

Cambiamenti climatici





INTRODUZIONE

I cambiamenti climatici rappresentano una priorità tra le emergenze globali e hanno una rilevanza crescente nelle agende politiche delle istituzioni nazionali e internazionali. I cambiamenti climatici sono ampiamente riconosciuti come una delle sfide più importanti che si trova a dover affrontare l'umanità.

Nel 2013, l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) ha avviato la pubblicazione del Quinto Rapporto di Valutazione (AR5 – *Fifth Assessment Report*), che fornisce un quadro chiaro e aggiornato sullo stato attuale della conoscenza scientifica relativa ai cambiamenti climatici ed è costituito da tre Rapporti elaborati dai Gruppi di Lavoro (WG – *Working Group*) e da un Rapporto di Sintesi (*Synthesis Report*) che ne integra e sintetizza i contenuti.

Il Quinto Rapporto di Valutazione ha confermato che *“il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile e, fin dagli anni '50, molti dei cambiamenti non hanno precedenti, da decine di anni fino a millenni”*.

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

Rispetto al passato, *“osservazioni più dettagliate e più prolungate, insieme al miglioramento dei modelli climatici consentono adesso di attribuire al contributo umano le variazioni riscontrate in più componenti del sistema climatico”*. *“È estremamente probabile che l'influenza umana sia stata la causa dominante del riscaldamento osservato dalla metà del XX secolo”*¹.

Vari studi internazionali evidenziano che gli attuali livelli di emissione di gas-serra sono più elevati di quelli richiesti per rispettare la soglia dei 2°C di riscaldamento globale e che gli impegni di riduzione delle emissioni per rispettare la soglia saranno sempre più costosi².

Trend climatici di base

Livello globale

Le analisi della NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) indicano che l'anomalia della temperatura media globale nel 2012 rispetto alla media del XX secolo è stata di +0,90 °C, mentre la stima più aggiornata per il 2013 è di +0,99 °C. L'anomalia della temperatura media globale è stata sempre positiva a partire dal 1986. Il decennio 2003-2012 è stato di 0,82 °C più caldo del periodo di riferimento 1961-1990.

Il *ranking* della temperatura media globale superficiale per i 50 anni più caldi è illustrato nella Figura 1.1, pubblicato dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale, in cui il 2013, insieme con il 2007, occupa la sesta posizione tra gli anni più caldi. Il decennio dal 2001 al 2010 è stato il più caldo della serie storica.

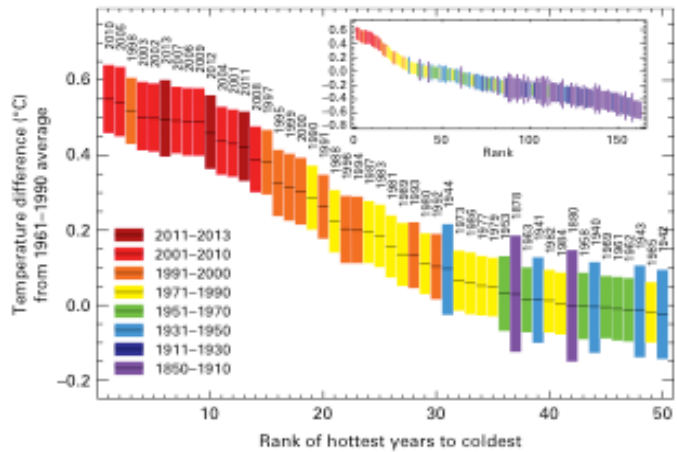
.....
L'anomalia della temperatura media globale, rispetto alla media del XX secolo, è stata di 0,90 °C nel 2012 e, secondo le stime più aggiornate, di 0,99 °C nel 2013. L'anomalia della temperatura media globale è stata sempre positiva a partire dal 1986
.....

¹ IPCC, 2013, *Climate Change 2013 – WG-I Technical summary*

² UNEP, 2013. *The Emissions Gap Report 2013. United Nations Environment Programme. Global Carbon Project, 2013. Dati disponibili all'indirizzo www.globalcarbonproject.org*

Figura 1.1: Ranking delle temperature medie globali superficiali per i 50 anni più caldi

Nel ranking della temperatura media globale superficiale degli anni più caldi, i primi posti sono occupati dagli anni più recenti.



Fonte: World Meteorological Organization, 2014, WMO statement on the status of global climate in 2013. Report WMO, n. 1130, Geneva 2014

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%.

