



CAMBIAMENTI CLIMATICI ED ENERGIA



Nel corso del 2009, la crisi economica globale che ha sconvolto, dal 2008, i mercati economici ed energetici, ha avuto effetti limitati sui trend climatici.

Attualmente, le risposte da parte della comunità internazionale ai problemi posti dall'aumento continuo delle emissioni di gas serra e dai relativi effetti sul sistema climatico restano incerte e poco efficaci.

Durante la Conferenza di Cancun sono stati adottati i cosiddetti "Accordi di Cancun" (Cancun Agreements).

Introduzione

Nel corso del 2009, la crisi economica globale che ha sconvolto, dal 2008, i mercati economici ed energetici, ha avuto effetti limitati sui *trend* climatici che sono oggetto di attenzione da parte della comunità scientifica internazionale. Se è vero, infatti, che le emissioni di CO₂ provenienti dall'uso dei combustibili fossili sono diminuite in un certo numero di Paesi industrializzati, d'altra parte esse hanno continuato a crescere nei Paesi emergenti.

A tutt'oggi, le risposte da parte della comunità internazionale ai problemi posti dall'aumento continuo delle emissioni di gas serra e dai relativi effetti sul sistema climatico restano incerte e poco efficaci. Non è un caso, quindi, che le emissioni globali nel 2009 siano state superiori del 5,4% a quelle del 2005, anno di entrata in vigore del Protocollo di Kyoto, e del 34,4% rispetto a quelle del 1994, anno di entrata in vigore della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici.

Nei primi mesi del 2010, il dibattito internazionale sui cambiamenti climatici si è concentrato sulla valutazione degli esiti della 15^{ma} Conferenza delle Parti (COP-15), svoltasi a Copenhagen dal 7 al 18 dicembre 2009. La conferenza aveva l'obiettivo di definire gli elementi di un nuovo accordo, destinato a entrare in vigore alla conclusione del periodo di impegno del Protocollo di Kyoto (2008-2012); purtroppo, a fronte delle elevate aspettative rivolte verso la Conferenza, il suo esito è stato un Accordo privo di impegni legalmente vincolanti.

Un evento chiave del 2010 è stata la Conferenza delle Nazioni Unite svoltasi a Tianjin, in Cina, dal 4 al 9 ottobre; nel corso di questa riunione è stata cercata una visione condivisa sui testi negoziali, sulla natura e la forma giuridica di un accordo internazionale sulla lotta ai cambiamenti climatici, in vista della 16^{ma} Conferenza delle Parti (COP-16) che ha avuto luogo a Cancun (Messico) dal 29 novembre al 10 dicembre.

La Conferenza di Cancun ha visto un rilancio del processo negoziale internazionale sui cambiamenti climatici, attraverso l'adozione dei cosiddetti "Accordi di Cancun" ("*Cancun Agreements*"), un pacchetto bilanciato di decisioni che riflettono i risultati dei



Gruppi di lavoro *ad hoc* che negoziano un futuro accordo globale nell'ambito della Convenzione (AWG-LCA; *Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action*) e ulteriori impegni nell'ambito del Protocollo (AWG-KP; *Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol*), comprendendo inoltre le conclusioni degli organi sussidiari della Convenzione (SBI, SBSTA - *Subsidiary Body for Implementation* e *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*).

Gli elementi più significativi del pacchetto includono:

- il riconoscimento ufficiale, nel processo multilaterale, degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra dei Paesi industrializzati (promessi con l'Accordo di Copenhagen), accompagnato dal rafforzamento del *reporting* e la richiesta di valutare ed elaborare relativi piani e strategie di sviluppo a basse emissioni di carbonio, anche attraverso meccanismi di mercato;
- il riconoscimento ufficiale delle azioni di mitigazione dei Paesi in via di sviluppo, l'istituzione di un registro per documentare e confrontare tali azioni con il supporto finanziario, tecnologico e di *capacity-building* fornito dai Paesi industrializzati, e la pubblicazione di un rapporto biennale delle azioni sottoposto ad analisi e consultazione internazionale;
- il rafforzamento dei Meccanismi di sviluppo pulito (*Clean Development Mechanisms* - CDM) nell'ambito del Protocollo;
- l'ammissibilità di tecnologie CCS (*Carbon Capture and Storage*) nei meccanismi CDM e l'ammissibilità nel “*carbon market*” dei crediti alle emissioni ottenuti con CCS;
- il lancio di una serie di iniziative e istituzioni a sostegno dei Paesi più vulnerabili;
- il riconoscimento dell'impegno di 30 miliardi di dollari USA per il finanziamento rapido (*fast start finance*) entro il 2012, e dell'intenzione di mobilitare 100 miliardi di dollari USA all'anno entro il 2020 da parte dei Paesi industrializzati per sostenere le azioni di mitigazione e adattamento nei Paesi in via di sviluppo;
- la creazione del “*Green Climate Fund*” e il lancio di un processo per definirlo nell'ambito della Convenzione;
- l'istituzione di un quadro d'azione per l'adattamento (*Cancun Adaptation Framework*), di un Comitato per l'adattamento (*Adaptation Committee*) e di un programma di lavoro sulla questione



delle perdite e dei danni dovuti ai cambiamenti climatici (*loss and damage*);

- l'istituzione di un meccanismo per il trasferimento tecnologico, con un relativo Comitato Esecutivo (*Technology Executive Committee*), un centro e una rete per il coordinamento (*Climate Technology Centre and Network*);
- il rafforzamento del REDD+ (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*), ovvero delle azioni di mitigazione delle emissioni derivanti da deforestazione e degrado forestale e delle azioni di conservazione delle foreste nei Paesi in via di sviluppo, con l'adeguato supporto tecnologico e finanziario.

In merito agli aspetti procedurali, è stato rinnovato per un altro anno il mandato di entrambi i Gruppi di lavoro *ad hoc*. Nel 2011 l'AWG-LCA avrà l'obiettivo di perseguire gli impegni contenuti nella relativa decisione della COP e continuare a discutere della forma legale di un futuro accordo globale, al fine di presentare i risultati alla COP-17. L'AWG-KP proseguirà il suo lavoro negoziale sulla base della decisione della CMP¹ per raggiungere un accordo "il prima possibile" ed evitare un *gap* tra il primo e il secondo periodo di impegno del Protocollo di Kyoto. Gli accordi di Cancun non prevedono invece:

- i termini di realizzazione della "*road map di Bali*" come era stato stabilito negli accordi del 2007 alla COP-13 di Bali;
- la definizione di obiettivi specifici e legalmente vincolanti di riduzione delle emissioni per il 2020;
- la definizione di un quadro complessivo di impegni a lungo termine di riduzione delle emissioni, per i prossimi decenni (es. fino al 2050), che prevedano, nei termini vincolanti del Protocollo di Kyoto, impegni e scadenze precise in grado di definire l'ammontare complessivo della quantità di gas serra che saranno immessi nell'atmosfera;
- quali iniziative prioritarie mettere in atto nel periodo tra il 1° gennaio 2013 e la data di ratifica del o dei nuovi trattati da definire.

A fronte della mancanza di una reale volontà politica di ridurre le emissioni da parte dei due maggiori emettitori mondiali, la Cina

¹ CMP: *Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto*



e gli Stati Uniti, i negoziatori della COP-16 hanno rinunciato a enunciare obiettivi quantitativi globali, a favore della definizione di un approccio sistemico fatto di più pilastri, tale da ripristinare la fiducia nei confronti del processo negoziale da parte dei Governi e dell'opinione pubblica.

Nel corso dell'anno è risultato, peraltro, evidente che gli impatti delle attività energetiche non riguardano soltanto l'alterazione degli equilibri climatici o della qualità dell'aria. L'incidente della piattaforma petrolifera *Deepwater Horizon* della *British Petroleum*, situata nel Golfo del Messico, ha fornito un quadro drammatico dei rischi delle perforazioni in mare aperto per lo sfruttamento delle risorse fossili. La prospettiva di avere a che fare con rischi crescenti, a mano a mano che i giacimenti petroliferi attualmente utilizzati tenderanno a esaurirsi, rappresenta un incentivo a modificare sistemi energetici ancora basati sui combustibili fossili, paragonabile a quello rappresentato dai cambiamenti climatici. Purtroppo, ancora oggi il prezzo dei prodotti petroliferi non registra che in minima parte i costi ambientali e sociali legati alla loro produzione e al loro utilizzo.

Nel corso dell'anno è risultato, peraltro, evidente che gli impatti delle attività energetiche non riguardano soltanto l'alterazione degli equilibri climatici o della qualità dell'aria.

Trend climatici di base

Livello globale

Il riscaldamento del sistema climatico globale è oggi indiscutibile, come emerge dalle osservazioni dell'incremento della temperatura media globale atmosferica e oceanica, dallo scioglimento dei ghiacci polari (in particolare dell'Artico), dalla riduzione dei ghiacciai delle medie latitudini (compresa anche la copertura nevosa) e dall'innalzamento del livello medio degli oceani. L'aumento della temperatura media a livello globale e in Europa, osservato negli ultimi decenni, è inusuale sia in termini di ampiezza sia di tasso di variazione.

In base al Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), l'aumento complessivo della temperatura media globale (sistema terra-oceano²) al 2008 è stato

L'aumento della temperatura a livello globale e in Europa, osservato negli ultimi decenni, è inusuale.

L'aumento complessivo della temperatura media globale (sistema terra-

² In questo documento, la dicitura "terra-oceano" indica che la temperatura è calcolata tenendo conto sia della temperatura dell'aria sulla terraferma sia quella superficiale del mare, mentre la dicitura "solo terra" indica che si tratta solo della temperatura dell'aria sulla terraferma

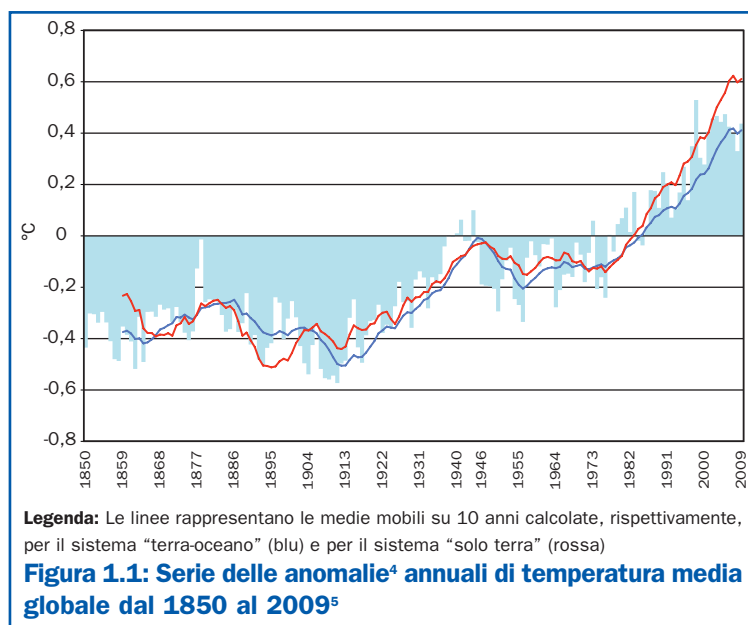


oceano) al 2008 è stato di $0,7^{\circ}\text{C}$ rispetto al livello pre-industriale.

I quattordici valori annuali con temperatura più alta a partire dal 1850, sono stati registrati dal 1997 al 2009.

di $0,7^{\circ}\text{C}$ rispetto al livello pre-industriale. Il tasso di riscaldamento, pari a $0,1^{\circ}\text{C}$ per decennio negli ultimi 100 anni, è aumentato a $0,16^{\circ}\text{C}$ per decennio negli ultimi 50 anni. Nell'ultimo secolo (1905-2005) la temperatura media del pianeta è aumentata di $0,74^{\circ}\text{C}$, con tassi di incremento via via crescenti: mentre nei decenni precedenti al 1950 aumentava a un tasso medio inferiore a $0,06^{\circ}\text{C}$ per decennio, negli ultimi 50 anni è, invece, aumentata al tasso di $0,13^{\circ}\text{C}$ per decennio e più recentemente (ultimi decenni) ha raggiunto il tasso di circa $0,25^{\circ}\text{C}$ per decennio.

Le analisi effettuate dalla *East Anglia University*, che includono anche i dati del 2009, indicano che i quattordici valori annuali con temperatura più alta a partire dal 1850 sono stati registrati dal 1997 al 2009³ (Figura 1.1).



³ EEA, http://themes.eea.europa.eu/IMS/ISpecs/ISpecification20041006175027/IAssessment1202733436537/view_content

⁴ Anomalie calcolate rispetto al periodo di riferimento 1961-1990

⁵ Fonte: *Climatic Research Unit della East Anglia University*



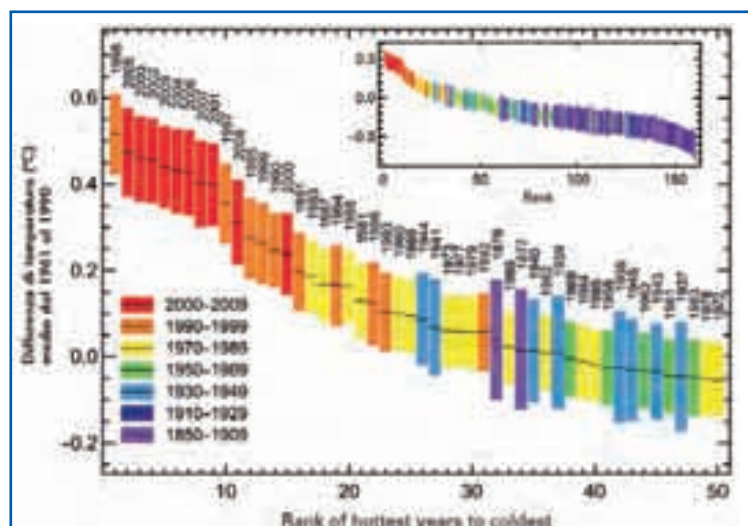
Le prime recentissime stime relative al 2010 indicano un'anomalia della temperatura media globale di 0,53 °C, che, tenuto conto dei margini di incertezza, pone il 2010 tra il primo e il terzo posto degli anni più caldi di tutta la serie.

Secondo le stime del *National Climatic Data Center* della NOAA, il 2009 è stato, insieme al 2006, il quinto anno più caldo della serie dal 1880, con una temperatura media globale terra-oceano di 0,56 °C superiore alla media del ventesimo secolo.

Il *ranking* della temperatura media globale superficiale per i 50 anni più caldi è illustrato nella Figura 1.2 pubblicata dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale, in cui il 2009 occupa il quinto posto; è comunque confermata, in generale, la posizione ai primi posti del *ranking* degli anni più recenti, dal 1990 al 2009.

Stime preliminari relative al 2010 indicano un'anomalia della temperatura media globale di 0,53 °C, che, tenuto conto dei margini di incertezza, pone il 2010 tra il primo e il terzo posto degli anni più caldi di tutta la serie.

Nel ranking della temperatura media globale superficiale per i 50 anni più caldi, il 2009 occupa il quinto posto.



Legenda: L'insero mostra il *ranking* delle temperature medie globali superficiali a partire dal 1850. Le dimensioni delle barre indicano l'intervallo di confidenza del 95%.

Figura 1.2: Ranking delle temperature medie globali superficiali per i 50 anni più caldi⁶

⁶ Fonte: World Meteorological Organization (2009): *WMO statement on the status of global climate in 2008. Report WMO*, n. 1039, Geneva 2009



Cambiamenti nelle variabili climatiche si traducono, altresì, in un aumento della frequenza, dell'intensità e della durata di eventi estremi quali alluvioni, siccità e onde di calore.

L'aumento della temperatura in Europa al 2008, rispetto ai valori pre-industriali, è stato circa 1,0 °C per il sistema terra-

Le proiezioni, basate sui sei scenari di emissione dell'IPCC per la fine del XXI secolo, indicano un aumento della temperatura globale da 1,8 a 4,0 °C nel periodo 2090-2099 rispetto al periodo 1980-1999⁷.

Per quanto riguarda il *trend* delle precipitazioni dal 1900 al 2005, è stato osservato un aumento significativo nell'area orientale del Nord e del Sud America, nel Nord Europa e nell'Asia settentrionale e centrale, mentre una riduzione è stata rilevata nel Sahel, nel Mediterraneo, nell'Africa meridionale e in alcune parti dell'Asia meridionale.

Cambiamenti nelle variabili climatiche si traducono, altresì, in un aumento della frequenza, dell'intensità e della durata di eventi estremi quali alluvioni, siccità e onde di calore. La frequenza degli eventi di precipitazione intensa è aumentata nella maggior parte delle terre emerse, coerentemente con il riscaldamento e l'aumento del vapore acqueo atmosferico.

Infine, nel periodo 1850-2005, la temperatura superficiale del mare a livello globale è aumentata di $0,038 \pm 0,011$ °C per decennio, secondo una stima effettuata utilizzando il set di dati HadSST2 dell'*Hadley Centre*.

In assenza di politiche di mitigazione, sul nostro pianeta si assisterà con ogni probabilità a un aumento della frequenza delle ondate di calore e delle precipitazioni intense, a un aumento dell'intensità dei cicloni tropicali, a una diminuzione della disponibilità idrica in molte aree semi-aride come, ad esempio, il bacino del Mediterraneo, con ripercussioni significative in termini ambientali, sociali ed economici.

Europa

L'aumento della temperatura in Europa al 2008, rispetto ai valori pre-industriali, è stato circa 1,0°C per il sistema terra-oceano, 1,3°C sulla terraferma, maggiore quindi di quello globale⁸.

Le proiezioni indicano un aumento della temperatura media per la fine di questo secolo tra 1,0 e 5,5 °C. In base allo scenario

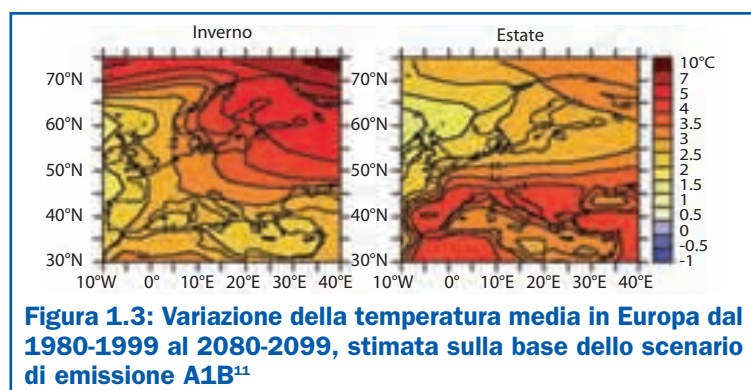
⁷ IPCC, 2007, *Climate Change 2007 – Fourth Assessment Report-WGI*

⁸ EEA, http://themes.eea.europa.eu/IMS/ISpecs/ISpecification20041006175027/IAssessment-1202733436537/view_content



A1B⁹, ad esempio, i modelli climatici globali stimano un aumento della temperatura media dal 1980-1999 al 2080-2099 compreso tra 2,3 e 5,3 °C nel Nord Europa e tra 2,2 e 5,1 °C nel Sud Europa e nelle regioni del Mediterraneo¹⁰. Ovviamente, impiegando scenari di emissione diversi, gli intervalli di aumento della temperatura stimati variano sensibilmente. Nel Nord Europa il riscaldamento maggiore è previsto durante la stagione invernale, mentre nelle regioni del Mediterraneo soprattutto in estate (Figura 1.3).

oceano, 1,3°C sulla
terraferma, maggiore quindi
di quello globale.



In base allo scenario A1B, i modelli climatici globali stimano un aumento della temperatura media dal 1980-1999 al 2080-2099 compreso tra 2,3 e 5,3 °C nel Nord Europa e tra 2,2 e 5,1 °C nel Sud Europa e nelle regioni del Mediterraneo.

Negli ultimi 50 anni sono stati osservati cambiamenti nella distribuzione degli estremi di temperatura e, in particolare, un aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi di caldo intenso e una diminuzione degli episodi contraddistinti dalle basse temperature. Le proiezioni indicano la continuazione di questo *trend* anche in futuro. Per quanto riguarda le precipitazioni in Europa, durante il XX secolo è stato osservato un aumento dal 10 al 40% nelle regioni settentrionali e una diminuzione fino al 20% in alcune parti dell'Europa meridionale¹².

Le precipitazioni in Europa, durante il XX secolo, sono aumentate tra il 10 e il 40% nelle regioni settentrionali e

⁹ Scenario caratterizzato da crescita economica molto rapida, popolazione globale che raggiunge un picco massimo intorno alla metà del XXI secolo per poi diminuire, rapida introduzione di nuove e più efficienti tecnologie e distribuzione bilanciata tra le varie fonti di energia (IPCC, *Special Report on Emission Scenarios*, 2000)

¹⁰ IPCC, 2007, *Climate Change 2007 – Fourth Assessment Report-WGI*

¹¹ Fonte: IPCC, *Fourth Assessment Report*

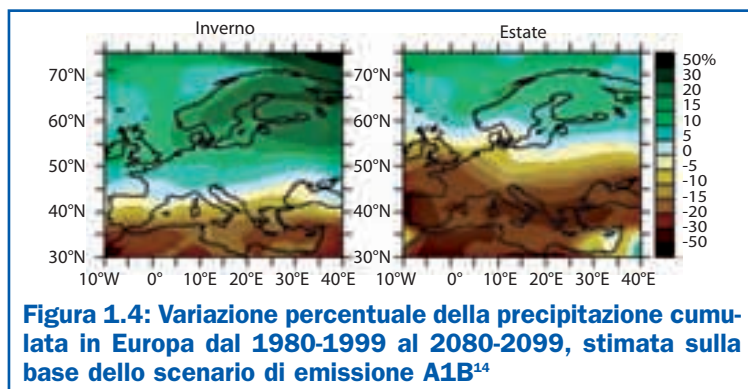
¹² EEA, 2008, *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment*. EEA Report n. 4/2008



diminuite fino al 20% in alcune parti dell'Europa meridionale.

In base allo scenario A1B, i modelli climatici globali stimano un aumento della precipitazione cumulata annuale dal 1980-1999 al 2080-2099 compreso tra lo 0 e il 16% nel Nord Europa e una diminuzione tra il 4 e il 27% nel Sud Europa e nelle regioni del Mediterraneo, più accentuata durante la stagione estiva.

In base allo scenario A1B, i modelli climatici globali stimano un aumento della precipitazione cumulata annuale dal 1980-1999 al 2080-2099 compreso tra lo 0 e il 16% nel Nord Europa e una diminuzione tra il 4 e il 27% nel Sud Europa e nelle regioni del Mediterraneo, più accentuata durante la stagione estiva¹³ (Figura 1.4). Occorre comunque tenere in considerazione il fatto che le proiezioni relative alle precipitazioni, a differenza di quelle di temperatura che sono piuttosto uniformi nello spazio, possono variare sensibilmente anche su distanze orizzontali ridotte, soprattutto in regioni a orografia complessa. È stato stimato, inoltre, un aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi di precipitazione, soprattutto nelle regioni settentrionali e un aumento dei periodi di siccità, in particolare nel Sud Europa.



Infine, nei mari europei, la temperatura superficiale sta aumentando più rapidamente rispetto a quanto osservato a livello globale, con una velocità di aumento maggiore nei mari del Nord Europa che non nel Mediterraneo. Negli ultimi 25 anni (1982-2006), il tasso di aumento della temperatura dei mari europei è stato circa 10 volte maggiore di quello registrato dal 1871 al 2006¹⁵.

¹³ IPCC, 2007, *Climate Change 2007 – Fourth Assessment Report - WGI*

¹⁴ Fonte: IPCC, *Fourth Assessment Report*

¹⁵ EEA, 2008, *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment*. EEA Report n. 4/2008



Italia

In base agli studi del CNR-ISAC, le temperature medie annuali in Italia sono cresciute negli ultimi due secoli di $1,7^{\circ}\text{C}$ (pari a oltre $0,8^{\circ}\text{C}$ per secolo), ma il contributo più rilevante è avvenuto negli ultimi 50 anni, per i quali l'aumento è stato di circa $1,4^{\circ}\text{C}$ (pari a circa $2,8^{\circ}\text{C}$ per secolo).

Le tendenze della temperatura in Italia vengono aggiornate annualmente dall'ISPRA mediante l'omogeneizzazione di serie temporali nel periodo 1961-2009 e l'applicazione di modelli statistici, anche non lineari, di riconoscimento e stima dei *trend*.

In base agli studi del CNR-ISAC, le temperature medie annuali in Italia sono cresciute negli ultimi due secoli di $1,7^{\circ}\text{C}$, ma il contributo più rilevante è avvenuto negli ultimi 50 anni, per i quali l'aumento è stato di circa $1,4^{\circ}\text{C}$.

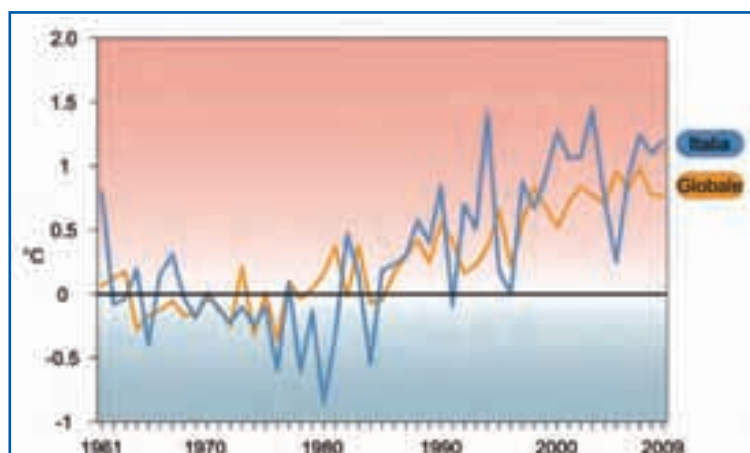


Figura 1.5: Serie temporali delle anomalie di temperatura media globale e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990¹⁶

L'aumento della temperatura media registrato in Italia nelle ultime decadi è superiore a quello medio globale sulla terraferma.

