima, basati su fattori di emissione e indicatori di attività. Per quanto riguarda i gas serra, la metodologia di riferimento è quella indicata dall'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Per gli altri inquinanti la metodologia utilizzata è quella indicata dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *Guidebook* - 2013).

L'analisi delle emissioni nazionali è un elemento chiave per stabilire le priorità ambientali, individuare gli obiettivi e le relative politiche da adottare, sia

a scala nazionale sia locale. Per questo motivo gli indicatori selezionati permettono di valutare il trend delle emissioni e i contributi di ogni singolo settore di attività.

Gli indicatori si riferiscono alle emissioni nazionali, di cui sono presentate serie storiche disaggregate per settore. Per garantire la consistenza e la comparabilità dell'inventario, così come stabilito a livello internazionale, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la revisione dell'intera serie storica, sulla base della maggiore disponibilità di informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. Nel quadro Q7.1 vengono riportati gli indicatori popolati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.



## Q7.1: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI EMISSIONI

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Emissioni di gas serra (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati	P	Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (1992) ratificata con L 65 del 15/01/94 Protocollo di Kyoto (1997) ratificato con L 120 del 01/06/02 Delibera CIPE 19/12/02 D.Lgs. 51/08 D.Lgs. n. 30 del 13 marzo 2013
Emissioni di sostanze acidificanti (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati	P	Protocollo di Goteborg (1999) Direttiva NEC (2001/81/CE) D.Lgs. 171/04
Emissioni di precursori di ozono troposferico (NO <sub>x</sub> e COVNM): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati	P	Protocollo di Goteborg (1999) Direttiva NEC (2001/81/CE) D.Lgs. 171/04
Emissioni di particolato (PM <sub>10</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni	P	Direttiva LCP 2001/80/CE Regolamento CE 715/2007 Regolamento CE 595/2009
Emissioni di monossido di carbonio (CO): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare gli andamenti a fronte di azioni adottate per la riduzione delle emissioni principalmente dovute al traffico e agli impianti termici	P	D.Lgs. n. 152 del 3-4-2006 Direttiva 97/68/CE Direttiva 98/77/CE
Emissioni di benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni	P	L 413 del 04/11/97
Emissioni di composti organici persistenti (IPA, diossine e furani): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni	P	Protocollo di Aarhus (1998) L 125/06
Emissioni di metalli pesanti (Cd, Hg, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn): <i>trend</i> e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni	P	Protocollo di Aarhus (1998)
Inventari locali (regionali e/o provinciali) di emissione in atmosfera (presenza di inventari e distribuzione territoriale) <sup>a</sup>	Verificare presso gli enti locali (Regioni e/o Province) la disponibilità degli inventari locali di emissioni in atmosfera (inventari compilati o in fase di compilazione)	R	D.Lgs. 351/99 (Direttiva 96/62) DM 261/02

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
<i>Emission trading</i>	Seguire l'andamento dei permessi di emissione allocati e delle emissioni effettive nei settori industriali soggetti al sistema emissions trading.	R	D.Lgs 216/2006 (Dir. 2003/87 e Dir. 2004/101/CE) D.Lgs. 51/2008
Emissioni aggregate di gas a effetto serra in termini di CO <sub>2</sub> equivalenti, evitate attraverso programmi di cooperazione internazionale	Fornire una stima dei possibili crediti di emissioni di cui l'Italia potrà beneficiare ai fini del conteggio delle emissioni per il Protocollo di Kyoto.	R	D.Lgs. 216/2006 (Dir. 2004/101/CE)
<p><sup>a</sup> L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'edizione dell'Annuario 2013 per la indisponibilità dei dati in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione non è stata riportata la relativa scheda indicatore</p>			

## BIBLIOGRAFIA

APAT, Annuario dei dati ambientali, anni vari (ultima edizione 2007).  
ISPRA, Annuario dei dati ambientali, anni vari (ultima edizione 2013).

### Emissioni di gas serra:

ISPRA, De Lauretis R. Romano D., Vitullo M., Arcarese C. *National Greenhouse Gas Inventory System in Italy. Year 2013*. Rapporti - N. 179/2013. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

ISPRA, *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2012*, National Inventory Report 2014. in: UNFCCC, 2014 Annex I Party GHG Inventory Submissions, ([http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/8108.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php))

Federici S., Vitullo M., Tulipano S., De Lauretis R., Seufert G., *An approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: the Italian case*, iForest – Biogeosciences & Forestry, iForest (2008) 1: 86-95, disponibile su web <http://www.sisef.it/forest/>

APAT, *Methodologies used in Italy for the estimation of air emission in the agriculture sector*. Technical report 64/2005. Rome – Italy, 2005

Bernetti A., De Lauretis R., Romano D., *Different methodologies to quantify uncertainties of air emissions*, Environment International, Volume 30, Issue 8, October 2004, Pages 1099-1107

APAT, Bernetti A., Di Cristofaro E., *Carbon Dioxide Intensity Indicators, 2008*. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

ISPRA, *Quality Assurance/Quality Control Plan for the Italian Emission Inventory*, Rapporti - N. 180/2013. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

Byers C. (MSc), Contaldi M. et al., *Evaluation of national climate change policies in EU member states - Country report on Italy*. Ecofys, 2001

APAT, Caputo A., *Produzione di energia elettrica ed emissioni di gas serra (Strategie di mitigazione delle emissioni)*, 2007. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>.

ISPRA, Córdor R. D., Di Cristofaro E., De Lauretis R., *Agricoltura: Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale*. Rapporti 85/2008. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

ANPA, Contaldi M., De Lauretis R., Romano D., *Analisi delle emissioni dei gas serra dal 1990 al 1998*, RTI AMB-EMISS 2/2000, 2000

Contaldi M., Gracceva F., *Scenari energetici per l'Italia da un modello di equilibrio generale (Markal-macro)*, Rapporto Tecnico ISBN 88-8286-108-2, ENEA, 2004

APAT, M. Contaldi, M. Ilacqua, *Analisi dei fattori di emissione di CO<sub>2</sub> dal settore dei trasporti*, Rapporti 28/2003, 2003

IPCC/OECD/IEA, *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories*, Revised 1996, IPCC, 1997

IPCC/WMO/UNEP, *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, IPCC, 2000

IPCC, 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. IPCC Technical Support Unit, Kanagawa, Japan

De Lauretis R. et al., *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni, Anni 1990 – 1995 – 2000 - 2005*. Rapporti 92/2009. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, *Sixth National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change*, MATTM, 2014

[http://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_natcom/submitted\\_natcom/application/pdf/ita\\_nc6\\_resubmission.pdf](http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/ita_nc6_resubmission.pdf)

ISPRA, Condor R. D., Agricoltura. *Emissioni in atmosfera 1990-2009*. Rapporti 140/2011. disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

#### **Produzione di sostanze lesive per l'ozono stratosferico:**

UNEP, *Production and Consumption of Ozone Depleting Substances under the Montreal Protocol 1986-2004*, Ozone Secretariat, November 2005.

#### **Emissioni di sostanze acidificanti:**

Italian Emission Inventory 1990-2013. *Informative Inventory Report 2015*, in: CLRTAP, Italian Inventory Submissions 2015, ([http://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home/status\\_reporting/2015\\_submissions/](http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2015_submissions/))

ISPRA, *Italian Emission Inventory 1990-2013. Informative Inventory Report 2015*, Rapporti 223/2015

Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

Cóndor R. D., De Lauretis R., *Agriculture air emission inventory in Italy: synergies among conventions and directives*. In: Ammonia Conference abstract book. Ed. G.J. Monteny, E. Hartung, M. van den Top, D. Starmans. Wageningen Academic Publishers. 19-21 March 2007, Ede - The Netherlands, 2007

ISPRA, Córdor R. D., Di Cristofaro E., De Lauretis R.. *Agricoltura: Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale* Rapporti 85/2008. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

Contaldi M. et al., *Emission scenarios of Air Pollutants in Italy using Integrated Assessment Model, Pollution Atmospherique*, N° 185, Janvier - Mars 2005

De Lauretis R., *Scenari di emissioni di ossidi di zolfo e di azoto, di componenti organici volatili e di ammoniaca*, in "Il processo di attuazione del Protocollo di Kyoto in Italia. Metodi, scenari e valutazione di politiche e misure", ENEA, 2000

De Lauretis R., Vialetto G., Lelli M., V. Mazzotta, *Emissioni di ammoniaca: scenari e prospettive*, in Energia Ambiente ed Innovazione 1/04, 2004

EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook – 2013* (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>)

De Lauretis R. et al., *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni, Anni 1990 – 1995 – 2000 - 2005*. Rapporti 92/2009. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

Ministero per l'ambiente e per la tutela del territorio, *Programma Nazionale per la riduzione delle emissioni annue di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniaca*, MATT, comunicazione

alla CE ai sensi della Direttiva 2001/81/CE, 2003

ISPRA, De Lauretis R. et al., *Trasporto su strada Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale*, Rapporti - N. 124 /2010. Disponibile su

[http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/Documenti/rap\\_124\\_2010.html](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/Documenti/rap_124_2010.html)

ISPRA, Condor R. D., Agricoltura. *Emissioni in atmosfera 1990-2009*. Rapporti 140/2011. disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

### **Emissioni di PM<sub>10</sub>:**

ISPRA, De Lauretis R. et al., *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni, Anni 1990 – 1995 – 2000 - 2005*. Rapporti 92/2009. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

ISPRA, De Lauretis R. et al., *Trasporto su strada Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale*, Rapporti - N. 124 /2010. Disponibile su

[http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/Documenti/rap\\_124\\_2010.html](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/Documenti/rap_124_2010.html)

Cóndor R., De Lauretis R., Romano D., Vitullo M. 2008. *Inventario nazionale delle emissioni di particolato e principali fonti di emissione*. In: Atti 3° Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico. Il particolato atmosferico: la conoscenza per l'informazione e le strategie di intervento Bari 6-8 Ottobre, Italia.

De Lauretis R., Gaudio D., Gonella B., Romano D., *Inventario delle emissioni in atmosfera di PM<sub>10</sub> e strategie di riduzione*, XXII Congresso Nazionale della Società Chimica Italiana, Firenze, 10-15 Settembre 2006, Atti del Congresso.

Italian Emission Inventory 1990-2013. *Informative Inventory Report 2015*, in: CLRTAP, Italian Inventory Submissions 2015, ([http://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home/status\\_reporting/2015\\_submissions/](http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2015_submissions/))

ISPRA, *Italian Emission Inventory 1990-2013*. Informative Inventory Report 2015, Rapporti 223/2015

Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

### **Emissioni di monossido di carbonio:**

ANPA, Saija S., Contaldi M., De Lauretis R., Ilacqua M., Liburdi R., *Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale*, Serie stato dell'Ambiente n° 12/2000, 2000

ISPRA, De Lauretis R. et al., *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni, Anni 1990 – 1995 – 2000 - 2005*. Rapporti 92/2009. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

ISPRA, De Lauretis et al., *Trasporto su strada Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale*, Rapporti - N. 124 /2010. Disponibile su

[http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/Documenti/rap\\_124\\_2010.html](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/Documenti/rap_124_2010.html)

Italian Emission Inventory 1990-2013. *Informative Inventory Report 2015*, in: CLRTAP, Italian Inventory Submissions 2015, ([http://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home/status\\_reporting/2015\\_submissions/](http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2015_submissions/))

ISPRA, *Italian Emission Inventory 1990-2013*. Informative Inventory Report 2015, Rapporti 223/2015

Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

### **Emissioni di benzene:**

APAT, De Lauretis R., Ilacqua M., Romano D., *Emissioni di Benzene in Italia dal 1990 al 2000*, Rapporti 29/2003, 2003. Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/>

### **Emissioni di composti organici persistenti:**

ISPRA, Pantaleoni M., Taurino E., De Lauretis R., *Emissioni in atmosfera di PCB e HCB in Italia dal 1990 al 2006*, 2008 Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

R. De Lauretis, *Dioxin and furan Italian national and local emission inventories*, in "Dioxin'99, 19th International Symposium", vol.41 pp 487-490, Venezia, 1999

Pastorelli G., De Lauretis R., De Stefanis P., Fanelli. R, Martines C., Morselli L., Pistone L., Viviano G., *Sviluppo di fattori di emissione da inceneritori di rifiuti urbani lombardi e loro applicazione all'inventario nazionale delle diossine*, su *Ingegneria Ambientale* ANNO XXX N.1 Gennaio 2001, 2001  
Italian Emission Inventory 1990-2013. *Informative Inventory Report 2015*, in: CLRTAP, Italian Inventory Submissions 2015, ([http://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home/status\\_reporting/2015\\_submissions/](http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2015_submissions/))  
ISPRA, *Italian Emission Inventory 1990-2013*. *Informative Inventory Report 2015*, Rapporti 223/2015  
Disponibile su <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti>

# EMISSIONI DI GAS SERRA (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>): TREND E DISAGGREGAZIONE SETTORIALE

## DESCRIZIONE

Le emissioni di gas serra sono in gran parte dovute alle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), connesse, per quanto riguarda le attività antropiche, principalmente all'utilizzo dei combustibili fossili. Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH<sub>4</sub>) – le cui emissioni sono legate principalmente all'attività di allevamento nell'ambito di quelle agricole, allo smaltimento dei rifiuti e alle perdite nel settore energetico – e il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) – derivante principalmente dalle attività agricole e dal settore energetico, inclusi i trasporti. Il contributo generale all'effetto serra degli F-gas o gas fluorurati (HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>) è minore rispetto ai suddetti inquinanti e la loro presenza deriva essenzialmente da attività industriali e di refrigerazione. Le emissioni dei gas serra sono calcolate attraverso la metodologia dell'IPCC e sono tutte indicate in termini di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente applicando i coefficienti di *Global Warming Potential* (GWP) di ciascun composto.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'informazione relativa alle emissioni dei gas serra è rilevante ai fini del rispetto dell'obiettivo nazionale di riduzione delle emissioni previsto dal Protocollo di Kyoto. Le stime sono calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità, completezza richieste dalla metodologia di riferimento.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

L'Italia ha ratificato nel 1994 la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), nata nell'ambito del "Rio Earth Summit" del 1992. La Convenzione ha come obiettivo la stabilizzazione a livello planetario della concentrazione in atmosfera dei gas ad effetto serra a un livello tale che le attività umane non modifichino il siste-

ma climatico. Il Protocollo di Kyoto - sottoscritto nel 1997, in vigore dal 2005 - costituisce lo strumento attuativo della Convenzione. L'Italia ha l'impegno di ridurre le emissioni nazionali complessive di gas serra del 6,5% rispetto al 1990, entro il periodo 2008-2012. Il Protocollo stesso prevede complessivamente per i paesi industrializzati l'obiettivo di riduzione del 5,2%, mentre per i paesi dell'Unione Europea una riduzione complessiva delle emissioni pari all'8%. In Italia il monitoraggio delle emissioni dei gas climalteranti è garantito da ISPRA, attraverso il Decreto Legislativo n. 51 del 7 marzo 2008 e il Decreto Legislativo n. 30 del 13 marzo 2013 che prevedono l'istituzione del *National System* relativo all'inventario delle emissioni dei gas serra. La Delibera CIPE n. 123 del 19 dicembre 2002, relativa alla revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra, istituisce un Comitato Tecnico Emissioni Gas Serra al fine di monitorare l'attuazione delle politiche di riduzione delle emissioni.

## STATO E TREND

Le emissioni totali di gas ad effetto serra si riducono nel periodo 1990-2013 del 16,1%, passando da 521,1 a 437,3 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente. L'andamento complessivo dei gas serra è determinato principalmente dal settore energetico - e quindi dalle emissioni di CO<sub>2</sub> - che rappresenta poco più dei quattro quinti delle emissioni totali lungo l'intero periodo 1990-2013. Le composizioni percentuali delle sostanze che compongono i gas serra non subiscono profonde variazioni lungo l'intero periodo 1990-2013. Questo vale soprattutto per l'anidride carbonica e il metano, che nel 2013 registrano rispettivamente una quota sul totale di 82,4% e 10,1%; le quote di protossido di azoto e F-gas, che nel 2013 si attestano rispettivamente al 4,4% e 3,1% del totale dei gas serra, mostrano invece una riduzione per N<sub>2</sub>O (5,2% nel 1990) e un aumento per gli F-gas (0,7% nel 1990). Le emissioni di anidride carbonica, che caratterizzano il *trend* complessivo dei gas serra, hanno un andamento crescente fino al 2004 e di riduzione negli anni successivi con una accentuata riduzione nel 2009 (Figura 7.1). Sia le emissioni di CH<sub>4</sub> che

quelle di  $N_2O$  presentano un andamento abbastanza costante, il metano fino alla fine degli anni 90, il protossido di azoto fino al 2004, per poi decrescere fino al 2013: lentamente le emissioni di metano e più marcatamente quelle di protossido di azoto. Per quanto riguarda le emissioni degli F-gas, si nota una forte crescita dal 1996; a partire dalla fine degli anni 90, questi composti sono prevalentemente costituiti dagli HFCs. Durante il periodo 1990-2013, considerando le emissioni di gas serra totali, il settore dell'industria manifatturiera registra la decrescita maggiore in valore assoluto (-36 milioni di tonnellate), mentre l'incremento di emissioni si verifica nel settore del residenziale e dei servizi (7,4 milioni di tonnellate). Nel 2013 le emissioni totali di anidride carbonica derivano per il 95,3% dal settore energetico e per il 4,5% dai processi industriali. Nel medesimo anno le emissioni di anidride carbonica provenienti dal settore energetico (escludendo le emissioni da perdite di combustibile) sono imputabili principalmente alle industrie energetiche (31,6%) e ai trasporti (30,0%); seguono: il settore degli usi energetici nel civile, in agricoltura e nella pesca (23,9%), l'industria manifatturiera ed edilizia (14,3%); le perdite di combustibile e i consumi militari contribuiscono per lo 0,2% alle emissioni.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati di emissione riportati costituiscono la fonte ufficiale di riferimento per la verifica degli impegni assunti a livello internazionale, in ragione del ruolo di ISPRA di responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Per garantire la consistenza e compatibilità dell'inventario, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. I dati presentati utilizzano la disaggregazione settoriale in riferimento alle Linee Guida dell'IPCC (IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*). Le emissioni vengono presentate sia distintamente per singolo composto sia in modo aggregato, espresse in termini di  $CO_2$  equivalente, riportandole sia a livello totale sia disaggregate a livello di settore IPCC. Inoltre, si riporta il contributo percentuale dei vari settori alle emissioni totali di anidride carbonica e, relativamente al settore energetico il contributo alle emissioni totali di anidride carbonica dei vari sub-settori. Dalla

rappresentazione delle emissioni di metano e protossido di azoto, risulta evidente come i contributi maggiori derivino per  $CH_4$  dall'agricoltura e dai rifiuti, e per  $N_2O$  dal settore agricolo. Le emissioni di F-gas, legate ai processi industriali, vengono illustrate nel dettaglio nelle Tabelle 7.4 e 7.5 e nella Figura 7.2d. Le stime del carbonio presente nei diversi serbatoi forestali sono state effettuate tramite l'uso del modello *For-est* basato sulla metodologia IPCC, seguendo la classificazione definita nelle *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry* (IPCC, 2003): *living biomass*, include sia la parte epigea sia l'ipogea; *dead organic matter*, comprende necromassa e lettiera; *soils* inteso come sostanza organica del suolo. Tale modello, usato per stimare l'evoluzione nel tempo degli *stock* dei serbatoi forestali italiani, è stato applicato a scala regionale (NUT2); i dati di superficie, per regione e categoria inventariale, utilizzati come input per il modello, sono stati ricavati dal primo Inventario Forestale Nazionale (INF) e dai risultati dell' "Inventario Forestale Nazionale e dei Serbatoi di Carbonio" (INFC). Nella Tabella 7.8 si riportano le variazioni negli *stock* di carbonio sequestrato dalle foreste italiane, per il periodo 1990-2013, in Mt di  $CO_2$ ; in Figura 7.5, si riportano le variazioni dello *stock* di carbonio, relativamente alla sola biomassa (epigea e ipogea), per il periodo 1990-2013, in Mt di  $CO_2$ . Le variazioni dello *stock* di carbonio relativo alla biomassa risentono, in maniera diretta dei prelievi legnosi che sottraggono biomassa, e quindi carbonio, al patrimonio forestale e in maniera molto più marcata degli incendi: è possibile notare, infatti, come nel 1990, nel 1993 e nel 2007, le ingenti superfici percorse da incendi abbiano inciso profondamente sulla variazione dello *stock* di carbonio.

**Tabella 7.1: Emissioni di CO<sub>2</sub>**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	Mt/a							
<b>1 - Settore energetico</b>	<b>406,00</b>	<b>419,04</b>	<b>438,73</b>	<b>461,67</b>	<b>406,81</b>	<b>394,98</b>	<b>372,42</b>	<b>343,66</b>
A Processi di combustione: metodo sett.	401,99	415,07	435,50	459,14	404,21	392,39	369,91	340,98
1 Industrie energetiche	138,14	141,48	152,31	160,14	133,83	131,78	127,10	107,91
2 Industria manifatturiera ed edilizia	84,54	84,35	82,10	78,28	60,35	60,11	55,33	48,72
3 Trasporti	101,31	111,48	121,25	127,06	118,20	117,20	104,86	102,28
4 Altri settori (civile, agricoltura e pesca)	76,93	76,27	78,99	92,43	91,17	82,79	82,28	81,49
5 Altro (consumi militari)	1,07	1,49	0,84	1,23	0,65	0,51	0,33	0,58
B Emissioni da perdite di combustibile	4,01	3,97	3,24	2,54	2,60	2,59	2,51	2,68
1 Combustibili solidi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 Petrolio e metano	4,01	3,97	3,24	2,54	2,60	2,59	2,51	2,68
<b>2 - Processi industriali</b>	<b>29,23</b>	<b>27,20</b>	<b>25,71</b>	<b>28,59</b>	<b>21,62</b>	<b>21,14</b>	<b>17,89</b>	<b>16,10</b>
A Prodotti minerali	20,71	20,23	20,74	23,30	17,34	16,73	13,72	12,29
B Industria chimica	2,58	1,63	1,42	1,70	1,43	1,40	1,34	1,34
C Produzione di metalli	3,88	3,40	1,80	1,92	1,47	1,61	1,52	1,19
D Prodotti non energetici da combustibili e uso solventi	2,06	1,93	1,75	1,67	1,38	1,40	1,31	1,29
E Industria elettronica	-	-	-	-	-	-	-	-
F Uso di sostituti delle sostanze dannose per l'ozono	-	-	-	-	-	-	-	-
G Altri produzioni industriali	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3 - Agricoltura</b>	<b>0,47</b>	<b>0,51</b>	<b>0,53</b>	<b>0,52</b>	<b>0,35</b>	<b>0,38</b>	<b>0,57</b>	<b>0,46</b>
G Uso della calce come fertilizzante	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
H Uso dell'urea come fertilizzante	0,46	0,51	0,53	0,51	0,34	0,35	0,55	0,45
<b>4 - Cambiamenti uso del suolo e foreste</b>	<b>-8,69</b>	<b>-27,29</b>	<b>-22,88</b>	<b>-32,91</b>	<b>-35,94</b>	<b>-31,12</b>	<b>-26,48</b>	<b>-33,92</b>
A Foreste	-20,75	-33,75	-28,57	-37,58	-39,06	-34,99	-30,34	-37,24
B Terreni agricoli	2,17	1,79	2,01	1,43	1,30	3,02	2,97	2,91
C Prati e pascoli	3,78	-1,52	-2,15	-2,86	-4,77	-5,73	-5,69	-6,15
D Zone umide	-	-0,00	-0,01	-0,01	-	-	-	-
E Insediamenti	6,64	8,27	6,50	7,32	7,41	7,42	7,42	7,42
F Altre terre	-	-	-	-	-	-	-	-
G Prodotti legnosi	-0,54	-2,08	-0,66	-1,20	-0,83	-0,82	-0,84	-0,86
<b>5 - Rifiuti</b>	<b>0,51</b>	<b>0,45</b>	<b>0,20</b>	<b>0,23</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>
A Discariche	-	-	-	-	-	-	-	-
B Trattamento biologico dei rifiuti	-	-	-	-	-	-	-	-
C Incenerimento di rifiuti	0,51	0,45	0,20	0,23	0,16	0,16	0,19	0,19
D Trattamento acque reflue	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALE Emissioni di CO<sub>2</sub></b>	<b>427,52</b>	<b>419,91</b>	<b>442,29</b>	<b>458,10</b>	<b>393,00</b>	<b>385,54</b>	<b>364,59</b>	<b>326,51</b>
Fonte: ISPRA								
<b>Nota:</b>								
dati in corso di validazione								