Per quanto riguarda le precipitazioni, le valutazioni che emergono dagli studi alla base del Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC, indicano *trend* di segno opposto (aumento o diminuzione delle precipitazioni cumulate annuali) per aree diverse del pianeta, in molti casi anche di debole consistenza o significatività statistica. A scala continentale, dal 1950 le precipitazioni cumulate sono in aumento nell'Europa settentrionale e in diminuzione in alcune aree dell'Europa meridionale³. 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.

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.

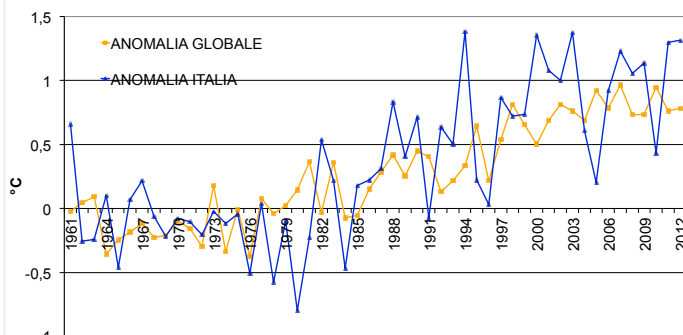
Italia

Per valutare le tendenze recenti del clima in Italia vengono utilizzati i dati e gli indicatori climatici elaborati attraverso il sistema SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale), realizzato dall'ISPRA⁴. In particolare, la Figura 1.2 mostra l'andamento della temperatura media in Italia a confronto con la media globale sulla terraferma, dal 1961 al 2012.

³ EEA, 2012, *Climate change impacts and vulnerability in Europe 2012 – An indicator-based report*, EEA Report No. 12/2012

⁴ Desiato F., Lena F. e Toreti A., 2007, SCIA: a system for a better knowledge of the Italian climate. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. 48, n. 3 351-358

Figura 1.2: Serie temporali delle anomalie di temperatura media globale e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990



.....
 Nel 2012, l'anomalia della temperatura media in Italia rispetto al trentennio di riferimento 1961-1990 è stata +1,31°C, e si colloca al quarto posto nella serie dal 1961 ad oggi.

Fonte: ISPRA e NCDC/NOAA

L'aumento della temperatura media registrato in Italia negli ultimi 30 anni è stato quasi sempre superiore a quello medio globale sulla terraferma. Nel 2012 il valore dell'anomalia della temperatura media in Italia rispetto al trentennio di riferimento 1961-1990 è stato +1,31°C, e si colloca al quarto posto nella serie dal 1961 ad oggi⁵.

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 primavera⁶.

⁵ ISPRA, *Gli indicatori del clima in Italia nel 2012*, Rapporto Serie Stato dell'Ambiente n. 36/2013, Anno VIII

⁶ 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

Impatti e vulnerabilità

Livello globale

Il Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC comprende un volume specifico dedicato al tema degli impatti, della vulnerabilità e dell'adattamento ai cambiamenti climatici, che si propone di valutare come i rischi e i potenziali benefici stiano modificandosi a causa dei cambiamenti climatici, analizzare la vulnerabilità dei sistemi naturali e umani, gli impatti osservati e i futuri rischi dei cambiamenti climatici, nonché i limiti e le opportunità dell'adattamento.

Il Quinto Rapporto dell'IPCC evidenzia come la sfida posta dai cambiamenti climatici debba essere considerata oggi sempre più una questione di gestione del rischio.

.....
Il Quinto Rapporto dell'IPCC evidenzia come la sfida posta dai cambiamenti climatici debba essere considerata oggi sempre più una questione di gestione del rischio.
.....

A distanza di circa sette anni dal precedente Rapporto dell'IPCC

(2007), il 31 Marzo 2014 a Yokohama (Giappone), è stato approvato formalmente il testo del *Summary for Policy Makers* (SPM) del contributo del *Working Group II* e sono state accettate le valutazioni tecnico-scientifiche del Rapporto completo su cui si basa il SPM.

Rispetto al documento precedente, il Rapporto prende in esame una mole maggiore di pubblicazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche per fornire una valutazione più completa e dettagliata degli impatti, delle vulnerabilità e dell'adattamento ai cambiamenti climatici a livello globale e regionale. Tale approccio ha permesso una conoscenza scientifica più vasta e, per una questione puramente statistica, quelli che a volte sembrano intervalli di confidenza più ampi (di indici meno affidabili) sono dovuti spesso a questa più ampia base letteraria; mentre, al contrario, gli intervalli di confidenza molto affidabili, lo sono in maniera più stringente rispetto al Rapporto precedente.