L'aumento della temperatura media registrato in Italia nelle ultime decadi è superiore a quello medio globale sulla terraferma. In particolare, nel 2008 e 2009 le anomalie rispetto al trentennio 1961-1990 sono state rispettivamente $+1,09$ e $+1,19^{\circ}\text{C}$, contro una media globale di $0,78$ e $0,76^{\circ}\text{C}$. Il 2009 è stato il diciottesimo anno consecutivo con anomalia termica positiva, e il suo

¹⁶ Fonte: ISPRA e NCDC/NOAA



La tendenza al riscaldamento si evince anche dall'analisi di alcuni indicatori relativi ai valori estremi di temperatura. Negli ultimi 13 anni i "giorni estivi" e le "notti tropicali" sono stati sempre maggiori delle rispettive medie climatologiche.

valore è il quinto a partire dal 1961¹⁷ (Figura 1.5). Un'analisi delle tendenze su base stagionale dettagliata per l'Italia settentrionale, centrale e meridionale indica che l'aumento della temperatura media è significativo ovunque in autunno dal 1970 e in estate dal 1980, mentre nell'intero periodo 1961-2006 è significativo al Nord in inverno e al Centro-Sud in primavera¹⁸.

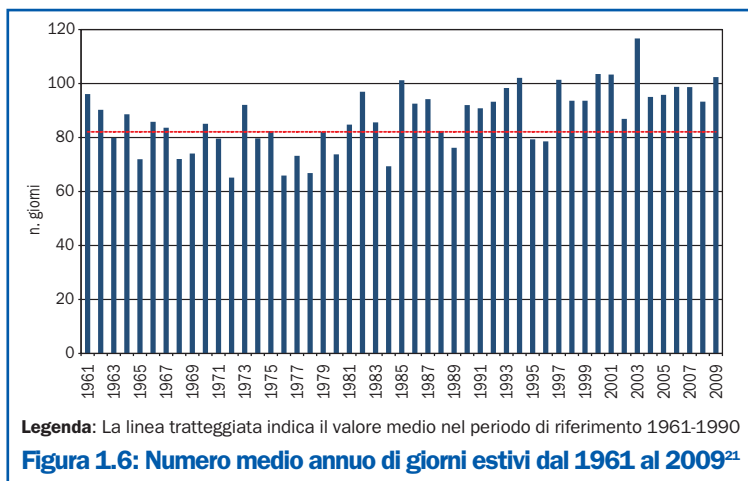
La tendenza al riscaldamento si evince anche dall'analisi di alcuni indicatori relativi ai valori estremi di temperatura. Negli ultimi 13 anni i "giorni estivi"¹⁹ (Figura 1.6) e le "notti tropicali"²⁰ (Figura 1.7) sono stati sempre maggiori delle rispettive medie climatologiche. Nel 2009, in particolare, il numero di giorni estivi ha superato la media climatologica del 24% circa e il numero di notti tropicali estive ha superato la media climatologica del 75% circa. Infine, sono state prese in considerazione le "onde di calore", cioè gli eventi della durata di almeno 3 giorni, in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 95° percentile della distribuzione delle temperature massime giornaliere nel trentennio climatologico 1961-1990. Nella Figura 1.8 viene illustrato l'andamento medio in Italia dell'indice "intensità delle onde di calore", che rappresenta il valore medio (in °C) delle eccedenze di temperatura rispetto alla soglia, cumulate nel corso degli eventi. Sono abbastanza evidenti una tendenza all'aumento di questo indice nel corso degli ultimi 30 anni e l'eccezionalità dell'intensità delle onde di calore nell'estate del 2003, mentre il 2009 si colloca al 7° posto dell'intera serie dal 1961.

¹⁷ ISPRA, *Gli indicatori del clima in Italia nel 2009*, Rapporto Serie Stato dell'Ambiente n. 19/2010, Anno V

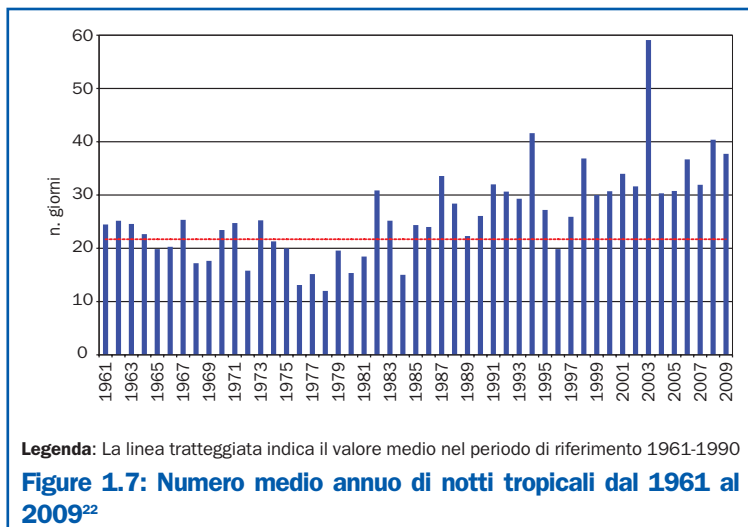
¹⁸ Toreti A., Desiato F., Fioravanti G. and Perconti W., 2009, *Seasonal temperatures over Italy and their relationship with low-frequency atmospheric circulation patterns*, *Climatic Change*, doi 10.1007/s10584-009-9640-0

¹⁹ Numero di giorni con temperatura massima dell'aria maggiore di 25 °C

²⁰ Numero di giorni con temperatura minima dell'aria maggiore di 20 °C



Negli ultimi 13 anni i “giorni estivi”, ossia giorni con temperatura massima dell’aria maggiore di 25 °C, sono stati sempre maggiori della media climatologica.



Negli ultimi 13 anni le “notti tropicali”, ossia le notti con temperatura minima dell’aria maggiore di 20 °C, sono state sempre maggiori della media climatologica.

²¹ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle stazioni della rete AM

²² Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle stazioni della rete AM



L'indice "intensità delle onde di calore" rappresenta il valore medio delle eccedenze della temperatura massima giornaliera rispetto a un valore soglia, climatologico. Il 2009 si colloca al 7° posto dell'intera serie dal 1961.

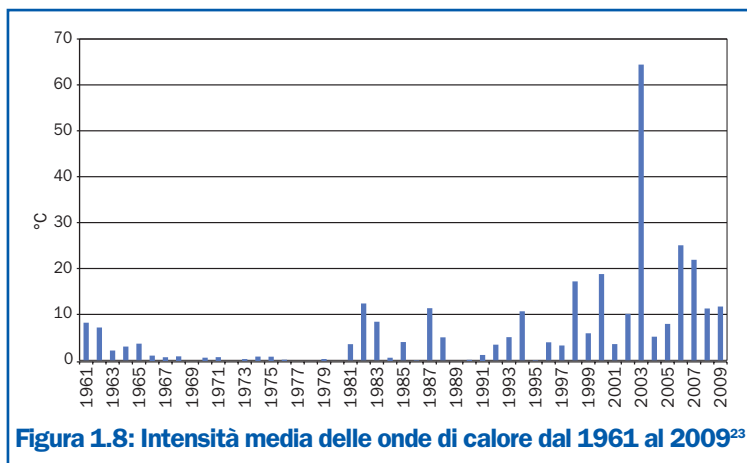


Figura 1.8: Intensità media delle onde di calore dal 1961 al 2009²³

La serie delle precipitazioni del Nord Italia indica una diminuzione della precipitazione media di 1,47 mm/anno dal 1961 al 2006.

Per quanto riguarda le tendenze delle precipitazioni nel lungo periodo, gli studi del CNR²⁴ indicano che "i trend sono generalmente negativi, anche se solo di lieve entità e spesso poco significativi dal punto di vista statistico. L'entità della riduzione delle precipitazioni risulta dell'ordine del 5% per secolo; essa sembra dovuta principalmente alla primavera, stagione nella quale la riduzione delle precipitazioni risulta vicina al 10% per secolo"²⁵.

Per il periodo più recente, l'ISPRA ha analizzato le serie annuali e stagionali delle anomalie di precipitazione dell'Italia settentrionale, centrale e meridionale²⁶. Le serie annuali non indicano trend statisticamente significativi, mentre la serie invernale del Nord Italia segnala una diminuzione della precipitazione media di 1,47 mm/anno dal 1961 al 2006 (Figura 1.9).

Per valutare le eventuali tendenze sugli eventi estremi di precipitazione sono stati analizzati i seguenti indicatori: il "consecutive

²³ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle stazioni della rete AM

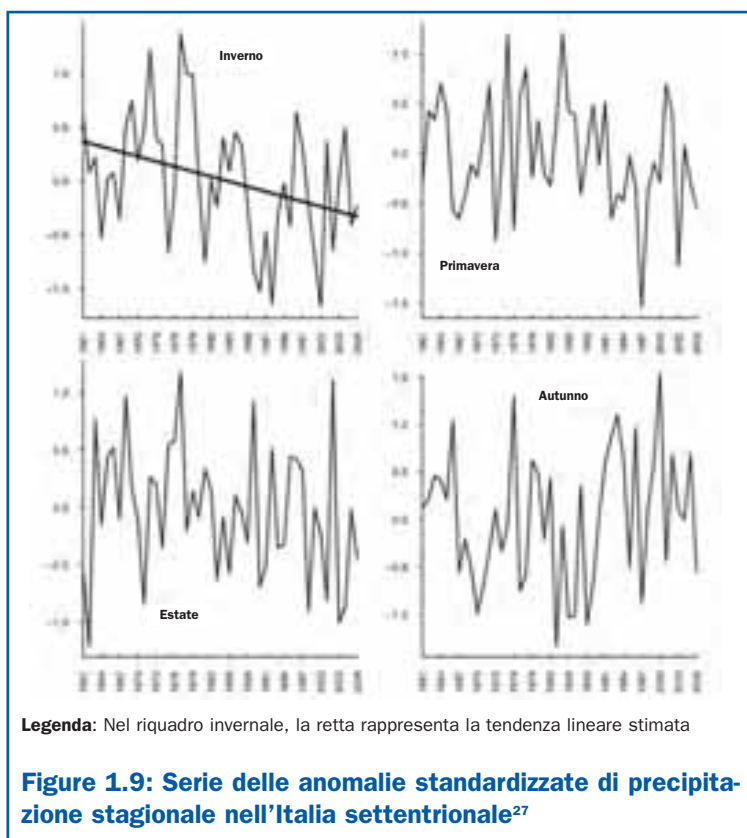
²⁴ Brunetti, M. et al. 2006, *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenized instrumental time series*, *International Journal of Climatology*, vol. 26:345-381

²⁵ Nanni T. e Prodi F., 2008, *Energia*, n.1, 2008, pagg. 66-71

²⁶ Toreti A., Desiato F., Fioravanti G. and Perconti W. 2009, *Annual and seasonal precipitation over Italy from 1961 to 2006*, *International Journal of Climatology*, doi 10.1002/joc.1840



La serie delle precipitazioni del Nord Italia indica una diminuzione della precipitazione media di 1,47 mm/anno dal 1961 al 2006.



dry days” (CDD), cioè il numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione inferiore a 1 mm; il “very wet days” (R95p) e l’“extremely wet days” (R99p), cioè il numero di giorni in un anno con precipitazione al di sopra del 95° (99°) percentile della distribuzione climatologica delle precipitazioni giornaliere dal 1961 al 1990; e il “simple daily intensity index” (SDII), cioè la precipitazione annuale divisa per il numero di giorni con precipitazione maggiore o uguale a 1 mm. Il CDD ha a che fare con la durata dei

²⁷ Fonte: Toreti A., Desiato F., Fioravanti G. and Perconti W. 2009, *Annual and seasonal precipitation over Italy from 1961 to 2006*, *International Journal of Climatology*, doi 10.1002/joc.1840



Osservazioni effettuate sulla terraferma e sugli oceani mostrano che molti sistemi naturali stanno risentendo dei cambiamenti climatici.

periodi di siccità, mentre gli altri indicatori (R95p, R99p e SDII) analizzano statisticamente gli eventi di precipitazione intensa. Un'analisi preliminare di questi indici su un campione di circa 50 stazioni non mostra alcuna tendenza statisticamente significativa dal 1950 al 2006. Tuttavia, il numero limitato di serie temporali sufficientemente continue e di qualità controllata, e la loro distribuzione non omogenea sul territorio, impediscono per il momento di arrivare a una conclusione circa l'esistenza o meno di tendenze significative sugli eventi estremi di precipitazione in Italia.

Impatti e vulnerabilità

Livello globale

Il quadro degli impatti dei cambiamenti climatici fin qui osservati, così come esso può essere ricostruito a partire dalla letteratura scientifica più recente, non differisce sostanzialmente da quello presentato nell'edizione 2009 di *Tematiche in primo piano*, che a sua volta era basato sulle conclusioni del Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC (2007). Sulla base dei risultati scientifici acquisiti successivamente alla pubblicazione del Quarto Rapporto di Valutazione, la *Copenhagen Diagnosis 2009* propone una sintesi e un aggiornamento sulla questione climatica quale valutazione intermedia lungo il percorso che porterà al Quinto Rapporto di Valutazione, la cui pubblicazione è attesa per i primi mesi del 2014. Dal 2007 la scienza ha fatto significativi passi avanti attraverso numerose osservazioni satellitari e misurazioni delle superfici glaciali che hanno mostrato, con un elevato grado di certezza, come la riduzione della massa delle piattaforme glaciali della Groenlandia e dell'Antartide stia continuando a un tasso crescente. Lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte glaciali in altre parti del nostro pianeta ha subito un'accelerazione dal 1990, così come è aumentato lo scioglimento estivo del ghiaccio marino artico a un tasso ben più elevato rispetto a quanto previsto dai modelli climatici. La superficie del ghiaccio marino durante la stagione estiva nel periodo 2007-2009 ha mostrato valori del 40% circa inferiori rispetto alla previsione media dei modelli climatici del Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC.



Osservazioni satellitari hanno rilevato, inoltre, un recente innalzamento medio globale del livello del mare, pari a 3,4 mm/anno negli ultimi 15 anni, di circa 80% superiore alle previsioni dell'IPCC.

Una tale accelerazione è coerente con il verificarsi di un contributo doppio dovuto allo scioglimento dei ghiacciai, delle calotte glaciali e delle piattaforme glaciali della Groenlandia e dell'Antartide occidentale. Entro il 2100, il livello del mare a livello globale probabilmente s'innalzerà almeno del doppio rispetto a quanto previsto dal *Working Group I* (WGI) nel Quarto Rapporto di Valutazione; in assenza di interventi di mitigazione potrà anche superare il metro. Il livello del mare continuerà a salire per secoli a partire dal momento in cui le temperature globali verranno stabilizzate²⁸.

Le variazioni climatiche non hanno ripercussioni solo sui sistemi fisici ma anche su quelli biologici e, conseguentemente, sui servizi che questi offrono all'umanità: l'alterazione degli ecosistemi e dei servizi ecosistemici è ormai riconosciuta, infatti, come uno degli effetti inevitabili dei cambiamenti climatici. Sebbene molti scienziati sottolineino la capacità degli ecosistemi di adattarsi entro un certo limite alle temperature crescenti, la combinazione delle pressioni antropiche e dei cambiamenti climatici aumenterà il rischio di perdita di numerosi sistemi²⁹.

I cambiamenti climatici possono influire sulla biodiversità, direttamente o indirettamente, attraverso un'interazione complessa a livello sia di specie sia di *habitat*: in un nuovo regime climatico la struttura degli *habitat* e le funzioni ecologiche saranno destinati a cambiare, così come la capacità delle specie di sopravvivere. E se una specie non potrà più sopravvivere in un ecosistema, avrà due scelte: si potrà spostare se si può disperdere in modo sufficientemente rapido ed esiste un *habitat* alternativo accessi-

Le variazioni climatiche non hanno ripercussioni solo sui sistemi fisici ma anche su quelli biologici e, conseguentemente, sui servizi che questi offrono all'umanità.

I cambiamenti climatici possono influire sulla biodiversità, direttamente o indirettamente, attraverso un'interazione complessa a livello sia di specie sia di habitat.

²⁸ I. Allison, N.L. Bindoff, R.A. Bindshadler, P.M. Cox, N. de Noblet, M.H. England, J.E. Francis, N. Gruber, A.M. Haywood, D.J. Karoly, G. Kaser, C. Le Quéré, T.M. Lenton, M.E. Mann, B.I. McNeil, A.J. Pitman, S. Rahmstorf, E. Rignot, H.J. Schell-Inhuber, S.H. Schneider, S.C. Sherwood, R.C.J. Somerville, K. Steffen, E.J. Steig, M. Visbeck, A.J. Weaver, 2009. *The Copenhagen Diagnosis, 2009: Updating the World on the Latest Climate Science*. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney, Australia, 60pp.

²⁹ EEA, TR N. 12/2010. EU 2010 Biodiversity Baseline



La perdita di biodiversità spesso riduce la produttività degli ecosistemi, riducendo in tal modo il paniere di beni e servizi forniti dalla natura, da cui si attinge costantemente.

bile e adatto), altrimenti potrà gradualmente sparire in differenti località ed eventualmente estinguersi. Variazioni nella distribuzione, composizione, struttura e funzione degli ecosistemi, così come modifiche nella fenologia e nella distribuzione delle specie potranno influenzare la resilienza degli ecosistemi e dei servizi offerti all'umanità e ridurre la capacità di rispondere agli *stress* futuri.

Il 2010 è stato proclamato Anno internazionale della biodiversità dalle Nazioni Unite, che hanno sottolineato la stretta connessione tra cambiamenti climatici e conservazione delle specie. Come ha recentemente osservato il Segretariato per la Convenzione sulla Diversità Biologica: *“La perdita di biodiversità spesso riduce la produttività degli ecosistemi, riducendo in tal modo il paniere di beni e servizi forniti dalla natura, da cui attingere costantemente. Questo destabilizza gli ecosistemi e indebolisce la loro capacità di far fronte a catastrofi naturali come inondazioni, siccità e uragani, e impatti causati dall'uomo come l'inquinamento ed i cambiamenti climatici. Stiamo già spendendo ingenti somme in risposta alle inondazioni ed ai danni provocati dal maltempo aggravati dalla deforestazione; è previsto che tali danni aumenteranno a causa del riscaldamento globale”*.³⁰

Al fine di predisporre le opportune misure di adattamento, è necessario in primo luogo rafforzare la base conoscitiva relativa ai cambiamenti climatici e ai relativi impatti sui sistemi naturali e sui settori socio-economici.

In questa direzione vanno le iniziative dell'IPCC, che ha sottolineato la necessità di migliorare il livello delle conoscenze sugli impatti, sulla vulnerabilità e sull'adattamento approfondendo le analisi a livello regionale. Tali valutazioni saranno incluse in una sezione specifica del contributo del Gruppo di Lavoro II al Quinto Rapporto di Valutazione³¹.

³⁰ CBD, 2010, <http://www.cbd.int/2010/biodiversity/?tab=1>

³¹ ISPRA, 2009. *Annuario dei dati ambientali 2009 – Tematiche in primo piano*



Europa

Anche in Europa molti sistemi naturali, così come numerosi settori socio-economici, hanno già subito le conseguenze dei cambiamenti climatici, in termini di perdita della biodiversità, ridotta quantità e qualità delle risorse idriche, rischi per la salute umana, danni ad agricoltura e foreste, al turismo, al settore dell'energia e dei trasporti. Le zone montane, l'area mediterranea, le aree costiere e l'Artico sono tra le aree più vulnerabili in Europa e lo saranno sempre più se, oltre a una riduzione significativa delle emissioni globali di gas serra, non saranno adottate misure di adattamento necessarie a moderare gli impatti dei cambiamenti climatici già in atto³².

Per celebrare l'Anno internazionale della biodiversità, l'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) ha pubblicato nel corso dell'anno alcune valutazioni sintetiche riguardanti la biodiversità, proponendo un approfondimento ogni mese, a partire dal primo dedicato proprio a biodiversità e cambiamenti climatici³³.

Ad esempio, in Europa negli ultimi 20 anni il rapido cambiamento climatico verificatosi ha influenzato fortemente le popolazioni di uccelli come mostra l'aumento significativo, rilevato in tale periodo, dell'Indice di Impatto Climatico riferito alle popolazioni osservate di 122 specie comuni di uccelli in 18 paesi europei in diverse zone climatiche³⁴.

L'Indice di Impatto Climatico misura la divergenza tra i *trend* delle popolazioni di uccelli per le quali si prevede l'espansione del *range* e di quelle per le quali è prevista una riduzione del *range* a causa dei cambiamenti climatici. L'indicatore si basa sulla combinazione tra i *trend* della popolazione osservata e la potenziale espansione/riduzione delle dimensioni del *range* per ognuna delle specie alla fine del secolo (2070-2099)³⁵ (Figura 1.10).

In Europa molti sistemi naturali, così come numerosi settori socio-economici, hanno già subito le conseguenze dei cambiamenti climatici, in termini di perdita della biodiversità, ridotta quantità e qualità delle risorse idriche, rischi per la salute umana, danni ad agricoltura e foreste, al turismo, al settore dell'energia e dei trasporti.

³² ISPRA, 2009. *Tematiche in primo piano 2009 – Annuario dei dati ambientali*

³³ EEA, 2010. *10 messages for 2010. Climate change and biodiversity*

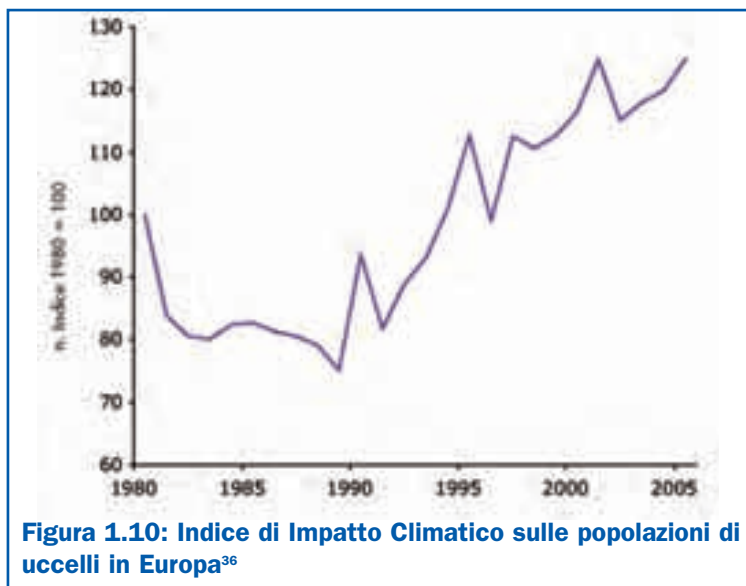
³⁴ SEBI indicator 011, 2010

http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/indicators#c7=all&c5=all&c10=SEBI&c13=20&b_start=0

³⁵ L'Indice è basato sulla combinazione di due data set: (i) dati relativi al *trend* della popolazione di 122 specie comuni e diffuse di uccelli per il periodo 1980-2005 in 20 paesi europei; (ii) proiezioni relative alle fasce climatiche per ognuna delle 122 specie per il periodo 2070-2099 che mostrano un *range* potenziale in espansione o in contrazione.



In Europa negli ultimi 20 anni il rapido cambiamento climatico verificatosi ha influenzato fortemente le popolazioni di uccelli come mostra l'aumento significativo, rilevato in tale periodo, dell'Indice di Impatto Climatico.



Mentre molti uccelli terrestri europei mostrano segni di declino in risposta al riscaldamento climatico, come indicato dal *trend* relativo a 92 specie per le quali è prevista una riduzione del *range* (Figura 1.11), alcune popolazioni di uccelli hanno risposto positivamente ai cambiamenti climatici e sono aumentate in numero

L'Indice di Impatto Climatico è calcolato in due fasi. In primo luogo, le 122 specie di uccelli sono state divise in quelle per le quali le proiezioni hanno indicato un incremento del *range* potenziale (30 specie – Fig. 1.12) e quelle per le quali è prevista una diminuzione (92 specie – Fig. 1.11). Per ognuno dei due gruppi di specie, è stato calcolato un indice di popolazione multi-specie, in cui il peso del contributo di ogni singola specie all'indice è basato sul cambiamento dell'estensione del *range* previsto dai modelli. Nella seconda fase, l'Indice di Impatto Climatico stesso è calcolato per un determinato anno, come rapporto tra l'indice relativo alle specie per le quali si prevede la crescita del *range* (30 specie – Fig. 1.12) e l'indice relativo alle specie per le quali si prevede una diminuzione del *range* (92 specie – Fig. 1.11). I due andamenti hanno lo stesso peso nell'indicatore. La metodologia sviluppata è ugualmente applicabile a qualsiasi altro gruppo per cui siano disponibili informazioni equivalenti

³⁶ Fonte: EEA website - <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/impact-of-climate-change-on/impact-of-climate-change-on>

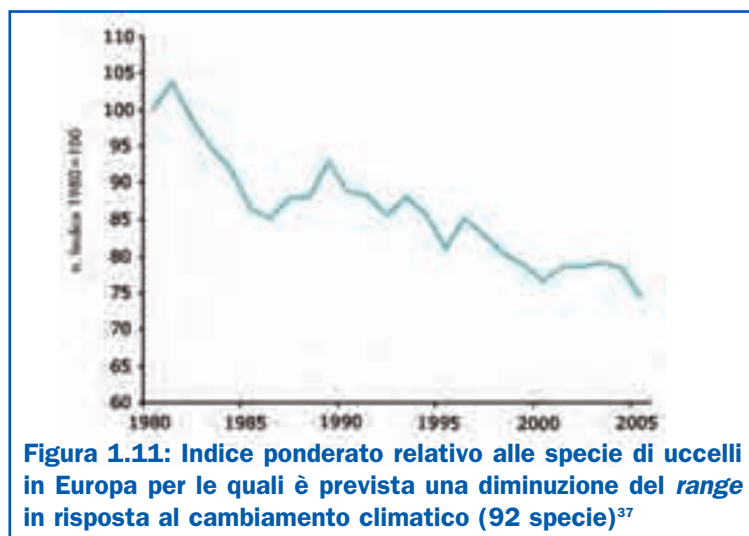


(Figura 1.12). Gli effetti dei cambiamenti climatici possono, quindi, essere sia positivi sia negativi: il numero di specie di uccelli le cui popolazioni hanno mostrato di subire un impatto negativo a causa dei cambiamenti climatici è, comunque, tre volte superiore rispetto a quelle che ne hanno beneficiato.