**Tabella 7.2: Emissioni di CH<sub>4</sub> metano**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	kt/a							
<b>1 - Settore energetico</b>	<b>433</b>	<b>417</b>	<b>384</b>	<b>346</b>	<b>321</b>	<b>318</b>	<b>321</b>	<b>354</b>
A Processi di combustione: metodo sett.	78,60	91,24	81,34	73,37	73,18	74,93	78,94	121,83
1 Industrie energetiche	9,08	8,47	6,71	5,90	4,78	5,12	5,01	4,59
2 Industria manifatturiera ed edilizia	6,82	7,02	5,72	6,28	5,51	6,90	8,14	10,29
3 Trasporti	39,19	43,64	32,85	20,58	12,04	11,35	10,15	9,60
4 Altri settori (civile, agricoltura e pesca)	23,34	31,87	35,93	40,45	50,80	51,52	55,62	97,29
5 Altro (consumi militari)	0,17	0,22	0,13	0,16	0,06	0,05	0,03	0,05
B Emissioni da perdite di combustibile	354,82	325,92	302,47	272,92	247,98	243,17	241,67	231,79
1 Combustibili solidi	6,03	3,12	3,55	3,33	3,16	3,40	2,97	2,13
2 Petrolio e metano	348,79	322,80	298,92	269,60	244,82	239,76	238,70	229,66
<b>2 - Processi industriali</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
A Prodotti minerali	-	-	-	-	-	-	-	-
B Industria chimica	2,45	2,65	0,40	0,33	0,31	0,27	0,26	0,24
C Produzione di metalli	2,71	2,71	2,61	2,72	2,17	2,47	2,36	1,88
D Prodotti non energetici da combustibili e uso solventi	-	-	-	-	-	-	-	-
E Industria elettronica	-	-	-	-	-	-	-	-
F Uso di sostituti delle sostanze dannose per l'ozono	-	-	-	-	-	-	-	-
G Altri produzioni industriali	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3 - Agricoltura</b>	<b>863</b>	<b>856</b>	<b>838</b>	<b>772</b>	<b>764</b>	<b>763</b>	<b>755</b>	<b>747</b>
A Fermentazione enterica	629,72	626,22	621,76	555,91	548,47	549,41	546,56	553,97
B Deiezioni	157,38	149,86	149,25	144,95	141,70	140,33	135,88	125,98
C Coltivazione del riso	75,06	79,56	66,26	70,09	72,89	72,22	71,57	66,33
D Terreni agricoli	-	-	-	-	-	-	-	-
E Incendi savana	-	-	-	-	-	-	-	-
F Combustione di rifiuti agricoli	0,60	0,59	0,59	0,64	0,61	0,60	0,64	0,60
G Uso della calce come fertilizzante	-	-	-	-	-	-	-	-
H Uso dell'urea come fertilizzante	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>4 - Cambiamenti uso del suolo e foreste</b>	<b>67</b>	<b>15</b>	<b>38</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>48</b>	<b>8</b>
A Foreste	39,56	8,15	21,84	8,24	4,88	9,07	25,16	5,20
B Terreni agricoli	0,22	0,06	0,13	0,06	0,05	0,10	0,19	0,31
C Prati e pascoli	27,16	7,16	15,90	6,87	9,39	13,42	22,81	2,44
<b>5 - Rifiuti</b>	<b>857</b>	<b>882</b>	<b>977</b>	<b>893</b>	<b>778</b>	<b>752</b>	<b>742</b>	<b>660</b>
A Discariche	726,32	757,58	859,11	777,85	667,71	643,66	635,07	554,87
B Trattamento biologico dei rifiuti	0,09	0,15	0,55	1,57	2,18	2,33	2,50	2,63
C Incenerimento di rifiuti	2,00	2,32	2,23	2,46	2,33	2,31	2,32	2,22
D Trattamento acque reflue	128,90	122,10	114,78	110,68	105,84	103,48	102,51	100,63
<b>TOTALE</b>	<b>2.226</b>	<b>2.176</b>	<b>2.239</b>	<b>2.029</b>	<b>1.880</b>	<b>1.858</b>	<b>1.868</b>	<b>1.771</b>
Fonte: ISPRA								
<b>Nota:</b>								
dati in corso di validazione								

**Tabella 7.3: Emissioni di N<sub>2</sub>O protossido di azoto**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	kt/a							
<b>1 - Settore energetico</b>	<b>14,93</b>	<b>17,52</b>	<b>17,48</b>	<b>17,29</b>	<b>15,90</b>	<b>15,65</b>	<b>14,91</b>	<b>16,39</b>
A Processi di combustione: metodo sett.	14,89	17,48	17,44	17,25	15,86	15,61	14,88	16,36
1 Industrie energetiche	1,64	1,65	1,65	1,84	1,65	1,71	1,71	1,57
2 Industria manifatturiera ed edilizia	4,93	4,52	4,66	5,02	4,01	3,97	3,54	3,34
3 Trasporti	3,20	5,62	5,30	3,79	3,54	3,48	3,12	3,08
4 Altri settori (civile, agricoltura e pesca)	4,89	5,48	5,69	6,31	6,52	6,36	6,42	8,24
5 Altro (consumi militari)	0,23	0,21	0,14	0,29	0,13	0,10	0,09	0,13
B Emissioni da perdite di combustibile	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
1 Combustibili solidi	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Petrolio e metano	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
<b>2 - Processi industriali</b>	<b>24,16</b>	<b>25,84</b>	<b>28,85</b>	<b>27,69</b>	<b>4,11</b>	<b>2,81</b>	<b>2,78</b>	<b>2,59</b>
A Prodotti minerali	-	-	-	-	-	-	-	-
B Industria chimica	21,54	23,35	25,54	25,03	2,09	0,95	0,76	0,74
C Produzione di metalli	-	-	-	-	-	-	-	-
D Prodotti non energetici da combustibili e uso solventi	-	-	-	-	-	-	-	-
E Industria elettronica	-	-	-	-	-	-	-	-
F Uso di sostituti delle sostanze dannose per l'ozono	-	-	-	-	-	-	-	-
G Altri produzioni industriali	2,62	2,49	3,31	2,66	2,02	1,86	2,02	1,85
<b>3 - Agricoltura</b>	<b>47,52</b>	<b>47,96</b>	<b>47,49</b>	<b>44,67</b>	<b>38,64</b>	<b>40,42</b>	<b>41,89</b>	<b>39,11</b>
A Fermentazione enterica	-	-	-	-	-	-	-	-
B Deiezioni	6,14	5,73	5,68	5,26	5,11	5,06	4,89	4,50
C Coltivazione del riso	-	-	-	-	-	-	-	-
D Terreni agricoli	41,38	42,22	41,80	39,39	33,52	35,34	36,98	34,60
E Incendi savana	-	-	-	-	-	-	-	-
F Combustione di rifiuti agricoli	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>4 - Cambiamenti uso del suolo e foreste</b>	<b>1,03</b>	<b>0,48</b>	<b>0,60</b>	<b>0,31</b>	<b>0,39</b>	<b>0,50</b>	<b>0,79</b>	<b>0,13</b>
A Foreste	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
B Terreni agricoli	0,16	0,25	0,10	0,10	0,10	0,08	0,06	0,05
C Prati e pascoli	0,85	0,23	0,50	0,22	0,30	0,42	0,72	0,08
<b>5 - Rifiuti</b>	<b>4,43</b>	<b>4,39</b>	<b>5,05</b>	<b>5,64</b>	<b>5,99</b>	<b>5,87</b>	<b>5,92</b>	<b>6,02</b>
A Discariche	-	-	-	-	-	-	-	-
B Trattamento biologico dei rifiuti	0,06	0,13	0,57	1,11	1,41	1,43	1,43	1,48
C Incenerimento di rifiuti	0,12	0,12	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08
D Trattamento acque reflue	4,25	4,14	4,40	4,44	4,51	4,36	4,41	4,46
<b>TOTALE</b>	<b>92,07</b>	<b>96,18</b>	<b>99,47</b>	<b>95,60</b>	<b>65,03</b>	<b>65,26</b>	<b>66,28</b>	<b>64,24</b>
Fonte: ISPRA								
<b>Nota:</b>								
dati in corso di validazione								

**Tabella 7.4: Emissioni di gas fluorurati per sostanza 1990 - 2013**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	GWP <sup>a</sup>
	1000 t/a								
HFC-23	444,00	449,53	41,88	88,81	133,68	139,50	139,16	144,06	14.800
HFC-32	-	-	11,32	58,54	122,89	136,84	151,15	166,17	675
HFC-41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-43-10mee	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-125	-	40,16	361,09	1650,23	3009,72	3253,37	3493,86	3730,98	3.500
HFC-134	-	-	-	-	-	-	-	-	1.100
HFC-134a	-	289,72	1.225,11	2010,27	2606,64	2659,63	2660,56	2800,57	1.430
HFC-143	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-143a	-	34,04	436,95	1951,35	3434,07	3684,69	3925,13	4157,19	4.470
HFC-152	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-152a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-161	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-227ea	-	-	21,81	94,35	182,27	197,30	211,59	225,16	3.220
HFC-236cb	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-236ea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-236fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-245ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-245fa	-	-	-	144,77	236,01	255,03	274,37	294,08	1.030
CF <sub>4</sub>	2.348,68	1.282,96	1.251,20	1809,14	1449,84	1591,26	1452,13	1664,47	7.390
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	558,17	167,37	136,65	116,50	43,98	46,58	32,79	30,72	12.200
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	-	-	-	4,29	0,03	0,08	0,01	0,32	8.830
C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	-	-	0,44	10,02	26,54	23,36	14,27	9,90	10.300
C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c-C <sub>3</sub> F <sub>6</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SF <sub>6</sub>	407,61	663,78	560,73	547,10	390,55	438,06	442,20	416,51	22.800
NF <sub>3</sub>	-	-	25,63	33,38	20,17	27,78	24,93	25,70	17.200

Fonte: ISPRA

**Legenda:**
<sup>a</sup> GWP: *Global Warming Potential* (Potenziale di riscaldamento globale di ogni specie in rapporto al potenziale dell'anidride carbonica)

 HFC: Idrofluorocarburi; PFC: Perfluorocarburi; SF<sub>6</sub>: Esafluoruro di zolfo; NF<sub>3</sub>: Trifluoruro di azoto

**Nota:**

dati in corso di validazione

**Tabella 7.5: Emissioni di gas fluorurati in CO<sub>2</sub> equivalente**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	1000 t CO <sub>2</sub> eq/a							
HFCs	444,00	813,44	2.098,16	5.998,32	9.725,27	10.326,38	10.855,82	11.518,21
PFCs	2.906,86	1.450,33	1.388,29	1.939,95	1.520,39	1.661,28	1.499,21	1.705,41
SF <sub>6</sub>	407,61	663,78	560,73	547,10	390,55	438,06	442,20	416,51
NF <sub>3</sub>	-	-	25,63	33,38	20,17	27,78	24,93	25,70
<b>TOTALE</b>	<b>3.758</b>	<b>2.928</b>	<b>4.073</b>	<b>8.519</b>	<b>11.656</b>	<b>12.454</b>	<b>12.822</b>	<b>13.666</b>
Fonte:ISPRA								
<b>Legenda:</b>								
HFC: Idrofluorocarburi; PFC: Perfluorocarburi; SF <sub>6</sub> : Esafluoruro di zolfo; NF <sub>3</sub> : Trifluoruro di azoto								
<b>Nota:</b>								
dati in corso di validazione								

**Tabella 7.6: Emissioni di gas serra in CO<sub>2</sub> equivalente suddivise per sostanza**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	MtCO <sub>2</sub> eq/a							
CO <sub>2</sub> con LULUCF	428	420	442	458	393	386	365	327
CO <sub>2</sub> senza LULUCF	436	447	465	491	429	417	391	360
CH <sub>4</sub> con LULUCF	56	54	56	51	47	46	47	44
CH <sub>4</sub> senza LULUCF	54	54	55	50	47	46	46	44
N <sub>2</sub> O con LULUCF	27	29	30	28	19	19	20	19
N <sub>2</sub> O senza LULUCF	27	29	29	28	19	19	20	19
F-gas	4	3	4	9	12	12	13	14
<b>Totale con LULUCF</b>	<b>514</b>	<b>506</b>	<b>532</b>	<b>546</b>	<b>471</b>	<b>464</b>	<b>444</b>	<b>404</b>
<b>Totale senza LULUCF</b>	<b>521</b>	<b>533</b>	<b>554</b>	<b>578</b>	<b>506</b>	<b>494</b>	<b>469</b>	<b>437</b>
Fonte: ISPRA								
<b>Legenda:</b>								
LULUCF: Uso del suolo, cambiamenti di uso del suolo e gestione delle foreste; CO <sub>2</sub> : anidride carbonica; CH <sub>4</sub> : metano; N <sub>2</sub> O: protossido di azoto; F-gas: gas fluorurati								
<b>Note:</b>								
dati in corso di validazione								

**Tabella 7.7: Emissioni di gas serra in CO<sub>2</sub> equivalente suddivise per sostanza e settore**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	MtCO <sub>2</sub> eq/a							
<b>1 - Settore energetico</b>	<b>421,29</b>	<b>434,69</b>	<b>453,54</b>	<b>475,48</b>	<b>419,57</b>	<b>407,60</b>	<b>384,88</b>	<b>357,39</b>
CO <sub>2</sub>	406,00	419,04	438,73	461,67	406,81	394,98	372,42	343,66
CH <sub>4</sub>	10,84	10,43	9,60	8,66	8,03	7,95	8,02	8,84
N <sub>2</sub> O	4,45	5,22	5,21	5,15	4,74	4,66	4,44	4,88
<b>2 - Processi industriali</b>	<b>40,31</b>	<b>37,96</b>	<b>38,46</b>	<b>45,43</b>	<b>34,56</b>	<b>34,50</b>	<b>31,61</b>	<b>30,59</b>
CO <sub>2</sub>	29,23	27,20	25,71	28,59	21,62	21,14	17,89	16,10
CH <sub>4</sub>	0,13	0,13	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07	0,05
N <sub>2</sub> O	7,20	7,70	8,60	8,25	1,22	0,84	0,83	0,77
HFCs	0,44	0,81	2,10	6,00	9,73	10,33	10,86	11,52
PFCs	2,91	1,45	1,39	1,94	1,52	1,66	1,50	1,71
SF <sub>6</sub>	0,41	0,66	0,56	0,55	0,39	0,44	0,44	0,42
NF <sub>3</sub>	-	-	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
<b>4 - Agricoltura</b>	<b>36,20</b>	<b>36,21</b>	<b>35,62</b>	<b>33,12</b>	<b>30,96</b>	<b>31,48</b>	<b>31,91</b>	<b>30,79</b>
CO <sub>2</sub>	0,47	0,51	0,53	0,52	0,35	0,38	0,57	0,46
CH <sub>4</sub>	21,57	21,41	20,95	19,29	19,09	19,06	18,87	18,67
N <sub>2</sub> O	14,16	14,29	14,15	13,31	11,51	12,04	12,48	11,66
<b>5 - Cambiamenti uso del suolo e foreste</b>	<b>-6,71</b>	<b>-26,77</b>	<b>-21,75</b>	<b>-32,43</b>	<b>-35,47</b>	<b>-30,40</b>	<b>-25,04</b>	<b>-33,68</b>
CO <sub>2</sub>	-8,69	-27,29	-22,88	-32,91	-35,94	-31,12	-26,48	-33,92
CH <sub>4</sub>	1,67	0,38	0,95	0,38	0,36	0,56	1,20	0,20
N <sub>2</sub> O	0,31	0,14	0,18	0,09	0,12	0,15	0,23	0,04
<b>6 - Rifiuti</b>	<b>23,26</b>	<b>23,81</b>	<b>26,12</b>	<b>24,22</b>	<b>21,40</b>	<b>20,71</b>	<b>20,52</b>	<b>18,50</b>
CO <sub>2</sub>	0,51	0,45	0,20	0,23	0,16	0,16	0,19	0,19
CH <sub>4</sub>	21,43	22,05	24,42	22,31	19,45	18,79	18,56	16,51
N <sub>2</sub> O	1,32	1,31	1,50	1,68	1,79	1,75	1,76	1,79
<b>TOTALE</b>	<b>514,35</b>	<b>505,91</b>	<b>531,99</b>	<b>545,83</b>	<b>471,02</b>	<b>463,89</b>	<b>443,87</b>	<b>403,59</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

CO<sub>2</sub>: anidride carbonica; CH<sub>4</sub>: metano; N<sub>2</sub>O: protossido di azoto; HFC: Idrofluorocarburi; PFC: Perfluorocarburi; SF<sub>6</sub>: Esafluoruro di zolfo; NF<sub>3</sub>: Trifluoruro di azoto

**Nota:**

dati in corso di validazione

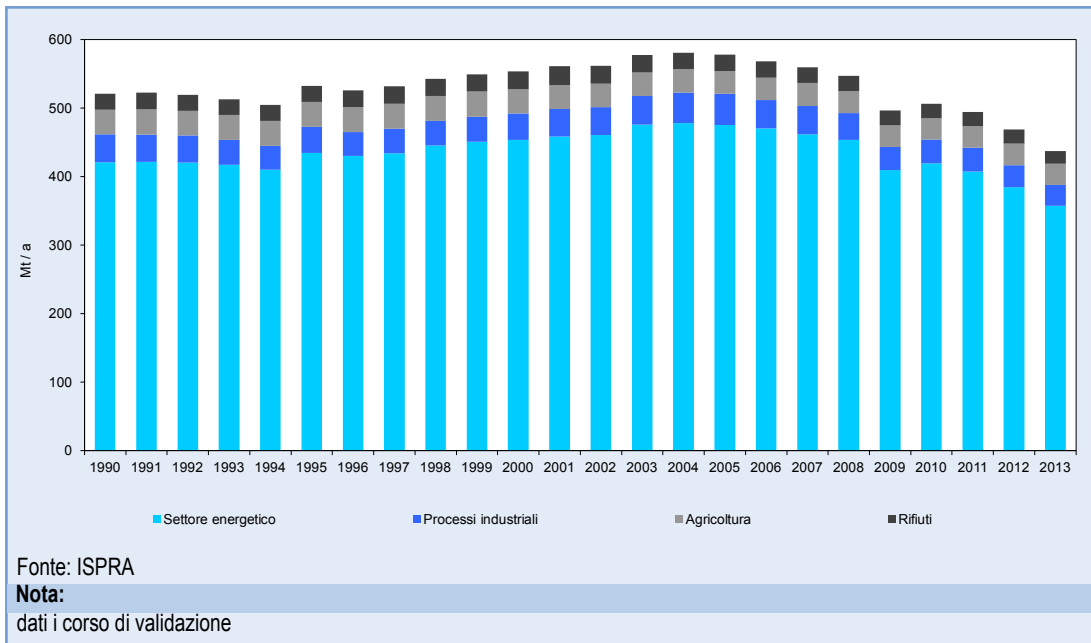
**Tabella 7.8: Emissioni e assorbimenti di CO<sub>2</sub> dalle foreste**

	<i>Carbon stock change in living biomass</i>			<i>Net C stock change in dead organic matter</i>	<i>Net C stock change in soils</i>	<b>Total</b>	<b>Total</b>
	<i>Increase</i>	<i>Decrease</i>	<i>Net change</i>				
	<b>Mt C</b>					<b>Mt C</b>	<b>Mt CO<sub>2</sub></b>
1990	19,2	-13,6	5,6	0,3	0,1	<b>6,0</b>	<b>21,9</b>
1991	19,4	-11,0	8,4	0,3	0,1	<b>8,8</b>	<b>32,3</b>
1992	19,7	-11,9	7,8	0,3	0,1	<b>8,2</b>	<b>29,9</b>
1993	19,9	-14,3	5,6	0,3	0,1	<b>6,0</b>	<b>21,9</b>
1994	20,1	-12,0	8,1	0,3	0,1	<b>8,5</b>	<b>31,3</b>
1995	20,3	-11,5	8,9	0,3	0,1	<b>9,3</b>	<b>34,1</b>
1996	20,5	-12,0	8,5	0,3	0,1	<b>9,0</b>	<b>32,8</b>
1997	20,7	-14,0	6,7	0,3	0,1	<b>7,2</b>	<b>26,2</b>
1998	20,9	-14,3	6,6	0,3	0,1	<b>7,1</b>	<b>25,9</b>
1999	21,1	-13,5	7,6	0,3	0,1	<b>8,1</b>	<b>29,6</b>
2000	21,3	-13,6	7,7	0,3	0,1	<b>8,1</b>	<b>29,8</b>
2001	21,5	-12,4	9,1	0,3	0,1	<b>9,6</b>	<b>35,1</b>
2002	21,6	-12,0	9,6	0,3	0,2	<b>10,1</b>	<b>37,0</b>
2003	21,8	-13,2	8,6	0,3	0,2	<b>9,1</b>	<b>33,5</b>
2004	22,0	-12,4	9,6	0,3	0,2	<b>10,1</b>	<b>37,0</b>
2005	22,0	-12,3	9,7	0,3	0,2	<b>10,2</b>	<b>37,3</b>
2006	22,1	-13,1	9,0	0,2	0,2	<b>9,4</b>	<b>34,4</b>
2007	22,2	-16,1	6,1	0,2	0,2	<b>6,5</b>	<b>23,9</b>
2008	22,3	-13,4	8,9	0,2	0,2	<b>9,3</b>	<b>34,2</b>
2009	22,4	-12,8	9,6	0,2	0,2	<b>10,0</b>	<b>36,7</b>
2010	22,6	-12,5	10,0	0,2	0,2	<b>10,4</b>	<b>38,3</b>
2011	22,8	-13,6	9,1	0,2	0,2	<b>9,5</b>	<b>35,0</b>
2012	22,9	-15,0	7,9	0,2	0,2	<b>8,3</b>	<b>30,3</b>
2013	19,1	-13,2	9,7	0,2	0,2	<b>10,2</b>	<b>37,2</b>

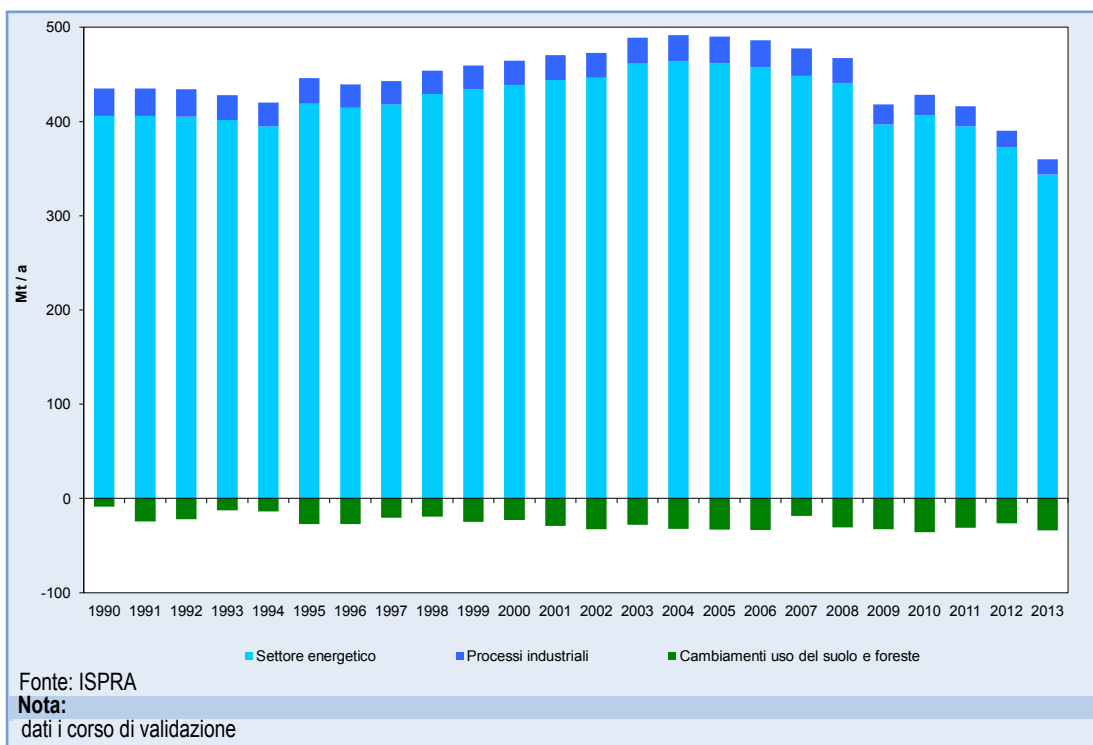
Fonte:ISPRA

**Nota:**

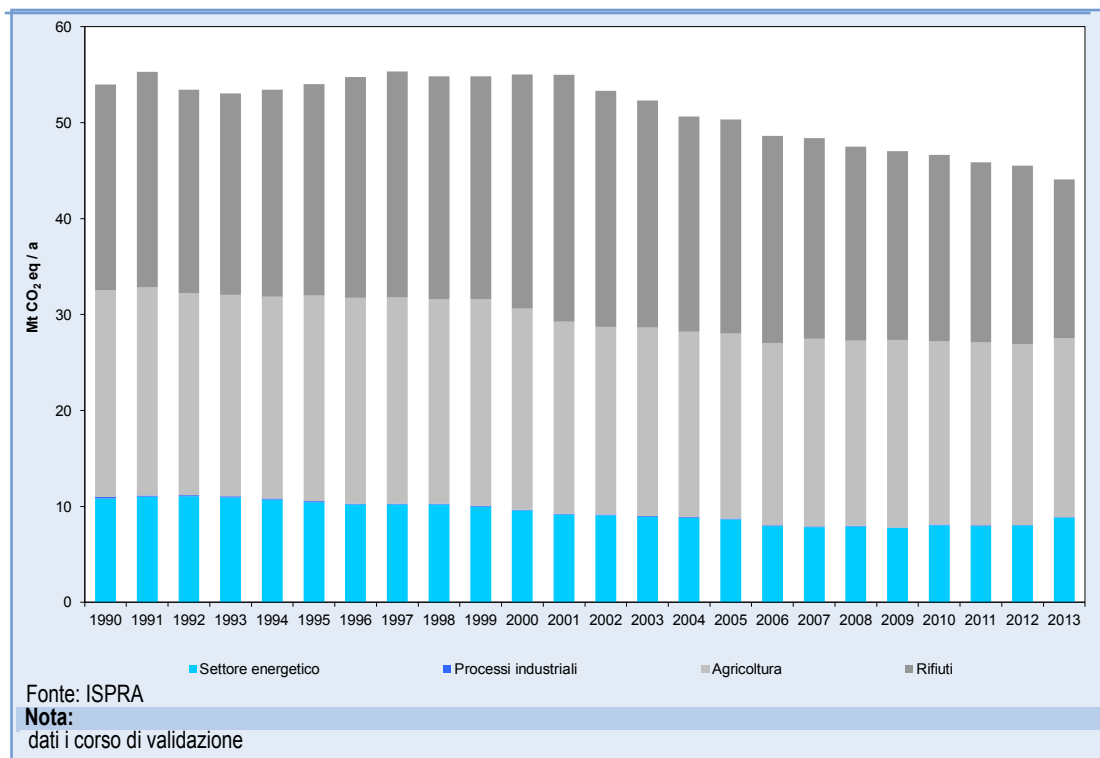
dati in corso di validazione



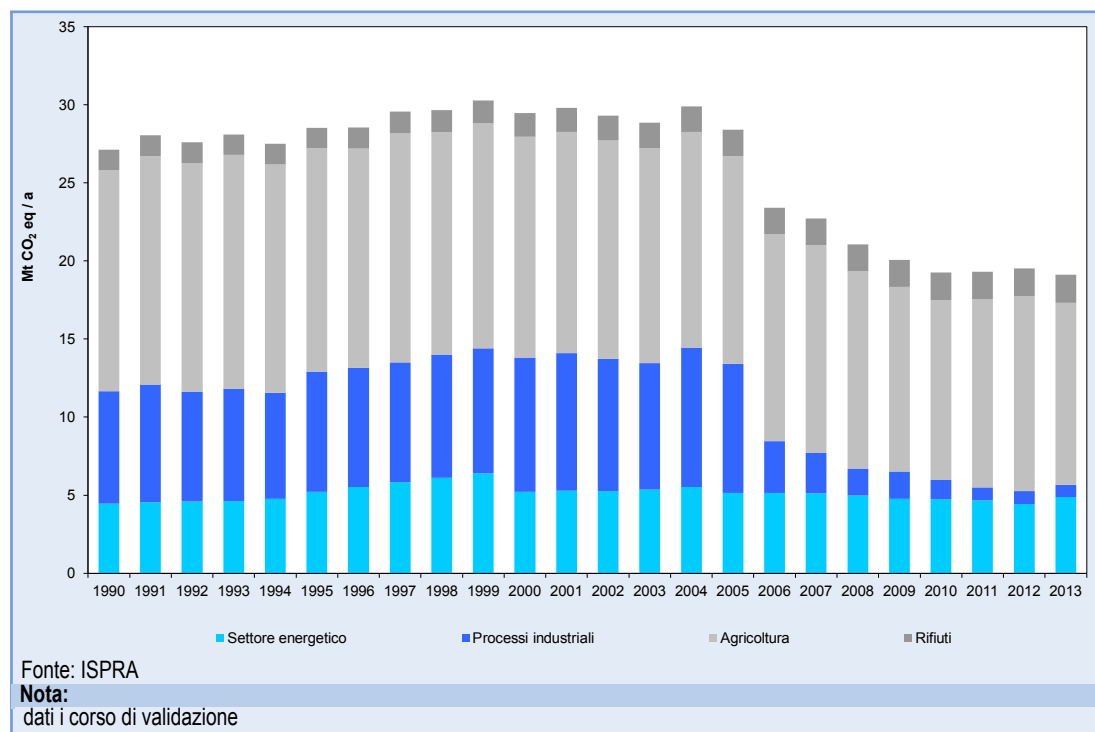
**Figura 7.1: Emissioni nazionali complessive di gas serra**