Nel confermare gli esiti delle valutazioni precedenti effettuate fin dal 1990, il nuovo Rapporto dell'IPCC evidenzia come la sfida posta dai cambiamenti climatici debba essere considerata oggi sempre più una questione di gestione del rischio – per le persone e le infrastrutture, per gli ecosistemi, per le risorse idriche e la produzione di cibo - sottolineandone gli aspetti di sostenibilità ed equità e analizzando con un maggior dettaglio le possibili opzioni di adattamento. Il termine “rischio” nel documento è utilizzato principalmente in riferimento al rischio associato agli impatti dei cambiamenti climatici.

Pur nell'eventualità di riuscire nel prossimo futuro ad attuare efficaci politiche di mitigazione, gli impatti dei cambiamenti climatici si stanno già verificando e si intensificheranno sempre più. L'adattamento può, tuttavia, prevenire la maggior parte dei potenziali danni (confidenza alta).

I cambiamenti climatici hanno, infatti, già prodotto delle conseguenze sugli ecosistemi, sulla salute umana, sulle risorse idriche e sull'agricoltura è dimostrato come tali sistemi siano sensibili alle variazioni climatiche. Gli impatti degli eventi climatici estremi (ondate di calore, siccità, inondazioni, ecc.) hanno messo in evidenza come le nostre società e gli ecosistemi siano più vulnerabili, anche nelle condizioni climatiche attuali, di quanto la comunità scientifica potesse prevedere.

L'adattamento ai cambiamenti climatici è già in atto, e sta entrando in alcuni processi di pianificazione ma non ancora in maniera estensiva.

Nuovi temi sono stati quindi inseriti per sottolineare l'importanza di alcuni aspetti diventati ormai rilevanti: le necessità dell'adattamento, le opzioni, l'esperienza nella pianificazione e nell'implementazione, le opportunità, le barriere, e gli aspetti economici, oltre a nuovi aspetti settoriali quali sussistenza e povertà, sicurezza umana, aree urbane e rurali.

Globalmente gli impatti negativi saranno maggiori dei benefici, ma non saranno uniformemente distribuiti: nel nuovo rapporto viene attribuita una maggior enfasi alla dimensione regionale, sia in termini di impatti sia di possibilità di adattamento e, attraverso rappresentazioni grafiche molto esplicative, vengono illustrati gli impatti già in atto e i maggiori rischi associati ai cambiamenti climatici per le diverse aree del pianeta.

Infatti, i rischi connessi ai cambiamenti climatici, e di conseguenza l'efficacia delle possibili risposte, variano a seconda delle latitudini, delle aree geografiche, delle popolazioni, dei sistemi ambientali e delle condizioni socio-economiche. Vengono così identificate nove diverse aree geografiche, trattate in capitoli specifici:

- I. Africa,
- II. Europa,
- III. Asia,
- IV. Australasia,
- V. America del Nord,
- VI. America Centrale e America del Sud,
- VII. Regioni polari,
- VIII. Piccole isole,
- IX. Oceani

e illustrate l'entità dei diversi tipi di impatti attesi dai cambiamenti climatici, il livello di rischio e il potenziale di riduzione dei rischi grazie all'adattamento.

Europa e Mediterraneo

In Europa sono già molteplici i sistemi naturali e i settori socio-economici che stanno subendo gli impatti attribuiti ai cambiamenti climatici (con differenti livelli di confidenza - *molto basso, basso, medio, elevato*): ritiro dei ghiacciai alpini, anticipata germogliazione e comparsa di foglie e frutti negli alberi della zona temperata e boreale, spostamento verso Nord e in profondità nella distribuzione di molte specie di pesci nei mari europei, stagnazione del rendimento del frumento in alcuni paesi nelle ultime decadi, rendimenti positivi per alcune colture principalmente nell'Europa del Nord, sono solo alcuni esempi di impatti riscontrati con livelli medio-elevati di confidenza.

All'interno dell'Europa i cambiamenti climatici potranno introdurre disparità economiche favorendo regioni meno affette e aggravando quelle più esposte, come quella mediterranea, considerata tra le più vulnerabili del continente a causa dei molteplici settori che vengono impattati: turismo, agricoltura, attività forestali, infrastrutture, energia, salute della popolazione (confidenza alta).