È probabile che questo abbia portato, e sempre più porterà nel futuro, a cambiamenti nella composizione delle specie a scala regionale. Potenziali correlazioni tra cambiamenti nelle popolazioni di uccelli, funzionamento dell'ecosistema e resilienza rappresentano una sfida conoscitiva ancora aperta.

In alcuni paesi europei (Finlandia, Paesi Bassi e Regno Unito) e in una regione (Catalogna), il monitoraggio regolare delle farfalle durante il periodo 1990-2007 ha rilevato cambiamenti nelle comunità delle farfalle, con un *trend* significativo a favore di una più elevata percentuale di specie "calde" rispetto alle specie "fredde". Questo *trend* è espresso attraverso il *Community Temperature Index* (CTI): più è elevato il CTI, maggiore è la percentuale di specie "calde" (Figura 1.13).

Il numero di specie di uccelli le cui popolazioni hanno mostrato di subire un impatto negativo a causa dei cambiamenti climatici è, comunque, tre volte superiore rispetto a quelle che ne hanno beneficiato.



Molti uccelli terrestri europei mostrano segni di declino in risposta al riscaldamento climatico, come indicato dal trend relativo a 92 specie per le quali è prevista una riduzione del range.

³⁷ Fonte: EEA website - <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/impact-of-climate-change-on/impact-of-climate-change-on>



Alcune popolazioni di uccelli hanno risposto positivamente ai cambiamenti climatici e sono aumentate in numero.

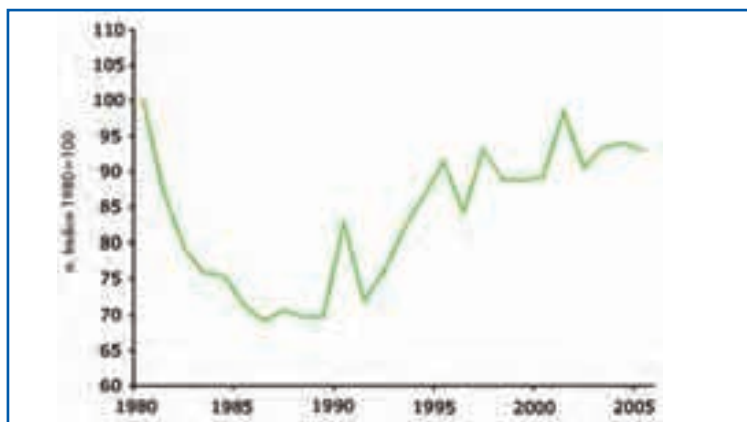


Figura 1.12: Indice ponderato relativo alle specie di uccelli in Europa per le quali è previsto un guadagno del range in risposta al cambiamento climatico (30 specie)³⁷

In alcuni paesi europei (Finlandia, Paesi Bassi e Regno Unito) e in una regione (Catalogna), il monitoraggio regolare delle farfalle ha rilevato cambiamenti nelle comunità delle farfalle, con un trend significativo a favore di una più elevata percentuale di specie "calde" rispetto alle specie "fredde".

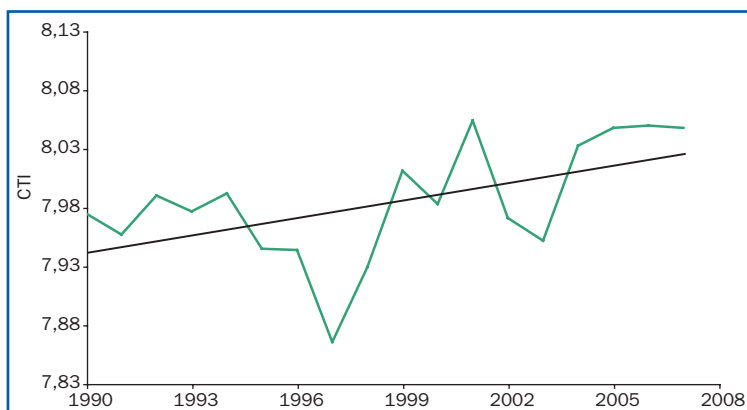


Figura 1.13: Community Temperature Index per le farfalle³⁹

³⁸ Fonte: EEA website - <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/impact-of-climate-change-on/impact-of-climate-change-on>

³⁹ Fonte: EEA, 2010. *10 messages for 2010. Climate change and biodiversity*



I trend sopra rappresentati mostrano quanto la minaccia dei cambiamenti climatici per la biodiversità sia in continua crescita⁴⁰. Oltre alle specie animali, tuttavia, anche le specie vegetali stanno subendo l'impatto del riscaldamento climatico. Le piante alpine rappresentano un'elevata percentuale della diversità delle piante autoctone europee: circa il 20% di tutte le piante vascolari autoctone si trovano principalmente all'interno della fascia altitudinale alpina, che copre solo il 3% del continente⁴¹. Le piante alpine rappresentano un indicatore sensibile e vulnerabile agli impatti del riscaldamento globale in quanto ad alta quota, dove l'uso del suolo è di minima entità, il cambiamento climatico è la principale causa delle modificazioni osservate nella composizione delle specie.

Osservazioni effettuate in Tirolo (Austria) durante il periodo 1994-2004 nell'ambito della rete di osservazione GLORIA, mostrano chiaramente uno spostamento delle piante verso altitudini più elevate. Le popolazioni di specie nivali e sub-nivali, collocate vicino alla sommità delle montagne, e quindi incapaci di muoversi ulteriormente in alto, risultano in declino.

Uno spostamento verso altitudini più elevate delle zone vegetate indotto da un riscaldamento di 3 °C (circa 460 m di distanza verticale se si assume un gradiente termico di 0,65 °C per 100 m) sarebbe quindi associato a una drastica perdita di biodiversità nel lungo periodo, e molte aree attualmente alpine sarebbero convertite in foreste montane e subalpine. Specie endemiche sono spesso limitate a elevate altitudini e possono essere pertanto altamente vulnerabili agli impatti dovuti all'innalzamento della temperatura.

Entro la fine del XXI secolo si prevede che la distribuzione delle specie vegetali in Europa avanzerà di alcune centinaia di chilometri verso nord (ipotizzando che esse possano migrare anche attraverso paesaggi fortemente antropizzati e frammentati), le foreste subiranno con molta probabilità una contrazione a sud e un'espansione a nord, e il 60% delle specie vegetali montane dovrà far fronte al rischio di estinzione.

Oltre alle specie animali, tuttavia, anche le specie vegetali stanno subendo l'impatto del riscaldamento climatico.

⁴⁰ EEA Report N. 4/2009. *Progress towards the European 2010 biodiversity target*

⁴¹ EEA, 2010. 10 messages for 2010. Climate change and biodiversity



Il mantenimento degli ecosistemi è di vitale importanza per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici. È quindi necessario cercare di perseguire un triplice obiettivo: proteggere e ripristinare gli ecosistemi e, quindi, mitigare i cambiamenti climatici e adattarsi ai loro effetti.

Nella regione mediterranea si possono osservare gli effetti prodotti dai cambiamenti climatici che, insieme alle conseguenze derivanti dagli stress antropici sul territorio e sulle sue risorse, rendono quest'area geografica, e il nostro Paese che ne fa parte, una delle più vulnerabili in Europa.

Valutazioni sullo stato di conservazione delle 1500 specie e *habitat* di interesse speciale ai sensi della Direttiva EC *Habitat* hanno mostrato che il 19% degli *habitat* (42 tipologie di *habitat*) e il 12% (144 specie) delle specie di interesse europeo sono potenzialmente minacciate dal cambiamento climatico. Torbiere, paludi e acquitrini sono i tipi di *habitat* più vulnerabili, con il 50% colpito negativamente e con possibili conseguenze particolarmente preoccupanti perché tali ecosistemi costituiscono depositi di carbonio estremamente importanti e la loro degradazione rilascia gas serra in atmosfera. Per quanto riguarda le specie, sono gli Anfibi quelli maggiormente colpiti con il 45% di specie affette dagli impatti dei cambiamenti climatici⁴².

Il mantenimento degli ecosistemi è di vitale importanza per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici. È quindi necessario cercare di perseguire un triplice obiettivo: proteggere e ripristinare gli ecosistemi e, quindi, mitigare i cambiamenti climatici e adattarsi ai loro effetti. Ciò presuppone che le misure climatiche siano pienamente compatibili con le politiche per la protezione della biodiversità⁴³.

Italia

Già oggi nella regione mediterranea si possono osservare gli effetti prodotti dai cambiamenti climatici che, insieme alle conseguenze derivanti dagli stress antropici sul territorio e sulle sue risorse, rendono quest'area geografica, e il nostro Paese che ne fa parte, una delle più vulnerabili in Europa. Il territorio italiano presenta, infatti, numerose criticità riguardanti i sistemi naturali e i settori socio-economici esposti ai cambiamenti climatici e a essi particolarmente sensibili: ne sono alcuni esempi la desertificazione, l'erosione costiera, la perdita delle riserve nivo-glaciali, il dissesto idrogeologico, la perdita di biodiversità.

Su tutto l'arco alpino italiano sono state registrate riduzioni delle riserve nivo-glaciali pari a quelle europee, se non addirittura superiori, con una conseguente accelerazione del calo nella disponibilità idrica.

⁴² EEA, 2010. *10 messages for 2010*. Climate change and biodiversity

⁴³ Commissione delle Comunità Europee, 2009. L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo. COM(2009) 147 definitivo, Bruxelles, 2009



Il nostro territorio è, inoltre, quasi totalmente a rischio idrogeologico (frane, alluvioni). Le frane, in particolare, sono estremamente diffuse su tutto il territorio e rappresentano la tipologia più frequente di disastro naturale responsabile, dopo i terremoti, del più elevato numero di vittime. Il dissesto idrogeologico, pertanto, costituisce una delle maggiori problematiche nazionali connesse alla sicurezza della popolazione e ai danni alle aree residenziali e alle infrastrutture, come dimostrano i recenti eventi verificatisi nelle aree di Vicenza, Genova, Salerno (alluvioni) e di Vibo Valentia, Messina, Massa (frane).

Le aree costiere sono per loro natura ecosistemi estremamente complessi, dinamici e vulnerabili. La morfologia delle coste italiane, e la significativa pressione antropica, le rende vulnerabili ai cambiamenti climatici, in particolare all'innalzamento del livello del mare e all'intensificarsi degli eventi meteorologici estremi che aumenteranno il rischio di alluvioni e l'erosione costiera.

La vulnerabilità ai processi di desertificazione è evidente in maniera significativa nelle regioni meridionali e insulari (Basilicata, Puglia, Calabria, Sardegna e Sicilia) dove, oltre allo stress di natura climatica, la pressione delle attività umane sull'ambiente sta determinando una riduzione della produttività biologica e agricola, e una progressiva perdita di biodiversità degli ecosistemi naturali. Anche l'area del Centro-Nord, in particolare Toscana, Emilia-Romagna e la Pianura Padana mostrano una vulnerabilità sempre più elevata all'irregolarità delle precipitazioni e alla siccità. I cambiamenti climatici stanno, inoltre, provocando alterazioni significative sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici, con effetti negativi sull'economia e sul benessere delle comunità. Alterazioni della distribuzione, composizione, struttura e funzione degli ecosistemi sono state già rilevate, nonché variazioni della fenologia e della distribuzione delle popolazioni di specie sia acquatiche che terrestri e modificazioni delle interazioni ecologiche.

In ambiente marino, ad esempio, risultano di particolare interesse per il nostro Paese le variazioni di areale di specie macroscopiche o di interesse economico. Nel Mediterraneo, le variazioni più significative derivano da due processi distinti: l'introduzione e il successivo insediamento di specie di origine tropicale provenienti dall'Atlantico o dalla regione indo-pacifica (tropicalizzazione) e lo

I cambiamenti climatici stanno provocando alterazioni significative sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici, con effetti negativi sull'economia e sul benessere delle comunità.



spostamento verso nord di specie ad affinità calda (meridionalizzazione)^{44 45}. I cambiamenti climatici possono, inoltre, influenzare la distribuzione e l'abbondanza di specie che producono tossine dannose per la salute dell'uomo o degli animali, con effetti negativi sulla salute e sulle attività commerciali. In anni recenti, la presenza della microalga tossica *Ostreopsis ovata* è stata riscontrata in tutte le regioni costiere italiane a eccezione dell'Emilia-Romagna, del Molise e del Veneto. Nel triennio 2007-2009, sono state individuate aree critiche a causa di *bloom* di *Ostreopsis*, in particolare nelle Marche (es. Passetto, Numana, ecc.) e in Puglia (Giovinazzo), dove le densità cellulari si sono mantenute a lungo alte provocando fenomeni di intossicazione da contatto e inalazione di aerosol marino⁴⁶.

I cambiamenti climatici influiscono anche sull'agricoltura: le variazioni della fenologia delle colture modificano il periodo di semina, di raccolta, di diserbo; gli eventi siccitosi più frequenti aumentano la necessità di interventi irrigui; la modifica nel ciclo di sviluppo, insieme alla scarsità di acqua invernale e all'aumento delle ondate di calore estive, può incidere notevolmente sulla qualità dei prodotti agricoli. Questo può comportare significativi danni economici, in particolare alle colture pregiate come la vite, l'olivo o i frutteti, ma anche alle colture estensive. L'aumento degli eventi meteorici intensi, in particolare in primavera, estate e autunno, insieme con altre avversità come la siccità, le ondate di calore e le gelate, hanno determinato negli ultimi quindici anni danni rilevanti a livello nazionale, stimati in media a 4 miliardi di euro l'anno⁴⁷.

Non è un caso quindi se la Strategia nazionale per la Biodiversità, approvata proprio nell'Anno internazionale della biodiversità,

⁴⁴ Andaloro F., 2001. La tropicalizzazione del Mediterraneo. In: *La biodiversità nella regione biogeografica mediterranea*. (Eds.), pp. 52-54. A.N.P.A., Roma

⁴⁵ Bianchi C.N., 2007. *Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea*. Hydrobiologia 580: 7-21

⁴⁶ Rapporto Tecnico ISPRA n. 127/2010 - Monitoraggio di *Ostreopsis ovata* e altre microalghe potenzialmente tossiche lungo le coste italiane nel triennio 2007-2009, Dicembre 2010 (http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Pubblicazioni/Rapporti/Documenti/rap_127_2010.html)

⁴⁷ Maracchi G., 2005. Dall'effetto serra danni all'agricoltura per 4 miliardi all'anno. [online] URL: www.stampa.cnr.it



riconosce pienamente l'importanza della problematica legata ai cambiamenti climatici, proponendola come una delle tre tematiche cardine e formulando l'obiettivo strategico 2: *“Entro il 2020 ridurre sostanzialmente nel territorio nazionale l'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, definendo le opportune misure di adattamento alle modificazioni indotte e di mitigazione dei loro effetti ed aumentando la resilienza degli ecosistemi naturali e seminaturali”*.

All'obiettivo strategico rispondono numerosi obiettivi specifici relativi alle 15 “aree di lavoro” in cui è articolata la Strategia che sottolinea la necessità di *“attuare politiche consone a rimuovere e/o mitigare le cause profonde di natura antropica all'origine dei cambiamenti climatici e attuare contemporaneamente una strategia di adattamento volta a ridurre l'impatto dei cambiamenti climatici sulle specie e sugli habitat utilizzati, con particolare riferimento alle specie migratrici ed agli ambienti montani”* e di *“contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici migliorando il contributo degli ambienti forestali al ciclo del carbonio attuando sinergie tra gli strumenti d'intervento esistenti”*.

La Strategia nazionale, in conclusione, riafferma la grande importanza delle problematiche connesse al tema dei cambiamenti climatici ribadendo che accanto alle misure già richiamate in ogni singola area di lavoro, esplicitamente o implicitamente legate alla problematica dei cambiamenti climatici, ma certamente in linea con le politiche di adattamento, sarà importante tenere presente la necessità di implementare azioni mirate in maniera specifica a mantenere e aumentare la resilienza ecologica di fronte ai cambiamenti climatici. Azioni di questo tipo saranno finalizzate, ad esempio, a conservare i *range* e la variabilità ecologica degli *habitat* e delle specie, favorendo così la diffusione delle specie in nuovi *habitat* più favorevoli, a mantenere le reti ecologiche esistenti e a controllare la diffusione delle specie alloctone invasive⁴⁸.

La Strategia nazionale per la Biodiversità riconosce pienamente l'importanza della problematica legata ai cambiamenti climatici, proponendola come una delle tre tematiche cardine e formulando l'obiettivo strategico 2.

⁴⁸ Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, 2010. *La Strategia nazionale per la Biodiversità*



Gran parte del riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni è attribuibile alle attività umane.

Le pressioni sul sistema climatico

Le emissioni di gas serra in Italia

Pur senza trascurare gli effetti dei fenomeni naturali come la variabilità dell'intensità della radiazione solare, la stragrande maggioranza della comunità scientifica è convinta che *"ci sono elementi nuovi e più significativi"* per ritenere che *"gran parte del riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni sia attribuibile alle attività umane"*⁴⁹; tali risultati sono stati ampiamente confermati dal Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC, che ha ribadito che *"il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile"* e, con un *"livello di confidenza molto alto"*, ha indicato le attività umane quali cause di tale riscaldamento⁵⁰.

Per quanto riguarda la CO₂, il principale gas serra, la concentrazione atmosferica media globale è cresciuta da 280 ppm nel periodo 1000-1750 a 389 ppm nel 2010⁵¹. Dal periodo preindustriale al 2009 è stata registrata una crescita delle emissioni annue di anidride carbonica da circa zero a 30,8 miliardi di tonnellate, tenendo conto esclusivamente delle emissioni provenienti dall'utilizzo dei combustibili fossili nei processi di combustione e nella produzione del cemento⁵². Secondo le valutazioni IPCC sul ciclo del carbonio, dal 1750 al 2000 sono stati estratti dal sottosuolo e bruciati combustibili fossili pari a circa 390 miliardi di tonnellate di carbonio, che hanno, a loro volta, prodotto circa 1.400 miliardi di tonnellate di anidride carbonica. Il 57% di questa quantità è stata assorbita dagli oceani (in parte disciolta in acqua e in parte assorbita dal fitoplancton) e dalla vegetazione terrestre (attraverso la fotosintesi clorofilliana e i *sinks* forestali). Il rimanente 43% è, invece, rimasto nell'aria producendo un incremento della concentrazioni di anidride carbonica fino a un valore che è il più alto degli ultimi 650 mila anni e, probabilmente, anche degli ultimi 20 milioni di anni. Anche per altri gas serra, come il metano, il protossido di azoto e i fluorocarburi, si registrano andamenti analoghi, se non ancora più accentuati.

⁴⁹ IPCC, 2001, *Climate Change 2001 – Synthesis Report*

⁵⁰ IPCC, 2007, *Climate Change 2007 – WG-I, WG-II, WG-III, Technical summary*

⁵¹ <http://oco.jpl.nasa.gov/science/>

⁵² Global Carbon Project, 2009, *Recent carbon trends and the global carbon budget 2007*



Come si è già ricordato, la crisi economica globale che ha sconvolto, dal 2008, i mercati economici ed energetici, ha avuto nel 2009 effetti limitati sull'andamento delle emissioni di gas serra a livello globale. Se è vero, infatti, che le emissioni di CO₂ proveniente dall'uso dei combustibili fossili sono diminuite in un certo numero di Paesi industrializzati (-6,9% negli Stati Uniti, -8,6% nel Regno Unito, -7% in Germania, -11,8% in Giappone, -8,4% in Russia), d'altra parte esse hanno continuato a crescere nei Paesi emergenti (+8% in Cina, +6,2% in India, +1,4% nella Corea del Sud). A fronte quindi di un calo delle emissioni dell'1,3% rispetto al 2008 a livello globale, l'incremento medio annuo a partire dal 2000 è rimasto intorno al 2,5% e l'incremento previsto per il 2010 dovrebbe superare il 3%.

Anche in Italia il *trend* delle emissioni di gas serra è in linea con quello dei principali Paesi industrializzati. Stime preliminari riferite al 2009 indicano una riduzione delle emissioni rispetto all'anno precedente pari a circa il 9% e del 5% rispetto al 1990. I dati dell'Inventario nazionale delle emissioni di gas serra⁵³ mostrano che le emissioni sono passate da 517,05 a 541,49 milioni di tonnellate di CO₂eq nel periodo 1990-2008, con un incremento del 4,73%, mentre secondo il Protocollo di Kyoto l'Italia dovrebbe riportare le proprie emissioni nel periodo 2008-2012 a livelli del 6,5% inferiori rispetto alle emissioni del 1990, ossia a 483,26 Mt CO₂eq.

A livello globale, nel 2008, l'Italia è responsabile di non più dell'1,46% delle emissioni complessive provenienti dall'uso dei combustibili fossili, occupando l'11^{ma} posizione tra i Paesi con i maggiori livelli di emissioni di gas serra⁵⁴.

Tra il 1990 e il 2008, le emissioni di gas serra in Italia sono cresciute complessivamente di 24,44 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente (Mt CO₂eq). In questo periodo, si sono ridotte le emissioni fuggitive, dovute a perdite accidentali durante le fasi di estrazione e distribuzione degli idrocarburi (-3,39 Mt CO₂eq), quelle provenienti dall'industria manifatturiera (-13,83

Dal 1990 al 2008 le emissioni di gas serra in Italia sono passate da 517,1 a 541,5 Mt CO₂eq, con un incremento del 4,7%.

L'Italia in base al Protocollo di Kyoto dovrebbe riportare le proprie emissioni nel periodo 2008-2012 a livelli del 6,5% inferiori rispetto alle emissioni del 1990, ossia a 483,3 Mt CO₂eq.

⁵³ ISPRA, 2010, *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2008*. National Inventory Report 2010

⁵⁴ IEA, 2010, *CO₂ emissions from fuel combustion. Highlights*. (1971-2008 data)



A partire dal 2005 si osserva una riduzione annua delle emissioni complessive dell'1,8%.

Complessivamente, nel 2008, la riduzione delle emissioni rispetto all'anno precedente è stata di 11,14 Mt CO₂eq (-2,02%), dovuta essenzialmente alla riduzione delle emissioni provenienti dai processi di combustione (-1,40%; -6,33 Mt CO₂eq).

Mt CO₂eq), dall'agricoltura (-4,71 Mt CO₂eq), dall'uso di solventi (-0,46 Mt CO₂eq), dai processi industriali (-3,41 Mt CO₂eq) e dai rifiuti (-1,32 Mt CO₂eq), mentre sono aumentate le emissioni provenienti dal settore residenziale e dei servizi (+8,26 Mt CO₂eq) e, soprattutto, quelle provenienti dalle industrie energetiche (+22,62 Mt CO₂eq) e dai trasporti (+20,67 Mt CO₂eq). L'andamento delle emissioni, tra il 1990 e il 2008, presenta un'inversione di tendenza a partire dal 2005, infatti si osserva una riduzione annua delle emissioni complessive dell'1,8%.

Tabella 1.1: Emissioni di gas serra per settore⁵⁵

SETTORE	2007	2008	2007-2008
	Mt CO ₂ eq		Var %
Industrie energetiche	162,29	159,84	-1,51%
Emissioni fuggitive	7,19	7,37	2,53%
Industria manifatturiera	77,53	74,37	-4,07%
Trasporti	129,72	124,68	-3,89%
Residenziali e servizi	82,32	86,64	5,25%
Processi industriali	36,94	34,10	-7,70%
Uso di solventi	2,10	2,00	-4,98%
Agricoltura	37,22	35,87	-3,65%
Rifiuti	17,30	16,61	-3,97%
TOTALE	552,63	541,49	-2,02%

Complessivamente, nel 2008, la riduzione delle emissioni rispetto all'anno precedente è stata di 11,14 Mt CO₂eq (-2,02%), dovuta essenzialmente alla riduzione delle emissioni provenienti dai processi di combustione (-1,40%; -6,33 Mt CO₂eq) (Figura 1.14).