**Figura 7.2a: Emissioni nazionali settoriali dei gas serra secondo la classificazione IPCC (CO<sub>2</sub>)**

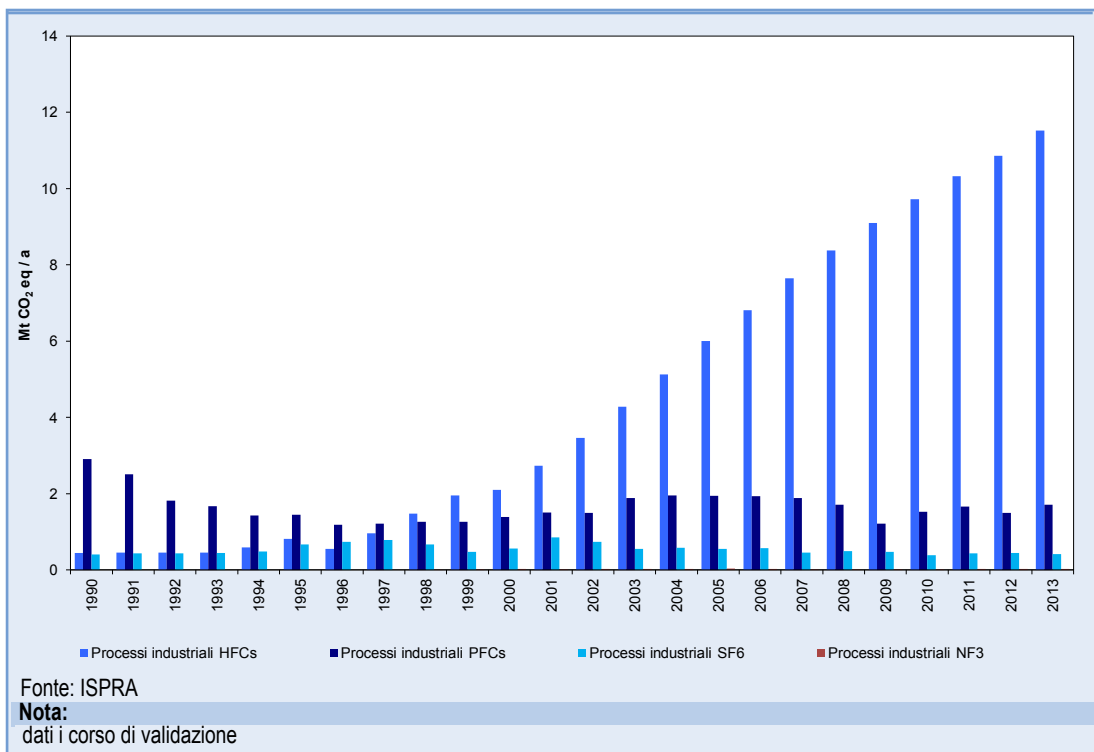


**Figura 7.2b: Emissioni nazionali settoriali dei gas serra secondo la classificazione IPCC (CH<sub>4</sub>)**

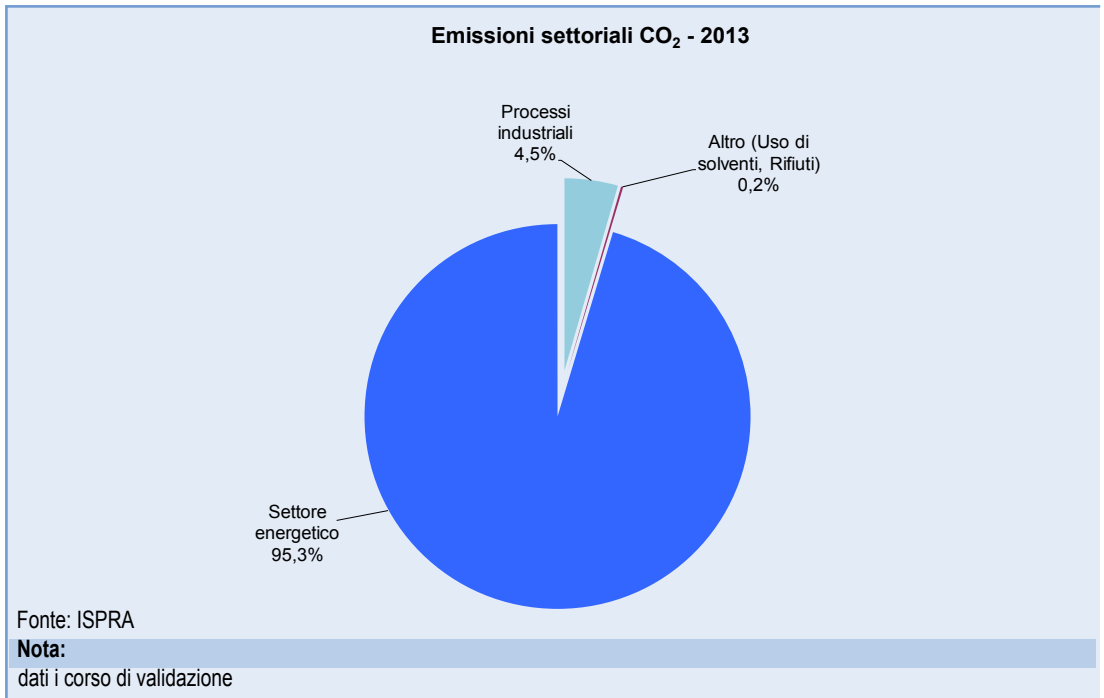


**Figura 7.2c: Emissioni nazionali settoriali dei gas serra secondo la classificazione IPCC (N<sub>2</sub>O)**

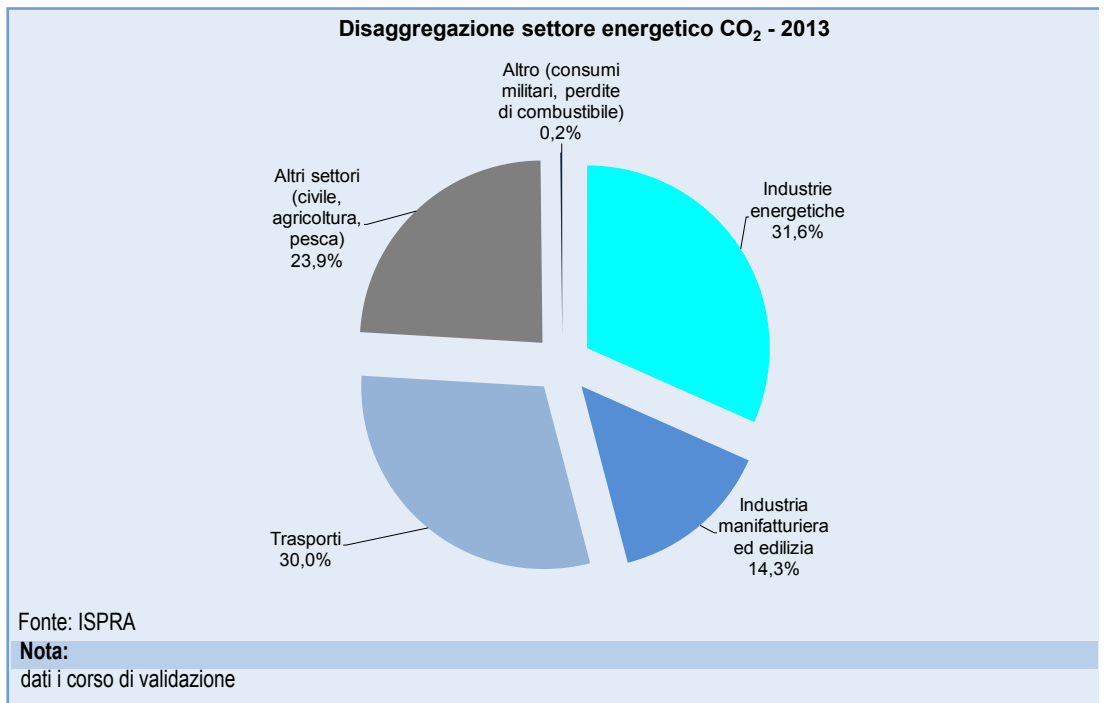




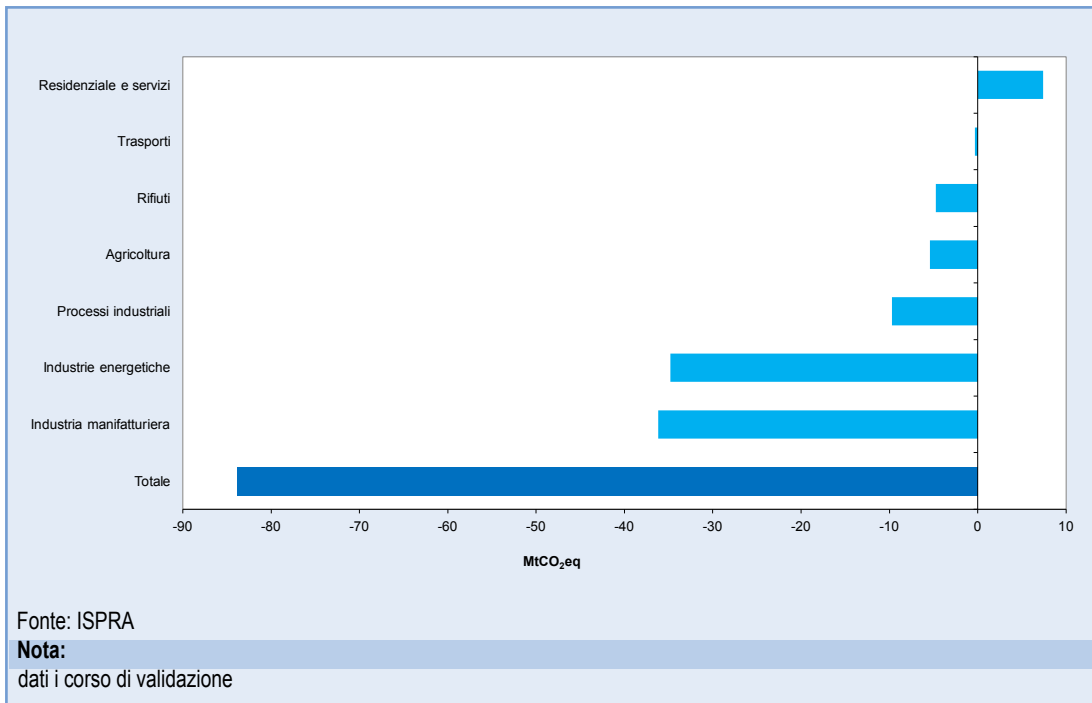
**Figura 7.2d: Emissioni nazionali settoriali dei gas serra secondo la classificazione IPCC (F-gas)**



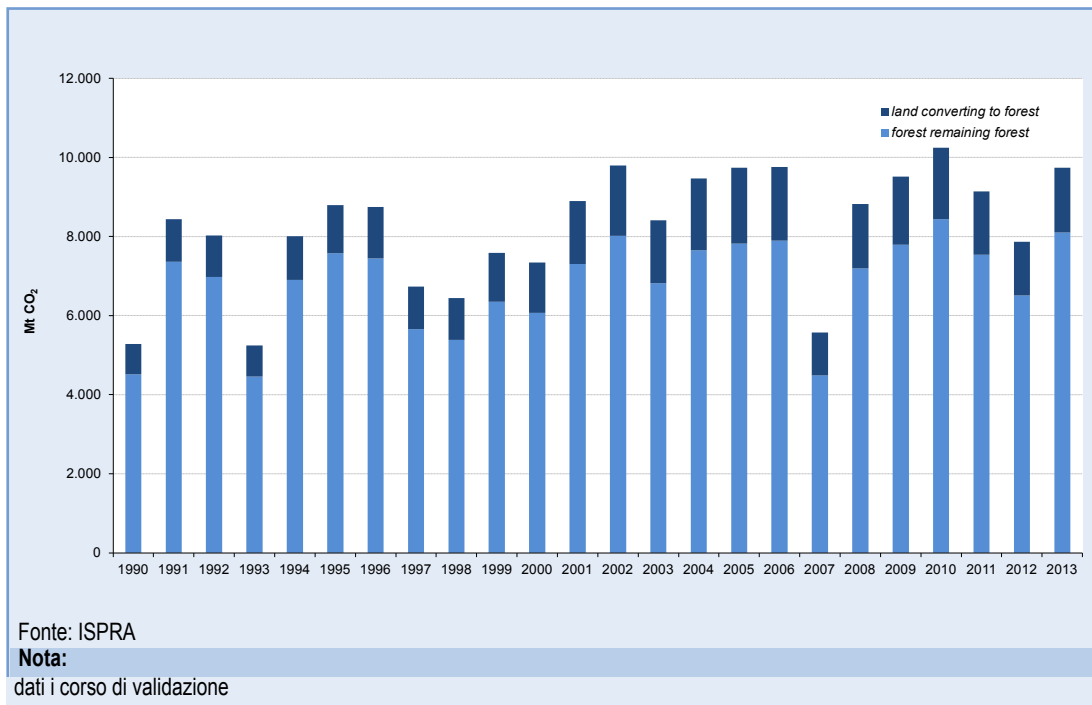
**Figura 7.3a: Emissioni nazionali settoriali di CO<sub>2</sub> senza gli assorbimenti secondo la classificazione IPCC (2013)**



**Figura 7.3b: Emissioni nazionali settoriali di CO<sub>2</sub> con dettaglio del settore energetico (2013)**



**Figura 7.4: Variazioni 1990-2013 delle emissioni nazionali di gas-serra per settore**



**Figura 7.5: Variazione degli stock di carbonio relativamente alla sola biomassa (epigea e ipogea)**

# EMISSIONI DI SOSTANZE ACIDIFICANTI (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>): TREND E DISAGGREGAZIONE SETTORIALE

## DESCRIZIONE

La quantificazione delle emissioni avviene attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia indicata dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *Air pollutant emission inventory guidebook*, 2013). Le emissioni antropogeniche di ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) derivano in gran parte dall'uso di combustibili contenenti zolfo, mentre le sorgenti naturali sono principalmente i vulcani. Gli SO<sub>x</sub> sono tra i principali agenti del processo di acidificazione dell'atmosfera, con effetti negativi sugli ecosistemi e i materiali. Gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) sono da ricondurre ai processi di combustione che avvengono ad alta temperatura e le fonti sono principalmente i trasporti, la combustione industriale, la produzione di elettricità e calore. Per quanto riguarda l'ammoniacca (NH<sub>3</sub>), le emissioni derivano quasi totalmente da attività agricole (inclusi gli allevamenti).

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Le stime delle emissioni di sostanze acidificanti (SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub>) hanno consentito di monitorare i Protocolli di riduzione delle emissioni nell'ambito della Convenzione sull'inquinamento transfrontaliero. Insieme all'ammoniacca (NH<sub>3</sub>) sono alla base del Protocollo di Göteborg e della Direttiva NEC (*National Emission Ceiling*). Sono realizzate a livello nazionale e calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità e completezza richieste dalla metodologia di riferimento.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Gli obiettivi fissati dal Protocollo di Göteborg (*Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone*, in vigore dal 2005 ed emendato nel 2012), nell'ambito della Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (CLRTAP), sono

da rispettare a partire da 2020 (anno base: 2005): SO<sub>x</sub>: riduzione del 35%; NO<sub>x</sub>: riduzione del 40%; NH<sub>3</sub>: riduzione del 5%. In attesa della conclusione del negoziato per l'aggiornamento della Direttiva NEC (2001/81/CE), i limiti nazionali di emissione restano quelli fissati dal D.Lgs. 171/04, che recepisce la Direttiva NEC e che ha come riferimento l'anno 2010: SO<sub>x</sub>: 475 kt; NO<sub>x</sub>: 990 kt; NH<sub>3</sub>: 419 kt.

## STATO E TREND

Le emissioni delle tre sostanze acidificanti espresse in equivalenti acidi sono complessivamente in costante diminuzione dal 1990 al 2013 (-64,2%). Nel 2013 risultano così distribuite: gli ossidi di zolfo hanno un peso pari al 9,8%, in forte riduzione rispetto al 1990; le emissioni di ossidi di azoto e ammoniacca sono pari rispettivamente al 38,8% e al 51,4%, ambedue con un peso in aumento rispetto al 1990 (Tabella 7.10). In riferimento alla normativa nazionale, che recepisce quella comunitaria, gli ossidi di azoto hanno raggiunto il limite imposto per il 2010 già nel 2009; gli ossidi di zolfo nel 2005; l'ammoniacca dal 2008. La riduzione delle emissioni di ossidi di zolfo di circa il 92% tra il 1990 e il 2013 è imputabile principalmente ai vincoli introdotti nell'uso dei combustibili. Nel medesimo periodo le emissioni di questa sostanza dei tre settori che comprendono i processi di combustione (per la produzione di energia, industriale e non industriale) hanno determinato l'andamento generale. Nello stesso arco temporale le emissioni da processi produttivi, altre sorgenti mobili e trattamento e smaltimento dei rifiuti, nonostante registrino forti riduzioni delle emissioni, vedono aumentare sensibilmente il loro peso sul totale. Il settore del trasporto stradale ha ridotto notevolmente le emissioni di ossidi di zolfo e nel 2013 il peso delle emissioni di questo settore sul totale è irrilevante. Le emissioni di NO<sub>x</sub> iniziano a decrescere costantemente dal 1990. Per questa sostanza il settore del trasporto stradale emette la quota maggiore rispetto al totale delle emissioni di ossidi di azoto, essendone responsabile dal 1995 in maniera costante di poco più della metà; le emissioni di NO<sub>x</sub> di questo settore si sono comunque ridotte di oltre la metà dal 1995. Il settore delle altre sorgenti mobili diverse dal trasporto stradale

emette nel 2013 una quota sul totale di emissioni di ossidi di azoto pari al 19%; in questo settore la decrescita delle emissioni inizia nel 1999 e si registra una diminuzione del 46,1% nel periodo 1998-2013 (Tabella 7.9). Fra i tre settori caratterizzati dai processi di combustione è interessante notare l'andamento delle emissioni di NO<sub>x</sub> del settore energetico e dell'industria: il primo presenta una diminuzione delle emissioni molto forte (-86,6% dal valore massimo raggiunto nel 1990 al 2013); il secondo mostra sin dal 1980, fino al 2013, una riduzione del 75,3%. Entrambi i settori negli anni hanno ridotto notevolmente la loro quota sul totale, che nel 2013 si attesta complessivamente al 16,3%. Alla combustione non industriale, le cui emissioni sono in crescita, nel 2013 va attribuito il 10,8% delle emissioni totali di ossidi di azoto. Le emissioni di ammoniaca registrano una diminuzione del 14,7% nel periodo 1990-2013. Lungo l'intero periodo il principale responsabile delle emissioni di NH<sub>3</sub> è il settore agricolo, che contribuisce sempre per oltre il 95% delle emissioni totali; per questo motivo le emissioni di questo settore determinano la riduzione complessiva di NH<sub>3</sub>. Le emissioni da trasporti stradali registrano una forte crescita dal 1980 al 2001 per poi iniziare a ridursi di oltre il 64% nel periodo 2001-2013 e raggiungere un peso sul totale delle emissioni di NH<sub>3</sub> nel 2013 di poco inferiore al 2%. Le emissioni da trattamento e smaltimento dei rifiuti seguono lo stesso andamento di quelle dei trasporti stradali: crescono fino al 2001 e iniziano a ridursi a partire da tale anno; nel 2013 il loro peso sul totale è pari all'1,5% (Figura 7.8).

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati di emissione riportati costituiscono la fonte ufficiale di riferimento per la verifica degli impegni assunti a livello internazionale, in ragione del ruolo di ISPRA di responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Le emissioni nazionali sono disaggregate secondo la nomenclatura delle attività SNAP97 adottata dalla metodologia EMEP/EEA (EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* – 2013). Per garantire consistenza e compatibilità dell'inventario, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la continua revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. Nei totali non vengono conteggiate le emissioni da sorgenti

naturali (altre sorgenti di emissione e assorbimenti) conformemente alla classificazione adottata nella stima delle emissioni dell'inventario. Le Tabelle e Figure presentate analizzano l'andamento settoriale sia dei singoli inquinanti sia del totale espresso in equivalenti acidi.

**Tabella 7.9: Emissioni di sostanze acidificanti**

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
t/a										
<b>SOx</b>										
A	1.792.501	1.170.427	1.000.778	776.360	466.850	187.008	77.261	65.635	64.513	45.139
B	360.208	194.196	96.314	35.694	23.219	20.336	9.220	8.272	8.095	9.674
C	886.219	340.853	302.887	220.072	106.789	75.343	46.110	42.110	36.653	32.981
D	145.904	140.834	157.059	125.920	50.910	60.388	46.023	46.075	35.980	31.903
E	138.268	97.374	130.391	71.640	11.987	2.413	441	440	426	412
F	124.645	104.922	99.769	85.661	84.070	50.510	28.917	27.057	24.359	22.979
G	13.182	13.190	12.798	11.435	9.775	10.553	6.898	4.603	4.839	1.967
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>3.460.927</b>	<b>2.061.796</b>	<b>1.799.997</b>	<b>1.326.781</b>	<b>753.601</b>	<b>406.550</b>	<b>214.869</b>	<b>194.193</b>	<b>174.865</b>	<b>145.054</b>
<b>NOx</b>										
A	328.031	416.388	457.369	344.312	172.601	117.723	81.325	75.294	73.278	61.192
B	66.768	60.673	62.573	63.491	66.462	76.385	77.988	76.080	76.555	88.770
C	293.874	229.811	248.797	180.250	151.829	152.846	99.818	98.481	82.041	72.452
D	35.069	33.869	29.791	30.848	9.080	15.903	10.098	10.626	10.112	8.751
E	693.480	728.154	952.030	998.095	759.521	621.321	489.579	481.491	430.880	405.796
F	242.201	248.541	270.238	274.942	267.739	231.556	185.608	174.967	160.447	156.145
G	4.469	4.521	2.942	3.063	2.617	2.847	2.584	2.562	2.590	2.481
H	24.119	24.642	23.514	25.049	25.974	25.692	21.796	30.282	27.444	24.987
<b>TOTALE</b>	<b>1.688.010</b>	<b>1.746.599</b>	<b>2.047.255</b>	<b>1.920.049</b>	<b>1.455.824</b>	<b>1.244.272</b>	<b>968.796</b>	<b>949.784</b>	<b>863.347</b>	<b>820.574</b>
<b>NH<sub>3</sub></b>										
A	120	124	147	106	122	204	181	200	216	201
B	227	219	463	612	612	630	802	813	931	1.717
C	78	61	68	81	88	3.458	1.197	1.320	1.019	964
D	1.086	1.048	759	448	349	532	483	359	529	372
E	494	554	739	5.037	19.676	15.009	9.255	8.713	7.303	7.097
F	33	34	37	37	37	37	33	32	30	30
G	5.653	7.025	7.763	8.106	9.242	8.440	7.299	7.045	6.953	6.103
H	467.565	477.720	461.300	437.252	423.077	392.829	368.506	383.089	397.694	385.745
<b>TOTALE</b>	<b>475.255</b>	<b>486.785</b>	<b>471.276</b>	<b>451.680</b>	<b>453.203</b>	<b>421.139</b>	<b>387.757</b>	<b>401.571</b>	<b>414.675</b>	<b>402.230</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**  
A: Combustione energia e industria di trasformazione; B: Combustione non industriale; C: Combustione industriale; D: Processi produttivi; E: Trasporti stradali; F: Altre sorgenti mobili; G: Trattamento smaltimento rifiuti; H: Agricoltura

**Tabella 7.10: Emissioni di sostanze acidificanti in equivalente acido**

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
ktH+/a										
SOx	108,15	64,43	56,25	41,46	23,55	12,70	6,71	6,07	5,46	4,53
NOx	36,70	37,97	44,51	41,74	31,65	27,05	21,06	20,65	18,77	17,84
NH <sub>3</sub>	27,95	28,63	27,72	26,57	26,66	24,77	22,81	23,62	24,39	23,66
<b>TOTALE</b>	<b>172,81</b>	<b>131,03</b>	<b>128,48</b>	<b>109,77</b>	<b>81,86</b>	<b>64,53</b>	<b>50,58</b>	<b>50,34</b>	<b>48,62</b>	<b>46,03</b>

Fonte: ISPRA

**Nota:**  
Fattore di conversione in equivalenti acidi (H+/kg): SOx=31,25; NOx=21,74; NH<sub>3</sub>=58,82

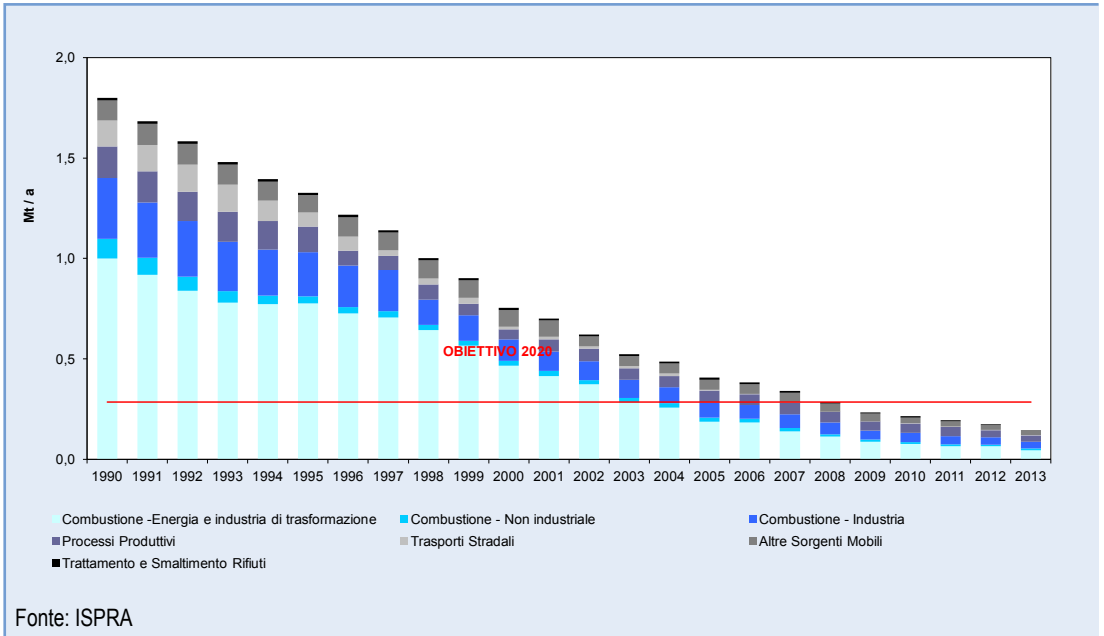


Figura 7.6: Emissioni nazionali di zolfo (SOx)

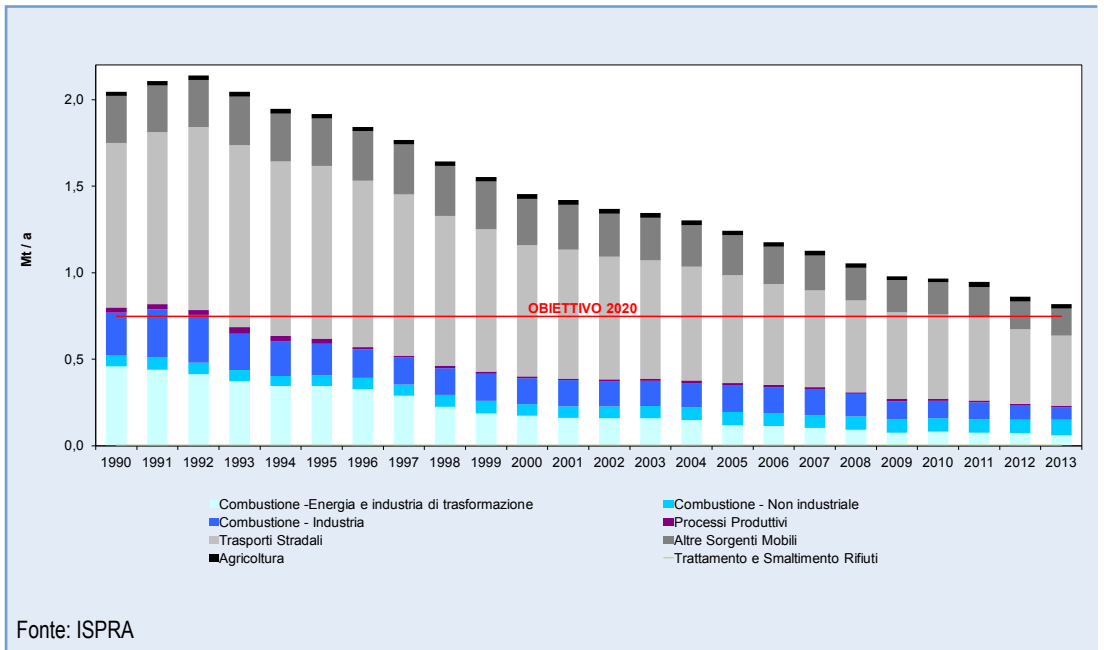
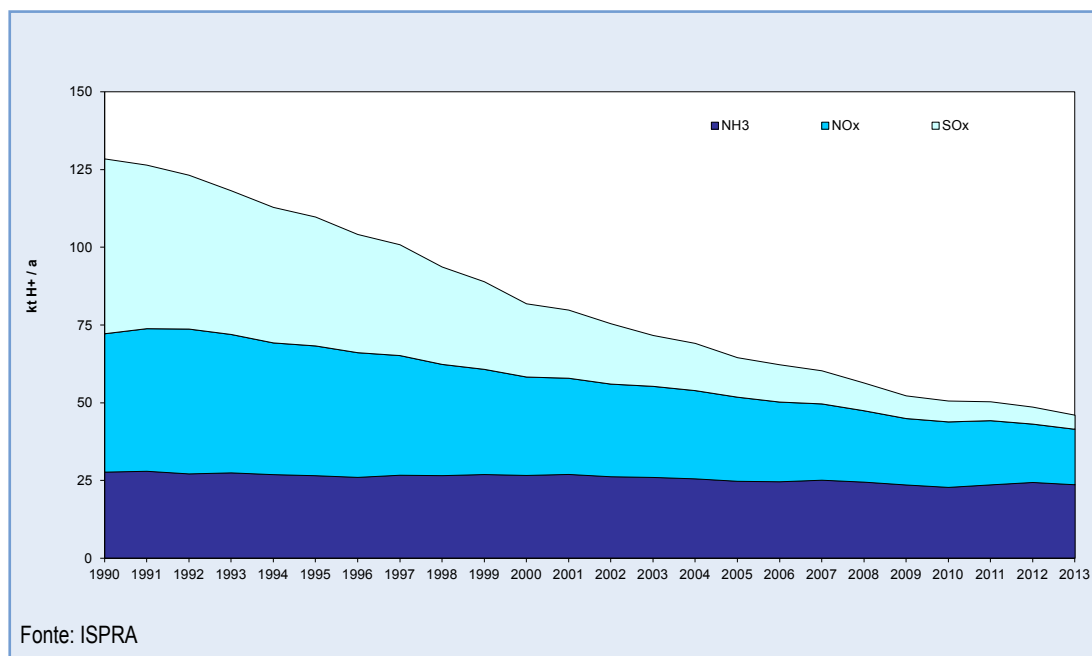


Figura 7.7: Emissioni nazionali di Azoto (NOx)



**Figura 7.8: Emissioni nazionali di Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)**



**Figura 7.9: Emissioni nazionali complessive di ossidi di zolfo (SOx), ossidi di Azoto (NOx) e ammoniaca (NH<sub>3</sub>)**





## DESCRIZIONE

La stima delle emissioni avviene secondo la metodologia indicata dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *Air pollutant emission inventory guidebook*, 2013). Il problema dell'ozono troposferico riveste notevole importanza sia nell'ambiente urbano, dove si verificano episodi acuti di inquinamento, sia nell'ambiente rurale, dove si riscontra un impatto sulle coltivazioni. Le emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e di composti organici volatili non metanici (COVNM), precursori dell'ozono troposferico, hanno anche una rilevanza transfrontaliera per fenomeni di trasporto a lunga distanza. La formazione dell'ozono avviene attraverso reazioni fotochimiche, che si verificano in concomitanza di condizioni meteorologiche tipiche del periodo estivo. L'ozono ha un elevato potere ossidante e determina effetti dannosi sulla popolazione, sull'ecosistema e sui beni storico-artistici. Le fonti principali di questi inquinanti sono i trasporti e altri processi di combustione, oltre che l'uso di solventi per quanto riguarda i COVNM.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Le stime delle emissioni dei precursori di ozono troposferico hanno consentito di monitorare i Protocolli di riduzione delle emissioni nell'ambito della Convenzione sull'inquinamento transfrontaliero; inoltre, sono alla base del Protocollo di Göteborg e della Direttiva NEC. Tali stime, realizzate a livello nazionale, sono calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità e completezza richieste dalla metodologia di riferimento.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Gli obiettivi fissati dal Protocollo di Göteborg (*Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone*, in vigore dal

2005 ed emendato nel 2012), nell'ambito della Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (CLRTAP), sono da rispettare a partire da 2020 (anno base: 2005): NO<sub>x</sub>: riduzione del 40%; COV: riduzione del 35%. In attesa della conclusione del negoziato per l'aggiornamento della Direttiva NEC (2001/81/CE), i limiti nazionali di emissione restano quelli fissati dal D.Lgs. 171/04, che recepisce la Direttiva NEC e che ha come riferimento l'anno 2010: NO<sub>x</sub> = 990 kt; COV = 1.159 kt.

## STATO E TREND

Le emissioni di NO<sub>x</sub> e di COVNM diminuiscono costantemente dall'inizio degli anni 90. Nel periodo 1992-2013 le emissioni dei precursori dell'ozono troposferico registrano una riduzione di quasi il 60%, soprattutto grazie alla forte riduzione delle emissioni nei due settori dei trasporti; questa riduzione permette ai due composti di questo tema ambientale di essere in linea con gli obiettivi stabiliti dalla normativa europea sin dal 2007 (COVNM) e dal 2009 (NO<sub>x</sub>). Il settore del trasporto stradale emette in modo costante circa la metà delle emissioni di ossidi di azoto dal 1990; a partire dal 1993 il *trend* crescente di queste emissioni si inverte e si riducono a fine periodo nel 2013 di oltre la metà (Tabella 7.11 e Figura 7.11). Le emissioni di NO<sub>x</sub> delle modalità di trasporto diverse da quello stradale tendono a crescere fino al 1998 per poi ridursi di circa il 50% nel periodo 1998-2013 e mantengono comunque dal 1998 una quota costante, in media, del 19% del totale delle emissioni. L'altro settore chiave per questa sostanza è quello della combustione per la produzione di energia e dell'industria di trasformazione che dal 1990 al 2013 riduce le emissioni dell'87% e riduce progressivamente il suo peso sul totale da valori intorno al 20% fino ai primi anni 90, al 7% nel 2013. Per quanto riguarda le emissioni degli altri settori della combustione, industriale e non industriale, solo quelle della combustione industriale decrescono in maniera significativa, mentre quelle della combustione non industriale sono in crescita costante dal 1994; i due settori della combustione pesano complessivamente per circa il 19,6% del

totale nel 2013. Le emissioni di COVNM mostrano che il settore dei trasporti stradali, che fino alla metà degli anni 90 ha avuto un peso pari a circa la metà delle emissioni totali prodotte, nel 2013 contribuisce al 18,7% delle emissioni; inoltre, il loro andamento denota una costante decrescita dal 1993 al 2013 (-83%). Le emissioni derivanti dall'uso di solventi sono cresciute di peso rispetto a quelle degli altri settori, fino a raggiungere oltre il 40% dal 2005 in poi; nel periodo 1992-2013 queste emissioni però subiscono una costante diminuzione (-41,4%). Il settore delle altre sorgenti mobili conserva stabilmente una quota media di circa il 10% sul totale dal 1990 al 2010 e tale quota si riduce al 6% nel 2013; le emissioni delle altre sorgenti mobili decrescono del 71,1% dal 1996 al 2013. Nel 2013, inoltre, le emissioni di COVNM che derivano dalla combustione non industriale sono in forte crescita e raggiungono dal 2009 una quota sul totale superiore al 10%, che si attesta nel 2013 al 22,4%. Invece, quelle derivanti dai processi produttivi, nonostante si riducano, mostrano una quota sul totale costante dal 2004 di circa il 6% (Tabella 7.11 e Figura 7.10).

## **COMMENTI A TABELLE E FIGURE**

I dati di emissione riportati costituiscono la fonte ufficiale di riferimento per la verifica degli impegni assunti a livello internazionale, in ragione del ruolo di ISPRA di responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Le emissioni nazionali sono disaggregate secondo la nomenclatura delle attività SNAP 97 adottata dalla metodologia EMEP/EEA (*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013*). Nei totali non vengono conteggiate le emissioni da sorgenti naturali (altre sorgenti di emissione e assorbimenti) conformemente alla classificazione adottata nella stima delle emissioni dell'inventario. Per garantire consistenza e compatibilità dell'inventario, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. In particolare, l'aggiornamento del procedimento di stima delle emissioni da trasporto stradale ha comportato la revisione dell'intera serie dei dati, spiegando così le differenze riscontrabili rispetto alla precedente edizione. Le Tabelle e Figure illustrano l'andamento delle emissioni nazionali di NOx e COVNM sia a livello settoriale sia complessivo.

**Tabella 7.11: Emissioni sostanze precursori dell'ozono**

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
kt/a										
<b>NOx</b>										
A	328	416	457	344	173	118	81	75	73	61
B	67	61	63	63	66	76	78	76	77	89
C	294	230	249	180	152	153	100	98	82	72
D	35	34	30	31	9	16	10	11	10	9
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	693	728	952	998	760	621	490	481	431	406
H	242	249	270	275	268	232	186	175	160	156
I	4	5	3	3	3	3	3	3	3	2
L	24	25	24	25	26	26	22	30	27	25
<b>TOTALE</b>	<b>1.688</b>	<b>1.747</b>	<b>2.047</b>	<b>1.920</b>	<b>1.456</b>	<b>1.244</b>	<b>969</b>	<b>950</b>	<b>863</b>	<b>821</b>
<b>COVNM</b>										
A	12,9	10,8	7,6	7,4	6,3	5,6	4,8	4,6	4,4	3,6
B	27,4	25,7	49,6	68,2	74,8	88,2	115,3	111,5	121,0	203,2
C	8,8	6,9	7,3	8,1	8,2	8,0	6,5	6,6	6,4	6,5
D	107,0	103,3	102,4	93,9	79,6	84,1	68,3	64,6	58,1	51,4
E	67,4	74,7	90,9	103,7	56,5	53,9	49,1	43,7	45,2	41,5
F	546,5	533,1	604,2	555,4	491,7	476,6	389,6	398,2	373,6	363,9
G	944,1	777,0	871,1	937,7	635,7	387,6	209,7	201,7	184,7	168,9
H	171,6	184,5	187,3	183,7	154,6	122,3	85,2	74,8	55,2	54,1
I	12,4	16,3	14,4	15,0	15,0	14,6	12,6	12,3	12,5	11,3
L	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
<b>TOTALE</b>	<b>1.899,4</b>	<b>1.734,7</b>	<b>1.936,0</b>	<b>1.974,4</b>	<b>1.523,5</b>	<b>1.242,1</b>	<b>942,2</b>	<b>919,3</b>	<b>862,2</b>	<b>905,5</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

A: Combustione Energia e Industria di trasformazione; B: Combustione non industriale; C: Combustione Industriale; D: Processi produttivi; E: Estrazione e Distribuzione di combustibili fossili/geotermia; F: Uso di solventi; G: Trasporti stradali; H: Altre sorgenti mobili; I: Trattamento smaltimento rifiuti; L: Agricoltura.

**Tabella 7.12: Emissioni di sostanze precursori dell'ozono in equivalente di formazione dell'ozono troposferico**

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
MtTOFP/a										
NOx	2,32	2,12	2,36	2,41	1,86	1,52	1,15	1,12	1,05	1,10
COVNM	1,69	1,75	2,05	1,92	1,46	1,24	0,97	0,95	0,86	0,82
<b>TOTALE</b>	<b>4,01</b>	<b>3,86</b>	<b>4,41</b>	<b>4,33</b>	<b>3,31</b>	<b>2,76</b>	<b>2,12</b>	<b>2,07</b>	<b>1,92</b>	<b>1,93</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

Fattore di conversione in TOFP: NOx =1,22; COVNM=1

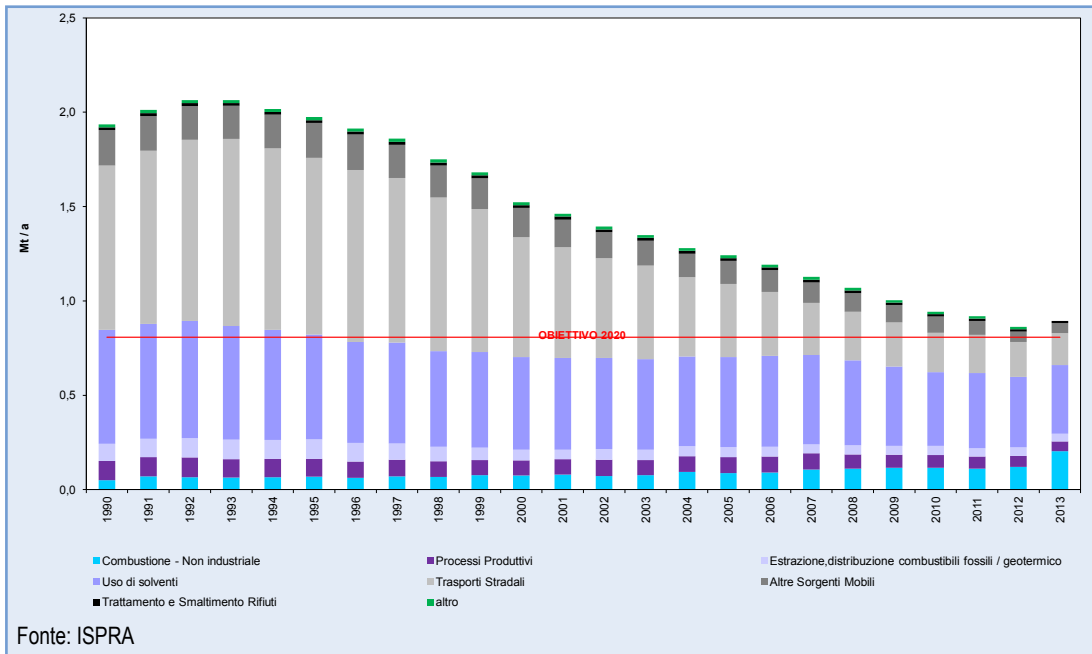


Figura 7.10: Emissioni nazionali settoriali di composti organici volatili non metanici (COVNM)

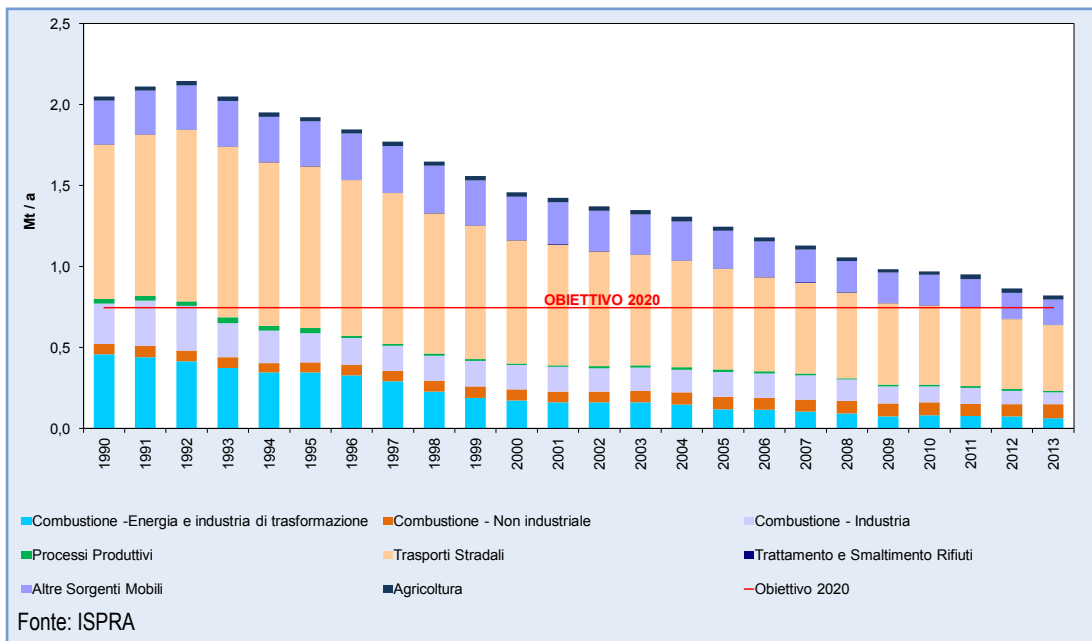
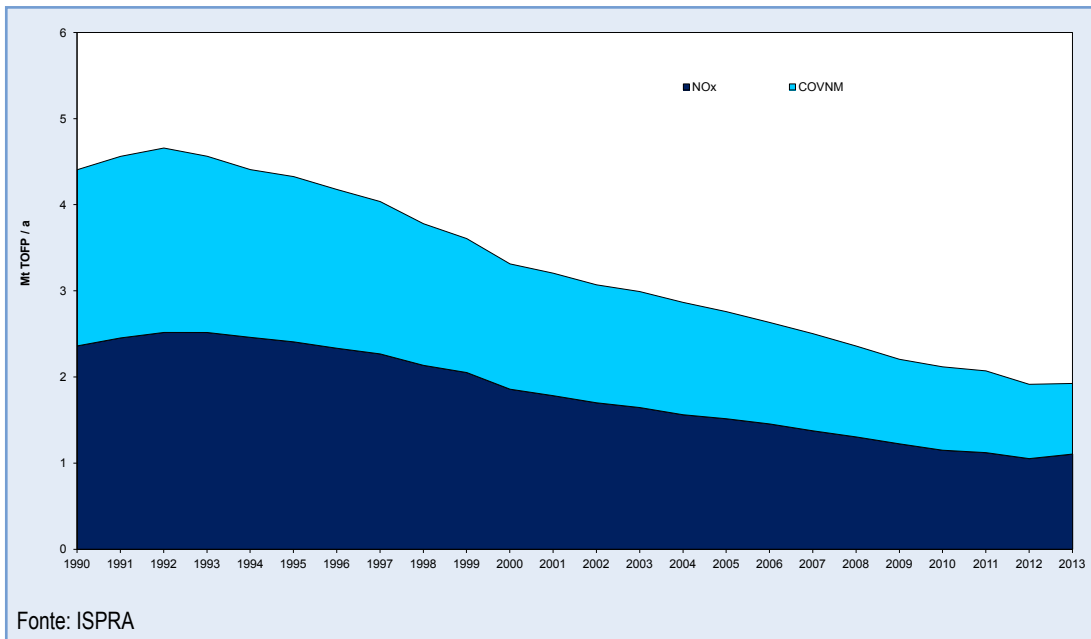


Figura 7.11: Emissioni nazionali settoriali di ossidi di azoto (NOx)



**Figura 7.12: Emissioni nazionali complessive di ossidi di azoto e composti organici volatili non metanici**

# EMISSIONI DI PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>): TREND E DISAGGREGAZIONE SETTORIALE

## DESCRIZIONE

Le polveri di dimensione inferiore a 10 µm hanno origine sia naturale sia antropica. L'origine naturale è da ricondurre all'erosione dei suoli, all'aerosol marino, alla produzione di aerosol biogenico (frammenti vegetali, pollini, spore), alle emissioni vulcaniche e al trasporto a lunga distanza di sabbia. Una parte consistente delle polveri presenti in atmosfera ha origine secondaria, ed è dovuta alla reazione di composti gassosi quali ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca e composti organici. Inoltre, tra i costituenti delle polveri rientrano composti quali idrocarburi policiclici aromatici e metalli pesanti. Le polveri, soprattutto nella loro frazione dimensionale minore, hanno una notevole rilevanza sanitaria per l'alta capacità di penetrazione nelle vie respiratorie. Le stime effettuate sono relative solo alle emissioni di origine primaria, mentre non sono calcolate quelle di origine secondaria, così come quelle dovute alla risospensione delle polveri depositatesi al suolo.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Le stime delle emissioni di PM<sub>10</sub> sono rilevanti per il monitoraggio dell'efficacia delle normative di riduzione delle emissioni con particolare attenzione alle aree urbane. Sono calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità e completezza richieste dalla metodologia di riferimento. Sono realizzate a livello nazionale e disaggregate a livello spaziale tenendo in considerazione le specificità regionali di produzione e di emissioni. Un ulteriore miglioramento potrà derivare dall'individuazione di ulteriori potenziali sorgenti emissive al momento non incluse nella metodologia di stima.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Numerose normative limitano le emissioni di tale sostanza in determinati settori, in particolare nei

trasporti stradali e nell'industria. Per quanto riguarda le sorgenti stazionarie, la Direttiva 2010/75/UE indica i valori limite di emissione di particolato per combustibili solidi, liquidi e gassosi nei grandi impianti di combustione. Per le sorgenti mobili, i provvedimenti più recenti in merito alle emissioni di materiale particolato derivano dal Regolamento CE 715/2007 relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 5 ed Euro 6) e dal Regolamento CE 595/2009 relativo all'omologazione dei veicoli a motore e dei motori riguardo alle emissioni dei veicoli pesanti (euro VI).

## STATO E TREND

Le emissioni nazionali di PM<sub>10</sub> si riducono nel periodo 1990-2013 del 17%. Il settore del trasporto stradale presenta una riduzione nel periodo pari al 55,7% e contribuisce alle emissioni totali con una quota emissiva del 12,2% nel 2013. Le emissioni provenienti dalla combustione non industriale rappresentano nel 2013 il settore più importante con il 59,5% delle emissioni totali; dal 1990 al 2013 le emissioni di questo settore sono più che triplicate. Gli altri processi di combustione presentano, nel medesimo periodo, rilevanti riduzioni delle emissioni di particolato. In particolare, le emissioni nei processi di combustione per la produzione di energia e nell'industria di trasformazione decrescono del 96,7%; va notato che questo settore pesa sempre meno sul totale negli ultimi anni (poco meno dell'1% nel 2013), contro circa il 18% fino a metà degli anni 90. I processi di combustione nell'industria riducono le proprie emissioni del 77%, con un peso sul totale delle emissioni pari al 3,4% nel 2013. Nel 2013 le emissioni dalle attività agricole, dai processi produttivi e dalle altre sorgenti mobili pesano rispettivamente il 9,9%, il 6,4% e il 6,1% sul totale; ma solo quelle dai processi produttivi e dalle altre sorgenti mobili hanno una significativa riduzione dal 1990, mentre le emissioni dall'agricoltura mostrano un andamento in crescita dal 1990 al 2013 (+7,2%). Le emissioni legate al trattamento e allo smaltimento dei rifiuti hanno mantenuto pressoché stabile a partire dal 1990 sia il la quota sul totale delle emissioni di particolato, sia l'andamento (Tabella 7.13).