⁵⁵ Fonte: ISPRA

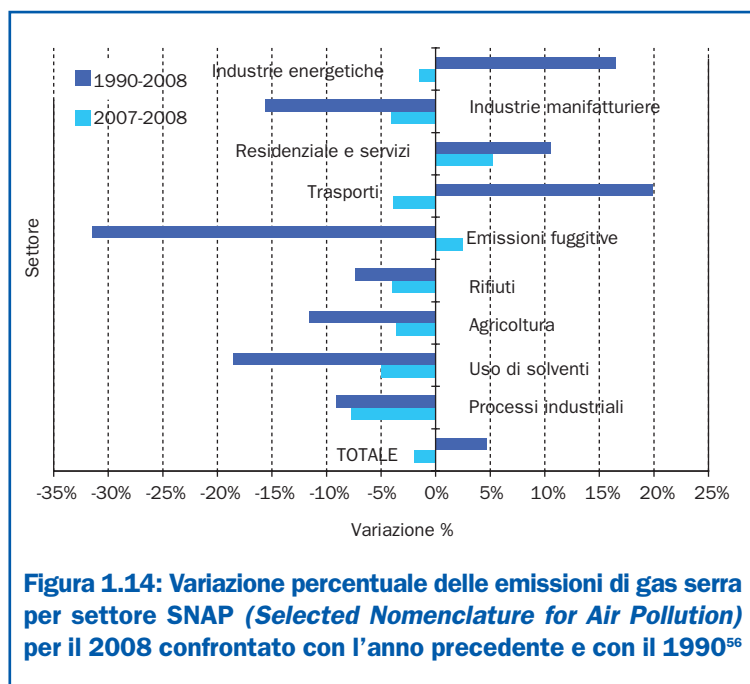


Figura 1.14: Variazione percentuale delle emissioni di gas serra per settore SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) per il 2008 confrontato con l'anno precedente e con il 1990⁵⁶

Le emissioni dei gas serra dell'economia italiana in relazione alla produzione e ai consumi

La necessità di modificare i modelli di produzione e di consumo per invertire gli attuali *trend* di crescita delle emissioni di gas serra è largamente condivisa in ambito europeo, dove si è consapevoli delle forti interazioni fra i sistemi economici e l'ambiente naturale sia a livello nazionale sia globale.

“Le modalità di produzione e di consumo contribuiscono al riscaldamento globale, all'inquinamento, al consumo dei materiali e allo sfruttamento intensivo delle risorse. L'impatto dei consumi nell'Unione europea crea conseguenze a livello mondiale, dato che l'Unione europea dipende dalle importazioni di energia e di

Tra il 1990 e il 2008, sono aumentate le emissioni provenienti dal settore residenziale e dei servizi e, soprattutto, quelle provenienti dalle industrie energetiche e dai trasporti.

La necessità di modificare i modelli di produzione e di consumo per invertire gli attuali trend di crescita delle emissioni di gas serra è largamente condivisa in ambito europeo.

⁵⁶ Fonte: ISPRA



*risorse naturali. Inoltre una quota sempre maggiore di prodotti consumati in Europa viene fabbricata in altre parti del mondo”.*⁵⁷

Per fornire un utile supporto conoscitivo alle politiche in materia di produzione e consumo sostenibili, occorre rappresentare in modo statisticamente coerente la produzione e il consumo – “fattori di pressione” nella terminologia dello schema DPSIR – e le pressioni da essi esercitate. Per questo motivo le analisi presentate in questa parte del capitolo utilizzano i dati sulle emissioni dei gas serra delle attività produttive italiane calcolati attraverso il conto satellite NAMEA (*National Accounting Matrix including Environmental Accounts*). Tali dati, che per costruzione consentono il confronto tra gli aggregati economici e le pressioni che le attività produttive esercitano sull'ambiente naturale, si basano sui dati stimati in ambito UNFCCC; tuttavia il confronto con questi ultimi non è immediato⁵⁸.

Le pressioni esercitate sull'ambiente naturale dal sistema economico possono essere osservate secondo diverse ottiche. Nella NAMEA esse sono attribuite alle attività che direttamente le producono (ottica della “responsabilità del produttore”). È possibile, tuttavia, tenere conto delle interdipendenze settoriali della produzione e vedere nella soddisfazione della domanda finale la vera origine delle pressioni finali, attribuendone quindi la responsabilità agli utilizzatori dei prodotti finali.

Secondo il primo punto di vista, ciascuna attività produttiva risulta responsabile delle pressioni ambientali direttamente derivanti dalle trasformazioni della materia che in essa avvengono. In questo modo è possibile costruire i profili economico-ambientali delle attività per conoscere le loro *performance*: i rapporti di

⁵⁷ CEC (2008), Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni sul piano d'azione “Produzione e consumo sostenibili” e “Politica industriale sostenibile”; COM(2008) 397 def., Bruxelles

⁵⁸ I dati UNFCCC costituiscono l'*input* principale per il calcolo delle emissioni del conto satellite NAMEA; per un approfondimento sulla metodologia usata per costruire i conti NAMEA e sulle differenze rispetto ai dati UNFCCC si veda: Tudini A., Vetrella G. (2009) *I conti NAMEA per le regioni italiane*, in Economia delle fonti di energia e dell'ambiente, 2009(3)



composizione delle variabili economiche e delle variabili ambientali permetteranno il confronto fra il contributo fornito all'economia nazionale e il corrispondente contributo fornito alla pressione sull'ambiente.

La prospettiva della responsabilità dell'utilizzatore finale è molto diversa, in quanto il punto focale dell'osservazione non è l'attività di produzione ma la domanda finale (consumi finali, investimenti lordi ed esportazioni). In tale prospettiva sono raccolte insieme le pressioni ambientali direttamente e indirettamente generate per soddisfare le domande finali delle risorse offerte da ciascuna attività economica. In quest'ottica di tipo *life cycle*, l'intera catena produttiva di beni e servizi viene ripercorsa all'indietro, e le emissioni derivanti dalle produzioni intermedie vengono attribuite alle attività utilizzatrici. Nei termini del tema ambientale trattato in questo capitolo, si può dire che ogni bene e servizio "contiene" tutte le emissioni di gas serra che sono state emesse per produrlo, a partire dall'estrazione delle risorse naturali fino alla consegna finale.

L'ottica della responsabilità degli utilizzatori finali fornirà risultati diversi a seconda dei confini di sistema che si adottano. Quando ci si limita a considerare la sola parte della catena produttiva che si svolge in Italia, troncando al confine nazionale la loro ricostruzione a ritroso, l'adozione dell'ottica della responsabilità dell'utilizzatore finale risulta in una riallocazione delle stesse pressioni che sono originariamente contabilizzate secondo la responsabilità del produttore. Se invece si estende l'analisi al sistema economico in quanto sistema globale, considerando il fondamentale ruolo che il commercio internazionale svolge in esso, l'ottica dell'utilizzatore finale offre la possibilità di osservare una responsabilità più estesa di quella attribuibile alle sole attività produttive residenti in Italia, includendo anche le pressioni ambientali legate alle parti delle catene produttive che si svolgono all'estero. In pratica ciò si risolve in un calcolo delle pressioni evitate grazie alle importazioni, ossia quelle che si sarebbero generate in Italia se i beni e servizi finali importati fossero stati prodotti internamente. Per i gas serra questo significa che è possibile disporre di misure delle emissioni totali connesse agli utilizzi finali dei prodotti del sistema produttivo



Nel 2008 il contributo principale alle emissioni delle attività produttive deriva dai settori “Attività manifatturiere” e “Energia elettrica, gas e acqua”, che complessivamente pesano per tre quarti del totale.

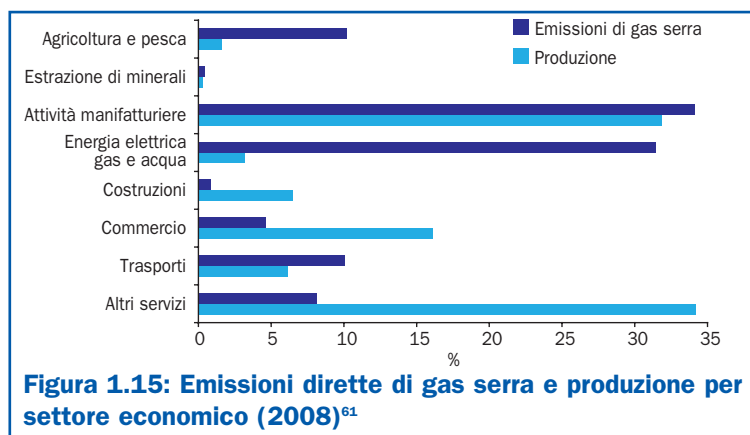
italiano che, incorporando le emissioni evitate grazie alle importazioni di beni e servizi, hanno il pregio di poter ben rispondere alle esigenze della strategia di produzione e consumo sostenibili, non essendo influenzate dalla localizzazione delle attività necessarie a ottenere i beni e servizi finali utilizzati. Nell’ambito di tali misure è, peraltro, possibile evidenziare separatamente e sottrarre la componente delle esportazioni per avere le sole emissioni attribuibili agli usi finali interni.

Nel 2008 le attività produttive italiane sono direttamente responsabili dell’emissione di circa 441,6 milioni di tonnellate di gas a effetto serra, registrando il ritorno ai livelli emissivi del 1990⁵⁹. Nel periodo 1990-2008 le emissioni hanno raggiunto il valore massimo nel 2004 e, a partire da questo anno, la riduzione fino al 2008 è stata del 5%. Più della metà di tale riduzione viene conseguita con l’ultima variazione annuale (2007-2008), a causa della crisi economica registrata dagli indicatori economici italiani nel 2008.

La Figura 1.15 mostra la distribuzione delle emissioni dirette di gas serra fra le attività produttive nel 2008, confrontata con quella dell’indicatore economico relativo alla produzione. Nel 2008, il contributo principale alle emissioni deriva da “Attività manifatturiere” e da “Energia elettrica, gas e acqua”⁶⁰ che complessivamente pesano per tre quarti del totale. Questi due settori si differenziano per il peso economico: mentre le “Attività manifatturiere” coprono la quota di un terzo della produzione totale, il settore energetico pesa per circa il 3%; la conseguenza del minor peso economico del settore energetico si ripercuote nella sua intensità di emissione per unità di *output*, che risulta la più alta fra i settori economici.

⁵⁹ ISTAT (2010), *Conti delle emissioni atmosferiche (NAMEA)*. (http://www.istat.it/dati/dataset/20101213_00/)

⁶⁰ Per comodità di presentazione le attività economiche sono state aggregate nei seguenti otto settori: “Agricoltura e pesca” (Ateco 01-05); “Estrazione di minerali” (Ateco 10-14); “Attività manifatturiere” (Ateco 15-37); “Energia elettrica, gas e acqua” (Ateco 40-41); “Costruzioni” (Ateco 45); “Commercio” (Ateco 50-55); “Trasporti” (Ateco 60-63); “Altri servizi” (Ateco 64-95)



Nel 2008 il contributo principale alle emissioni delle attività produttive deriva dai settori “Attività manifatturiere” e “Energia elettrica, gas e acqua” che complessivamente pesano per tre quarti del totale.

Il settore “Agricoltura e pesca” si comporta in modo simile a quello energetico: una quota rilevante di emissioni di gas serra, circa il 10%, a fronte dell’1,7% della produzione totale italiana. Nello stesso senso si comporta anche il settore dei “Trasporti”, ma con una differenza fra le due variabili meno marcata: 10% per la quota di emissioni, 6% per l’indicatore economico. Per contro, i settori delle “Costruzioni”, del “Commercio” e degli “Altri servizi” presentano una parte di emissioni totali proporzionalmente inferiore rispetto al dato economico: rispettivamente 1%, 5% e 8% è il loro peso sulle emissioni di gas serra totali; 7%, 16% e 34% la quota della produzione. L’“Estrazione di minerali” mostra valori di produzione e di emissione molto bassi, indirettamente confermando la dipendenza dall’estero dell’economia italiana per il prelievo di risorse naturali – in particolare combustibili fossili e minerali metalliferi – che costituiscono *input* del sistema produttivo⁶². Nell’arco dell’intero periodo 1990-2008 le composizioni percentuali di questi otto settori economici restano stabili, sia per l’indicatore ambientale sia per quello economico. Nel periodo 1990-2008 la variazione delle emissioni di gas serra è pari allo 0,3%; la Figura 1.16 presenta un’interpretazione delle cause sottostanti a tale variazione. Sulla base di un’analisi di decomposizione vengono individuati quattro *driver* della variazione

⁶¹ Fonte: Elaborazione ISPRA/ISTAT su dati ISTAT

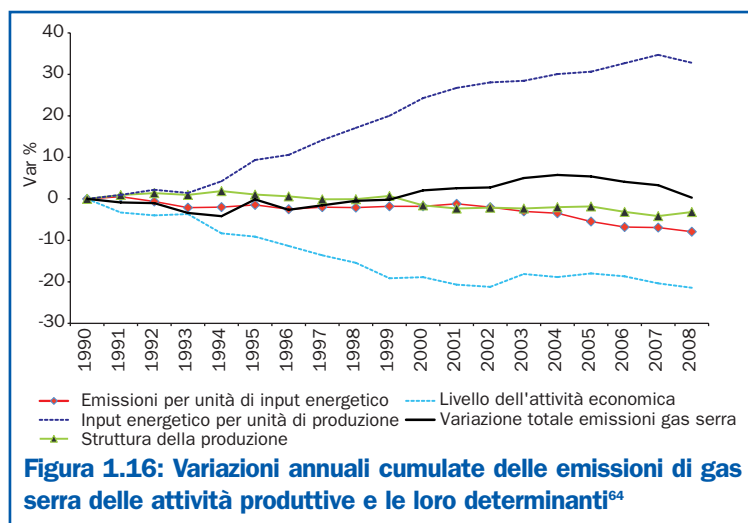
⁶² ISTAT (2010), *I flussi di materia del sistema socio-economico italiano*. (http://www.istat.it/dati/dataset/20100517_00/)



Da un'analisi di decomposizione, vengono individuati i seguenti driver della variazione delle emissioni: il volume dell'attività economica, la composizione della struttura produttiva, e due componenti tecnologiche (l'intensità di emissione degli usi energetici e l'intensità energetica della produzione).

Risulta evidente il ruolo trainante del livello delle attività produttive che avrebbe comportato un aumento delle emissioni di gas serra del 33%, a parità di tutte le altre variabili. Contestualmente, i forti miglioramenti di efficienza delle due componenti tecnologiche hanno permesso di risparmiare quasi il 30% di emissioni di gas serra dal 1990 al 2008.

complessiva: il volume dell'attività economica, la composizione della struttura produttiva, l'intensità di emissione degli usi energetici e l'intensità energetica della produzione⁶³. La metodologia utilizzata permette di osservare per ogni componente la sua variazione ipotizzando che gli altri tre fattori rimangano costanti. Risulta evidente il ruolo trainante del livello delle attività produttive che avrebbe comportato un aumento delle emissioni di gas serra del 33%, a parità di tutte le altre variabili. Contestualmente, i forti miglioramenti di efficienza delle due componenti tecnologiche – in particolare dell'intensità degli *input* energetici per unità di *output* – hanno permesso di risparmiare quasi il 30% di emissioni di gas serra dal 1990 al 2008. Il contributo del cambiamento della composizione produttiva è stato invece molto ridotto, a conferma che non si sono verificati significativi cambiamenti strutturali verso attività economiche più efficienti. Quest'ultimo dato è conseguenza della sostanziale invarianza dei valori della composizione della produzione dal 1990 al 2008, presentati nella Figura 1.15.



⁶³ Per la metodologia dell'analisi di decomposizione si veda: Femia A., Marra Campanale R. (2010) *Production-related air emissions: a decomposition analysis for Italy*, in *Environmental Efficiency, Innovation and Economic Performances*, a cura di Montini A., Mazzanti M.; Routledge

⁶⁴ Fonte: Elaborazione ISPRA/ISTAT su dati ISTAT



È interessante estrapolare, dall'analisi di decomposizione a livello di intera economia, il comportamento dei due settori più importanti per le emissioni di gas serra. "Energia elettrica, gas e acqua" risulta molto sensibile alla variazione positiva della componente legata al volume di attività produttiva: questa componente avrebbe provocato da sola un aumento di circa il 9% delle emissioni del settore, nonostante il suo peso sul totale della produzione sia limitato; mentre la variazione totale delle emissioni del settore registra un aumento inferiore (quasi il 4%) grazie soprattutto alla riduzione dell'emissione per unità di *input* energetico (-8%). Il settore manifatturiero vede, invece, ridursi del 2% le emissioni di gas serra; questo risultato è determinato dal livello dell'attività economica (+12%), dalle riduzioni conseguite da quelle tecnologiche (-9%) e dal peso del settore all'interno della struttura produttiva in termini di emissione (-5%).

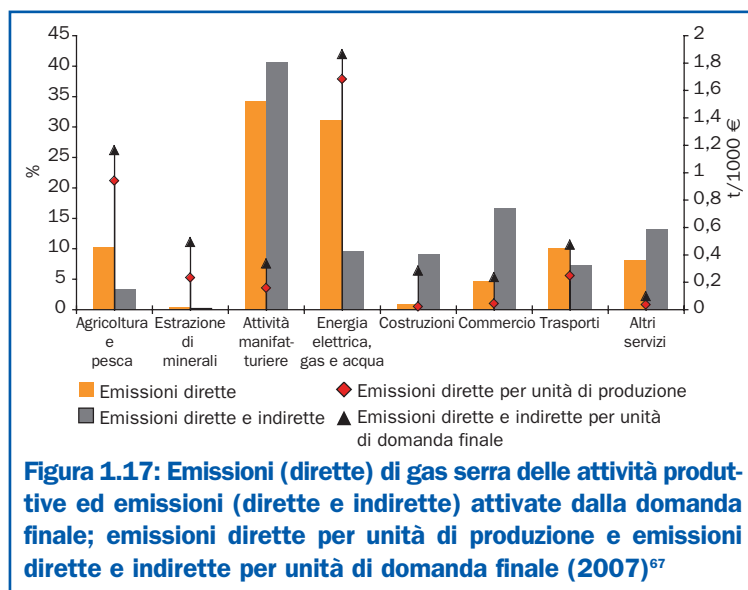
La Figura 1.17 presenta la riallocazione delle emissioni di gas serra prodotte in Italia nel 2007 – 454,9 milioni di tonnellate – mediante l'attribuzione delle stesse emissioni al soddisfacimento della domanda finale⁶⁵. Quello che accade al settore "Energia elettrica, gas e acqua" e alle "Attività manifatturiere" è esemplificativo del processo di riattribuzione delle pressioni. Le emissioni del primo settore sono redistribuite verso quelle attività economiche che utilizzano energia lungo l'intera catena del proprio processo produttivo; per contro le "Attività manifatturiere" (ma anche "Costruzioni" e "Commercio" e "Altri servizi") aumentano la propria quota di emissioni in quanto la domanda finale utilizza beni e servizi da questi settori la cui produzione è molto più articolata e interconnessa con le altre attività rispetto al settore energetico. I beni e servizi finali utilizzati dalla domanda finale "incorporano" le emissioni prodotte da queste relazioni industriali complesse. La figura mostra che il settore energetico produce

⁶⁵ Il raccordo delle emissioni – e, in generale, delle pressioni ambientali di cui sono responsabili le attività produttive – agli utilizzatori finali avviene mediante l'applicazione del modello economico leontieviano che connette le tavole *input-output* alle emissioni NAMEA. Questo tipo di analisi può essere attualmente condotta dal 1995-2007, periodo in cui sono disponibili le tavole delle risorse e degli impieghi italiane. Si veda: ISTAT (2010), *Il sistema delle tavole input-output* (http://www.istat.it/dati/dataset/20110103_00/)



circa un terzo delle emissioni (emissioni dirette), ma è responsabile per il proprio processo di produzione (emissioni dirette) e per quelli a monte (emissioni indirette) di una quota di emissioni totali pari al 10% di quelle italiane⁶⁶. I settori che con il cambio di prospettiva contabilizzano una quota di emissioni di gas serra molto più grande sono, oltre alle “Attività manifatturiere”, le “Costruzioni”, il “Commercio” e gli “Altri servizi”.

La figura mostra che il settore energetico produce circa un terzo delle emissioni (emissioni dirette), ma è responsabile per il proprio processo di produzione (emissioni dirette) e per quelli a monte (emissioni indirette) di una quota di emissioni totali pari al 10% di quelle italiane.



La Figura 1.17 presenta, inoltre, gli indicatori di eco-efficienza per unità di *output* (intensità di emissione diretta) e per unità di domanda finale (intensità di emissione diretta e indiretta): sono indicatori utili quando si decida di intervenire a livello di politiche ambientali sul lato dei modelli di produzione e di consumo. Ad esempio, a un livello di dettaglio di attività produttiva, o di prodotto, superiore a quello qui presentato, le intensità di emissione dirette e indirette possono aiutare a individuare le modi-

⁶⁶ Le composizioni percentuali fra gli otto settori economici restano stabili nel periodo 1995-2007

⁶⁷ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISTAT



fiche nei comportamenti dei consumatori necessarie a compensare un aumento delle emissioni di gas serra dovute alla crescita economica.

Finora sono state analizzate le emissioni di gas serra delle attività produttive, confrontando l'approccio della responsabilità del produttore e dell'utilizzatore finale; considerando il sistema economico italiano come se fosse isolato dal resto del mondo, quindi escludendo le interconnessioni economiche e ambientali che lo legano agli altri paesi mediante il commercio internazionale. Adesso saranno considerate le emissioni dirette e indirette di gas serra che derivano dall'offerta produttiva totale italiana⁶⁸ e che sono attivate dalla domanda finale⁶⁹. Si tratta di un'analisi importante considerato che la crescita del commercio mondiale è stata in media superiore a quella del PIL mondiale nel decennio 2000-2010⁷⁰.

La Figura 1.18 presenta le emissioni di gas serra italiane totali (effettive ed evitate grazie alle importazioni) attivate dalla domanda finale nel periodo 1995-2007. Nel 2007 le emissioni totali sono state 696,7 milioni di tonnellate e la loro crescita nel periodo è stata complessivamente pari al 12%. Alla domanda finale complessiva contribuiscono principalmente i consumi finali pubblici e privati, con una quota media del 56% nel periodo; la quota delle esportazioni è pari al 28% e il rimanente 16% è rappresentato dagli investimenti. La componente relativa alle emissioni attivate dalle esportazioni mostra una crescita particolarmente significativa, pari a circa il 26%, mentre le altre due componenti, investimenti e consumi, crescono rispettivamente del 17% e del 3%.

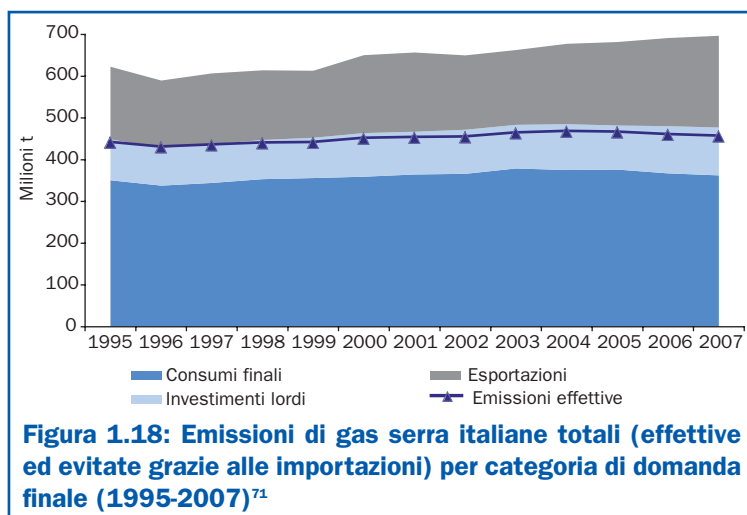
⁶⁸ Includendo quindi le importazioni, che equivalgono nell'analisi a produzioni effettuate all'estero

⁶⁹ Questa analisi fa parte di uno studio presentato all'*Academic Conference del Footprint Forum 2010*: Marra Campanale R., Femia A. (2010) *Carbon footprint and delocalisation of production. A case study for Italy, 1995-2006* (http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Academic_Conference_Book_of_Abstracts.pdf). L'estensione a livello globale del modello economico comporta il passaggio da emissioni effettive a emissioni che, oltre a quelle effettive, includono quelle evitate grazie alle importazioni

⁷⁰ Istituto nazionale per il Commercio Estero (2010), *L'Italia nell'economia internazionale*. Rapporto ICE 2009-2010



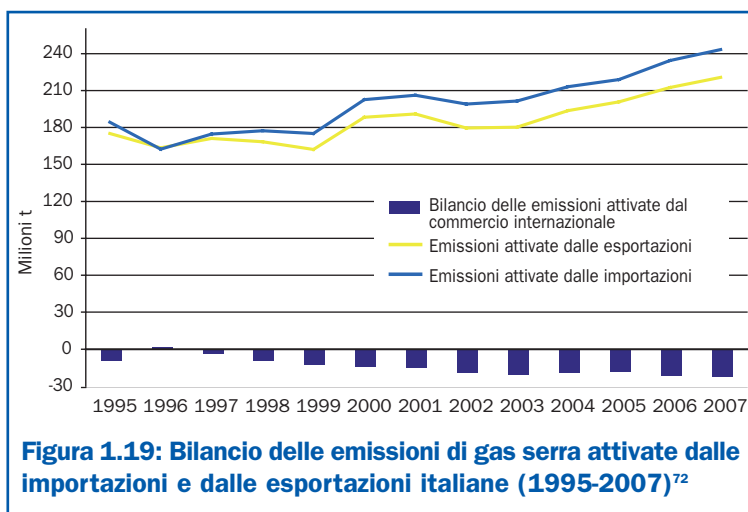
La figura presenta le emissioni di gas serra italiane totali (effettive ed evitate grazie alle importazioni) attivate dalla domanda finale nel periodo 1995-2007. Alla domanda finale complessiva contribuiscono principalmente i consumi finali pubblici e privati, con una quota media del 56% nel periodo considerato.



La Figura 1.18 mostra anche le emissioni effettive, cioè quelle dovute alla produzione effettuata in Italia (o attivate dalla domanda finale solo per beni e servizi prodotti in Italia), pari nel 2007 a 454,9 milioni di tonnellate. Per differenza con il dato delle emissioni italiane totali è possibile ottenere le emissioni evitate grazie alle importazioni: 242 milioni di tonnellate, pari al 35% delle emissioni italiane totali nel 2007, mentre negli anni precedenti la quota era inferiore, pari a circa il 30%. Nell'ambito di tale componente, poco più dei quarti del totale sono attivati da importazioni utilizzate come *input* dei processi produttivi, mentre la parte restante è connessa all'importazione di beni e servizi finali.

Il bilancio delle emissioni di gas serra attivate dal commercio internazionale italiano (Figura 1.19) – ottenuto come differenza fra le emissioni attivate dalle esportazioni e quelle attivate dalle importazioni – segnala che le emissioni evitate grazie alle importazioni e attivate dai modelli di consumo italiani aumentano (+32%) in misura superiore a quelle legate alle esportazioni (+26%). Il bilancio risulta negativo lungo il periodo 1995-2007, ad eccezione del 1996.

⁷¹ Fonte: Marra Campanale R., Femia A. *Air Emissions and displacement of production. A case study for Italy, 1995-2007*, in Hybrid Economic-Environmental Accounts, a cura di Costantini V., Mazzanti M., Montini A.; Routledge. In corso di pubblicazione



Il bilancio delle emissioni di gas serra attivate dal commercio internazionale italiano – ottenuto come differenza fra le emissioni attivate dalle esportazioni e quelle attivate dalle importazioni – segnala che le emissioni evitate grazie alle importazioni e attivate dai modelli di consumo italiani aumentano (+32%) in misura superiore a quelle legate alle esportazioni (+26%).

Le ultime due figure, limitatamente al periodo 1995-2007, evidenziano i risultati emersi in conseguenza dell'adozione di diversi confini di sistema. Le emissioni prodotte dal sistema economico italiano senza considerare gli scambi con l'estero sono nel periodo mediamente i due terzi di quelle totali. Anche sottraendo dalle emissioni totali la componente delle esportazioni, al fine di ottenere le sole emissioni attribuibili agli usi finali interni, le emissioni effettive restano inferiori a quelle attivate dal sistema economico italiano aperto.

Emissioni di gas serra e target di Kyoto

Nel 2008 le emissioni di gas serra in Italia sono risultate di 58,23 Mt CO₂eq. superiori a quelle dell'obiettivo di Kyoto (+12,0%). L'incremento delle emissioni dal 1990 è dovuto principalmente ai settori delle industrie energetiche e ai trasporti, sebbene nell'ultimo anno tali settori abbiano fatto registrare una consistente contrazione a causa della crisi economica.

Nel 2008, le emissioni di gas serra in Italia sono risultate di 58,2 Mt CO₂ eq. superiori a quelle dell'obiettivo di Kyoto.

⁷² Fonte: Marra Campanale R., Femia A. *Air Emissions and displacement of production. A case study for Italy, 1995-2006*, in Hybrid Economic-Environmental Accounts, a cura di Costantini V., Mazzanti M., Montini A.; Routledge. In corso di pubblicazione



L'Italia in base al Protocollo di Kyoto dovrebbe riportare le proprie emissioni nel periodo 2008-2012 a livelli del 6,5% inferiori a quelli del 1990, ossia a 483,3 Mt CO₂eq.

Nel 2008 le emissioni di gas serra sono risultate di 58,2 Mt CO₂eq. superiori a quelle dell'obiettivo di Kyoto (+12%).

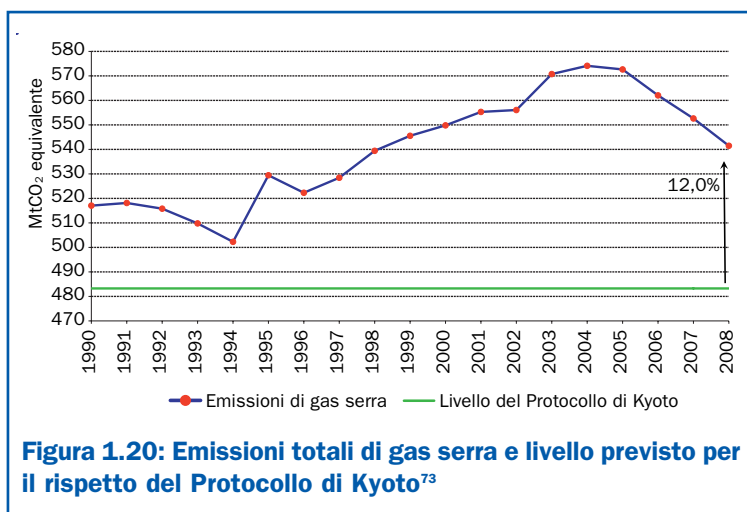


Figura 1.20: Emissioni totali di gas serra e livello previsto per il rispetto del Protocollo di Kyoto⁷³

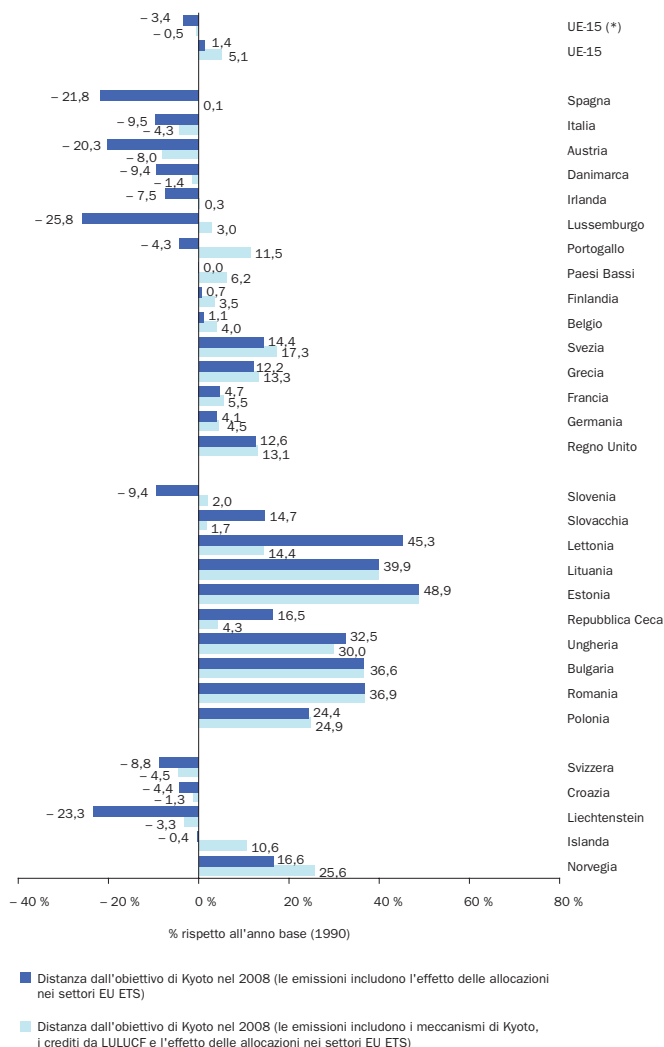
Secondo le valutazioni dell'AEA, Italia, Austria e Danimarca non raggiungeranno gli obiettivi stabiliti dal Protocollo di Kyoto nonostante il ricorso ai crediti di emissione derivanti dalle attività LULUCF e l'acquisto di quote derivanti dai meccanismi flessibili previsti dal Protocollo.

Secondo le valutazioni del rapporto *"Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets in Europe"* dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, nel 2008 le emissioni di Italia, Austria e Danimarca sono superiori agli obiettivi di riduzione annuali dei tre paesi per quel che concerne il Protocollo di Kyoto. Questo comprometterà il raggiungimento degli obiettivi previsti dal Protocollo, nonostante il ricorso ai meccanismi flessibili e ai crediti di emissioni derivanti dalle attività LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*). Le stime preliminari delle emissioni per il 2009 non modificano questo scenario, infatti, sebbene la crisi economica comporti una significativa riduzione delle emissioni nazionali di gas serra nel 2009, la recessione incide in minore misura sul raggiungimento degli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto perché la riduzione delle emissioni ha riguardato principalmente i settori che fanno parte dell'EU Emissions Trading Scheme (EU ETS).

⁷³ Fonte: ISPRA



Secondo le stime dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, Italia, Austria e Danimarca non saranno in grado di raggiungere il proprio obiettivo di Kyoto nonostante il ricorso ai meccanismi flessibili e ai crediti di emissioni.



Note:

L'obiettivo, per gli Stati membri della UE, in seguito agli effetti delle allocazioni EU ETS, è quello dei settori non interessati dallo scambio di quote di CO₂.

Il valore positivo indica emissioni inferiori all'obiettivo.

Il dato UE15 riguarda gli Stati membri che fanno parte dell'accordo del *burden sharing*.

Gli Stati membri con un *surplus* di riduzioni rispetto agli obiettivi possono usare le quote di CO₂ disponibili per i loro scopi e non necessariamente per compensare gli Stati membri che non raggiungono il loro obiettivo, a tal proposito il valore UE15(*) non prende in considerazione il *surplus* di riduzioni.

Figura 1.21: Distanza dei Paesi europei dagli obiettivi del Protocollo di Kyoto con e senza l'uso dei crediti di carbonio derivanti dai meccanismi flessibili e da attività LULUCF (2008)⁷⁴

⁷⁴ Fonte: EEA, *Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets in Europe, 2010*



Le stime delle emissioni del 2009 mostrano che l'UE27 può raggiungere l'obiettivo di una riduzione di almeno il 20% delle emissioni di gas serra al 2020 rispetto al 1990 purché gli Stati membri attuino il pacchetto "Energia – Cambiamenti Climatici" adottato nel 2009.

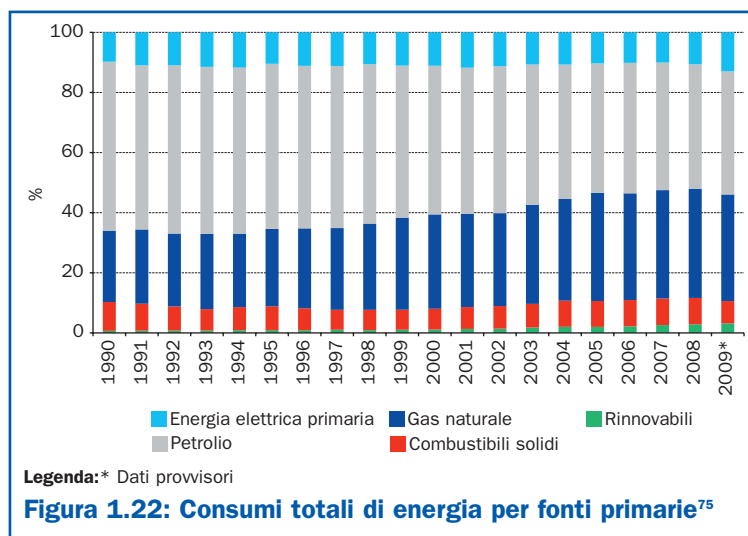
L'andamento dei prezzi energetici è una delle cause dei cambiamenti in atto negli approvvigionamenti.

All'interno del settore energetico sono in atto una serie di cambiamenti negli approvvigionamenti, infatti, crescono i consumi di gas naturale rispetto ai prodotti petroliferi e il contributo delle fonti rinnovabili e della cogenerazione, e dal 2001 anche i consumi di combustibili solidi.

Per quanto riguarda invece l'obiettivo per l'UE27 di una riduzione di almeno il 20% delle emissioni di gas serra al 2020 rispetto ai livelli del 1990, la quantità di emissioni stimate per il 2009 è inferiore al 17,3% rispetto al valore del 1990. Tale dato è molto vicino all'obiettivo di riduzione del 20%, pertanto l'UE27 può raggiungere l'obiettivo di riduzione con il solo ricorso a misure nazionali a patto che gli Stati membri attuino le misure previste dal pacchetto "Energia – Cambiamenti Climatici" adottato nel 2009.

Produzione e consumo di energia, dati di base

L'andamento dei prezzi energetici è una delle cause dei cambiamenti in atto negli approvvigionamenti. A partire dal 1990 si osserva una notevole crescita del ruolo del gas naturale rispetto ai prodotti petroliferi e un tendenziale aumento del contributo delle fonti rinnovabili, che restano tuttavia su percentuali molto contenute (3,2%) e della cogenerazione. Dal 2001 è evidente una ripresa dei consumi di combustibili solidi che, nell'ultimo anno, hanno subito una netta diminuzione.



⁷⁵ Fonte: Elaborazione ENEA su dati del Ministero dello sviluppo economico



Le modifiche nel *mix* delle fonti primarie non hanno comunque ridotto l'elevata dipendenza energetica del nostro Paese, che anzi è passata dall'82,8% nel 1990 all'83,3% nel 2009.

A partire dal 1990 si registra un *trend* crescente del consumo interno lordo di energia, con un picco raggiunto nel 2005 (+21,0% rispetto al 1990). Dal 2006 si osserva un'inversione di tendenza, con un calo del consumo nel 2009 pari all'8,9% rispetto al 2005. Tale andamento è stato accelerato dalla crisi economica che, nell'ultimo anno, ha determinato una contrazione del consumo del 5,7% rispetto all'anno precedente. Complessivamente il consumo interno lordo del 2009 è cresciuto del 10,3% rispetto al 1990.

La contrazione dell'ultimo anno riguarda principalmente l'industria (-19,6% rispetto al 2008) e i trasporti (-4,5% rispetto al 1990). In controtendenza, crescono il settore residenziale e terziario (+4,6%) e il settore agricoltura e pesca (+1,9%). Particolare rilievo assume la riduzione nel settore dei trasporti caratterizzato, fino al 2007, da una costante crescita dei consumi energetici.

Relativamente alla distribuzione degli impieghi finali di energia (usi non energetici e *bunkeraggi* esclusi) il settore residenziale e terziario assorbe il 38% dei consumi, seguito dai settori trasporti e industria, 34,8% e 24,4%, rispettivamente. Il settore agricoltura e pesca assorbe il restante 2,7% degli impieghi finali.

In Italia il calo dei consumi energetici totali negli ultimi anni, insieme alla crescita limitata del PIL, è alla base della consistente riduzione dell'intensità energetica tra il 2005 e il 2009 (-6,1%), che fa seguito a una serie di valori piuttosto elevati (intorno ai 159 tep per milione di euro) registrati tra il 2003 e il 2005. Nel 2008, l'Italia, insieme al Regno Unito, è il Paese del G20 con la più bassa intensità energetica totale in termini di valori corretti a parità di potere d'acquisto, inferiore alla media mondiale e a quella OCSE.

Le modifiche nel mix delle fonti primarie non hanno comunque ridotto l'elevata dipendenza energetica del nostro Paese.

A partire dal 1990 si registra un trend crescente del consumo interno lordo di energia, con un picco raggiunto nel 2005 (+21,0% rispetto al 1990). Dal 2006, invece, si osserva una inversione di tendenza, con un calo del consumo interno nel 2009 pari all'8,9% rispetto al 2005.

In Italia il calo dei consumi energetici totali negli ultimi anni, insieme alla crescita limitata del PIL, è alla base della consistente riduzione dell'intensità energetica tra il 2005 e il 2009 (-6,1%).



Nel 2008, tra i Paesi del G20 l'Italia, insieme al Regno Unito, presenta la più bassa intensità energetica totale in termini di valori corretti a parità di potere d'acquisto, inferiore alla media mondiale e a quella OCSE.

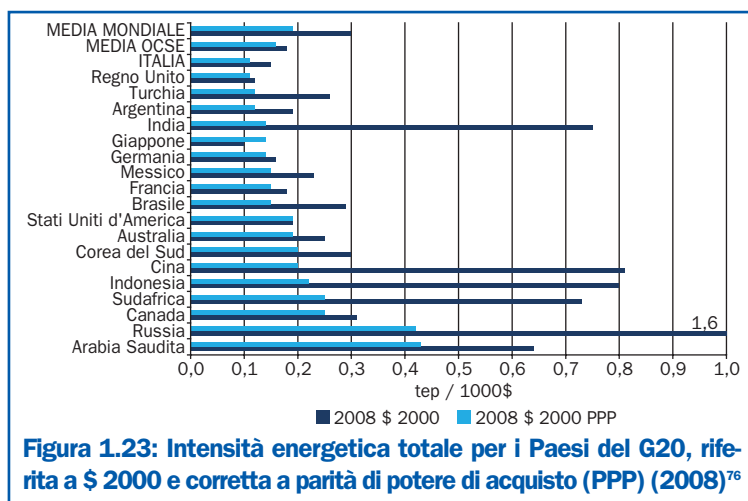


Figura 1.23: Intensità energetica totale per i Paesi del G20, riferita a \$ 2000 e corretta a parità di potere di acquisto (PPP) (2008)⁷⁶

Tra il 1994 e il 2009, il tasso di crescita della produzione di energia elettrica è stato notevolmente maggiore di quello dei consumi totali di energia. Tale risultato indica un ruolo crescente dell'elettricità come vettore energetico nel sistema energetico nazionale. Nell'ultimo anno, a causa della crisi economica, si osserva una rapida diminuzione dei consumi energetici (-5,7%) e della produzione elettrica (-8,3%).

Tra il 1994 e il 2009, il tasso di crescita della produzione di energia elettrica è stato maggiore di quello dei consumi totali di energia. Tale andamento indica un ruolo crescente dell'elettricità come vettore energetico nel sistema energetico nazionale.

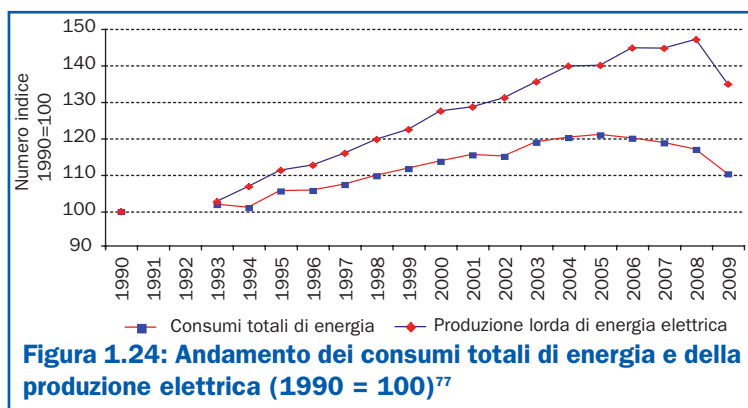


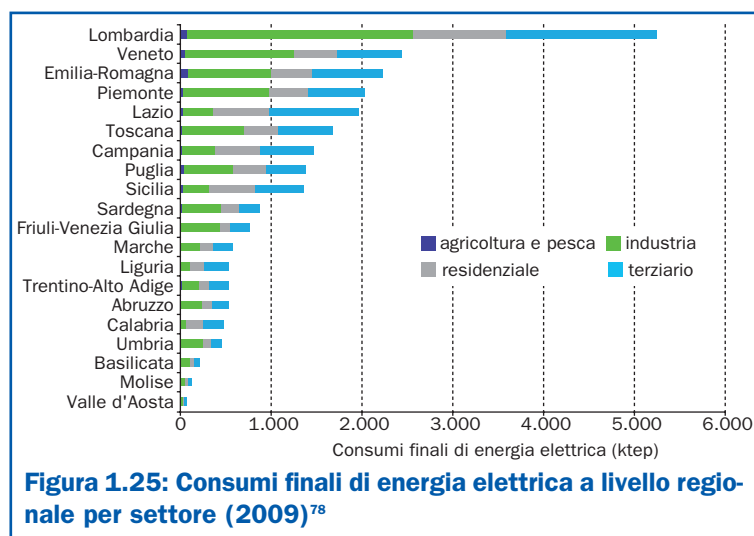
Figura 1.24: Andamento dei consumi totali di energia e della produzione elettrica (1990 = 100)⁷⁷

⁷⁶ Fonte: Agenzia Internazionale per l'Energia (AIE)

⁷⁷ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Ministero dello sviluppo economico e TERN S.p.A.



I consumi finali di energia elettrica a livello regionale rivelano una struttura estremamente eterogenea del territorio nazionale. I dati relativi al 2009 mostrano che la Lombardia consuma il 21% del totale nazionale; segue il Veneto con il 9,8%. Mentre l'Emilia-Romagna e il Piemonte si attestano rispettivamente all'8,9% e all'8,2% e altre regioni come Lazio, Toscana, Puglia, Campania e Sicilia, invece, presentano un valore medio del 6,3%. Le nove regioni menzionate consumano, complessivamente il 79,4% del totale italiano (Figura 1.25).



I consumi di energia elettrica a livello regionale rivelano una struttura estremamente eterogenea del territorio nazionale. La Lombardia consuma il 21% del totale nazionale. Nove regioni (Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Piemonte, Lazio, Toscana, Puglia, Campania e Sicilia) consumano complessivamente il 79,4% del totale italiano.

Il sistema dei trasporti deve far fronte a forti aumenti della domanda di mobilità. Nel periodo 1990-2009 la domanda di trasporto passeggeri è aumentata del 32%, mentre la domanda di trasporto di merci cresce del 5,6%.

La domanda di trasporto passeggeri presenta una stasi nella crescita nel periodo 2000-2005, seguita da un incremento nei due anni successivi. A partire dal 2008 si registra una contrazione della domanda di trasporto (-6,1% nel 2009 rispetto al 2007) (Figura 1.26).

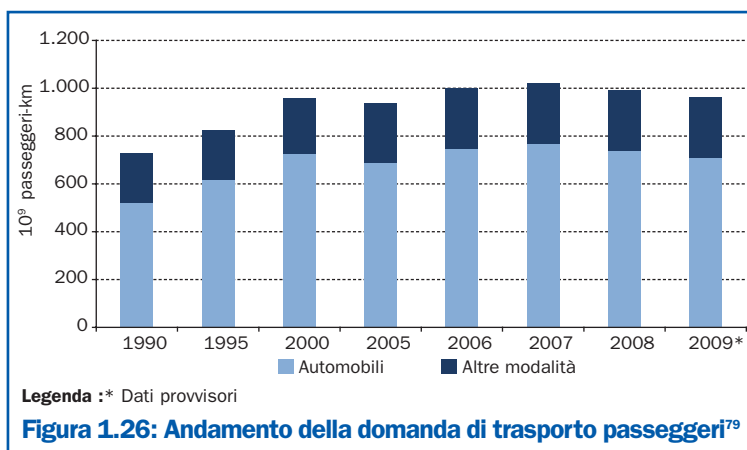
Il sistema dei trasporti deve far fronte a forti aumenti della domanda di mobilità. Nel periodo 1990-2009 la domanda di trasporto passeggeri è aumentata del 32%, mentre la domanda di trasporto di merci cresce del 5,6%.

⁷⁸ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ENEA



Nel periodo 1990-2009 la domanda di trasporto passeggeri è aumentata del 32%.

Il trasporto stradale (autovetture e moto) nel 2009 costituisce l'81,7% (solo le autovetture il 73,7%) della domanda di trasporto passeggeri.



La domanda di trasporto passeggeri continua a essere soddisfatta soprattutto dalla modalità di trasporto stradale, la meno efficiente dal punto di vista economico e ambientale. In particolare, il trasporto stradale su autovetture e motocicli costituisce, nel 2009, l'81,7% della domanda di trasporto passeggeri.

L'Italia si trova al secondo posto tra i Paesi europei, dopo il Lussemburgo, per il numero di autovetture circolanti in relazione alla popolazione residente, ma è prima per il numero di veicoli, tenendo conto anche dei motocicli e dei veicoli commerciali; a livello mondiale, solo gli USA hanno un tasso di motorizzazione più elevato, se espresso in veicoli per abitante.

La domanda di trasporto merci è aumentata dal 1990 a oggi (+5,6% nel 2009), ed è strettamente legata alle dinamiche di sviluppo economico. La domanda di trasporto subisce una drastica riduzione a partire dal 2007 in seguito agli effetti della crisi economica e finanziaria (-13,5% nel 2009 rispetto al 2007).

Il trasporto merci avviene prevalentemente tramite autotrasporto, con una quota abbastanza costante dal 1990 che oscilla intorno al 70% rispetto alle altre modalità di trasporto (68,2% nel 2009). Nel 2009, il trasporto di merci per via marittima e per via ferroviaria rappresentano rispettivamente il 18,7% e l'8,1%, mentre il trasporto aereo costituisce un marginale 0,4%.

Il trasporto merci avviene prevalentemente tramite autotrasporto, con una quota abbastanza costante dal 1990 che oscilla intorno al 70% rispetto alle altre modalità di trasporto (68,2% nel 2008).

⁷⁹ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati CNT



La domanda di trasporto merci presenta una rilevante crescita nel periodo 2000-2005, seguita da una contrazione negli anni successivi che diventa particolarmente evidente a partire dal 2007. Nel 2009 il trasporto di merci su strada diminuisce del 10,8% rispetto al 2007, per le “altre modalità” si registrano rilevanti riduzioni delle merci trasportate per via ferroviaria (-30,7%), per via aerea (-23,9%) e per via marina (-16,2%). Per gli oleodotti si registra una riduzione dell'1,1% rispetto al 2007.