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati di emissione riportati costituiscono la fonte ufficiale di riferimento per la verifica degli impegni assunti a livello internazionale, in ragione del ruolo di ISPRA di responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Le emissioni nazionali sono disaggregate secondo la nomenclatura delle attività SNAP97 adottata dalla metodologia dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* – 2013). Nei totali non vengono conteggiate le emissioni da sorgenti naturali (altre sorgenti di emissione e assorbimenti) conformemente alla nuova classificazione adottata nella stima delle emissioni dell'inventario. Per garantire consistenza e compatibilità dell'inventario, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. In particolare, l'aggiornamento del procedimento di stima delle emissioni da trasporto stradale ha comportato la revisione dell'intera serie dei dati, spiegando così le differenze riscontrabili rispetto alla precedente edizione. La serie storica delle emissioni nazionali per settore viene riportata nella Tabella 7.13 e nella Figura 7.13.

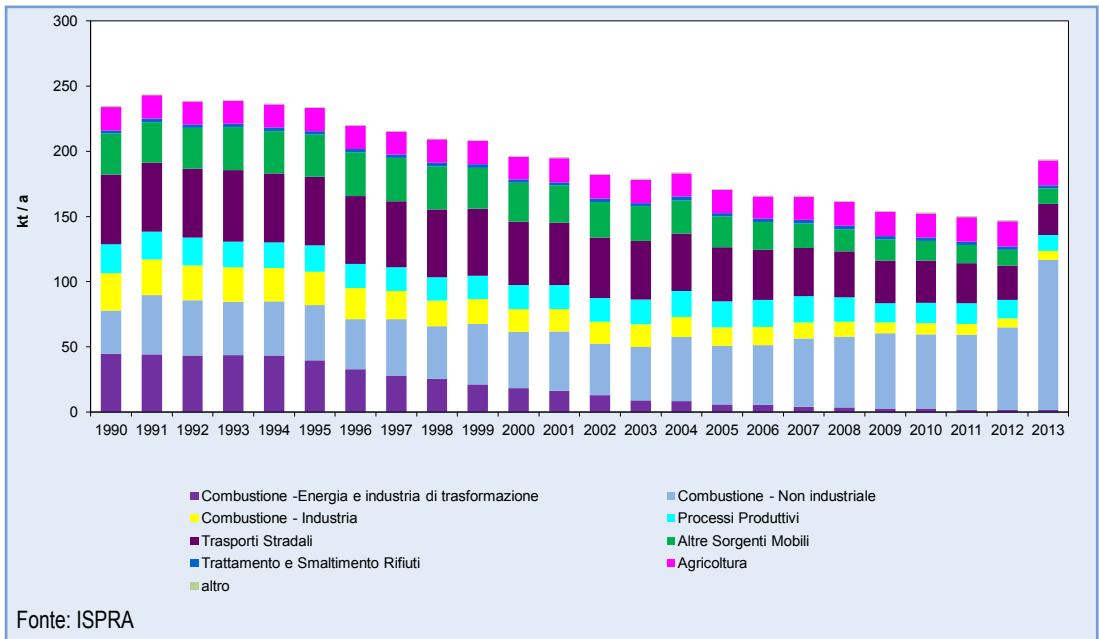
**Tabella 7.13: Emissioni di PM<sub>10</sub>**

Macrosettori	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	kt/a							
A	44,84	39,60	18,42	5,87	2,85	1,78	1,96	1,49
B	32,96	42,43	43,23	44,98	56,88	57,45	63,17	115,33
C	28,79	25,63	17,31	14,06	8,35	8,31	6,82	6,62
D	22,06	20,22	18,52	19,92	15,72	15,89	14,20	12,46
E	0,68	0,59	0,57	0,76	0,69	0,77	0,80	0,66
F	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G	53,54	52,40	48,65	41,43	32,25	30,78	26,02	23,73
H	31,58	32,65	29,88	23,74	15,23	13,91	12,34	11,89
I	2,31	2,55	2,45	2,68	2,55	2,54	2,54	2,43
L	17,81	17,75	17,25	17,67	18,53	18,74	19,26	19,09
<b>TOTALE</b>	<b>234,6</b>	<b>233,8</b>	<b>196,3</b>	<b>171,1</b>	<b>153,1</b>	<b>150,2</b>	<b>147,1</b>	<b>193,7</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

A: Combustione energia e industria di trasformazione; B: Combustione non industriale; C: Combustione industriale; D: Processi produttivi; E: Estrazione distribuzione combustibili fossili/geotermia; F: Uso di solventi; G: Trasporti stradali; H: Altre sorgenti mobili; I: Trattamento smaltimento rifiuti; L: Agricoltura



**Figura 7.13: Emissioni nazionali di PM<sub>10</sub> secondo la disaggregazione settoriale**



# EMISSIONI DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO): TREND E DISAGGREGAZIONE SETTORIALE



## DESCRIZIONE

La quantificazione delle emissioni a livello nazionale avviene attraverso opportuni processi di stima secondo la metodologia dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *Air pollutant emission inventory guidebook*, 2013). Il monossido di carbonio si forma durante i processi di combustione quando questa è incompleta per difetto di ossigeno. Le emissioni derivano in gran parte dagli autoveicoli e dagli impianti di combustione non industriale e in quantità minore dagli altri settori: dall'industria (impianti siderurgici e raffinerie di petrolio), dal trattamento e smaltimento rifiuti, dai processi produttivi e dalle centrali termoelettriche.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Le stime delle emissioni di monossido di carbonio sono rilevanti per il monitoraggio dell'efficacia delle normative di riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti e nell'industria. Sono calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità e completezza richieste dalla metodologia di riferimento.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Numerose normative limitano le emissioni di tale sostanza in determinati settori, in particolare nei trasporti stradali e nell'industria. La Direttiva 98/77/CE è relativa alle misure da adottare per ridurre le emissioni dei veicoli a motore e la 97/68/CE attiene all'emissione di inquinanti gassosi e particolato. La normativa nazionale di riferimento è il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale).

## STATO E TREND

Complessivamente le emissioni di monossido di carbonio risultano in diminuzione, soprattutto

a partire dai primi anni 90 (-63% tra il 1990 e il 2013). Questo andamento è dovuto in gran parte all'evoluzione delle emissioni del settore del trasporto stradale, che cessano di crescere dal 1994 (dato non in tabella), e si riducono tra il 1990 e il 2013 dell'89,2%, grazie soprattutto al rinnovo del parco veicolare; negli anni 80 e 90 questo settore ha contato in media per circa tre quarti del totale delle emissioni di CO, per poi ridursi al 22,7% nel 2013. La riduzione della quota di emissioni attribuibile a questa modalità di trasporto è stata compensata dalla crescita delle emissioni dei processi della combustione non industriale sia per quanto riguarda la quota sul totale di questo settore (mai oltre il 10% fino al 1998, per poi raggiungere la quota del 59% nel 2013) sia per l'andamento delle emissioni, notevolmente aumentate dal 1980 al 2013 (oltre il 480%); bisogna notare comunque che il picco, nel 2013, è dovuto alla considerevole crescita del consumo di legna ad uso riscaldamento in conseguenza di una revisione del dato stesso di consumo, revisione non applicata ancora a tutta la serie storica. Nel 2013 gli altri settori rilevanti per il loro peso sul totale sono i trasporti diversi da quello stradale e i processi di combustione in ambito industriale, che contribuiscono sul totale delle emissioni con il 7,2% e il 4,5%, rispettivamente. Per quanto riguarda l'andamento delle emissioni di CO di questi due settori, le emissioni dalle altre sorgenti mobili e quelle che derivano dal settore della combustione industriale si riducono dal 1990 rispettivamente del 67,4% e del 62,4%.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati di emissione riportati costituiscono la fonte ufficiale di riferimento per la verifica degli impegni assunti a livello internazionale, in ragione del ruolo di ISPRA di responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Per garantire consistenza e compatibilità dell'inventario, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. Le emissioni nazionali sono disaggregate secondo la nomenclatura delle attività SNAP97

adottata dalla metodologia dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* – 2013). Nei totali non vengono conteggiate le emissioni da sorgenti naturali (altre sorgenti di emissione e assorbimenti) conformemente alla nuova classificazione adottata nella stima delle emissioni dell'inventario. La Tabella 7.14 riporta i dati della serie storica delle emissioni settoriali, mentre la Figura 7.14 ne illustra l'andamento negli anni.

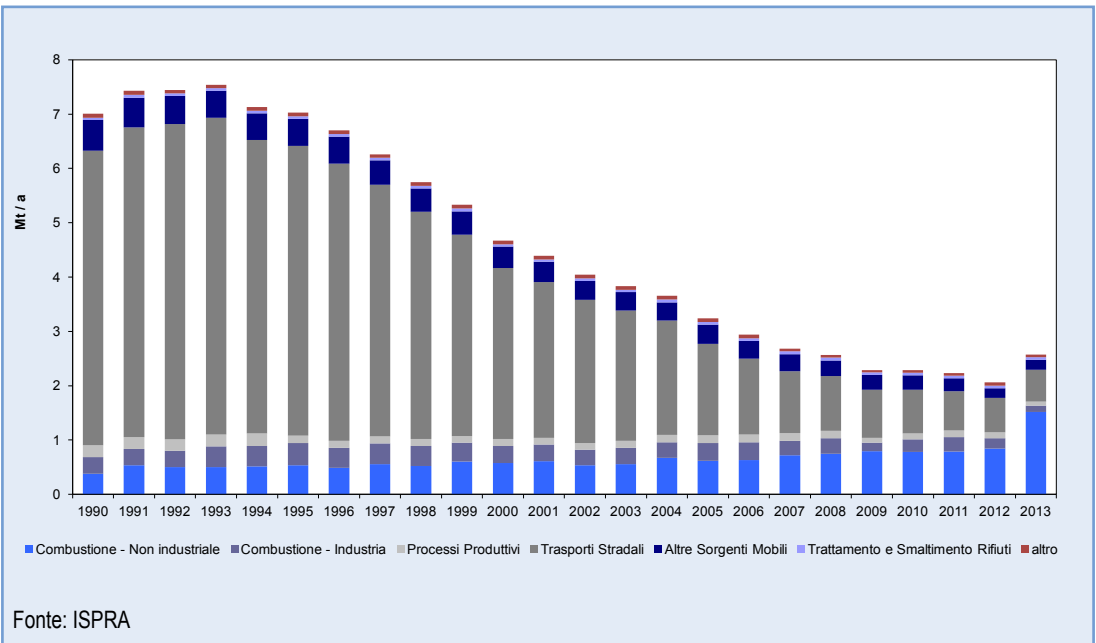
**Tabella 7.14: Emissioni di CO**

Macrosettori	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	K t / a									
A	31	31	59	54	56	54	34	33	51	37
B	260	224	377	532	576	616	783	790	841	1.518
C	405	316	306	411	313	326	233	265	191	115
D	237	229	224	140	129	144	105	118	108	76
E	5.174	5.433	5.422	5.329	3.145	1.687	807	728	632	584
F	538	553	567	503	396	348	263	236	178	185
G	53	54	41	47	45	50	47	47	48	45
H	15	15	12	12	12	13	12	12	13	12
<b>TOTALE</b>	<b>6.713</b>	<b>6.855</b>	<b>7.007</b>	<b>7.029</b>	<b>4.672</b>	<b>3.239</b>	<b>2.283</b>	<b>2.229</b>	<b>2.062</b>	<b>2.571</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

A: Combustione energia e industria di trasformazione; B: Combustione non industriale; C: Combustione industriale; D: Processi produttivi; E: Trasporti stradali; F: Altre sorgenti mobili; G: Trattamento smaltimento rifiuti; H: Agricoltura



Fonte: ISPRA

**Figura 7.14: Emissioni nazionali di monossido di carbonio (CO) secondo la disaggregazione settoriale**

# EMISSIONI DI BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>): TREND E DISAGGREGAZIONE SETTORIALE

## DESCRIZIONE

La valutazione delle emissioni avviene attraverso opportuni processi di stima, basati sulla metodologia dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook*, 2013). Le emissioni di benzene derivano principalmente dall'uso della benzina nei trasporti; in secondo luogo da alcuni processi produttivi e dall'uso di solventi; infine un contributo minimo alle emissioni viene apportato dai sistemi di stoccaggio e distribuzione dei carburanti (stazioni di servizio, depositi). Per quanto riguarda i trasporti stradali, la maggior parte di questo inquinante (circa il 98%) ha origine allo scarico dei veicoli, dove il benzene è presente sia come incombusto, sia come prodotto di trasformazioni chimico-fisiche di idrocarburi aromatici presenti nella benzina. Una parte (2%) deriva, invece, dalle emissioni evaporative dal serbatoio e dal carburatore anche durante la sosta. L'alto indice di motorizzazione dei centri urbani e l'accertata cancerogenicità fanno del benzene uno dei più importanti inquinanti nelle aree metropolitane.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Le stime delle emissioni di benzene sono rilevanti per il monitoraggio dell'efficacia delle normative di riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti. Sono calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità e completezza richieste dalla metodologia di riferimento.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

In Italia la Legge 413/1997 ha imposto quantitativi massimi di benzene e di idrocarburi aromatici totali nelle benzine con e senza piombo pari, rispettivamente, all'1% e al 40% in volume (v/v).

## STATO E TREND

Le emissioni di benzene sono diminuite dal 1990 al 2013 dell'89,6%. A tale andamento hanno contribuito principalmente le due componenti del settore dei trasporti, *road e off-road*. In particolare, le emissioni del trasporto stradale, che rappresentano nel 2013 il 44% del totale (era il 76% nel 1990), sono diminuite di oltre il 90% lungo l'intero periodo 1990-2013; l'altra componente, le emissioni derivanti dal trasporto non stradale, la cui quota sul totale è pari al 16% nel 2013 (15% nel 1990), si riduce dell'88,7% tra il 1990 e il 2013. Va inoltre notato che nel medesimo periodo, le emissioni legate ai processi produttivi si riducono del 68,9%, mentre quelle derivanti dall'uso di solventi registrano una flessione del 14,3%. Questo accade nonostante i settori "Processi Produttivi" e "Uso di solventi" incrementino le loro quote sul totale, rispettivamente con un peso pari al 15% e al 25%. Le riduzioni complessive conseguite dal benzene derivano sia dalla diminuzione del benzene nei combustibili nel corso degli anni novanta, sia dal rinnovo del parco autovetture e della conseguente riduzione delle emissioni di COVNM.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Tabella 7.15 e la Figura 7.15 evidenziano l'andamento decrescente dal 1990 al 2013 delle emissioni nazionali di benzene, distintamente per il macrosettore del trasporto - quello stradale e delle altre sorgenti mobili - e dei processi produttivi. Con cadenza annuale la serie storica dei dati nazionali viene aggiornata e, qualora si disponga di informazioni più accurate, vengono rivisti e modificati anche i valori relativi agli anni passati.

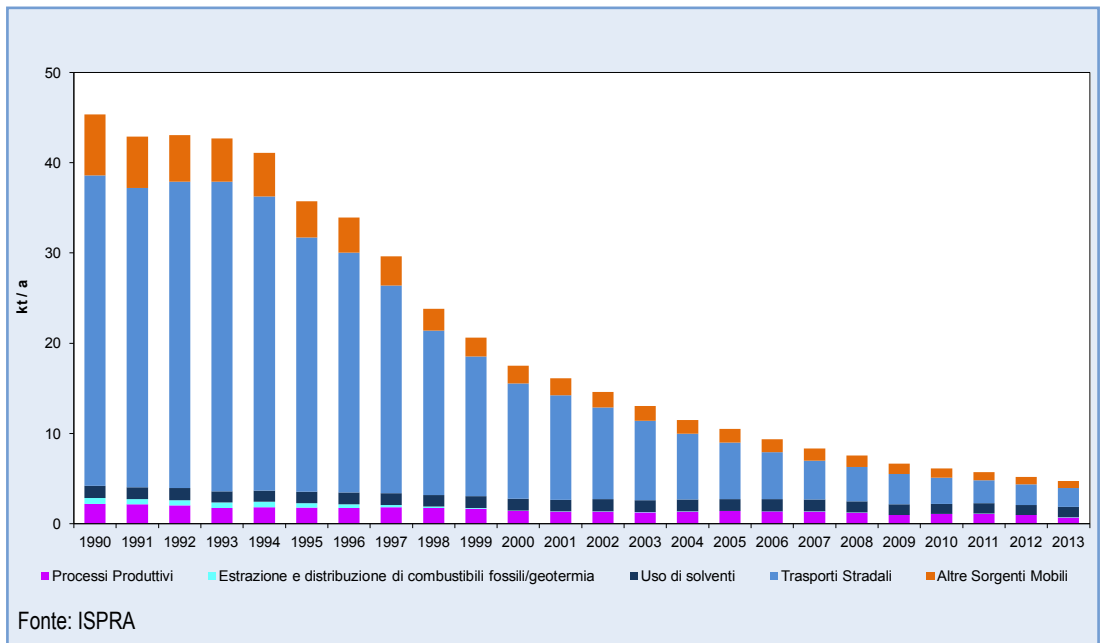
**Tabella 7.15: Emissioni di benzene 1990 -2013**

Macrosettori	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	t/a							
A	2.210	1.780	1.410	1.397	1.074	1.099	944	688
B	639	472	51	34	23	22	22	20
C	1.353	1.293	1.291	1.297	1.112	1.169	1.106	1.159
D	34.394	28.167	12.789	6.266	2.878	2.510	2.301	2.088
E	6.769	4.028	1.965	1.514	1.041	931	787	768
<b>TOTALE</b>	<b>45.364</b>	<b>35.740</b>	<b>17.505</b>	<b>10.508</b>	<b>6.128</b>	<b>5.730</b>	<b>5.159</b>	<b>4.724</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

A: Processi produttivi; B: Estrazione e distribuzione di combustibili fossili/geotermia; C: Uso di solventi; D: Trasporti stradali; E: Altre sorgenti mobili



**Figura 7.15: Emissioni nazionali di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) secondo la disaggregazione settoriale**

# EMISSIONI DI COMPOSTI ORGANICI PERSISTENTI (IPA, DIOSSINE E FURANI): TREND E DISAGGREGAZIONE SETTORIALE

## DESCRIZIONE

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), le diossine e i furani sono composti organici che derivano da attività di produzione energetica, impianti termici e processi industriali. Altre fonti importanti di emissione sono, per gli IPA il traffico e per le diossine e per i furani l'incenerimento di rifiuti organici. Gli IPA sono rilasciati in atmosfera anche da sorgenti naturali quali eruzioni vulcaniche, incendi boschivi e dall'attività di alcune specie di microrganismi. Questi gruppi di sostanze hanno rilevanza sanitaria per la loro tossicità e persistenza nell'ambiente (danno luogo a fenomeni di bioaccumulo) e, in quanto agenti cancerogeni di diversa intensità, sono infatti classificati dall'IARC come cancerogeni certi la 2,3,7,8 Tetraclorodibenzo-para-diossina, probabili gli IPA e possibili le diossine e i furani.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Le stime delle emissioni di composti organici persistenti sono necessarie per il monitoraggio del Protocollo di Aarhus nell'ambito della Convenzione sull'inquinamento transfrontaliero. Sono calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità e completezza richieste dalla metodologia di riferimento.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il Protocollo di Aarhus sugli inquinanti organici persistenti (1998), nell'ambito della Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (1979), indica come obiettivo la riduzione delle emissioni di diossine, furani e IPA al di sotto dei livelli raggiunti nel 1990 (o, in alternativa, ogni altro anno compreso tra il 1985 e il 1995).

## STATO E TREND

Nell'ambito del Protocollo di Aarhus, l'Italia ha l'impegno di ridurre le emissioni di IPA e di diossine e furani a livelli inferiori rispetto a quelli del 1990. L'obiettivo è stato conseguito da tutte le sostanze, ma con andamenti molto diversi. Per quanto riguarda le emissioni di diossine e furani, dal 1990 al 2013 presentano una costante riduzione (complessivamente decrescono del 41%), pur con l'esclusione del periodo 2003-2007 (Figura 7.16) in cui manifestano un andamento opposto. Nel 2013 le emissioni di diossine e furani derivano per il 19% dai processi di combustione nell'industria e per il 28% dai processi produttivi, per il 45% dai processi di combustione non industriali e per quote minori dal settore dei rifiuti (3%), dai processi di combustione per la produzione di energia (3%) e dal settore del trasporto stradale (2%). Una diminuzione marcata si osserva tra il 1995 e il 2003 e il 2008 e 2010 per l'uso di tecnologie di abbattimento nella principale industria nazionale di produzione dell'acciaio (Figura 7.16). Le emissioni di IPA mostrano nel 2013 un aumento complessivo rispetto al 1990 del 6% (Tabella 7.16). Tuttavia una scomposizione del periodo 1990-2013 mostra un andamento costante dal 1990 al 1999, una forte caduta tra il 1999 e il 2000 (-35,9%) e una ripresa della crescita a partire dal 2004 (Figura 7.16). Il brusco salto nella serie storica che si verifica nel 1999-2000 è da imputare principalmente ai miglioramenti tecnologici nei processi produttivi (acciaierie). Per contro, le emissioni del settore della combustione non industriale mostrano una forte e costante crescita lungo tutto il periodo, accentuata, nel 2013, da un forte aumento di consumo di legna ad uso riscaldamento in conseguenza di una revisione del dato stesso di consumo non applicato a tutta la serie storica. Questi due settori, la cui quota sul totale delle emissioni era nel 1990 rispettivamente pari a 56% e 18%, coprono nel 2013 rispettivamente il 12% e 73% delle emissioni di IPA totali.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati di emissione riportati costituiscono la fonte ufficiale di riferimento per la verifica degli impegni assunti a livello internazionale, in ragione del

ruolo di ISPRA di responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Le Tabelle 7.16 e 7.17 riportano le emissioni a livello settoriale rispettivamente di IPA (t/a) e diossine e furani (gI-Teq/a). La Figura 7.16 evidenzia i differenti andamenti delle due serie delle emissioni (calcolate come indici con base 1990=100). Per garantire la consistenza e compatibilità dell'inventario, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. Le emissioni nazionali sono disaggregate secondo la nomenclatura delle attività SNAP97 adottata dalla metodologia dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* – 2013). Nei totali non vengono conteggiate le emissioni da sorgenti naturali (eruzioni vulcaniche, incendi boschivi e attività di alcune specie di microrganismi) conformemente alla classificazione adottata nella stima delle emissioni dell'inventario delle emissioni in atmosfera.

**Tabella 7.16: Emissioni di IPA - idrocarburi policiclici aromatici**

IPA	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	t/a							
A	9,1	7,7	6,6	6,4	5,7	6,6	5,8	3,8
B	14,3	20,3	22,0	25,5	31,8	31,6	34,3	62,4
C	4,5	4,6	2,2	2,3	0,4	0,5	0,5	0,5
D	45,0	44,6	14,4	15,2	11,9	13,6	13,0	10,2
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G	1,8	1,9	2,0	2,5	2,8	2,8	2,5	2,4
H	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
I	5,9	6,6	6,3	7,0	6,6	6,6	6,6	6,3
<b>TOTALE</b>	<b>81,1</b>	<b>86,1</b>	<b>53,9</b>	<b>59,3</b>	<b>59,5</b>	<b>61,9</b>	<b>63,0</b>	<b>86,0</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

A: Combustione energia e industria di trasformazione; B: Combustione non industriale; C: Combustione industriale; D: Processi produttivi; F: Uso di solventi; G: Trasporti stradali; H: Altre sorgenti mobili; I: Trattamento smaltimento rifiuti

**Tabella 7.17: Emissioni di diossine e furani**

Diossine e Furani	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
	gI-Teq/a							
A	24,9	28,3	21,8	14,6	8,6	7,9	8,3	7,0
B	140,6	135,6	123,7	61,0	64,1	63,9	68,5	122,7
C	117,3	121,1	110,7	116,3	62,6	63,0	51,9	52,5
D	67,2	71,7	70,7	78,6	76,2	83,6	79,7	76,8
G	7,9	10,2	10,2	8,4	6,6	6,6	5,9	5,7
I	103,2	79,7	28,5	8,2	7,7	7,7	7,7	7,4
<b>TOTALE</b>	<b>461,1</b>	<b>446,6</b>	<b>365,7</b>	<b>287,1</b>	<b>225,8</b>	<b>232,6</b>	<b>222,1</b>	<b>271,9</b>

Fonte: ISPRA

**Legenda:**

A: Combustione energia e industria di trasformazione; B: Combustione non industriale; C: Combustione industriale; D: Processi produttivi; G: Trasporti stradali; I: Trattamento smaltimento rifiuti





**Figura 7.16: Trend delle emissioni nazionali di composti organici persistenti indicizzato al 1990**

## DESCRIZIONE

Le emissioni di metalli pesanti derivano in gran parte dalla combustione, sia industriale sia non industriale, dai processi produttivi e dal settore energetico. I metalli pesanti hanno una notevole rilevanza sanitaria in quanto persistono nell'ambiente dando luogo a fenomeni di bioaccumulo e sono, inoltre, riconosciuti come importanti agenti cancerogeni, tra questi l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il cromo (Cr) e il nichel (Ni) ricadono nella classe 1 (cancerogeni certi) dell'*International Agency for Research on Cancer*.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Le stime delle emissioni di metalli pesanti sono necessarie per il monitoraggio del Protocollo di Aarhus nell'ambito della Convenzione sull'inquinamento transfrontaliero. Sono calcolate in conformità alle caratteristiche di trasparenza, accuratezza, consistenza, comparabilità e completezza richieste dalla metodologia di riferimento.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il Protocollo di Aarhus sui metalli pesanti (1998), nell'ambito della Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza (1979), indica come obiettivo di riduzione per il cadmio (Cd), il mercurio (Hg) e il piombo (Pb) le emissioni del 1990 (o in alternativa ogni altro anno fra il 1985 e il 1995).