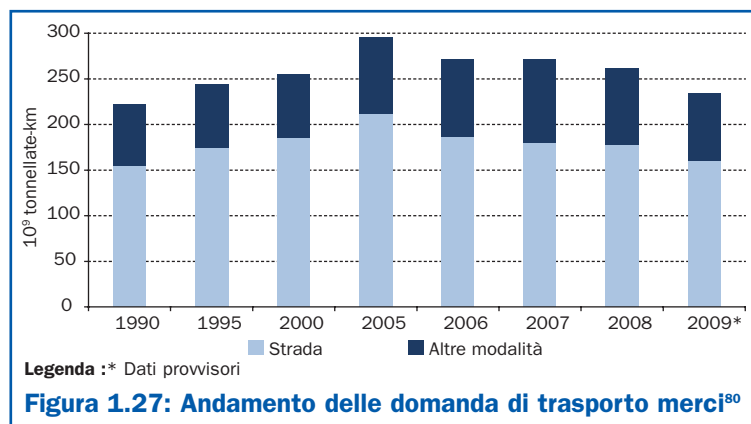


Figura 1.27: Andamento delle domanda di trasporto merci⁸⁰

Le pressioni sull'ambiente marino

Nel corso del 2010, l'incidente avvenuto presso la piattaforma petrolifera *Deepwater Horizon* della *British Petroleum*, situata nel Golfo del Messico, ha reso drammaticamente evidenti i rischi delle perforazioni in mare aperto per lo sfruttamento delle risorse fossili, ricordando così all'opinione pubblica che gli impatti delle attività energetiche non si limitano all'alterazione degli equilibri climatici o della qualità dell'aria. L'esplosione della piattaforma, avvenuta il 20 aprile del 2010, ha causato la morte di 11 operatori, il ferimento di altri 17 ed è il più grande incidente ecologico nella storia dell'industria petrolifera. Le difficili operazioni di chiusura del pozzo di perforazione a 1.500 metri di profondità si sono concluse il 19 settembre, e hanno messo in luce come l'abilità di estrarre petrolio dalle profondità marine non si accompagni sempre a un'adeguata tecnologia per fare

La domanda di trasporto merci manifesta dal 1990 al 2009 una crescita del 5,6%.

Dalle stime del 2009 emerge che il trasporto di merci sul territorio nazionale avviene prevalentemente su strada (68,2%).

Nel corso del 2010, l'incidente avvenuto presso la piattaforma petrolifera Deepwater Horizon della British Petroleum, situata nel Golfo del Messico, ha reso drammaticamente evidenti i rischi delle perforazioni in mare aperto per lo sfruttamento delle risorse fossili, ricordando così all'opinione pubblica che gli impatti delle attività energetiche non si limitano

⁸⁰ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati CNT

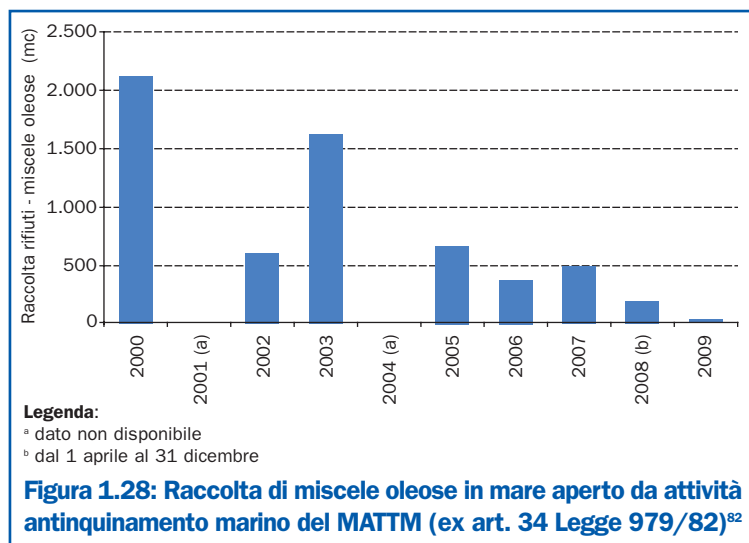


all'alterazione degli equilibri climatici o della qualità dell'aria.

Osservando le attività antinquinamento marino del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, si rileva un andamento in continua diminuzione dell'intensità degli eventi accidentali che comportano una perdita di idrocarburi in mare in seguito al traffico navale.

fronte alle eventuali emergenze. Alla fine delle operazioni di chiusura del pozzo sono stati riversati in mare circa 4,9 milioni barili di greggio (~780 milioni di litri). Il petrolio si è riversato sulle coste degli stati che si affacciano sul Golfo del Messico (Louisiana, Mississippi, Alabama e Florida) e le immagini satellitari hanno permesso di stimare in circa 176.000 km² l'area contaminata dal greggio fuoriuscito dal pozzo. Secondo le stime della BP, i costi dell'incidente fino al 29 settembre 2010 sono stati di circa 11,2 miliardi di dollari.

Le attività di estrazione petrolifera nel mar Mediterraneo, nonché il traffico navale e le attività di raffinazione che insistono sulle aree costiere italiane rendono tale tematica meritevole di attenzione. A livello globale, la numerosità e l'intensità degli eventi accidentali che comportano perdita di idrocarburi in mare in seguito al traffico navale mostrano un andamento in continua diminuzione⁸¹. Tale andamento si osserva anche per quel che concerne le attività antinquinamento marino del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.



⁸¹ ITOF - The International Tanker Owners Pollution Federation Limited, 2010, <http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/>

⁸² Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Direzione Generale per la Protezione della natura e del mare, 2010



Al fine di limitare i rischi delle attività petrolifere per l'ambiente marino, e in particolare per le aree protette, il D.Lgs. 29 giugno 2010, n. 128, in vigore dal 26 agosto 2010 ha introdotto, su proposta del MATTM, alcune norme che riformano il sistema delle autorizzazioni per la ricerca e l'estrazione degli idrocarburi, nell'ambito dello schema di decreto di riforma del codice ambientale. È stato infatti introdotto il divieto assoluto di ricerca, prospezione ed estrazione di idrocarburi sia all'intero delle aree marine e costiere protette, sia per una fascia di mare di 12 miglia attorno al perimetro esterno delle stesse; sono state inoltre vietate le attività di ricerca ed estrazione di petrolio all'interno di una fascia marina larga 5 miglia lungo l'intero perimetro costiero nazionale. Tutte le attività di ricerca ed estrazione di idrocarburi al di fuori di queste aree saranno comunque sottoposte a Valutazione di Impatto Ambientale. Le nuove norme si applicano anche ai procedimenti autorizzativi in corso.

Le misure di risposta: mitigazione e adattamento

Le principali misure di risposta ai cambiamenti climatici sono relative alla mitigazione, che consiste nella riduzione delle emissioni di gas serra, e all'adattamento, che ha l'obiettivo di minimizzare le possibili conseguenze negative e di prevenire gli eventuali danni derivanti dai cambiamenti climatici. Tali misure sono fra loro complementari. In merito alle misure di mitigazione è importante ricordare che, nel 2009, sono stati pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea i documenti legislativi del pacchetto "Energia – Cambiamenti Climatici", oggetto dello storico accordo cosiddetto "20-20-20" nel Consiglio Europeo del 18 dicembre 2008, e cioè:

- il Regolamento (CE) n. 443/2009 che limita le emissioni nel settore trasporti e "definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni delle autovetture nuove nell'ambito dell'approccio comunitario integrato finalizzato a ridurre le emissioni di CO₂ dei veicoli leggeri". Il regolamento fissa il livello medio delle emissioni di CO₂ delle autovetture nuove a 130 g CO₂/km, da conseguire mediante miglioramenti tecnologici apportati ai motori e introduce limiti più stringenti a partire dal 2020;
- la Direttiva 2009/33/CE sulla promozione di veicoli puliti e a basso consumo energetico nel trasporto su strada. La direttiva

Le principali misure di risposta sono relative alla mitigazione (ossia alla riduzione di gas serra) e all'adattamento ai cambiamenti climatici in atto. Nel 2009, sono stati pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea i documenti legislativi del pacchetto "Energia – Cambiamenti Climatici", oggetto dello storico accordo "20-20-20".



- impone alle amministrazioni, agli enti e ad altri operatori che assolvono obblighi di servizio pubblico di tener conto dell'impatto energetico e ambientale nell'arco di tutta la vita, tra cui il consumo energetico e le emissioni di CO₂ e di altre sostanze inquinanti, al momento dell'acquisto di veicoli adibiti al trasporto su strada;
- la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione delle energie rinnovabili, che fissa per l'UE l'obiettivo vincolante di un contributo del 20% delle fonti rinnovabili al consumo totale di energia entro il 2020, con una ripartizione degli oneri tra gli Stati membri; all'Italia spetta un obiettivo del 17%;
 - la Decisione 406/2009 sulla condivisione degli sforzi, che fissa per l'UE l'obiettivo vincolante di una riduzione delle emissioni di gas serra per i settori non regolati dalla Direttiva 2003/87/CE, pari al 10% rispetto ai livelli del 2005 a livello comunitario, con una ripartizione degli oneri tra gli Stati membri; all'Italia spetta un obiettivo del 13%;
 - la Direttiva 2009/29/CE relativa alla revisione e all'estensione del sistema europeo di *emissions trading*, che fissa per l'UE l'obiettivo vincolante di una riduzione delle emissioni di gas serra del 21% rispetto ai livelli del 2005 per i settori regolati dalla Direttiva 2003/87/CE;
 - la Direttiva 2009/31/CE sulla cattura e lo stoccaggio del carbonio, che definisce un quadro legale per lo stoccaggio geologico dell'anidride carbonica, tale da garantire che il contenimento di questa sostanza sia permanente e che i possibili rischi per l'ambiente e per la salute siano ridotti al minimo.

In merito alla Direttiva 2009/31/CE è attualmente in fase di predisposizione il Decreto Legislativo di recepimento da parte del Ministero dello sviluppo economico e del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili, la recente Legge Comunitaria 2009 ha conferito delega al Parlamento per il recepimento della Direttiva 2009/28/CE, fissando specifici criteri per l'esercizio della delega.

Ad aprile 2010 il Ministero dello sviluppo economico ha presentato il Piano Nazionale per le energie rinnovabili (Direttiva 2009/28/CE) dove si ribadisce che l'Italia intende *“profondere uno straordinario impegno per l'incremento dell'efficienza energetica e la riduzione dei*



consumi di energia” e che sul fronte delle energie rinnovabili “sono già disponibili numerosi meccanismi di sostegno, che assicurano la remunerazione degli investimenti in diversi settori delle energie rinnovabili e dell’efficienza energetica e favoriscono la crescita di filiere industriali”. Coerentemente con i criteri fissati dal Parlamento, il Piano delinea le nuove misure e le modalità di sostegno e potenziamento delle misure già operative. Le nuove misure riguarderanno principalmente, oltre alla promozione delle fonti rinnovabili per gli usi termici e per i trasporti, la semplificazione delle procedure di autorizzazione e lo sviluppo della rete elettrica, anche attraverso “l’interconnessione dell’Italia, con nuove infrastrutture elettriche, con i paesi dell’Africa settentrionale e dei Balcani”⁸³.

Per il tema adattamento, la Commissione Europea ha presentato nell’aprile 2009 il Libro bianco “*L’adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d’azione europeo*”, con l’obiettivo di rendere l’UE meno vulnerabile agli impatti dei cambiamenti climatici⁸⁴.

Il documento stabilisce un quadro d’azione, incentrato sui seguenti punti:

- consolidare la base delle conoscenze sui rischi e le conseguenze dei cambiamenti climatici;
- tener conto dell’impatto del fenomeno nelle principali politiche dell’UE;
- combinare le diverse misure politiche per ottenere il miglior effetto possibile (ad esempio, per facilitare l’adattamento si potrebbe ricorrere a forme nuove di finanziamento, tra cui programmi basati sul mercato);
- sostenere sforzi internazionali di adattamento più ampi;
- operare in collaborazione con amministrazioni nazionali, regionali e locali.

In termini operativi, il Libro bianco prevede:

- l’accesso a una più ampia gamma di dati riguardanti l’impatto sul clima potrà agevolare i processi decisionali;

In ambito europeo, la Commissione Europea ha presentato nell’aprile 2009 il Libro bianco “L’adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d’azione europeo”, con l’obiettivo di rendere l’UE meno vulnerabile agli impatti dei cambiamenti climatici.

⁸³ MSE, Piano Nazionale per le energie rinnovabili (Direttiva 2009/28/CE), 2010

⁸⁴ Commissione delle Comunità Europee, 2009, *Libro bianco “L’adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d’azione europeo”*, COM(2009) 147 definitivo, Bruxelles, 01/04/2009



- che entro il 2011 sia istituito un meccanismo per lo scambio delle informazioni (*Clearing House Mechanism*), in modo da consentire un più facile accesso a molteplici fonti d'informazioni sulle conseguenze dei cambiamenti climatici, le aree a rischio e le migliori pratiche;
- l'adattamento sia preso in considerazione nelle principali politiche dell'UE.

Entro il 2011, la Commissione Europea e l'Agenzia Europea dell'Ambiente prevedono di sviluppare una serie di strumenti a supporto delle politiche di adattamento tra cui:

- linee-guida per l'elaborazione di strategie regionali di adattamento ai cambiamenti climatici;
- set di indicatori di impatto, vulnerabilità e adattamento;
- valutazioni economiche dei costi e dei benefici dell'adattamento.

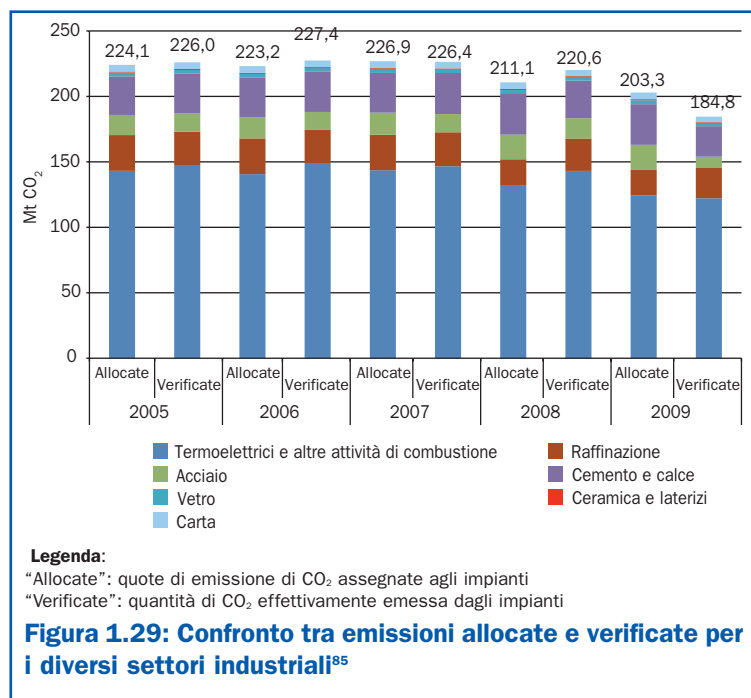
Il sistema europeo di *emissions trading*

Nei Paesi dell'Unione Europea, un ruolo centrale nelle strategie di mitigazione (ossia di prevenzione dei cambiamenti climatici attraverso la riduzione delle emissioni di gas serra e l'incremento degli assorbimenti di anidride carbonica) è stato assegnato all'attuazione del sistema europeo di *emissions trading*, istituito in base alla Direttiva 2003/87/CE. Questo sistema comporta la definizione di un limite massimo (*cap*) alle emissioni di gas serra dagli impianti industriali che ricadono nel campo di applicazione della direttiva. I permessi di emissione ammissibili vengono assegnati a ciascun impianto attraverso il Piano Nazionale di Allocazione (PNA). Ogni permesso (*European Allowances Unit*, EAUs) attribuisce il diritto a emettere una tonnellata di anidride carbonica in atmosfera nel corso dell'anno di riferimento. I permessi di emissione di CO₂ allocati ma non utilizzati possono essere scambiati tra i diversi operatori del mercato europeo. Tale sistema dovrebbe innescare un meccanismo di mercato di natura concorrenziale che porti alla riduzione delle emissioni da parte degli impianti industriali. Da questo punto di vista, il prezzo al quale sono stati scambiati i permessi di emissione sul mercato europeo rappresenta un utile indicatore dell'efficacia del sistema e della sua capacità di trasmettere agli operatori un segnale di scarsità rispetto alla disponibilità di permessi.

Nei Paesi dell'Unione Europea, un ruolo centrale nelle strategie di mitigazione è stato assegnato all'attuazione del sistema europeo di emissions trading, istituito in base alla Direttiva 2003/87/CE.



Il primo periodo di implementazione del sistema di *emissions trading* (ETS) è partito il 1° gennaio 2005 e si è concluso il 31 dicembre 2007. In Italia, le quote del primo periodo sono state assegnate con il provvedimento DEC/RAS/74/2006 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Con la Decisione 20/2/2008 il Comitato nazionale di gestione e attuazione della Direttiva 2003/87/CE, costituito da rappresentanti del MATTM e del Ministero dello sviluppo economico, ha provveduto all'assegnazione delle quote per il secondo periodo (2008-2012). Per gli anni dal 2005 al 2009 sono disponibili i dati consuntivi delle emissioni allocate e verificate di gas serra.



Il primo periodo (2005-2007) si è concluso con emissioni di gas serra superiori alle allocazioni (+5,7 Mt CO₂). Nel 2008, primo anno del secondo periodo, le emissioni verificate superano di 9,5 Mt CO₂ la quantità di emissioni consentite, mentre nel 2009 diventa particolarmente evidente la contrazione delle emissioni per effetto della crisi economica.

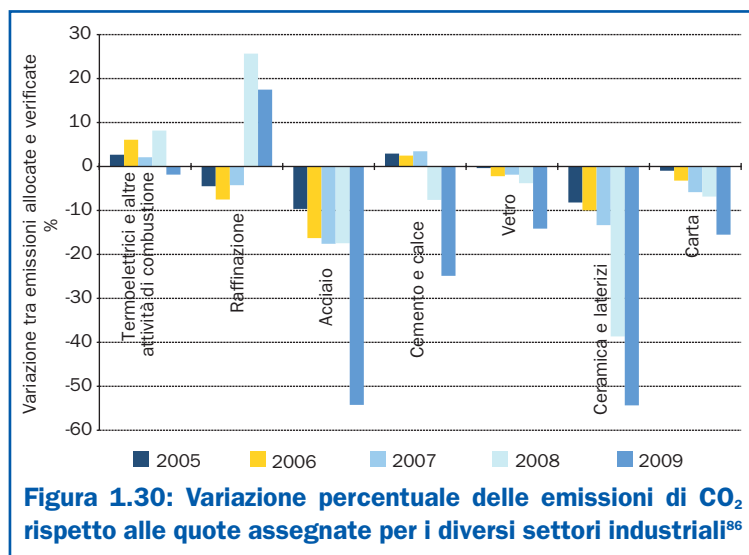
⁸⁵ Fonte: ISPRA



Il primo periodo si è concluso con emissioni di gas serra superiori alle allocazioni (+5,7 Mt CO₂).

Nel 2008, il primo anno del secondo periodo (2008-2012), le emissioni verificate superano di 9,5 Mt CO₂ la quantità di emissioni consentite in seguito all'incremento di emissioni da parte dei settori termoelettrico e della raffinazione, mentre gli altri settori fanno registrare emissioni inferiori alle rispettive allocazioni. Nel 2009 diventa particolarmente evidente la contrazione delle emissioni per effetto della crisi economica. Tale contrazione riguarda tutti i settori con la sola eccezione del settore della raffinazione che, per il secondo anno consecutivo, fa registrare emissioni maggiori rispetto alle quote di emissioni consentite.

Le emissioni, nel corso degli anni oggetto di analisi, sono sempre risultate inferiori alle assegnazioni per il settore Acciaio, Cemento e calce, Vetro, Ceramica e laterizi e Carta.



La contrazione delle emissioni rende particolarmente complessa la valutazione dell'efficacia ambientale del sistema dell'emissions trading per il periodo successivo al 2012.

La contrazione delle emissioni rende particolarmente complessa la valutazione dell'efficacia ambientale del sistema dell'emissions trading per il periodo successivo al 2012. Infatti, le emissioni allocate che non sono state effettivamente emesse rappresentano permessi emissivi che gli operatori possono rivendere o utilizzare

⁸⁶ Fonte: ISPRA



negli anni successivi, quando i diversi settori industriali si riprenderanno dalla crisi. Il *surplus* di permessi, già rilevato per alcuni settori in ambito europeo⁸⁷, si è ulteriormente accentuato con la crisi economica e pertanto potrà rappresentare un ostacolo agli investimenti nei settori a più basso contenuto di carbonio.

La Commissione Europea ha approvato, con Decisione del 22 ottobre 2010, la quantità di emissioni da allocare a livello europeo per il 2013 (2.039,15 Mt CO₂). I permessi emissivi resi disponibili dalla crisi economica possono effettivamente rappresentare un incremento della soglia emissiva post 2012, laddove non saranno utilizzati per compensare le emissioni in eccesso rispetto alle allocazioni del 2008 e del periodo 2005-2007.

Efficienza e risparmio energetico

Per quanto riguarda la produzione nazionale di elettricità si segnala il ruolo crescente della cogenerazione, che consente di incrementare l'efficienza di conversione dell'energia disponibile nelle fonti primarie. I dati della produzione elettrica mostrano che, dal 1997, il fabbisogno di nuova energia elettrica da impianti termoelettrici è prodotto quasi interamente in cogenerazione (Figura 1.31). Nel 2009, rispetto al 2008, è evidente una rapida diminuzione della produzione termoelettrica (-13,5%). Poiché la produzione combinata di energia elettrica e calore è rimasta sostanzialmente stabile sui valori del 2008 (-2,4%) è evidente che al minore fabbisogno di elettricità è corrisposta una drastica riduzione della sola produzione elettrica (-21,0%).

Per quanto riguarda il *mix* delle fonti primarie, si sottolinea che il ruolo crescente del gas naturale nella produzione termoelettrica influenza in termini positivi il *trend* delle emissioni di gas serra. Ciò è dovuto, oltre al valore più basso del fattore di emissione del gas naturale rispetto a quello delle altre fonti primarie, anche alla maggiore efficienza dei cicli combinati alimentati a gas naturale rispetto ai cicli a vapore tradizionali.

A livello nazionale, si segnala il ruolo crescente della cogenerazione, che consente di incrementare l'efficienza di conversione dell'energia disponibile nelle fonti primarie.

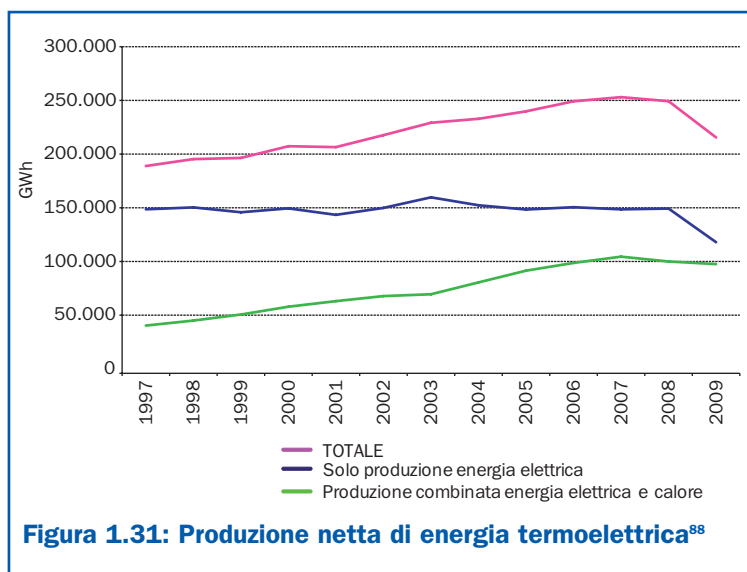
Il ruolo crescente del gas naturale nella produzione termoelettrica influenza in termini positivi il trend delle emissioni di gas serra.

⁸⁷ Gaudio D., Caputo A., Arcarese C., "A preliminary assessment of CO₂ emissions abatement resulting from the implementation of the EU ETS in Italy", proceedings of the workshop "ECEE 2009 Summer Study", 1-6 June 2009, La Colle sur Loup, Côte d'Azur, France, http://www.ecee.org/conference_proceedings/ecee/2009/



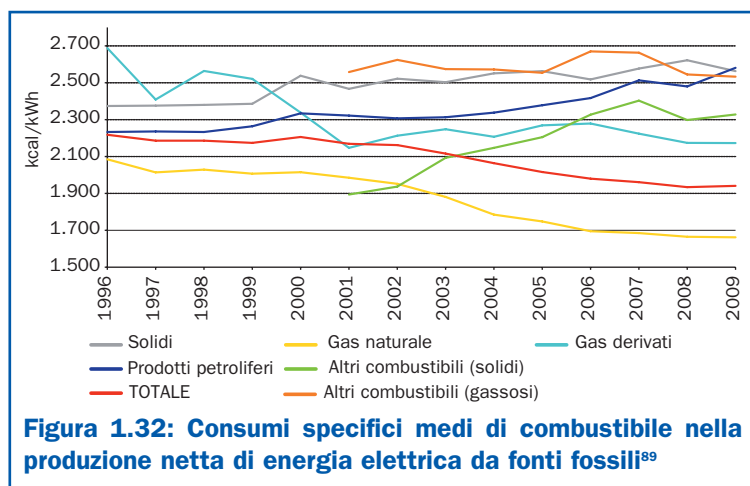
L'incremento medio annuo di produzione elettrica, dal 1997 al 2009, è circa 4.471 GWh/anno e 2.217 GWh/anno, rispettivamente per la produzione termoelettrica con cogenerazione e per la produzione termoelettrica totale. La produzione di sola energia elettrica si mantiene pressoché costante fino al 2008, per poi subire una brusca riduzione nel 2009. Tali dati segnalano che, dal 1997, il fabbisogno di nuova energia elettrica da impianti termoelettrici è prodotto quasi interamente in cogenerazione.

Nel periodo 1996-2009, il consumo specifico medio di tutti i combustibili utilizzati per la produzione netta di energia elettrica diminuisce del 12,5% (+0,4% tra il 2008 e il 2009).



Nel periodo 1996-2009 si registra una diminuzione del 20,3% dei consumi specifici medi di gas naturale per la produzione netta di energia elettrica. Anche i gas derivati presentano nel 2009 una sensibile diminuzione dei consumi specifici, pari al 19,2% rispetto al 1996. Considerando tutti i combustibili utilizzati per la produzione elettrica, il consumo specifico medio diminuisce del 12,5%, solo nell'ultimo anno si registra una lieve crescita dei consumi specifici pari allo 0,4% rispetto al 2008. Il consumo specifico medio per la produzione elettrica riferito a tutti i combustibili risente dell'utilizzo dei prodotti con minore efficienza rispetto ai combustibili gassosi, come i prodotti petroliferi o i combustibili solidi. Infatti, nel periodo considerato i consumi specifici medi dei prodotti petroliferi e del combustibile solido aumentano rispettivamente del 15,6% e dell'8%. (Figura 1.32).

⁸⁸ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERN S.p.A.



Nel periodo 1996-2009 si ha una diminuzione del 20,3% dei consumi specifici medi di gas naturale e del 19,2% di quelli dei gas derivati. In generale per la produzione elettrica il consumo specifico medio diminuisce del 12,5%. A fronte di un aumento dei prodotti petroliferi e del combustibile solido rispettivamente del 15,6% e dell'8%.

La Direttiva 2006/32/CE fissa gli obiettivi per gli Stati membri per l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici. L'obiettivo nazionale indicativo di risparmio energetico è pari al 9% entro il nono anno di applicazione della direttiva (2016). Secondo quanto previsto dall'art. 4, gli Stati membri dovranno adottare misure efficaci al conseguimento di detto obiettivo; il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica, presentato dall'Italia nel luglio 2007 in ottemperanza all'art. 14 della direttiva, individua una serie di azioni che permetteranno di risparmiare il 9,6% di energia nel 2016, rispetto alla media dei consumi energetici dal 2001 al 2005.

La Legge 99/2009 ha previsto il varo di un Piano straordinario per l'efficienza e il risparmio energetico da trasmettere alla Commissione Europea (art. 27). Il Piano, da predisporre entro il 31 dicembre 2009, non è stato al momento pubblicato. Il Piano dovrà contenere molteplici strumenti operativi quali promozione della cogenerazione diffusa, misure per favorire l'autoproduzione di energia per le piccole e medie imprese, rafforzamento del meccanismo dei titoli di efficienza energetica e dei certificati verdi, promozione di nuova edilizia con elevato risparmio energetico e riqualificazione energetica degli edifici esistenti, incentivi per l'of-

In base alla Direttiva 2006/32/CE, l'obiettivo nazionale indicativo di risparmio energetico è pari al 9% entro il nono anno di applicazione della direttiva (2016).

⁸⁹ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.

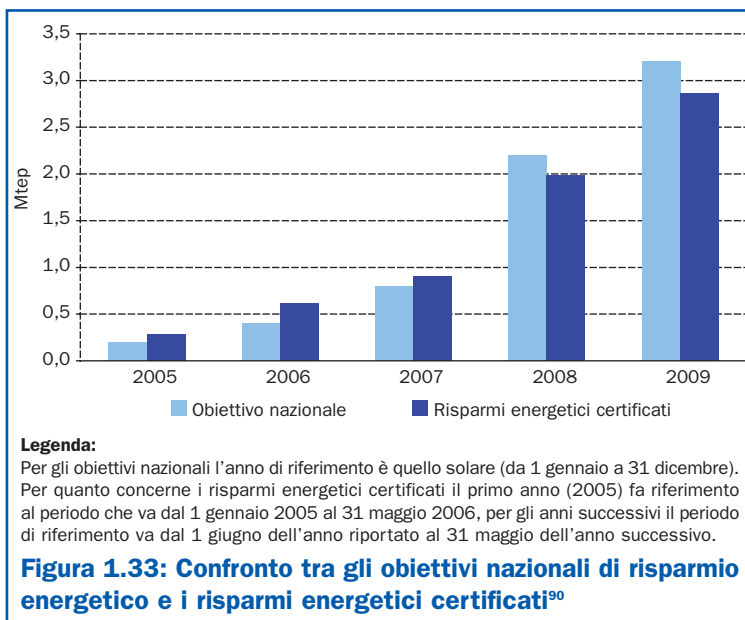


L'obiettivo dei DM del 20 luglio 2004 e del DM del 21 dicembre 2007 è conseguire un risparmio di energia che andrà aumentando fino a raggiungere, nel 2012, un livello pari a 6 Mtep all'anno.

Nei primi tre anni di funzionamento del sistema dei certificati bianchi, i risparmi energetici certificati sono stati sempre superiori agli obiettivi annuali individuati dai decreti, mentre negli ultimi due anni l'obiettivo non è stato raggiunto.

ferta di servizi energetici, promozione di prodotti nuovi, apparecchiature e processi ad alta efficienza.

Tra gli strumenti attualmente operativi, occupa un ruolo centrale il sistema dei certificati bianchi, previsto dall'art. 6 della Direttiva 2006/32/CE, al quale l'Italia ha dato attuazione, subito dopo il Regno Unito, con i Decreti Ministeriali 20 luglio 2004. L'obiettivo di questi decreti, successivamente integrati dal Decreto Ministeriale 21 dicembre 2007, è quello di conseguire un risparmio di energia che andrà aumentando anno per anno fino a raggiungere, nel 2012, un livello pari a 6 Mtep, attraverso l'introduzione di obblighi quantitativi di risparmio di energia primaria per i distributori di energia elettrica e di gas naturale.



⁹⁰ Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati AEEG. Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, "Il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica dall'1 gennaio al 31 maggio 2010". Secondo Rapporto Statistico Intermedio relativo all'anno d'obbligo 2009, predisposto ai sensi dell'articolo 8, comma 1, del decreto ministeriale 21 dicembre 2007



La Figura 1.33 mette in evidenza che, nei primi tre anni di funzionamento del sistema, i risparmi energetici certificati sono stati sempre superiori agli obiettivi annuali individuati dai decreti sopra citati, mentre negli ultimi due anni gli obiettivi non sono stati raggiunti. Nel 2008 e nel 2009, infatti, i risparmi certificati sono inferiori all'obiettivo del 9,8% e del 10,6% rispettivamente. Tali risultati confermano sostanzialmente un buon funzionamento del sistema dei certificati bianchi nel conseguimento del risparmio energetico che, tuttavia, merita un ulteriore rafforzamento. Applicando un fattore di emissione è possibile esprimere i risparmi certificati in termini di emissioni di gas serra evitate. In particolare, ipotizzando un fattore di emissione di circa $2,3 \text{ tCO}_2/\text{tep}$ (tipico del gas naturale), risulta che nel 2009 i certificati bianchi hanno permesso di evitare l'emissione di $6,6 \text{ Mt CO}_2$ e dal 2005 sono state evitate le emissioni di $15,3 \text{ Mt CO}_2$ cumulative.

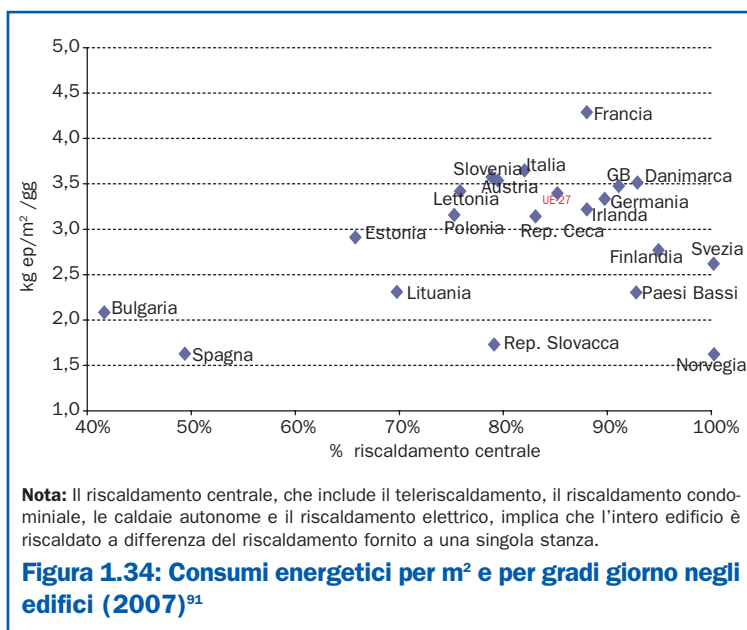
La maggior parte delle misure di miglioramento dell'efficienza energetica, previste dal Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica, si riferisce al settore residenziale, in termini di fabbisogno energetico dell'edificio (per il riscaldamento e il raffrescamento) e di consumi dei dispositivi di uso finale dell'energia.

Tra gli usi energetici negli edifici, il riscaldamento rappresenta la componente principale in quasi tutti gli Stati membri dell'Unione Europea e rappresenta mediamente il 67% dei consumi totali di energia negli edifici (2007). Considerando la correzione per le condizioni climatiche l'Italia, subito dopo la Francia, è tra i paesi con il più elevato consumo energetico per unità di superficie e per gradi giorno nel settore domestico (Figura 1.34).

Applicando un fattore di emissione è possibile esprimere i risparmi certificati in termini di emissioni di gas serra evitate. Ipotizzando un fattore di emissione di circa $2,3 \text{ tCO}_2/\text{tep}$ (tipico del gas naturale) risulta che dal 2005 i certificati bianchi hanno permesso di evitare $15,3 \text{ Mt CO}_2$ cumulative.



Nel 2007, i dati corretti per condizione climatica dei consumi energetici per m² evidenziano che l'Italia è uno dei paesi a maggior consumo, dopo la Francia.



Secondo l'Agenzia Europea dell'Ambiente, la recente diffusione del riscaldamento centrale degli edifici e l'aumento delle dimensioni medie delle unità abitative ha contribuito all'incremento della richiesta energetica nel settore domestico. È stato stimato che la sostituzione dei dispositivi per il riscaldamento di una singola stanza con dispositivi di riscaldamento centralizzato determina un incremento medio del 25% dell'energia richiesta per il riscaldamento. La percentuale di edifici con riscaldamento centrale aumenta a livello europeo dal 76% nel 1990 all'84% nel 2007. Pertanto, in seguito alla diffusione del riscaldamento centrale degli edifici, all'aumento delle dimensioni medie degli spazi abitativi e del numero di elettrodomestici, circa il 75% dell'efficienza energetica raggiunto attraverso il progresso tecnologico è stato compensato dall'incremento dei consumi energetici.

⁹¹ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati EEA/ODYSSEE



Nel nostro Paese, il processo normativo in materia di certificazione energetica degli edifici è molto lungo. Il principio è stato introdotto in Italia con la Legge 9 gennaio 1991, n. 10 che contemplava gli aspetti di certificazione energetica edilizia, tuttavia tale legge non è mai stata attuata.

Nel 1998, il D.Lgs. 31 marzo 1998 n. 112 aveva trasferito alle regioni le competenze amministrative sulla certificazione energetica degli edifici. Il recepimento della Direttiva 2002/91/CE è avvenuto nel nostro Paese con il D.Lgs. 192 del 19 agosto 2005, recentemente rivisto e integrato dal D.Lgs. 311 del 29 dicembre 2006.

Il 10 luglio 2009 il Ministero dello sviluppo economico ha pubblicato il decreto con le linee guida per la certificazione energetica degli edifici (DM 26 giugno 2009). A partire dal 25 luglio 2009, le regioni che non hanno ancora definito una legge al riguardo dovranno seguire le linee guida nazionali. Il decreto definisce le linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici e gli strumenti di raccordo, concertazione, cooperazione tra lo Stato e le regioni, alcune delle quali hanno già definito proprie procedure di certificazione, che si integrano alla normativa nazionale, nel rispetto delle peculiarità di ciascuna regione. Il provvedimento segue il Decreto del Presidente della Repubblica del 2 aprile 2009 n. 59, che fissa i requisiti energetici minimi per i nuovi edifici e per le ristrutturazioni di quelli esistenti.

Allo stato attuale solo poche regioni si sono dotate di strumenti normativi in materia di certificazione energetica.

È atteso un provvedimento per definire le figure professionali dei certificatori energetici abilitati al rilascio delle certificazioni, attualmente è all'esame del Consiglio di Stato la bozza del DPR che, in attuazione del D.Lgs. 192/2005, definisce "i requisiti professionali e i criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti o degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici e l'ispezione degli impianti di climatizzazione".

In ambito europeo la Direttiva 2010/31/CE "*promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'Unione, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche*

Il 10 luglio 2009 il Ministero dello sviluppo economico ha pubblicato il decreto con le linee guida per la certificazione energetica degli edifici. Dal 25 luglio 2009 le regioni che non hanno definito una legge in materia dovranno seguire le linee guida nazionali.



Appare di particolare rilievo lo stimolo al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, operato attraverso il meccanismo di incentivazione delle detrazioni fiscali.

esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi”.

La direttiva definisce i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione ed esistenti e stabilisce, inoltre, un metodo di calcolo comune per il rendimento energetico. La certificazione energetica diventa attestato di prestazione energetica, che servirà come allegato per le operazioni di compravendita degli immobili.

Per quel che concerne l'efficienza energetica in edilizia sul territorio nazionale appare di particolare rilievo lo stimolo al miglioramento dell'efficienza degli edifici operato attraverso il meccanismo di incentivazione delle detrazioni fiscali. Tale meccanismo è stato introdotto con la finanziaria del 2007 (L 27 dicembre 2006 n. 296) e successivamente modificato e prorogato fino al 31 dicembre 2010 dalla finanziaria del 2008 (L 24 dicembre 2007, n. 244) per favorire il risparmio energetico nel settore edilizio, e consiste nella detrazione del 55% dall'IRPEF (Imposta sul Reddito Persone Fisiche) o dall'IRES (Imposta sul Reddito delle Società) delle spese sostenute per la realizzazione di interventi di risparmio energetico negli edifici esistenti (ne sono esclusi gli immobili di nuova costruzione e gli ampliamenti). In sintesi gli interventi soggetti alle detrazioni riguardano:

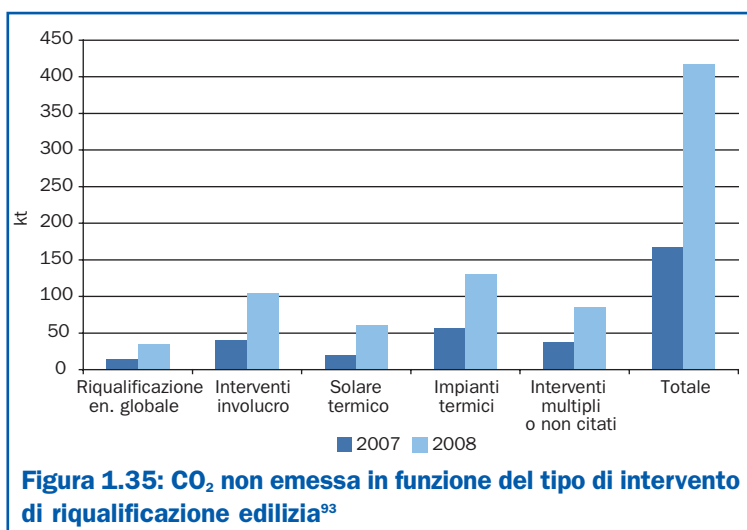
- riqualificazione energetica globale dell'edificio;
- interventi su strutture opache orizzontali, strutture opache verticali e finestre comprensive di infissi;
- installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda;
- sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione o, in alternativa, con pompe di calore ad alta efficienza ovvero con impianti geotermici a bassa entalpia.

In base ai dati elaborati da ENEA⁹², per gli anni 2007 e 2008, il numero di interventi di riqualificazione edilizia che hanno beneficiato del meccanismo incentivante sono aumentati considerevolmente nel 2008 rispetto all'anno precedente (247.800 nel 2008 e 106.000 nel 2007). Gli interventi hanno permesso di conse-

⁹² MSE-ENEA, 2009, *Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2008*



guire un risparmio energetico di 67,7 ktep nel 2007 e di 168,7 ktep nel 2008. Il risparmio energetico è strettamente connesso alla quantità di anidride carbonica non emessa in atmosfera, 168 kt CO₂ e 417 kt CO₂ rispettivamente nel 2007 e 2008.



Gli interventi di riqualificazione edilizia che hanno beneficiato del meccanismo incentivante hanno permesso un risparmio energetico di 168 kt CO₂ nel 2007 e 417 kt CO₂ per il 2008.

Fonti rinnovabili

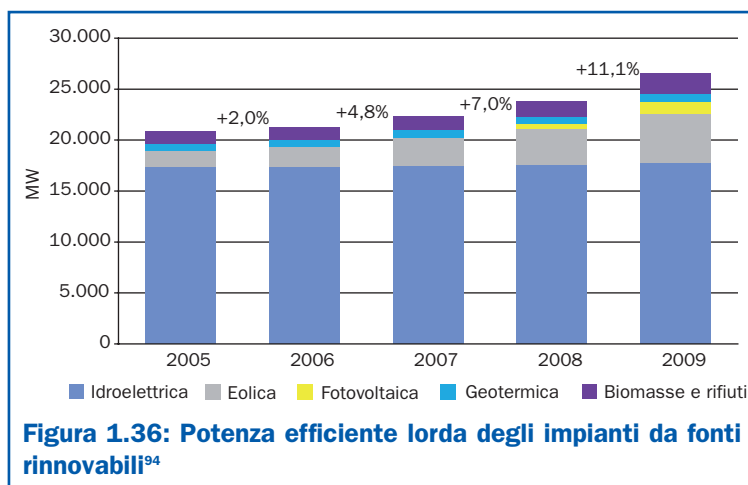
Per quanto riguarda l'energia elettrica da fonti rinnovabili, a partire dal 2006 si osserva un significativo incremento della capacità installata. Nel 2009 la potenza efficiente lorda operativa è passata a 26.517 MW con un incremento dell'11,1% (2.658 MW) rispetto all'anno precedente.

Particolarmente rapido è lo sviluppo del fotovoltaico, passato dai 7 MW del 2006 ai 1.142 del 2009, e dell'eolico, da 1.908 MW del 2006 a 4.898 del 2009.

⁹³ Fonte: MSE-ENEA



In Italia, a partire dal 2006, si osserva un significativo incremento della capacità installata per l'insieme delle fonti rinnovabili.



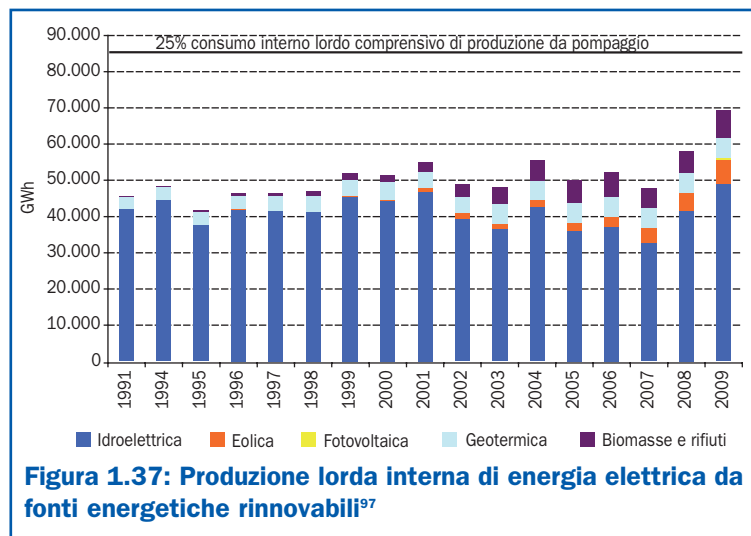
La produzione nazionale di energia elettrica da fonti rinnovabili costituisce il 23,7% della produzione elettrica totale.

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili si è attestata, nel 2009, intorno a 69,3 TWh a fronte di una produzione elettrica totale pari a 292,6 TWh. La produzione nazionale di energia elettrica da fonti rinnovabili costituisce, quindi, il 23,7% della produzione elettrica totale. Il significativo incremento della quota di energia elettrica da fonti rinnovabili rispetto all'anno precedente è fondamentalmente dovuto alla contingente diminuzione della produzione elettrica totale in seguito alla crisi economica e alla crescita della produzione idroelettrica dovuta a condizioni di maggiore piovosità. L'andamento della produzione complessiva è infatti caratterizzato dalle fluttuazioni annuali del contributo dell'energia idroelettrica, legate alle condizioni meteorologiche, e dalla crescita del contributo delle fonti non tradizionali (eolico, geotermico, biomasse e rifiuti). In particolare, il contributo della fonte idroelettrica nel 2009 incide per il 70,9% della produzione elettrica da fonti rinnovabili. Negli ultimi anni è evidente l'incremento della produzione di elettricità dal vento (da 117,8 a 6.542,9 GWh nel periodo 1997-2009) e dalle biomasse/rifiuti (da 694,2 a 7.631,4 GWh). Anche per la produzione di origine geotermica si osserva un incremento da 3.905,2 a 5.341,8 GWh nel periodo 1997-2009, ma negli ultimi

⁹⁴ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERN S.p.A.



anni la produzione da questa fonte fa registrare una lieve diminuzione. Il contributo del fotovoltaico rimane a livelli trascurabili (676,5 GWh nel 2009), sebbene negli ultimi anni presenti un notevole incremento, nel 2009 la produzione è stata 3,5 volte quella del 2008. La Direttiva 2001/77/CE poneva un obiettivo indicativo del 25% di produzione elettrica da fonti rinnovabili rispetto al consumo interno lordo di elettricità comprensivo della produzione da pompaggio entro il 2010. Sebbene tale direttiva sia stata oggi superata dalla Direttiva 2009/28/CE, tuttavia resta ancora un utile *benchmark* per valutare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Nel 2009, il rapporto tra produzione elettrica nazionale da fonti rinnovabili (69,3 TWh) e consumo interno lordo di elettricità (333,3 TWh) è stato pari al 20,8%⁹⁵. Per il calcolo del *target* è necessario considerare anche l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili importata da altri Paesi europei che, in base ai dati del GSE, incide mediamente per circa l'8% del consumo interno lordo di energia elettrica dal 2002 al 2008⁹⁶, tale dato non è stato fornito dal GSE per il 2009.



La produzione elettrica nazionale da fonti rinnovabili rappresenta il 23,7% della produzione elettrica totale. Dal '97 al 2009 è evidente l'incremento di produzione elettrica dal vento (da 117,8 a 6.542,9 GWh) e da biomasse/ rifiuti (da 694,2 a 7.631,4 GWh) e anche, seppure in misura minore, da fonte geotermica (da 3.905,2 a 5.341,8 GWh).

⁹⁵ GSE, 2010, Impianti a fonti rinnovabili. Rapporto statistico

⁹⁶ GSE, 2009, Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia. Anno 2008

⁹⁷ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.



Nel 2009, le quote di energia rinnovabile effettiva e normalizzata mostrano un notevole incremento: la prima arriva quasi al 21%, mentre la seconda al 19%. Le cause sono rintracciabili nella diminuzione del Consumo Interno Lordo e nel contestuale aumento della produzione rinnovabile.

L'energia idroelettrica, concentrata nelle regioni dell'arco alpino, costituisce quasi il 70,9% dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

Nella Tabella 1.2 sono riportate le quote di energia rinnovabile effettiva e normalizzata, secondo le definizioni della Direttiva 2009/28/CE, rispetto al Consumo Interno Lordo (CIL) di elettricità. Nel 2009 i due indicatori mostrano un notevole incremento: il primo arriva quasi al 21%, mentre il secondo al 19%. Le cause sono rintracciabili nella diminuzione del Consumo Interno Lordo e nel contestuale aumento della produzione rinnovabile.