## STATO E TREND

Le emissioni di cadmio, mercurio e piombo sono in linea con gli obiettivi fissati a livello internazionale, essendosi ridotte rispetto ai valori del 1990 già nel periodo 1992-93 per il cadmio e nel 1990-91 per il mercurio e il piombo. Il cadmio presenta una diminuzione lungo l'intero periodo 1990-2013 (-36%)

dovuta soprattutto alla combustione industriale, che mostra nel 2013 una quota sul totale del 35%. La riduzione complessiva delle emissioni di mercurio (-30,7%) è dovuta principalmente ai processi produttivi e alla combustione industriale. L'abbattimento dei livelli emissivi di piombo è stato notevole, soprattutto grazie all'impiego di benzine verdi; va notato, infatti, che il settore del trasporto stradale, che ha contribuito, tra il 1990 e il 1999, in media per più dell'80% del totale delle emissioni di piombo, nel periodo 2002-2013 vede il suo peso decrescere a un valore medio inferiore al 5%. Per contro, il contributo proveniente dai settori dei processi produttivi, dalla combustione non industriale e, soprattutto, da quella industriale è cresciuto negli anni 2002-2013 fino a un valore medio di oltre il 90% delle emissioni totali di piombo. Per i metalli pesanti non compresi nel Protocollo di Aarhus, non sono ancora stati stabiliti limiti emissivi nazionali. Nel 2013 le emissioni di cromo sono in diminuzione rispetto ai livelli del 1990 del 50,5%. Le emissioni di rame crescono fino al 2008, per poi diminuire fino al 2013, con una riduzione complessiva periodo tra il 1990 e il 2013 dell'11,3%. Per quanto riguarda il nichel, le emissioni di questa sostanza decrescono del 75,5% a causa della caduta delle emissioni del settore della combustione non industriale nel periodo 2009-2010. Si riscontrano, invece, *trend* crescenti per le emissioni di arsenico (20,6%) e di selenio (6,6%); quelle di zinco diminuiscono alla fine del periodo 1990-2013 dell'8,2%, dopo aver mostrato forti oscillazioni alla fine del periodo.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati di emissione riportati costituiscono la fonte ufficiale di riferimento per la verifica degli impegni assunti a livello internazionale, in ragione del ruolo di ISPRA di responsabile della realizzazione annuale dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. Per garantire consistenza e compatibilità dell'inventario, l'aggiornamento annuale delle emissioni comporta la revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore informazione e dei più recenti sviluppi metodologici. Le emissioni nazionali sono disaggregate secondo la nomenclatura delle attività SNAP97 adottata dalla metodologia dell'Agenzia Eu-

ropea dell'Ambiente. La Tabella 7.18 riporta i dati di emissione per settore e anno, mentre la Figura 7.17 illustra le variazioni delle emissioni dei vari metalli pesanti negli anni, tramite i numeri indici calcolati assumendo che il valore relativo al 1990 sia pari a 100.

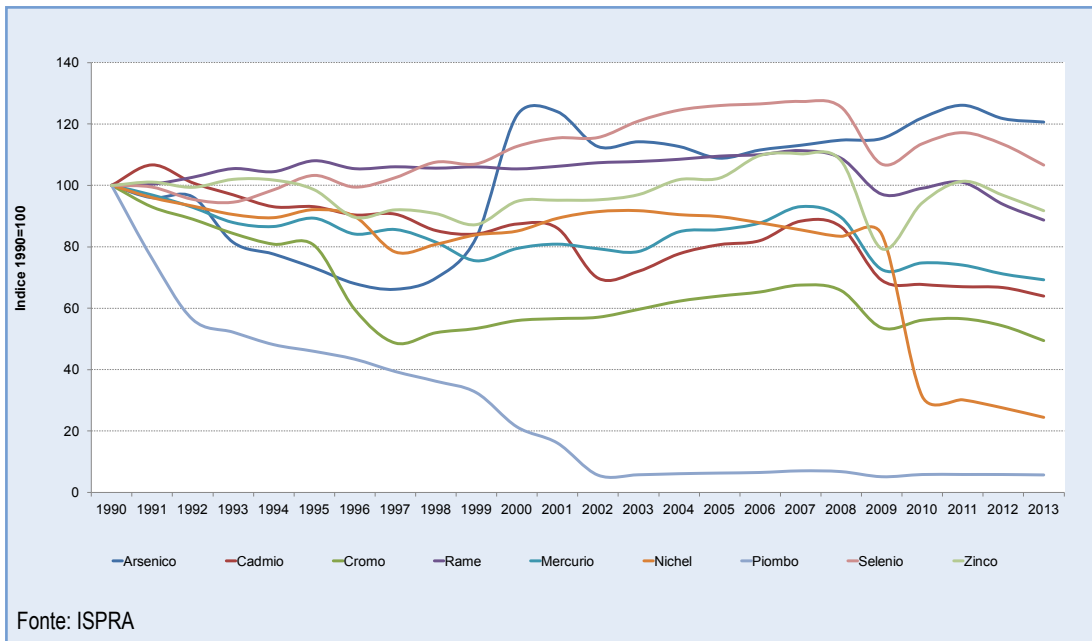
**Tabella 7.18: Emissioni di metalli pesanti**

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
t/a								
<b>Arsenico</b>								
A	4,5	3,0	2,9	4,1	3,5	3,8	4,1	3,8
B	1,3	0,7	0,8	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6
C	29,5	21,7	40,8	34,5	40,2	41,4	39,6	39,5
D	1,2	1,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
H	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
I	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>36,6</b>	<b>26,8</b>	<b>45,0</b>	<b>39,9</b>	<b>44,7</b>	<b>46,2</b>	<b>44,6</b>	<b>44,2</b>
<b>Cadmio</b>								
A	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
B	1,6	1,2	1,7	2,6	2,4	1,9	2,1	2,4
C	5,6	5,6	5,0	3,3	2,5	2,7	2,6	2,3
D	2,0	1,8	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,2
G	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>TOTALE</b>	<b>10,1</b>	<b>9,4</b>	<b>8,8</b>	<b>8,2</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,7</b>	<b>6,5</b>
<b>Cromo</b>								
A	40,6	25,6	15,9	20,4	18,5	18,3	17,4	14,6
B	2,9	2,0	2,9	4,7	4,4	3,5	4,0	4,6
C	33,3	30,4	17,0	16,8	13,1	13,5	12,9	12,0
D	9,8	10,3	9,9	10,9	9,9	11,0	10,4	9,3
G	4,6	5,1	5,3	5,6	5,4	5,4	4,9	4,8
H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
I	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
<b>TOTALE</b>	<b>92,0</b>	<b>74,0</b>	<b>51,5</b>	<b>58,8</b>	<b>51,6</b>	<b>52,1</b>	<b>49,9</b>	<b>45,5</b>
<b>Rame</b>								
A	7,5	6,7	6,5	6,2	4,8	4,6	4,6	3,8
B	2,6	2,7	4,0	6,1	4,0	3,3	3,7	4,7
C	29,1	29,3	26,2	26,1	20,3	22,6	22,0	17,8
D	9,3	9,9	6,4	7,1	6,5	7,2	6,8	6,2
G	86,5	97,5	99,6	103,1	98,9	99,4	90,1	87,7
H	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
I	0,9	0,8	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,4
<b>TOTALE</b>	<b>136,6</b>	<b>147,5</b>	<b>143,9</b>	<b>149,6</b>	<b>135,3</b>	<b>137,9</b>	<b>128,2</b>	<b>121,2</b>
<b>Mercurio</b>								
A	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,7
B	0,6	0,7	1,1	2,0	2,4	1,9	2,2	2,3
C	4,2	4,0	3,4	3,4	2,5	2,5	2,2	2,1
D	5,5	4,4	3,6	3,4	2,9	3,2	2,9	2,7
I	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>TOTALE</b>	<b>11,7</b>	<b>10,4</b>	<b>9,3</b>	<b>10,0</b>	<b>8,7</b>	<b>8,6</b>	<b>8,3</b>	<b>8,1</b>

continua

segue

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
t/a								
<b>Nichel</b>								
A	30,5	34,4	28,0	20,4	13,0	12,0	12,3	10,0
B	38,9	28,8	47,7	62,1	4,4	3,9	2,6	2,6
C	35,0	34,0	14,1	14,5	10,4	10,1	8,7	7,9
D	4,0	4,2	4,0	4,4	4,1	4,5	4,3	3,9
G	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
H	5,4	5,1	5,7	5,4	5,1	4,8	4,4	4,1
I	6,8	4,3	2,8	1,0	0,1	0,1	0,2	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>121,5</b>	<b>111,8</b>	<b>103,4</b>	<b>109,1</b>	<b>38,1</b>	<b>36,7</b>	<b>33,4</b>	<b>29,7</b>
<b>Piombo</b>								
A	4,0	4,0	3,8	3,9	3,1	3,1	3,2	2,9
B	12,0	14,3	20,0	44,0	67,6	54,0	62,3	71,0
C	263,2	234,9	153,4	141,7	104,4	111,4	107,1	98,1
D	63,7	68,2	67,3	74,2	69,5	76,5	72,7	67,8
G	3.922,4	1.657,0	685,2	12,6	12,2	12,2	11,1	10,8
H	144,0	45,5	13,3	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
I	5,8	5,4	2,5	3,8	2,4	2,3	2,8	2,8
<b>TOTALE</b>	<b>4.415,1</b>	<b>2.029,3</b>	<b>945,5</b>	<b>281,2</b>	<b>260,2</b>	<b>260,6</b>	<b>260,3</b>	<b>254,3</b>
<b>Selenio</b>								
A	2,7	2,5	2,8	3,6	3,1	3,2	3,3	2,9
B	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
C	5,2	5,7	6,2	6,5	5,9	6,1	5,8	5,5
D	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9
G	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
H	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
I	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>9,4</b>	<b>9,7</b>	<b>10,5</b>	<b>11,8</b>	<b>10,6</b>	<b>11,0</b>	<b>10,6</b>	<b>10,0</b>
<b>Zinco</b>								
A	6,3	6,0	5,4	6,0	4,6	4,9	5,2	4,7
B	10,3	13,0	16,9	29,5	44,0	36,8	41,6	55,7
C	320,6	255,8	222,9	216,7	161,9	177,4	169,6	142,0
D	526,8	563,8	552,7	613,5	583,6	642,8	611,9	580,0
G	91,9	104,0	109,8	114,1	108,9	108,9	98,2	95,9
H	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8
I	2,9	2,8	1,4	2,1	1,3	1,3	1,7	1,7
<b>TOTALE</b>	<b>959,9</b>	<b>946,6</b>	<b>910,2</b>	<b>983,0</b>	<b>905,3</b>	<b>973,0</b>	<b>929,1</b>	<b>880,9</b>
Fonte: ISPRA								
<b>Legenda:</b>								
A: Combustione energia e industria di trasformazione; B: Combustione non industriale; C: Combustione industriale; D: Processi produttivi; G: Trasporti stradali; H: Altre sorgenti mobili; I: Trattamento smaltimento rifiuti.								



**Figura 7.17: Trend delle emissioni nazionali dei metalli pesanti indicizzato al 1990**



## DESCRIZIONE

L'indicatore è costituito dai permessi di emissione di CO<sub>2</sub> allocati e dalle quote di emissione effettivamente emesse nei settori industriali soggetti al sistema di scambio di quote (EU *emissions trading*). Nel 2013 l'indicatore si riferisce ad una nuova fase del sistema (2013-2020), in cui è possibile rilevare solo le emissioni verificate.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

Qualità alta. L'indicatore è prodotto dall'ISPRA in base ai dati del Registro Nazionale delle Emissioni, quindi i dati sono affidabili e comparabili nel tempo e nello spazio.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Dal 2013 l'ETS è entrato in nuovo periodo (2013-2020), il terzo, per il quale il riferimento normativo è la Direttiva 2009/29/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 che modifica la Direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra. Nel primo periodo (2005-2007) e nel secondo periodo (2008-2012) i permessi di emissione ammissibili venivano assegnati a ciascun impianto attraverso un Piano Nazionale di Allocazione (PNA). La modifica istituisce: un unico tetto per le emissioni a livello europeo, in sostituzione dei limiti nazionali fissati dalla precedente normativa; un sistema di aste per l'allocazione delle emissioni; obblighi per un numero maggiore di settori e sostanze.

## STATO E TREND

Il primo periodo (2005-2007) si è concluso con emissioni di gas serra superiori alle allocazioni (+5,6 Mt CO<sub>2</sub>). Nel 2008, il primo anno del secondo periodo (2008-2012), le emissioni verificate

superano di 8,8 Mt CO<sub>2</sub> la quantità di emissioni consentite in seguito all'incremento di emissioni da parte dei settori termoelettrico e della raffinazione; in questo anno gli altri settori fanno registrare emissioni in linea con quelle allocate, ad eccezione dei settori "Cemento e calce" e "Acciaio" che mostrano emissioni inferiori a quelle allocate. Dal 2009 al 2012 diventa particolarmente evidente la contrazione delle emissioni per effetto della crisi economica, soprattutto nei settori "Acciaio" e "Cemento e calce". Complessivamente, nel periodo 2009-2012 si osserva una allocazione di emissioni di CO<sub>2</sub> superiore di 51,2 Mt rispetto al dato effettivo verificato. All'inizio del nuovo periodo le emissioni verificate si attestano a 164 Mt CO<sub>2</sub>.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La contrazione delle emissioni osservata durante la crisi economica riguarda tutti i settori, con la sola eccezione dei settori "Raffinazione" e "Termoelettrici e altre attività di combustione", che continuano a registrare emissioni effettive superiori a quelle allocate, rispettivamente dal 2009 e dal 2010.



**Figura 7.18: Confronto tra emissioni allocate e verificate per i diversi settori industriali**



# EMISSIONI AGGREGATE DI GAS A EFFETTO SERRA IN TERMINI DI CO<sub>2</sub> EQUIVALENTI, EVITATE ATTRAVERSO PROGRAMMI DI COOPERAZIONE INTERNAZIONALE



## DESCRIZIONE

L'indicatore riporta i crediti di emissioni o CER (*Certified Emission Reductions*) assegnati ai progetti internazionali di riduzione delle emissioni che vedono l'Italia tra i paesi partecipanti.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	3	1	3

La qualità dell'informazione dipende dai limiti dell'indicatore. L'indicatore fornisce una stima dei crediti generati dai progetti cui partecipa l'Italia e un intervallo di possibili assegnazioni secondo scenari. L'effettiva assegnazione dei crediti dipende da accordi tra i paesi partecipanti al progetto.

★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Non ci sono obiettivi fissati dalla normativa in merito a questo indicatore. Si definiscono meccanismi flessibili: l'*emission trading*, i progetti ad attuazione congiunta (*Joint Implementation*) e i meccanismi di sviluppo pulito (*Clean Development Mechanism*). L'utilizzo di unità CER/ERU (CER: *Certified Emission Reduction Units*; ERU: *Emission Reduction Units*) dai meccanismi flessibili è limitato dal Protocollo di Kyoto dal principio di complementarità rispetto alle politiche nazionali. La normativa europea pone dei limiti nell'ambito dell'ETS: si possono utilizzare crediti di carbonio fra il 2008 e il 2020 fino al raggiungimento del 50% della riduzione richiesta rispetto al livello del 2005. Inoltre, nei settori inclusi nell'*Effort Sharing Decision* -ESD (Decisione n. 406/2009/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 concernente gli sforzi degli Stati membri per ridurre le emissioni dei gas a effetto serra al fine di adempiere agli impegni della Comunità in materia di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020) l'utilizzo annuale dei crediti di carbonio non può superare il 3% dei limiti dell'ESD delle emissioni di gas a effetto serra stabiliti per gli Stati membri per il 2020 rispetto ai

livelli di emissioni di gas a effetto serra del 2005. Alcuni Stati, fra cui l'Italia, sono autorizzati ad utilizzare un ulteriore 1% da progetti in paesi meno sviluppati e presso piccoli Stati insulari in via di sviluppo.

## STATO E TREND

In base ai dati pubblicati nel sito dell'UNFCCC l'Italia risulta coinvolta in 118 progetti CDM registrati presso l'*Executive Board*. Dall'incrocio delle informazioni disponibili sul sito UNFCCC e nel IGES CDM *Project Database* è stato possibile individuare le quote di crediti emissivi per i progetti che vedono l'Italia tra i paesi partecipanti. In circa la metà dei progetti l'Italia risulta come unico proponente, mentre negli altri casi partecipa insieme ad altri paesi, da un minimo di 2 ad un massimo di 14 paesi. I dati presentati sono aggiornati alla data del 4 novembre 2014.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

Date le modalità di elaborazione degli scenari è ragionevole considerare che lo scenario (a) rappresenti le quote che sicuramente potranno essere attribuite all'Italia. A tali quote potranno aggiungersi quelle provenienti dai progetti che vedono la partecipazione di altri paesi, tra cui l'Italia, secondo le modalità di ripartizione dei crediti generati dai progetti: scenari (b) e (c). Sebbene i valori dello scenario (c) rappresentino una soglia massima in termini di crediti di riduzione delle emissioni da CDM, si tratta di uno scenario da considerare irrealistico. Infatti, tale scenario si verificherebbe nel caso che l'intero credito generato da tutti i progetti a cui l'Italia partecipa insieme ad altri paesi fosse attribuito interamente all'Italia.

**Tabella 7.19: Emissioni di gas serra evitate attraverso programmi di cooperazione internazionale (CDM)**

Scenari	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025
	Mg CO <sub>2</sub> eq.									
Scenario (a)	2.638.065	3.136.495	6.682.371	7.402.978	8.057.837	9.397.921	9.494.405	9.520.733	3.747.764	2.899.127
Scenario (b)	8.514.504	10.561.592	14.986.347	15.846.412	16.574.767	17.871.397	17.271.495	17.207.909	10.630.786	9.695.076
Scenario (c)	40.412.870	46.921.991	53.826.747	55.687.149	56.988.819	58.209.797	54.018.190	53.155.135	44.679.729	42.839.147
Fonte: Iges, Unifccc										
<b>Legenda:</b>										
Sono stati considerati i seguenti scenari:										
(a) totale accreditato delle quote di riduzione delle emissioni di CO <sub>2</sub> eq. da progetti in cui l'Italia risulta unico proponente e nessun accreditato all'Italia delle quote di riduzione provenienti da progetti condivisi con altri paesi;										
(b) ripartizione equa delle quote di riduzione annua delle emissioni di CO <sub>2</sub> eq. tra i paesi partecipanti al progetto + scenario (a);										
(c) totale accreditato all'Italia delle quote di riduzione delle emissioni di CO <sub>2</sub> eq. provenienti da progetti condivisi con altri paesi + scenario (a)										
<b>Nota:</b>										
aggiornamento a 4 novembre 2014										



## 7.2 QUALITÀ DELL'ARIA

La normativa europea sulla qualità dell'aria (in particolare la Decisione 2011/850/EU oltre che le Direttive 2008/50/EC e 2004/107/EC) prevede lo sviluppo di un nuovo sistema di gestione e comunicazione di dati e informazioni sulla qualità dell'aria dai Paesi membri verso l'Europa (Commissione Europea e Agenzia Europea per l'Ambiente) in linea con la direttiva INSPIRE. In Europa e in tutti i Paesi membri sono in corso i lavori per la realizzazione del nuovo sistema di *e-Reporting*, al momento non ancora pienamente operativo.

Il flusso di dati Eol (*Exchange of Information Decision* 97/101/CE e 2001/752/CE) e la banca dati

BRACE, che hanno consentito il popolamento degli indicatori dell'Annuario nelle precedenti edizioni, non sono più operativi. L'Italia, come tutti gli Stati membri, si trova in una situazione di transizione verso il nuovo sistema di gestione dei dati di qualità dell'aria, denominato InfoARIA. L'attuale stato di operatività del sistema InfoARIA non ha consentito di popolare gli indicatori della presente edizione dell'Annuario.

Nel quadro Q7.2 vengono riportati, per gli indicatori del tema, la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

## Q 7.2: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI QUALITÀ DELL'ARIA

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Qualità dell'aria ambiente: particolato (PM <sub>10</sub> ) <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso le concentrazioni di PM <sub>10</sub> , i parametri statistici e la verifica del rispetto dei valori limite giornaliero e annuale stabiliti dalla normativa e dai valori di riferimento OMS	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010
Qualità dell'aria ambiente: particolato (PM <sub>2,5</sub> ) <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso le concentrazioni di PM <sub>2,5</sub> , i parametri statistici previsti dalla normativa sull'Eol e un confronto con il valore limite stabilito dalla normativa e con valori di riferimento OMS.	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010
Qualità dell'aria ambiente: ozono troposferico (O <sub>3</sub> ) <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso le concentrazioni di ozono, i parametri statistici previsti dalla normativa sull'Eol, i superamenti della soglia di informazione, della soglia di allarme, dell'obiettivo a lungo termine per la salute umana e dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, in allineamento alla normativa vigente	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010
Qualità dell'aria ambiente: biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso le concentrazioni di biossido di azoto, i parametri statistici previsti e attraverso la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa e dei valori di riferimento OMS	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010
Qualità dell'aria ambiente: benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso le concentrazioni di benzene, i parametri statistici e la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010
Qualità dell'aria ambiente: biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso le concentrazioni di biossido di zolfo, i parametri statistici e la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Qualità dell'aria ambiente: i microinquinanti (arsenico, nichel e cadmio nel PM <sub>10</sub> ) <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso i dati di concentrazione medie annuali dei microinquinanti e la verifica del rispetto dei valori obiettivo stabiliti dalla normativa.	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010
Qualità dell'aria ambiente: benzo(a)pirene nel PM <sub>10</sub> <sup>a</sup>	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso i dati di concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene nel PM <sub>10</sub> e la verifica del rispetto dei valori obiettivo stabiliti dalla normativa.	S	Direttiva 2008/50/CE e D.Lgs 155/2010

<sup>a</sup> L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'edizione dell'Annuario 2013 in quanto il nuovo sistema di gestione dei dati di qualità dell'aria, denominato InfoARIA non è ancora operativo



## 7.3 CLIMA

La storia della Terra è da sempre caratterizzata da cambiamenti delle condizioni climatiche. Tuttavia, gli attuali mutamenti stanno avvenendo con un'ampiezza e a una velocità senza precedenti e l'aumento della temperatura media globale negli ultimi decenni ne è un segno evidente. Il fenomeno è ben evidenziato, ad esempio, dall'andamento delle fronti glaciali e del bilancio di massa dei ghiacciai, i quali, avendo un comportamento strettamente correlato a due importanti parametri climatici (temperatura e precipitazioni), possono essere considerati una sorta di grande indicatore a cielo aperto delle modificazioni climatiche globali. La messa a punto di appropriati strumenti conoscitivi riguardanti lo stato del clima e la sua evoluzione costituisce la base informativa indispensabile per la valutazione della vulnerabilità e degli impatti dei cambiamenti climatici.

Il riconoscimento e la stima dei *trend* delle variabili climatiche devono essere effettuati attraverso l'elaborazione statistica delle serie temporali di dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio presenti sul territorio. A tal fine l'ISPRA ha realizzato, nell'ambito dei propri compiti di sviluppo e gestione del sistema informativo nazionale ambientale, il Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale, denominato SCIA. Esso risponde all'esigenza di armonizzare e standardizzare i metodi di elaborazione e rendere disponibili indicatori utili alla valutazione dello stato del clima e della sua evoluzione. Attraverso SCIA vengono elaborati e rappresentati gruppi di indicatori climatologici derivati dalle serie temporali delle variabili misurate da diverse reti di osservazione meteorologica.

### Q7.3: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI CLIMA

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Temperatura media	I valori annuali di anomalia della temperatura media rappresentano lo scostamento dai valori climatologici medi e consentono di stimare il trend di temperatura nel corso degli anni	S	Dichiarazione del Consiglio dell'Unione Europea 8/9 marzo 2007
Precipitazione cumulata	I valori annuali di anomalia di precipitazione cumulata rappresentano lo scostamento dai valori climatologici medi e consentono di stimare il trend di precipitazione nel corso degli anni	S	Non applicabile
Giorni con gelo	La serie annuale del numero medio di giorni con gelo permette di stimare la frequenza di eventi di freddo intenso e di valutare eventuali tendenze significative nel corso degli anni	S	Non applicabile
Giorni estivi	La serie annuale del numero medio di giorni estivi permette di stimare la frequenza di eventi di caldo intenso e di valutare eventuali tendenze significative nel corso degli anni	S	Non applicabile
Notti tropicali	La serie annuale del numero medio di notti tropicali permette di stimare la frequenza di eventi di caldo intenso e di valutare eventuali tendenze significative nel corso degli anni	S	Non applicabile
Onde di calore	La serie annuale del numero medio di onde di calore, della loro durata media e della loro intensità media, permette di stimare la frequenza di eventi di caldo intenso e di valutare eventuali tendenze significative nel corso degli anni	S	Non applicabile
Variazione delle fronti glaciali	Verificare la presenza di un <i>trend</i> o di una ciclicità nell'andamento delle fronti glaciali e ipotizzare un'eventuale correlazione con la variazione delle condizioni climatiche sull'arco alpino, quale indicazione sia di un cambiamento climatico generale, sia degli effetti del global change sugli ambienti naturali	S	Non applicabile

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Bilancio di massa dei ghiacciai	Verificare la presenza di un <i>trend</i> nell'andamento dei bilanci annuali e ipotizzare un'eventuale correlazione con la variazione delle condizioni climatiche sull'arco alpino, quale indicazione sia di un cambiamento climatico generale sia degli effetti del global change, sugli ambienti naturali	S	Non applicabile

## BIBLIOGRAFIA

- Alexandersson H. e Moberg A., 1997, *Homogenization of Swedish temperature data*, Int. J. of Climatol. , 17, 25-54;
- APAT-OMS, 2007, *Cambiamenti climatici ed eventi estremi: rischi per la salute in Italia*.
- EEA Report, *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment*, No 4/2008
- EEA Report, *Impacts of Europe's changing climate - An indicator-based assessment*, No 2/2004
- Fioravanti G., Piervitali E. e Desiato F., 2015, *Recent changes of temperature extremes over Italy: an index-based analysis*, Ther. Appl. Climatology, Vol. 119, No 1-2 2015, DOI 10.1007/s00704-014-1362-1.
- Geografia fisica e dinamica quaternaria, Bollettini del Comitato Glaciologico Italiano: Relazioni delle campagne glaciologiche (ultima pubblicazione anno 2013);
- ISPRA, 2012, *Elaborazione delle serie temporali per la stima delle tendenze climatiche*,
- ISPRA, 2013, *Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura e precipitazione in Italia*;
- ISPRA, 2014, *Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2013*
- ISPRA, 2014, *Focus su "Le città e la sfida ai cambiamenti climatici"*;
- Jones P.D. e Hulme M., 1996, *Calculating regional climatic series for temperature and precipitation: methods and illustrations*, Int. J. of Climatol., 16, 361-377;
- Kuglitsch F.G., Toreti A., Xoplaki E., Della-Marta P.M., Zerefos C. S., Turkes M., Luterbacher J., 2010, *Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960*. Geophysical Research Letters, 37, L04802, DOI: 10.1029/2009GL041841
- Peterson T.C., Folland C, Gruza G, Hogg W, Mokssit A e Plummer N., 2001, *Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001*. World Meteorological Organization, Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland, 143 pp.;
- Società Meteorologica Italiana Onlus, NIMBUS, *Rivista Italiana di Meteorologia, Clima e Ghiacciai*- (numeri vari)
- Toreti A. e Desiato F., 2007, *Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years*, Int. J. Climatology, DOI 10.1002/joc.1576;
- Toreti A. e Desiato F., 2007, *Temperature trend over Italy from 1961 to 2004*, *Theor. Appl. Climatology*, DOI 10.1007/s00704-006-0289-6.
- Toreti A., Desiato F., Fioravanti G., Perconti W., 2009, *Seasonal temperatures over Italy and their relationship with low-frequency atmospheric circulation patterns*, *Springer-Climatic Change*, DOI: 10.1007/s10584-009-9640-0



Toreti A., Fioravanti G., Perconti W., Desiato F., 2009, *Annual and seasonal precipitation over Italy from 1961 to 2006*, *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.1840

## DESCRIZIONE

La temperatura dell'aria è una delle variabili principali che caratterizzano il clima di una determinata area geografica. L'indicatore rappresenta la media, in un determinato intervallo di tempo, dei valori di temperatura dell'aria misurata a due metri dalla superficie.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore descrive in maniera adeguata l'andamento della temperatura media in Italia. Il calcolo dell'indicatore è condotto con una metodologia standardizzata e seguendo i criteri generali indicati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. La metodologia è consistente nel tempo e nello spazio. Sia i dati in ingresso sia lo stesso indicatore sono sottoposti a controlli di validità effettuati dagli Enti proprietari dei dati elementari [CRA-CMA (Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura), Rete Sinottica (AM e ENAV), Reti regionali] e dal sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale) dell'ISPRA. L'utilizzo dei valori medi di anomalia su tutto il territorio nazionale permette di soddisfare adeguatamente la richiesta di informazione relativa a questo indicatore. Le stazioni di misura con i dati delle quali viene calcolata l'anomalia e stimata la tendenza in corso soddisfano a requisiti di durata, continuità, completezza, ed omogeneità delle serie temporali.

★★★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Nessun obiettivo specifico fissato dalla normativa nazionale. A livello Europeo: Dichiarazione del Consiglio dell'Unione Europea, 8/9 marzo 2007, secondo la quale "Il Consiglio Europeo sottolinea l'importanza vitale di raggiungere l'obiettivo strategico di limitare l'aumento della temperatura

media globale a 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali".

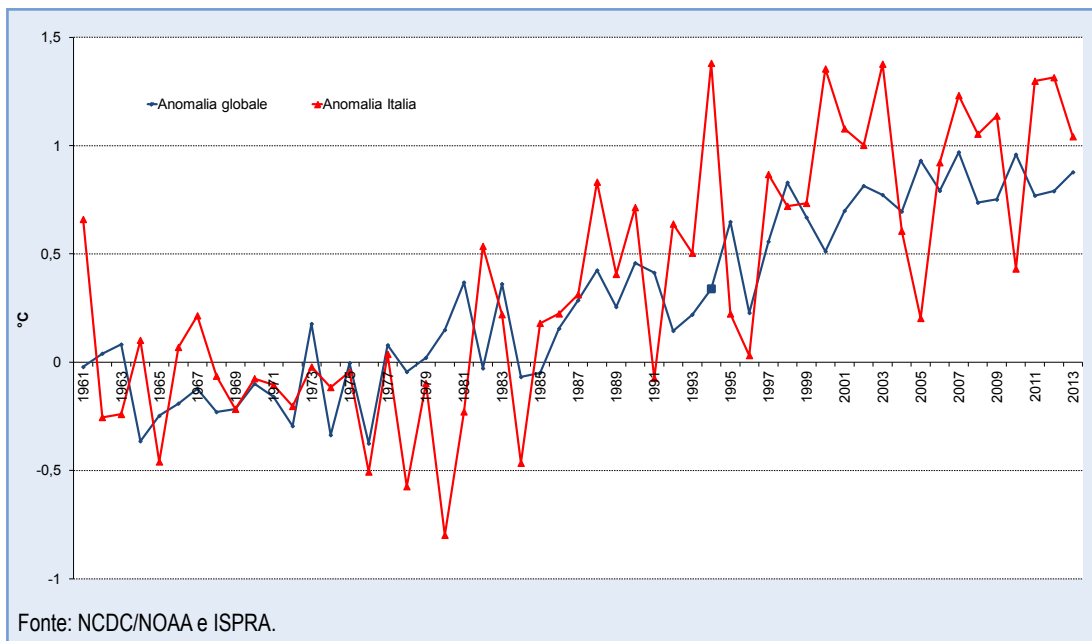
## STATO E TREND

L'aumento della temperatura media registrato in Italia negli ultimi trenta anni è stato quasi sempre superiore a quello medio globale sulla terraferma. Nel 2013 (Figura 7.19) l'anomalia della temperatura media in Italia (+1,04 °C) è stata superiore a quella globale sulla terraferma (+0,88 °C). E' stato stimato un aumento della temperatura media in Italia di circa 0,34 °C per decade nel periodo 1981-2013. Poiché le principali strategie e programmi politici internazionali riguardanti i cambiamenti del clima hanno come obiettivo quello di contrastare il riscaldamento in atto nel sistema climatico, la valutazione di *trend* sfavorevole e l'assegnazione della relativa icona, possono essere considerati in termini di allontanamento da tale obiettivo.

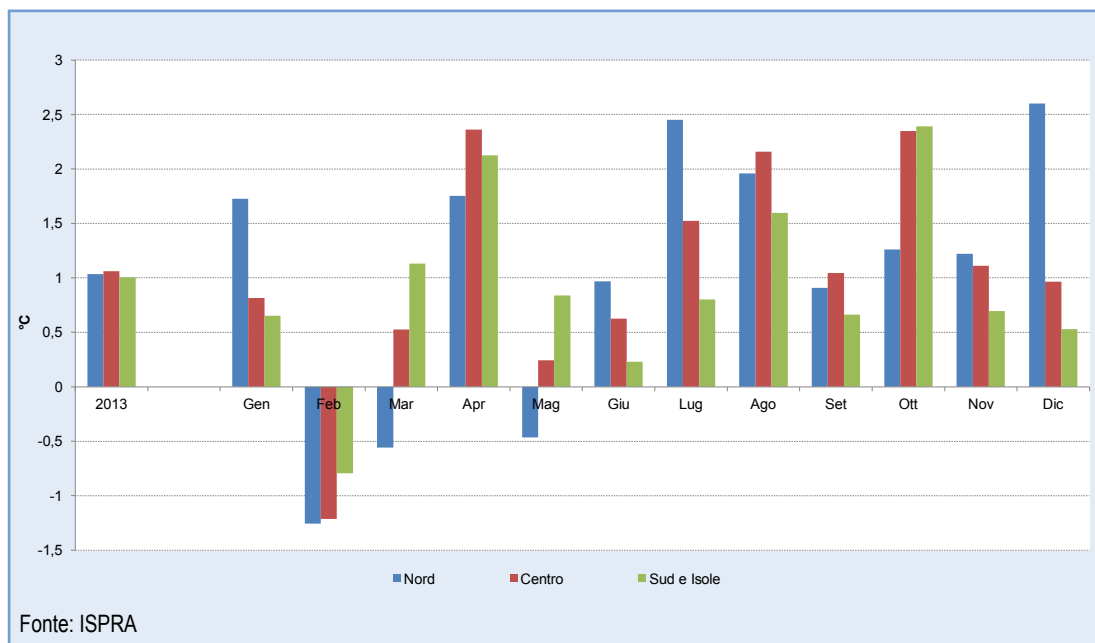
## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

In Figura 7.19 è rappresentata la serie temporale dei valori di anomalia media annuale degli ultimi 53 anni. In Italia, il valore dell'anomalia media annuale del 2013 (+1,04°C) rappresenta il 22° valore annuale positivo consecutivo e si colloca al 10° posto nell'intera serie. Gli anni più caldi dell'ultimo mezzo secolo, in Italia, sono stati il 1994, il 2003 e il 2000, con anomalie della temperatura media comprese tra +1,35 e +1,38°C. L'analisi dell'andamento della temperatura media nel 2013 è stata condotta suddividendo l'Italia in Nord, Centro, Sud e Isole. La Figura 7.20 mostra la tendenza della temperatura nel 2013, mediante i valori di anomalia media mensile della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990. L'anomalia della temperatura media annuale è stata in media di +1,03°C al Nord, +1,06 al Centro e +1,00°C al Sud e sulle Isole. Tutti i mesi del 2013 sono stati più caldi della norma, ad eccezione di febbraio e, solo al Nord, di marzo e maggio. Al Nord il mese più caldo rispetto alla norma è stato dicembre, con un'anomalia media di +2,60°C, seguito da luglio (+2,45°C) e agosto (+1,96°C), mentre a febbraio l'anomalia negativa è stata di -1,26°C. Al Centro l'anomalia più elevata è stata registrata ad aprile

(+2,36°C), seguita da ottobre (+2,35°C) e agosto (+2,16°C), mentre a febbraio l'anomalia negativa è stata di -1,21°C. Al Sud e sulle Isole i mesi più caldi rispetto alla norma sono stati ottobre, aprile e agosto, con anomalie +2,39 °C, +2 °C, 12 °C e 1,60 °C rispettivamente, mentre a febbraio l'anomalia negativa è stata di -0,80°C.



**Figura 7.19: Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990**



**Figura 7.20: Anomalia media 2013, annuale e mensile, della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990**



## DESCRIZIONE

La precipitazione è una delle variabili principali che caratterizzano il clima di una determinata area geografica. La precipitazione cumulata in un determinato intervallo di tempo rappresenta la quantità di pioggia caduta in quel determinato intervallo di tempo.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore descrive in maniera adeguata l'entità e la distribuzione delle precipitazioni in Italia. Il calcolo dell'indicatore è condotto con una metodologia standardizzata e seguendo i criteri generali indicati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. La metodologia è consistente nel tempo e nello spazio. Sia i dati in ingresso sia lo stesso indicatore sono sottoposti a controlli di validità effettuati dagli Enti proprietari dei dati elementari [CRA-CMA (Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura), Rete Sinottica (AM e ENAV), Reti regionali] e dal sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale) dell'ISPRA. L'utilizzo dei valori medi di anomalia su tutto il territorio nazionale permette di soddisfare adeguatamente la richiesta di informazione relativa a questo indicatore.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

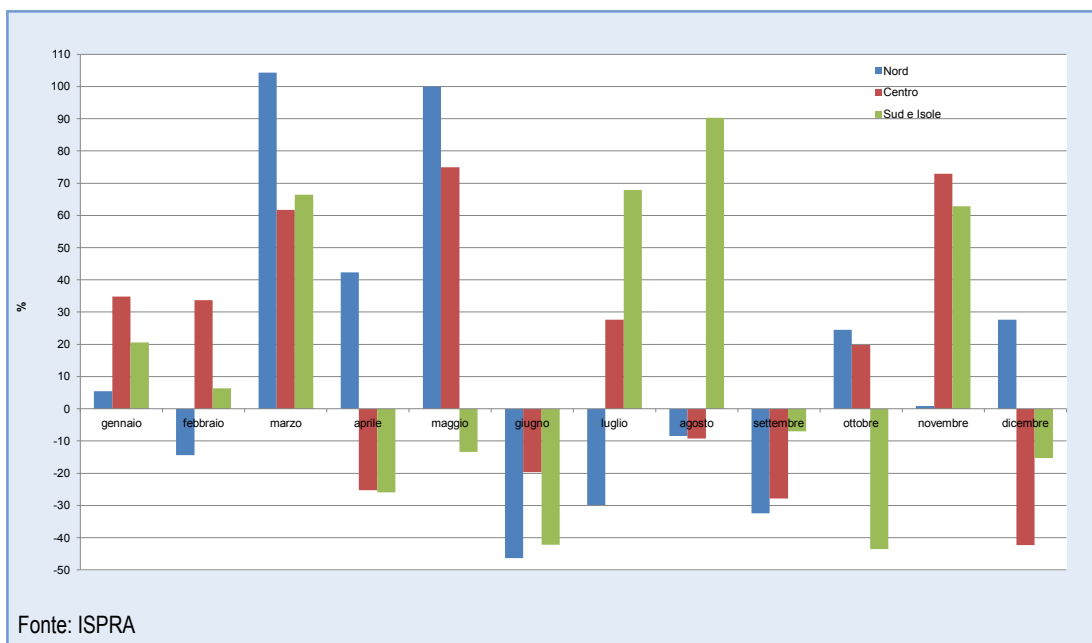
Nessun obiettivo specifico fissato dalla normativa nazionale.

## STATO E TREND

Nel periodo 1951-2013 i valori medi delle precipitazioni cumulate annuali risultano essere in leggera diminuzione solo al Centro (circa -3% su 10 anni). In merito alle precipitazioni cumulate stagionali, si evidenzia diminuzione solo in inverno (circa -5% su 10 anni).

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

L'analisi dell'andamento della precipitazione cumulata nel 2013 è stata condotta suddividendo l'Italia in Nord, Centro, Sud e Isole. La Figura 7.21 mostra le anomalie medie mensili (esprese in valori percentuali) della precipitazione cumulata rispetto al valore normale, calcolato nel periodo 1951-1980. Al Nord il clima è stato più secco della norma nei mesi estivi (da giugno a settembre) e a febbraio, mentre la primavera è stata decisamente più piovosa della norma. Al Centro i mesi relativamente più piovosi della norma sono stati novembre, maggio e da gennaio a marzo; al Sud e sulle Isole luglio e agosto, novembre e marzo.



**Figura 7.21: Anomalia media mensile 2013, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata rispetto al valore normale 1951-1980.**



## DESCRIZIONE

L'esistenza di eventi termici estremi e la presenza di eventuali tendenze significative sono analizzate attraverso l'esame dei valori di temperatura minima e massima assoluta dell'aria. In particolare, l'indicatore "giorni con gelo" definito nel "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection" per l'analisi dei valori estremi di temperatura, esprime il numero di giorni con temperatura minima assoluta dell'aria minore o uguale a 0°C.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore descrive in maniera adeguata la tendenza dei fenomeni di freddo intensi in Italia. Il calcolo dell'indicatore è condotto con una metodologia standardizzata e seguendo i criteri generali indicati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. La metodologia è consistente nel tempo e nello spazio. Sia i dati in ingresso sia lo stesso indicatore sono sottoposti a controlli di validità effettuati dagli Enti proprietari dei dati elementari [CRA-CMA (Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura), Rete Sinottica (AM e ENAV), Reti regionali] e dal sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale) dell'ISPRA. L'utilizzo dei valori medi di anomalia su tutto il territorio nazionale permette di soddisfare adeguatamente la richiesta di informazione relativa a questo indicatore. Le stazioni di misura con i dati delle quali viene calcolata l'anomalia e stimata la tendenza in corso soddisfano a requisiti di durata, continuità, completezza, ed omogeneità delle serie temporali.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

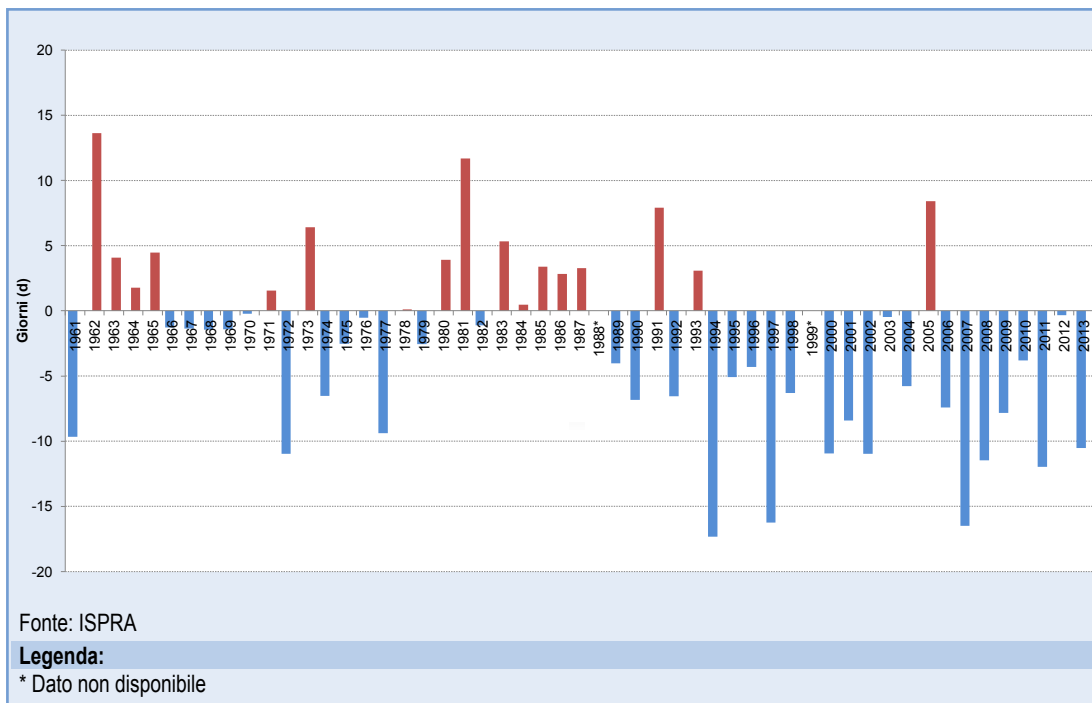
Nessun obiettivo specifico fissato dalla normativa nazionale.

## STATO E TREND

Nel 2013 è stata osservata una diminuzione di 10,5 giorni con gelo rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Poiché le principali strategie e programmi politici internazionali riguardanti i cambiamenti del clima, hanno come obiettivo quello di contrastare il riscaldamento in atto nel sistema climatico, la valutazione di *trend* sfavorevole e l'assegnazione della relativa icona, possono essere considerati in termini di allontanamento da tale obiettivo.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Figura 7.22 mostra la serie delle anomalie annuali dal 1961 al 2013 del numero medio di giorni con gelo, rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Il numero medio di giorni con gelo è stato nel 2013 inferiore alla media climatologica 1961-1990, come sempre negli ultimi 21 anni ad eccezione del 2005 e del 1993.



**Figura 7.22: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con gelo in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.**





## DESCRIZIONE

L'esistenza di eventi termici estremi e la presenza di eventuali tendenze significative è analizzata attraverso l'esame dei valori di temperatura minima e massima assoluta dell'aria. In particolare, l'indicatore "giorni estivi", definito nel "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection" per l'analisi dei valori estremi di temperatura, esprime il numero di giorni con temperatura massima dell'aria maggiore di 25 °C.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore descrive in maniera adeguata la tendenza dei fenomeni di caldo intenso in Italia. Il calcolo dell'indicatore è condotto con una metodologia standardizzata e seguendo i criteri generali indicati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. La metodologia è consistente nel tempo e nello spazio. Sia i dati in ingresso sia lo stesso indicatore sono sottoposti a controlli di validità effettuati dagli Enti proprietari dei dati elementari [CRA-CMA (Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura), Rete Sinottica (AM e ENAV), Reti regionali] e dal sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale) dell'ISPRA. L'utilizzo dei valori medi di anomalia su tutto il territorio nazionale permette di soddisfare adeguatamente la richiesta di informazione relativa a questo indicatore. Le stazioni di misura con i dati delle quali viene calcolata l'anomalia e stimata la tendenza in corso soddisfano a requisiti di durata, continuità, completezza, ed omogeneità delle serie temporali.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

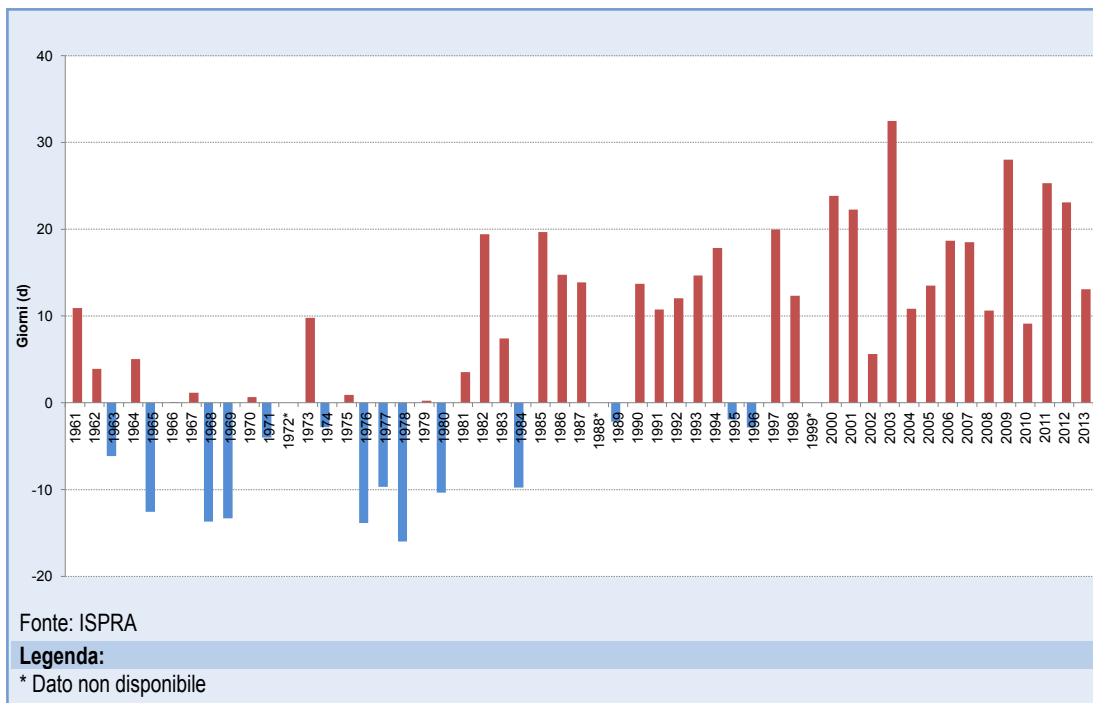
Nessun obiettivo specifico fissato dalla normativa nazionale.

## STATO E TREND

Nel 2013 è stato osservato un incremento di 13 giorni estivi rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Poiché le principali strategie e programmi politici internazionali riguardanti i cambiamenti del clima, hanno come obiettivo quello di contrastare il riscaldamento in atto nel sistema climatico, la valutazione di trend sfavorevole e l'assegnazione della relativa icona, possono essere considerati in termini di allontanamento da tale obiettivo.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Figura 7.23 mostra la serie annuale, dal 1961 al 2013, del numero medio di giorni estivi, rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Il numero medio di giorni estivi è stato superiore alla media climatologica 1961-1990. Il 2013 è il 14° anno consecutivo con valore superiore alla media climatologica.



**Figura 7.23: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni estivi in Italia rispetto al valore normale 1961- 1990.**



## DESCRIZIONE

L'esistenza di eventi termici estremi e la presenza di eventuali tendenze significative è analizzata attraverso l'esame dei valori di temperatura minima e massima assoluta dell'aria. In particolare, l'indicatore "notti tropicali" definito nel "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection" per l'analisi dei valori estremi di temperatura, esprime il numero di giorni con temperatura minima dell'aria maggiore di 20°C.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore descrive in maniera adeguata la tendenza dei fenomeni di caldo intenso in Italia. Il calcolo dell'indicatore è condotto con una metodologia standardizzata e seguendo i criteri generali indicati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. La metodologia è consistente nel tempo e nello spazio. Sia i dati in ingresso sia lo stesso indicatore sono sottoposti a controlli di validità effettuati dagli Enti proprietari dei dati elementari [CRA-CMA (Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura), Rete Sinottica (AM e ENAV), Reti regionali] e dal sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale) dell'ISPRA. L'utilizzo dei valori medi di anomalia su tutto il territorio nazionale permette di soddisfare adeguatamente la richiesta di informazione relativa a questo indicatore. Le stazioni di misura con i dati delle quali viene calcolata l'anomalia e stimata la tendenza in corso soddisfano a requisiti di durata, continuità, completezza, ed omogeneità delle serie temporali.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

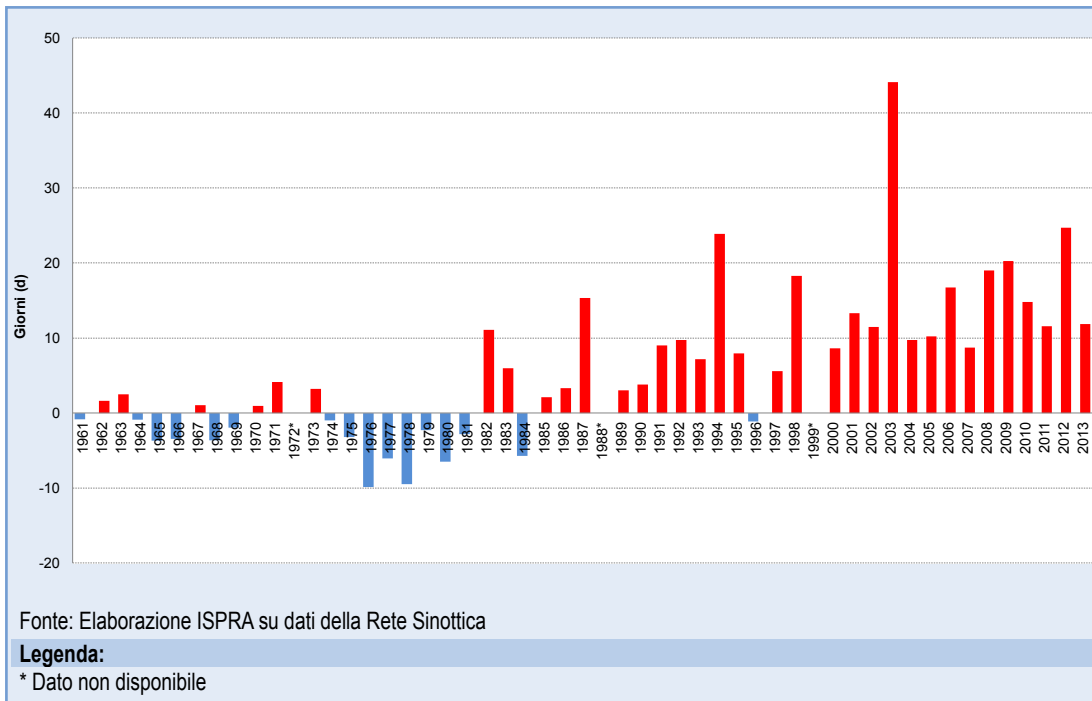
Nessun obiettivo specifico fissato dalla normativa nazionale.