Tabella 1.2: Andamento della produzione elettrica da fonti rinnovabili rispetto al consumo interno lordo di energia elettrica in Italia⁹⁸

	Produzione elettrica da FER ¹ (TWh)		CIL ² (TWh)	Quota percentuale (%)	
	Effettiva	Normalizzata		Eff./CIL	Norm./CIL
2005	48,4	56,4	346,0	14,0%	16,3%
2006	50,6	57,1	352,6	14,4%	16,2%
2007	47,7	57,5	354,5	13,5%	16,2%
2008	58,2	59,6	353,6	16,5%	16,9%
2009	69,3	63,4	333,3	20,8%	19,0%

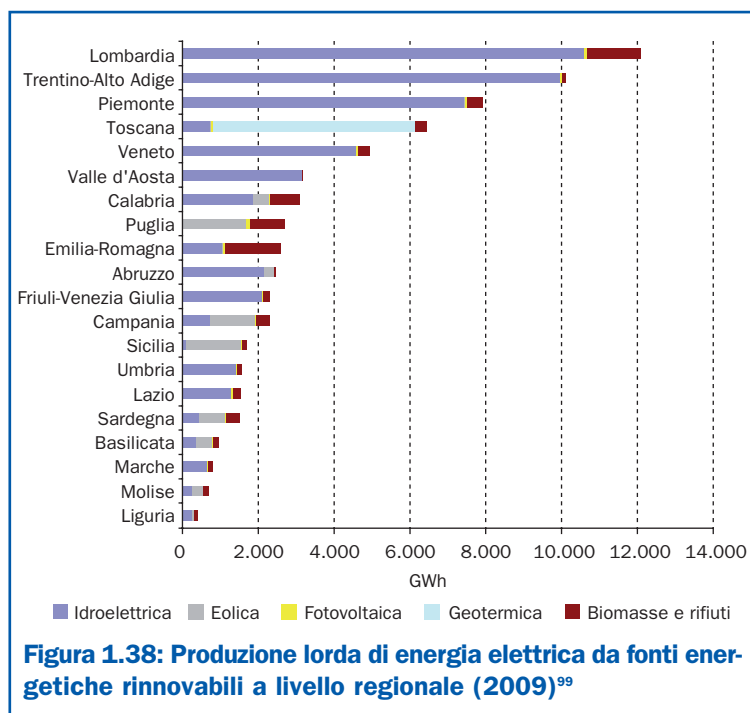
Legenda:

¹ Fonti Energetiche Rinnovabili

² Consumo Interno Lordo: Produzione lorda nazionale – Produzione da Pompaggio + saldo estero

A livello regionale emerge una notevole eterogeneità nelle fonti energetiche prodotte. L'energia idroelettrica, concentrata nelle regioni dell'arco alpino, costituisce il 70,9% dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. La produzione di energia elettrica da fonte geotermica, limitata alla Toscana, costituisce il 7,7% dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. Le biomasse rappresentano l'11,0%, mentre da parte dell'eolico e del fotovoltaico si registra una quota di energia elettrica pari al 10,4% della produzione elettrica da fonti rinnovabili. La produzione dall'eolico avviene quasi totalmente nelle regioni meridionali e insulari (98,0%). L'incremento della potenza installata di circa 2.658 MW, registrato tra il 2008 e il 2009, è prevalentemente dovuto allo sviluppo dell'eolico (1.360 MW) e del fotovoltaico (711 MW), seguiti da biomasse e idrico, rispettivamente con 463 e 98 MW.

⁹⁸ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE



A livello regionale emerge una notevole eterogeneità nelle fonti energetiche rinnovabili utilizzate. La produzione elettrica da fonti rinnovabili è generata prevalentemente dall'idroelettrico, concentrato sull'arco alpino, mentre la produzione da eolico e fotovoltaico proviene dalle regioni meridionali e insulari.

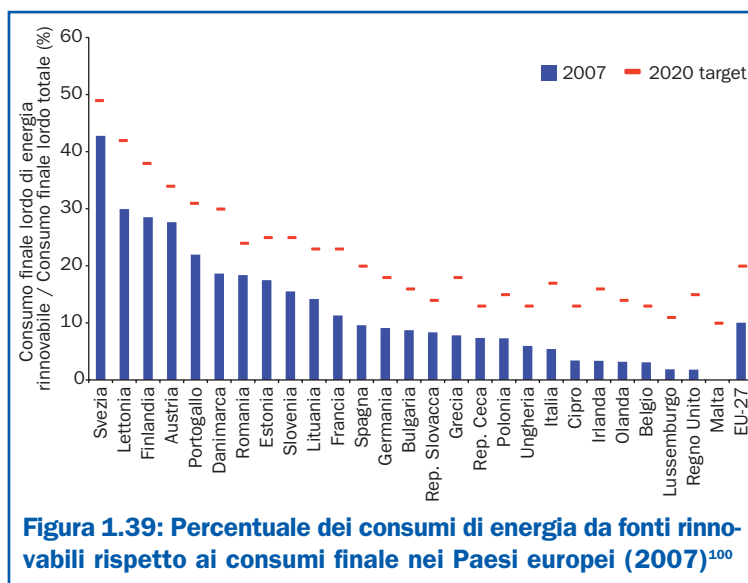
La Direttiva 2009/28/CE stabilisce le quote di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo al 2020 per ciascun Paese dell'Unione Europea; tali quote comprendono sia i consumi di energia da fonte rinnovabile per la produzione di elettricità, sia quelli per usi termici e nei trasporti. Essa prevede, inoltre, la possibilità di concludere accordi per il trasferimento statistico da uno Stato membro all'altro di una determinata quantità di energia da fonti rinnovabili e di cooperare tra loro, o anche con Paesi terzi, per la produzione di energia da fonti rinnovabili. L'obiettivo di consumo di energia rinnovabile assegnato all'Italia è pari al 17% del consumo finale lordo. Nel 2007 la percentuale complessiva di energia rinnovabile rispetto al consumo finale è pari al 5,4% (Figura 1.39).

La Direttiva 2009/28/CE stabilisce le quote di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo al 2020 per ciascun Paese dell'Unione Europea.

⁹⁹ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati TERNA S.p.A.



L'obiettivo di consumo di energia rinnovabile assegnato all'Italia (Direttiva 2009/28/CE) è pari al 17% del consumo finale lordo. Nel 2007, la percentuale complessiva di energia rinnovabile rispetto al consumo finale è pari al 5,4%.



A livello nazionale, la Legge del 27 febbraio 2009, n. 13 prevede che gli obiettivi comunitari delle energie rinnovabili siano ripartiti, con modalità condivise, tra le regioni italiane.

A livello nazionale, la Legge del 27 febbraio 2009, n. 13 prevede che gli obiettivi comunitari delle energie rinnovabili siano ripartiti, con modalità condivise, tra le regioni italiane. In base a tale atto normativo era attesa “entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione, uno o più decreti per definire la ripartizione fra regioni e province autonome di Trento e di Bolzano della quota minima di incremento dell'energia prodotta con fonti rinnovabili per raggiungere l'obiettivo del 17 per cento del consumo interno lordo entro il 2020 ed i successivi aggiornamenti proposti dall'Unione europea”. In base al Piano Nazionale e ai recenti scenari di sviluppo energetico della Commissione Europea¹⁰¹, il consumo finale di energie rinnovabili nel 2020 dovrà attestarsi a 22,3 Mtep. Il contributo di energia rinnovabile al consumo finale di energia nel 2005, calcolato secondo i criteri stabiliti dalla Direttiva 2009/28/CE, è stato del 4,91% (6,9 Mtep) e le proiezioni per il 2010 sono al pari al 7,98% (10,5 Mtep).

¹⁰⁰ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati EUROSTAT

¹⁰¹ CE, 2010, *EU Energy trends to 2030*



Il 18 settembre 2010 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il testo del decreto 10 settembre 2010, “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” richieste dall'art. 12, comma 10, del D.Lgs n. 387 del 2003. Le linee guida sono state predisposte dal Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero per i beni e le attività culturali. Le regioni e gli enti locali, cui spetta l'istruttoria di autorizzazione, dovranno recepire le linee guida entro i 90 giorni successivi alla pubblicazione del testo.

Il principale obiettivo delle linee guida è la definizione di modalità e criteri unitari sul territorio nazionale per assicurare uno sviluppo ordinato delle infrastrutture energetiche e favorire gli investimenti coniugando le esigenze di crescita con il rispetto dell'ambiente e del paesaggio.

In sintesi le linee guida:

- regolano il processo autorizzativo per la realizzazione e l'esercizio degli impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- prevedono un monitoraggio al fine di conoscere la potenza installata, le richieste avanzate e i procedimenti pendenti e in definitiva per controllare il grado di raggiungimento degli obiettivi a livello nazionale;
- stabiliscono i criteri per “assicurare un corretto inserimento degli impianti, con specifico riguardo agli impianti eolici, nel paesaggio”;
- stabiliscono i criteri per “l'eventuale fissazione di misure compensative” volte al riequilibrio ambientale e territoriale successivamente alla realizzazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- forniscono i criteri per l'individuazione di aree non idonee.

Il recente rapporto della Commissione Europea¹⁰² sugli scenari di sviluppo del settore energetico al 2030 mostra un forte incremento della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in ambito europeo. Le recenti proiezioni aggiornano quelle del 2007 considerando gli effetti della crisi economica sulla domanda energetica e introducono le misure di riduzione delle emissioni di gas serra e di incremento dell'efficienza energetica. La stima della quota di elettricità da fonti rinnovabili passa dal 19,0% del 2010

Il 18 settembre 2010 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il testo del decreto 10 settembre 2010, “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”.

¹⁰² CE, 2010, *EU Energy trends to 2030*



Gli effetti delle misure tecnologiche nei trasporti sono controbilanciati dalla crescita della domanda di trasporto, soprattutto stradale.

al 32,6% nel 2020, e al 36,1% del 2030. Nel precedente rapporto del 2007 la quota al 2030 della produzione elettrica da fonti rinnovabili era stimata intorno al 22,8%.

Carburanti a minore impatto ambientale nel settore dei trasporti

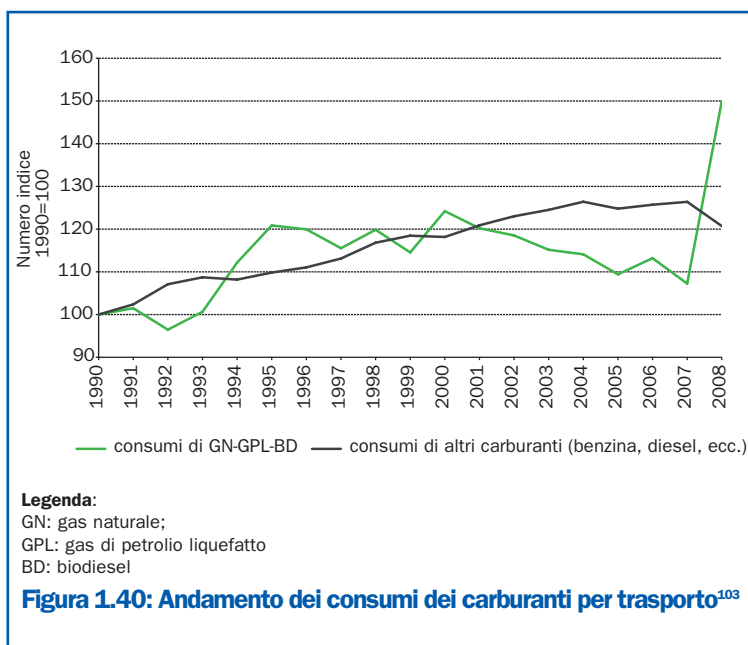
Per il settore dei trasporti, si rileva un costante incremento del consumo di combustibili dal 1990 al 2008 (+22,4% rispetto al 1990), solo tra il 2004 e il 2005 e tra il 2007 e il 2008 sono stati registrati dei lievi cali, rispettivamente dell'1,4% e del 2,4%. L'andamento dei consumi appare caratterizzato da periodiche fasi di stabilizzazione seguite da successive riprese. La quota utilizzata di carburanti a minor impatto ambientale (gas naturale, GPL, biodiesel), rispetto al totale dei carburanti, presenta un andamento irregolare passando dal 5,6% del 1990 al 4,8% del 2007, con un picco del 6,9% nel 2008. Dal 2000 al 2007 il consumo di questi carburanti presenta una diminuzione del 13,7% per poi subire una rapida impennata nel 2008 dovuto principalmente all'incremento dei consumi di biodiesel (+393,2% rispetto al 2007, mentre i consumi di gas naturale e di GPL aumentano rispettivamente del 13,7% e del 6,6%).

La variazione percentuale del consumo di carburanti mostra come a fronte del costante incremento dei carburanti classici (benzina, diesel, ecc.) vi sia un andamento del consumo di gas naturale, GPL e biodiesel estremamente variabile. In particolare, dal 2000 è evidente una diminuzione del consumo di carburanti a basso impatto, con una impennata nel 2008. Complessivamente l'incremento della quantità di carburanti a minor impatto consumati nel 2008 rispetto al 1990 è stato del 49,9%.

Dai dati disponibili è evidente che, per il settore dei trasporti, i progressi legati all'adozione di misure tecnologiche relative all'efficienza dei motori sono controbilanciati, in Italia più ancora che negli altri Paesi europei, da una crescita della domanda di trasporto, soprattutto stradale, per cui l'impatto ambientale del settore dei trasporti continua a crescere. Per quanto concerne, invece, la qualità dei carburanti, si osserva come l'utilizzo di carburanti a minore impatto, oltre a essere marginale, sia suscettibile di notevole irregolarità.



L'utilizzo di carburanti a minore impatto è suscettibile di notevole irregolarità. Nell'ultimo anno si osserva una repentina impennata dovuta al biodiesel.



LULUCF (Land-use, Land-use change and forestry)

A fronte dell'incremento delle emissioni di gas serra provenienti dalle varie attività produttive e dai processi di deforestazione, una quantità importante di anidride carbonica è stata sottratta dall'atmosfera dal comparto LULUCF, dell'ordine di 0,2 miliardi di tonnellate di carbonio nel periodo 1980-1989 e di 0,7 miliardi di tonnellate di carbonio nel periodo 1989-1998 a livello globale¹⁰⁴. In Italia, il settore LULUCF, che include i diversi usi del suolo (quali foreste, terre coltivate, praterie, insediamenti urbani e zone umide) e i cambiamenti nell'uso del suolo, è stato responsabile del sequestro di 64,8 milioni di tonnellate di CO₂ eq nel 1990 e 52,3 milioni di tonnellate di CO₂ eq nel 2008. Tuttavia, solo la frazione rimossa dalle foreste gestite può essere considerata nell'ambito della contabilità del Protocollo di Kyoto, secondo quanto previsto dagli

In Italia, nel 2008 il settore LULUCF è stato responsabile del sequestro di 52,3 Mt di CO₂ eq. La gran parte dell'assorbimento è dovuto alle foreste.

¹⁰³ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Ministero dello sviluppo economico

¹⁰⁴ IPCC, 2000, *Land-use, Land-use change and forestry*, IPCC Special Report



La Legge 99 del 23 luglio 2009 ha rilanciato il ruolo dell'energia nucleare in Italia e dato delega al Governo per definire l'impianto normativo che disciplinerà lo sviluppo del programma nucleare.

articoli 3.3 (afforestazione, riforestazione e deforestazione) e 3.4 (gestione forestale¹⁰⁵).

Energia nucleare

La Legge 99 del 23 luglio 2009 ha rilanciato il ruolo dell'energia nucleare in Italia e dato delega al Governo per definire l'impianto normativo che disciplinerà lo sviluppo del programma nucleare (art. 25). Con la medesima legge viene istituita l'Agenzia per la sicurezza nucleare (art. 29). Il compito dell'Agenzia sarà di esercitare il potere di regolamentazione tecnica in materia e di intervenire nei procedimenti di autorizzazione degli impianti con parere obbligatorio e vincolante, oltre ad avere poteri sanzionatori e ispettivi. L'8 marzo 2010 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il D.Lgs. 15 febbraio 2010 n. 31, ovvero la *"Disciplina della localizzazione, della realizzazione e dell'esercizio nel territorio nazionale di impianti di produzione di energia elettrica nucleare, di impianti di fabbricazione del combustibile nucleare, dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché misure compensative e campagne informative al pubblico"*.

Il decreto definisce le procedure, i vincoli e i benefici per la realizzazione di impianti nucleari, in particolare fornisce i criteri tecnico-ambientali per l'individuazione dei siti adatti alla costruzione delle centrali, a cui seguirà l'indicazione dei siti individuati da parte degli operatori. Il processo di autorizzazione si basa sull'autorizzazione unica per la realizzazione e l'esercizio di ogni singolo impianto, che prevede un coinvolgimento diretto delle regioni interessate. La produzione di energia elettrica da fonte nucleare risponde all'esigenza di ridurre le emissioni di anidride carbonica, tale fonte presenta infatti un ridotto fattore di emissione rispetto alle altre fonti fossili e a molte fonti rinnovabili¹⁰⁶.

A livello mondiale, l'energia nucleare rappresenta nel 2008 il 5,8% dell'energia primaria totale, mentre la quota di energia elettrica fornita da questa fonte rappresenta il 13,5%. Nei paesi dell'area

¹⁰⁵ L'Italia ha scelto solo la gestione forestale come attività addizionale secondo quanto previsto dall'art. 3.4 del Protocollo di Kyoto; le altre attività sono la gestione delle terre coltivate, la gestione dei pascoli e la rivegetazione

¹⁰⁶ AEA, 2010, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/lca-emissions-of-energy-technologies>



OCSE la quota di energia primaria totale da nucleare raggiunge l'11,3% (dato 2009)¹⁰⁷. In base ai dati dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica¹⁰⁸ a livello planetario sono operativi 441 impianti nucleari per una potenza installata pari a 374,69 GW, mentre altri 125 impianti (37,8 GW) hanno cessato la loro attività. Degli impianti attualmente in attività il 78,9% è operativo da più di 20 anni e il 30,2% da più di 30 anni. Ad oggi, risultano in fase di costruzione 61 impianti per una potenza complessiva pari a 59,2 GW.

In Europa (EU27), la quota di energia elettrica prodotta da fonte nucleare nel 2007 è stata pari al 27,9%. Complessivamente risultano operativi 143 impianti per una potenza installata di 130,9 GW (altri 77 impianti sono fermi per una potenza pari a 21,2 GW). La quantità relativa di produzione elettrica da fonte nucleare è in diminuzione dal 1990, passando dal 32% al 28%. In particolare, la produzione nucleare in EU27 è aumentata dal 1990 al 2004 (+26,9%), per poi diminuire drasticamente (-7,3% nel 2007 rispetto al 2004). Le recenti proiezioni degli scenari di sviluppo del settore energetico per il 2030 della Commissione Europea¹⁰⁹ mostrano una diminuzione della quota di produzione elettrica da nucleare dal 28,0% del 2010 al 24,1% del 2030. Se la quota relativa della fonte nucleare si riduce, a fronte del considerevole sviluppo delle fonti rinnovabili, la quantità di energia elettrica prodotta nel 2030 da tale fonte sarà stabile intorno ai valori del 2005.

Nonostante il vantaggio dal punto di vista delle emissioni di gas serra, la produzione di energia elettrica da fonte nucleare presenta altre problematiche di natura ambientale, come la produzione di scorie radioattive, e di natura economica e sociale, come i costi che tale tecnologia comporta e l'accettazione da parte del pubblico. Sebbene gli standard di sicurezza nell'industria nucleare siano sempre più elevati, non si possono escludere eventi accidentali che comporterebbero l'esposizione a radiazioni ionizzanti¹¹⁰. Il recente rapporto dell'Agenzia Internazionale per

Nonostante il vantaggio dal punto di vista delle emissioni di gas serra, la produzione di energia elettrica da fonte nucleare presenta altre problematiche di natura ambientale, come la produzione di scorie radioattive, e di natura

¹⁰⁷ IEA, 2010, *Key world energy statistics 2010*

¹⁰⁸ IAEA, 2010, *Power reactor information system*, <http://www.iaea.org/programmes/a2/>

¹⁰⁹ CE, 2010, *EU Energy trends to 2030*

¹¹⁰ IAEA, 2010, *Nuclear Safety Review for the Year 2009*

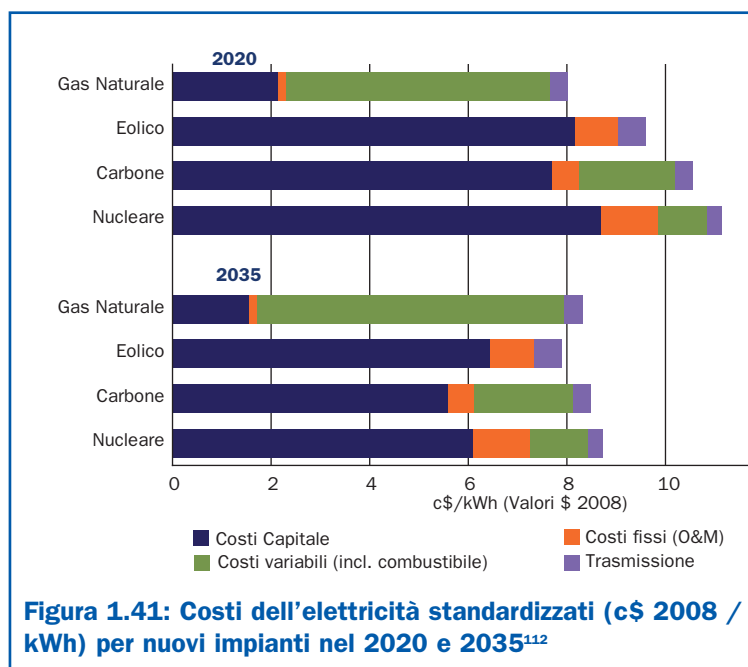


economica e sociale, come i costi che tale tecnologia comporta e l'accettazione da parte del pubblico.

In base alle proiezioni del Dipartimento di Energia degli Stati Uniti la produzione elettrica da fonte nucleare presenta costi superiori alla produzione elettrica da gas naturale, da eolico e da carbone.

l'Energia Atomica sulla sicurezza nucleare afferma che, a livello globale, nel 2009 si sono verificati "211 eventi che coinvolgono o sono sospettati coinvolgere radiazioni ionizzanti". La maggior parte degli eventi non hanno avuto alcuna rilevanza sanitaria o ambientale e in meno di 10 casi si è trattato di rilascio accidentale di materiale radioattivo che ha coinvolto gli operatori degli impianti senza conseguenze fatali per gli stessi.

Per quanto riguarda gli aspetti economici dell'energia nucleare, il Dipartimento di Energia degli Stati Uniti ha stimato i costi della produzione elettrica da nuovi impianti nucleari al 2020 e al 2035. In entrambi i casi, la produzione elettrica da fonte nucleare presenta costi nettamente superiori alla produzione elettrica da gas naturale, da eolico e da carbone¹¹¹.



¹¹¹ EIA-U.S. Energy Information Administration, 2010, Annual Energy Outlook 2010

¹¹² Fonte: EIA-U.S., Energy Information Administration, 2010, Annual Energy Outlook 2010



Un recente studio del *Massachusetts Institute of Technology*¹¹³ ha evidenziato che il costo del kWh nucleare (8,4 c\$/kWh) per gli impianti di nuova costruzione è superiore a quello di gas (6,4 c\$/kWh) e carbone (6,2 c\$/kWh), con il valore del dollaro al 2007. Il prezzo maggiore della fonte nucleare è dovuto principalmente all'elevato rischio che caratterizza l'investimento iniziale e che determina tempi di realizzazione degli impianti più lunghi delle previsioni di progetto. Lo studio del MIT afferma che la riduzione o l'eliminazione del "premio di rischio" rappresenta un contributo determinante per la competitività del settore nucleare. Inoltre, considerando un costo del carbonio emesso per gas e carbone (25 \$/t CO₂) e l'eliminazione del premio di rischio per il nucleare, il costo dell'energia elettrica da questa fonte diminuisce a 6,6 c\$/kWh e risulta inferiore a quello di gas e carbone pari a 7,4 c\$/kWh e 8,3 c\$/kWh rispettivamente.

L'Agenzia Europea dell'Ambiente riporta una notevole variabilità delle stime dei costi della produzione elettrica da fonte nucleare, con valori che vanno da 2 c€/kWh a più di 10 c€/kWh. Le differenti stime sono dovute a diversi fattori quali il tasso di sconto, la metodologia e il periodo di ammortamento. Inoltre, è opportuno considerare che le diverse forme di incentivo introducono una distorsione dei costi effettivi. Secondo quanto afferma l'AEA, l'industria nucleare in Europa beneficia di incentivi statali, tuttavia "non sono disponibili accurate e trasparenti informazioni sulla quantità di incentivi." Uno studio della Commissione Europea del 2009 sugli incentivi dannosi per l'ambiente¹¹⁴ afferma che in Germania gli incentivi chiave specifici per la disattivazione degli impianti nucleari sono costituiti da una riduzione delle imposte derivanti dalla raccolta dei fondi di disattivazione, inoltre il combustibile nucleare non è tassato. La dimensione totale di questo beneficio fiscale, sostenuto dalle casse pubbliche, è stimato a 5,6 miliardi di euro all'anno o 175 milioni di euro per centrale nucleare. Tali forme di incentivazione incidono nel computo dei costi della fonte nucleare.

Il prezzo maggiore della fonte nucleare è dovuto principalmente all'elevato rischio che caratterizza l'investimento iniziale e che determina tempi di realizzazione degli impianti più lunghi delle previsioni di progetto.

L'Agenzia Europea dell'Ambiente riporta una notevole variabilità delle stime dei costi della produzione elettrica da fonte nucleare con valori che vanno da 2 c€/kWh a più di 10 c€/kWh. Le differenti stime sono dovute a diversi fattori quali il tasso di sconto, la metodologia e il periodo di ammortamento. Inoltre è opportuno considerare che le diverse forme di incentivo introducono una distorsione dei costi effettivi.

¹¹³ MIT, 2009, *Future of the nuclear power. Update of the MIT 2003*

¹¹⁴ CE, 2009, *Environmentally Harmful Subsidies (EHS): Identification and Assessment*



Gli impatti ambientali dell'energia nucleare sono essenzialmente dovuti alla produzione del combustibile, alla produzione elettrica e al deposito di scorie radioattive in relazione all'eventuale rilascio di radiazioni. Sebbene le attuali centrali abbiano elevati standard di sicurezza e mostrino un tasso molto contenuto di incidenti, ad oggi nessun paese europeo ha messo a punto una strategia di stoccaggio definitivo delle scorie ad alta radioattività. La maggior parte degli Stati membri attualmente utilizza depositi superficiali per lo stoccaggio di scorie ad alta radioattività. Comunque il deposito in giacimenti profondi è considerato da molti Stati una soluzione per lo stoccaggio a lungo termine.