## STATO E TREND

Nel 2013 è stato osservato un incremento di 12 notti tropicali rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Poiché le principali strategie e programmi politici internazionali riguardanti i cambiamenti del clima, hanno come obiettivo quello di contrastare il riscaldamento in atto nel sistema climatico, la valutazione di *trend* sfavorevole e l'assegnazione della relativa icona, possono essere considerati in termini di allontanamento da tale obiettivo.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Figura 7.24 mostra la serie annuale dal 1961 al 2013 del numero medio di notti tropicali rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Il numero medio di notti tropicali nel 2013 è stato superiore alla media climatologica 1961-1990, come sempre negli ultimi 14 anni.



**Figura 7.24: Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti tropicali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.**



## DESCRIZIONE

L'esistenza di eventi termici estremi e la presenza di eventuali tendenze significative è analizzata attraverso l'esame dei valori di temperatura minima e massima assoluta dell'aria. In particolare, l'indicatore "onda di calore" definito nel "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection" per l'analisi dei valori estremi di temperatura, identifica un evento della durata di almeno sei giorni consecutivi nei quali la temperatura massima è superiore al 90° percentile della distribuzione delle temperature massime giornaliere nello stesso periodo dell'anno sul trentennio climatologico 1961-1990.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore descrive in maniera adeguata la tendenza dei fenomeni di caldo intenso in Italia. Il calcolo dell'indicatore è condotto con una metodologia standardizzata e seguendo i criteri generali indicati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. La metodologia è consistente nel tempo e nello spazio. Sia i dati in ingresso sia lo stesso indicatore sono sottoposti a controlli di validità effettuati dagli Enti proprietari dei dati elementari [CRA-CMA (Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura), Rete Sinottica (AM e ENAV), Reti regionali] e dal sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale) dell'ISPRA. L'utilizzo dei valori medi di anomalia su tutto il territorio nazionale permette di soddisfare adeguatamente la richiesta di informazione relativa a questo indicatore. Le stazioni di misura con i dati delle quali viene calcolata l'anomalia e stimata la tendenza in corso soddisfano a requisiti di durata, continuità, completezza, ed omogeneità delle serie temporali.

★★★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

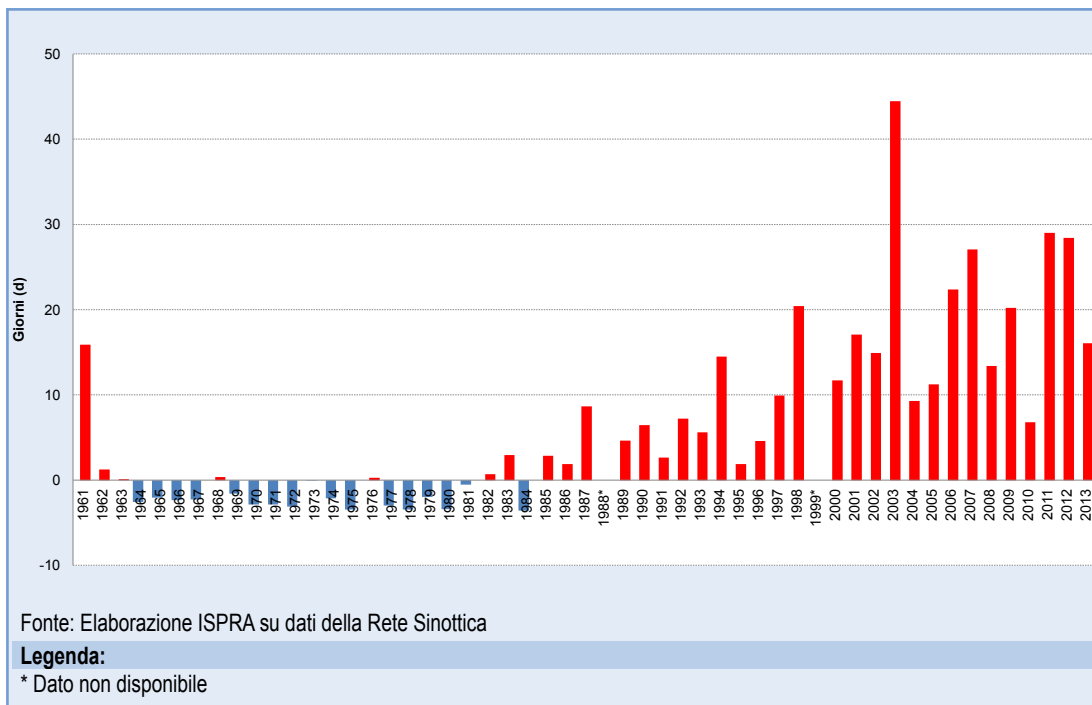
Nessun obiettivo specifico fissato dalla normativa nazionale.

## STATO E TREND

Nel 2013 è stato osservato un incremento di 16 giorni con onde di calore (WSDI) rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Poiché le principali strategie e programmi politici internazionali riguardanti i cambiamenti del clima, hanno come obiettivo quello di contrastare il riscaldamento in atto nel sistema climatico, la valutazione di *trend* sfavorevole e l'assegnazione della relativa icona, possono essere considerati in termini di allontanamento da tale obiettivo.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Figura 7.25 mostra la serie annuale dal 1961 al 2013 del numero medio di giorni con onde di calore (WSDI) rispetto al valore medio calcolato nel trentennio di riferimento (1961-1990). Dall'andamento della serie è evidente l'incremento notevole delle onde di calore a partire dagli anni '80.



**Figura 7.25: Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con onde di calore (WSDI) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.**



## DESCRIZIONE

Indicatore di stato che rappresenta l'attività di monitoraggio delle fronti glaciali (avanzamento - regressione - stabilità) di un campione di ghiacciai alpini. Il monitoraggio è effettuato su un campione variabile di ghiacciai mediante l'organizzazione di campagne annuali di rilevamento.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

Il punto di forza dell'indicatore risiede nella sua estensione spaziale in quanto, nell'insieme, sono considerate informazioni relative all'intero arco alpino e alle sue aree glacializzate. I valori di quota minima della fronte sono da considerarsi abbastanza affidabili sebbene non siano raccolti secondo un protocollo condiviso e, a seconda della tipologia glaciale, a uno scioglimento non corrisponda sempre e comunque un aumento evidente della quota minima del ghiacciaio. Infine, la serie temporale attualmente disponibile è disomogenea e non riporta informazioni precedenti al 1958: il numero dei ghiacciai campionati nei diversi anni è quindi variabile nel tempo e nello spazio. Le comparabilità nel tempo e nello spazio possono essere considerate sufficienti in quanto la metodologia di costruzione dell'indicatore è rimasta pressoché invariata.

★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

L'indicatore non ha riferimenti diretti con specifici elementi normativi.

## STATO E TREND

L'andamento delle fronti glaciali permette di evidenziare un *trend* complessivo verso l'innalzamento delle fronti e il conseguente scioglimento dei ghiacciai. Le tendenze evolutive più recenti si differenziano nei tre settori alpini:

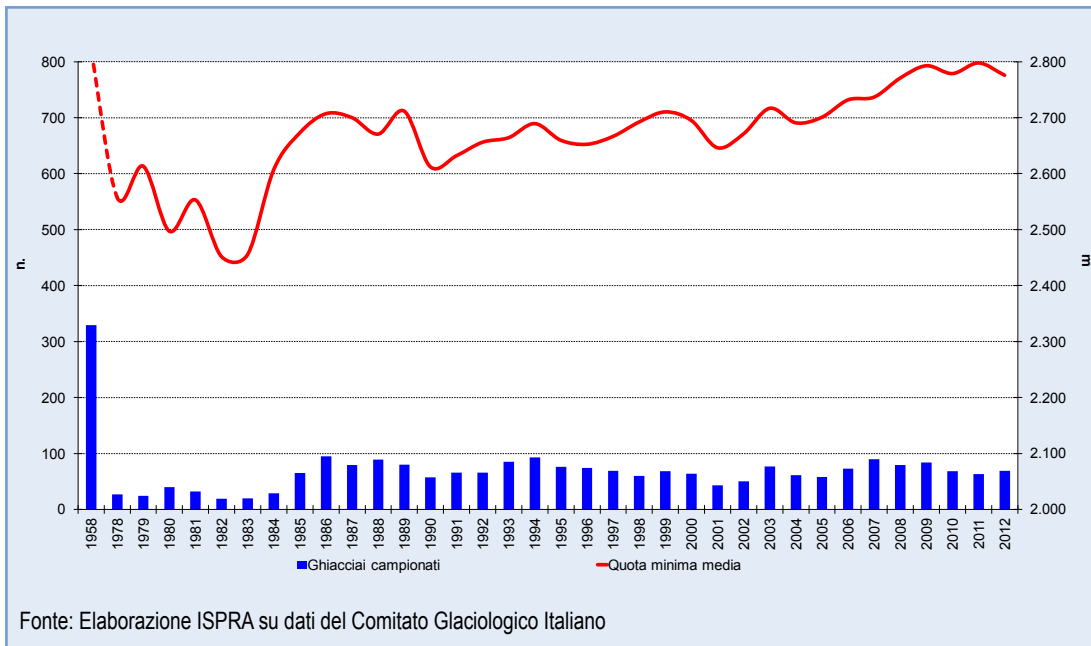
nelle Alpi occidentali e orientali l'innalzamento della quota minima appare abbastanza evidente (Figure 7.26 e 7.28), mentre nelle Alpi centrali la tendenza all'arretramento è meno accentuata, ma è comunque evidenziata dal trend complessivo (Figura 7.27).

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

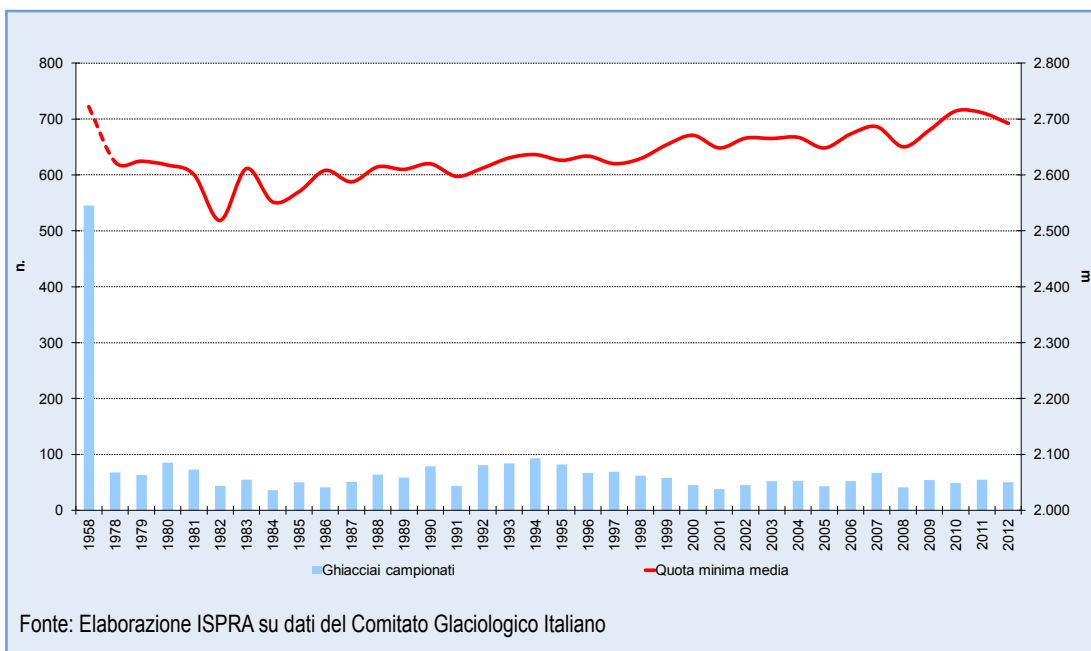
Sono stati considerati inizialmente (a partire dal 1958) i dati relativi a un insieme di 1.028 individui glaciali (336 nelle Alpi occidentali, 567 nelle Alpi centrali e 125 nelle Alpi orientali) e, successivamente, un sottocampione ritenuto significativo, variabile di anno in anno. Tutti i ghiacciai censiti hanno superficie superiore ai 5 ettari. Per l'elaborazione dell'indicatore la regressione glaciale è stata intesa come un innalzamento altitudinale della quota minima media della fronte. Le risultanze dei dati del Catasto e la tendenza evolutiva dei ghiacciai italiani considerati sono in parte confermate e in parte affinate dalle relazioni descrittive derivanti dalle campagne di terreno degli ultimi anni. Ogni ghiacciaio possiede caratteristiche proprie (altitudine, substrato, esposizione, morfologia, ecc.): al variare della tipologia glaciale, a un'effettiva regressione non corrisponde sempre e comunque un aumento evidente della quota minima della fronte stessa (ad esempio ghiacciai con porzione terminale pianeggiante, ghiacciai di circo, lingue glaciali incassate, ecc.). Ciononostante, per l'elaborazione dell'indicatore, la serie di valori di quota minima media della fronte glaciale è stata ritenuta sufficientemente rappresentativa del *trend* complessivo. Il valore medio annuale della quota minima è condizionato dal numero di ghiacciai campionati: quando il numero di ghiacciai campionati è basso l'affidabilità del dato di quota media è minore rispetto agli anni in cui il numero di corpi glaciali monitorati è superiore. Infine, il *dataset* non riporta informazioni precedenti al 1958 e non consente elaborazioni di lungo periodo. Il punto di forza del *dataset* rimane comunque la sua estensione spaziale, in quanto nell'insieme sono riportate informazioni relative all'intero arco alpino e alle sue aree glacializzate. L'elaborazione alternativa del *dataset* potrebbe essere costituita

dall'utilizzo dei dati di arretramento/avanzamento lineare della fronte; tuttavia essi sono relativi a un numero minore di ghiacciai e risultano meno affidabili in quanto riferiti a segnali di posizione spesso variati o scomparsi nel tempo.

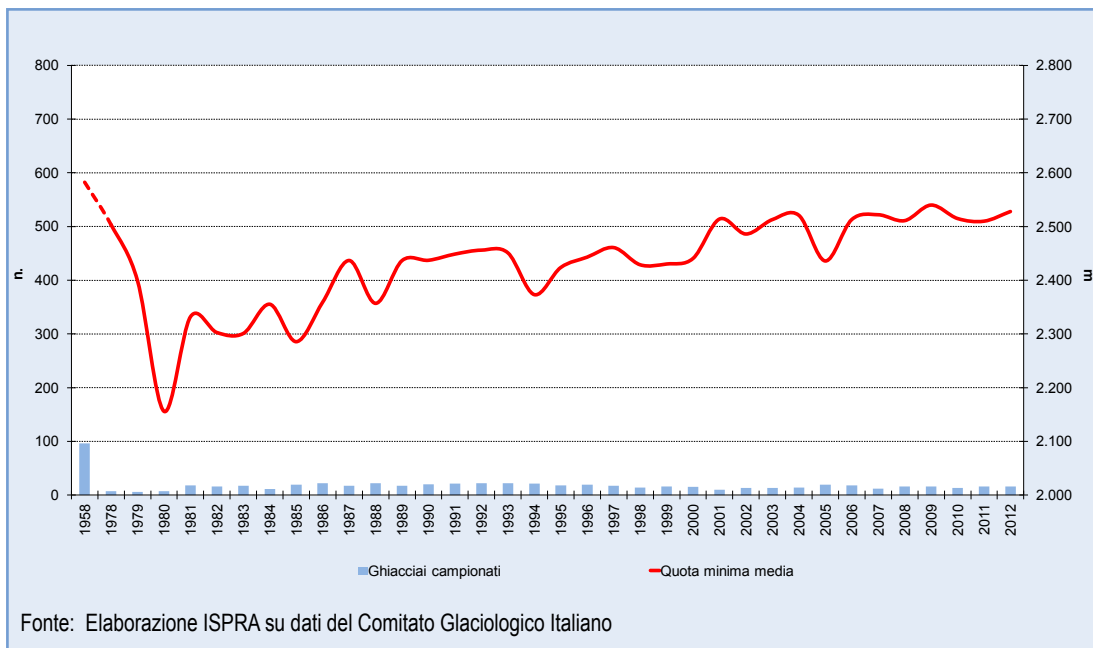




**Figura 7.26: Andamento della quota minima media delle fronti glaciali nelle Alpi occidentali**



**Figura 7.27: Andamento della quota minima media delle fronti glaciali nelle Alpi centrali**



**Figura 7.28: Andamento della quota minima media delle fronti glaciali nelle Alpi orientali**



## DESCRIZIONE

Indicatore di stato, elaborato per un campione ridotto di ghiacciai alpini, che rappresenta la somma algebrica tra la massa di ghiaccio accumulato, derivante dalle precipitazioni nevose, e la massa persa per fusione nel periodo di scioglimento.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

La misura del bilancio di massa è in fase diretta con l'andamento climatico in atto per cui rappresenta un'informazione rilevante degli effetti del clima sui ghiacciai: purtroppo le serie temporali a disposizione, ad eccezione del ghiacciaio del Caresèr, sono relativamente ridotte, non sempre aggiornate e forniscono indicazioni relative soltanto al trend recente. Inoltre, sebbene i diversi ghiacciai possano essere considerati rappresentativi dei differenti settori climatici di appartenenza, il numero dei campioni è attualmente ridotto e non permette approfondimenti su scala locale. Relativamente alla comparabilità nel tempo e nello spazio, queste possono essere considerate entrambe ottime, in quanto la metodologia di costruzione dell'indicatore è rimasta invariata.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

L'indicatore non ha riferimenti diretti con elementi normativi. Il bilancio di massa viene tuttavia indicato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente come indicatore prioritario per il monitoraggio degli effetti del global change sui sistemi naturali.

## STATO E TREND

Per i sette corpi glaciali considerati si verifica una generale tendenza alla deglaciazione e allo scioglimento, anche se con andamento discontinuo caratterizzato da un'alternanza di anni a bilancio negativo e anni a bilancio relativamente positivo. Il *trend* di bilancio decisamente più significativo

è quello espresso dalla lunga serie storica del Caresèr: si tratta di un ghiacciaio di dimensioni significativamente maggiori rispetto agli altri, caratterizzato da un'elevata resistenza complessiva alle modificazioni indotte dal clima.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati di bilancio di massa costituiscono di fatto un'indicazione fondamentale per valutare lo "stato di salute" dei ghiacciai. Attualmente in Italia è monitorato un numero limitato di ghiacciai, spesso purtroppo con serie discontinue o di entità ridotta. Di conseguenza per l'elaborazione dell'indicatore sono stati considerati 7 corpi glaciali: nelle Alpi occidentali il ghiacciaio del Ciardoney; nelle Alpi centrali il Caresèr, con la più lunga serie storica, risalente al 1967, il Basòdino, lo Sforzellina e il Fontana Bianca; nelle Alpi orientali il Dosdè orientale e il Vedretta Pendente. I corpi glaciali scelti sono stati selezionati in funzione della presenza significativa di dati storici pubblicati e di sistemi di bilancio di massa attivati da operatori qualificati. Data la loro differente ubicazione sull'arco alpino, i diversi ghiacciai possono essere considerati rappresentativi dei differenti settori climatici. Dal punto di vista della correlazione con l'andamento climatico, sebbene l'informazione di bilancio annuale possieda un valore intrinseco elevato, la risposta del ghiacciaio ai principali fattori climatici (temperatura e precipitazioni) risulta non essere sempre lineare in quanto le caratteristiche del singolo bacino glaciale possono incidere sul bilancio annuale in modo diverso: ad esempio, se nel caso del Basòdino il fattore caratterizzante sembra essere la presenza notevole di accumuli nevosi tardo invernali, per il Ciardoney la correlazione tra clima e bilancio sembra essere regolata anche da fattori quali la permanenza estiva del manto nevoso, la tipologia della neve invernale e la variazione dell'entità della radiazione solare diretta a parità di temperatura dell'aria. Nel complesso si delinea un quadro molto articolato, dove lo scioglimento dei ghiacciai rappresenta la risultante del fattore termico a cui si combinano le variazioni

**Tabella 7.20: Bilancio di massa netto di alcuni ghiacciai italiani**

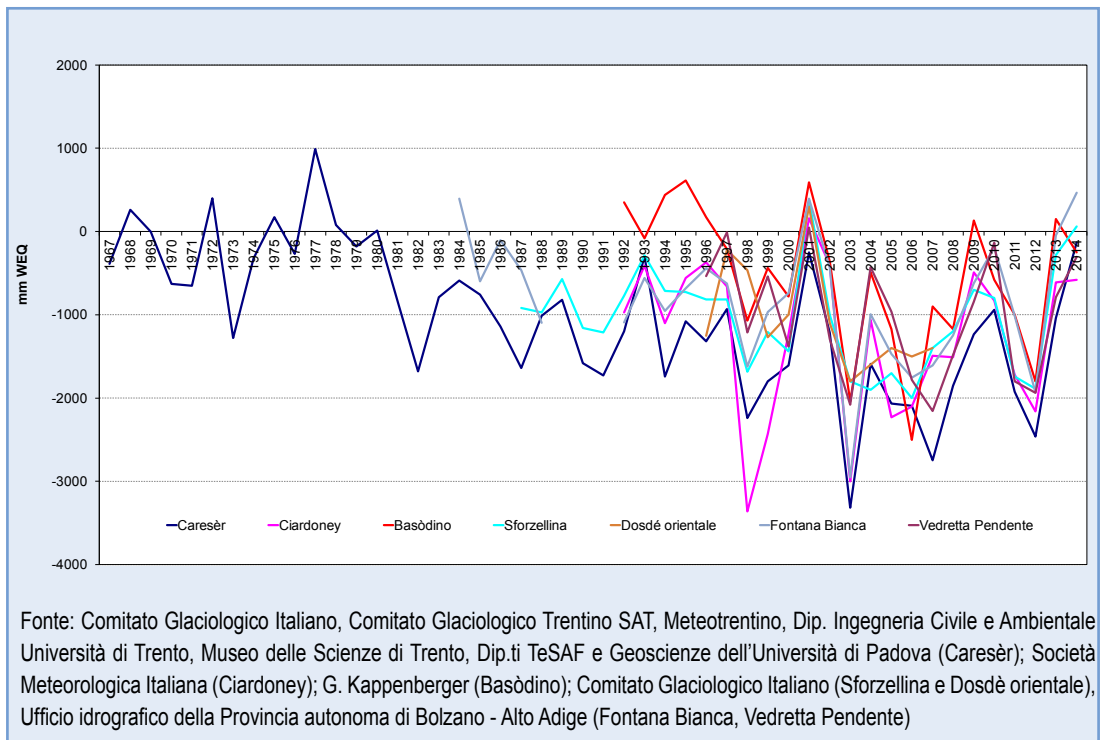
Anno	Caresèr	Ciardoney	Basòdino	Sforzellina	Dosdé orientale	Fontana Bianca	Vedretta Pendente
	mm WEQ						
1967	-390						
1968	260						
1969	0						
1970	-630						
1971	-650						
1972	400						
1973	-1.280						
1974	-320						
1975	170						
1976	-270						
1977	990						
1978	80						
1979	-180						
1980	10						
1981	-840						
1982	-1.680						
1983	-790						
1984	-590					395	
1985	-760					-600	
1986	-1.140					-106	
1987	-1.640			-920		-466	
1988	-1.010			-970		-1.096	
1989	-820			-570			
1990	-1.580			-1.160			
1991	-1.730			-1.210			
1992	-1.200	-970	350	-770		-1.091	
1993	-300	-410	-80	-286		-556	
1994	-1.740	-1.100	440	-712		-955	
1995	-1.080	-560	610	-728		-682	
1996	-1.320	-370	170	-816	-1.250	-444	-534
1997	-930	-660	-210	-814	-219	-623	-12
1998	-2.240	-3.360	-1.070	-1.682	-466	-1.623	-1.210
1999	-1.800	-2.430	-440	-1.209	-1.269	-967	-541
2000	-1.610	-1.230	-780	-1.440	-1.000	-740	-1.379
2001	-250	160	590	382	300	395	48
2002	-1.217	-400	-360	-1.001	-1.100	-435	-1.294
2003	-3.316	-3.000	-2.040	-1.800	-1.800	-2.951	-2.078
2004	-1.588	-1.060	-490	-1.900	-1.600	-994	-427

continua

segue

Anno	Caresèr	Ciardoney	Basòdino	Sforzellina	Dosdè orientale	Fontana Bianca	Vedretta Pendente
	mm WEQ						
2005	-2.068	-2.230	-1.170	-1.700	-1.400	-1.471	-963
2006	-2.093	-2.100	-2.500	-2.000	-1.500	-1.753	-1.780
2007	-2.745	-1.490	-900	-1.400	-1.400	-1.607	-2.154
2008	-1.851	-1.510	-1.170	-1.200		-1.246	-1.484
2009	-1.236	-490	130	-700		-622	-844
2010	-939	-830	-580	-798		-195	-134
2011	-1.922	-1.720	-1.000	-1.740	-1.580	-1.011	-1.800
2012	-2.460	-2.160	-1.800	-1.890		-1.931	-1.936
2013	-1.039	-610	150	-280		-47	-790
2014	-131	-580	-250	60		467	-305

Fonte: Comitato Glaciologico Italiano, Comitato Glaciologico Trentino SAT, Meteotrentino, Dip. Ingegneria Civile e Ambientale Università di Trento, Museo delle Scienze di Trento, Dip.ti TeSAF e Geoscienze dell'Università di Padova (Caresèr); Società Meteorologica Italiana (Ciardoney); G. Kappenberger (Basòdino); Comitato Glaciologico Italiano (Sforzellina e Dosdè orientale), Ufficio idrografico della Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige (Fontana Bianca, Vedretta Pendente)



**Figura 7.29: Bilancio di massa netto di alcuni ghiacciai italiani**