Le proiezioni climatiche per il continente europeo prevedono un aumento delle temperature con incremento degli estremi termici quali ondate di calore (confidenza alta), un incremento delle precipitazioni nel Nord Europa e una diminuzione significativa nel Sud Europa, un aumento degli eventi estremi quali siccità (confidenza media) e di precipitazione (confidenza alta).

La Tabella 1.1 riporta i principali rischi identificati per la regione europea, con particolare riferimento all'Europa meridionale, e le relative prospettive in termini di adattamento.

.....
In Europa sono già molteplici i sistemi naturali e i settori socio-economici che stanno subendo gli impatti attribuiti ai cambiamenti climatici.
.....

Tabella 1.1: I maggiori rischi per l'Europa e le prospettive in termini di adattamento

Rischi maggiori per l'Europa	Prospettive in termini di adattamento
Aumento delle perdite economiche e del numero di persone colpite da alluvioni nei bacini dei fiumi e lungo le coste, a causa dalla crescente urbanizzazione, dall'aumento del livello del mare, dall'erosione delle coste e dal picco delle portate dei fiumi (<i>confidenza alta</i>).	Le misure di adattamento possono prevenire la maggior parte dei danni previsti (<i>confidenza alta</i>). Nel lungo termine, nel caso dello scenario peggiore (incremento di 4°C) anche in caso di efficaci misure di adattamento permane un rischio moderato, che può essere annullato solo con efficaci misure di mitigazione. Potenziali barriere all'implementazione: domanda di terreni in Europa e preoccupazione per l'ambiente e il paesaggio.
Incremento delle limitazioni all'uso di acqua. Riduzione significativa della disponibilità di acqua prelevata dai fiumi e dalle falde acquifere, combinata con un incremento della domanda idrica (ad esempio irrigazione, energia e industria, uso domestico) e con la riduzione del drenaggio e del deflusso di acqua dovuto all'incremento di evapotraspirazione, soprattutto in Europa meridionale (<i>confidenza alta</i>).	Il rischio è già presente nelle condizioni attuali e aumenta in caso di rischio alto (aumento di 2°C) e rischio molto alto (aumento di 4°C). Potenzialità dell'adattamento provate con l'adozione di tecnologie più efficienti e di risparmio idrico (ad esempio per l'irrigazione, specie agricole, copertura del suolo, industrie, uso domestico). Implementazione delle migliori pratiche e degli strumenti di <i>governance</i> nei piani di gestione dei bacini idrici e nella gestione integrata delle acque.
Aumento delle perdite economiche e del numero di persone colpite da ondate di calore: conseguenze sulla salute e il benessere, sulla produttività lavorativa, sulla produzione agricola, sulla qualità dell'aria, e rischio di incendi in aumento nell'Europa meridionale e nella regione boreale russa (<i>confidenza alta</i>).	Il rischio è già presente, ma aumenta progressivamente per gli scenari di incremento di 2°C e 4°C. Le misure di adattamento riguardano l'implementazione di sistemi di allarme, l'adattamento delle abitazioni, dei luoghi di lavoro, la riduzione delle emissioni per migliorare la qualità dell'aria, il miglioramento della gestione degli incendi, lo sviluppo di prodotti assicurativi contro le variazioni della produzione associate a fattori meteo.
Fonte: IPCC, 2014, <i>Fifth Assessment Report (AR5), Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability</i>	

.....
All'interno dell'Europa i cambiamenti climatici potranno introdurre disparità economiche favorendo regioni meno affette e aggravando quelle più esposte, come quella mediterranea.

Nei decenni a venire, impatti significativi potranno manifestarsi sulla distribuzione di specie terrestri e marine, con possibili movimenti verso Nord e a quote più elevate e conseguente rischio di estinzione di alcune di esse.

Per quanto riguarda l'agricoltura, si potrà verificare una riduzione della produzione agricola di cereali nel Sud Europa (*confidenza alta*), dove tra l'altro l'irrigazione costituirà il fattore limitante in concomitanza della crescita della domanda idrica per differenti usi (*confidenza alta*), e un aumento nel Nord Europa che potrà

approfittare di nuove opportunità in questo settore. Particolare attenzione è, inoltre, riservata all'industria del vino che potrà subire impatti negativi, sia in termini di produzione sia di qualità. Anche il settore turistico potrà subire delle conseguenze, in particolare a partire dal 2050 nel Sud Europa e in alcune aree sciistiche a bassa quota. Effetti sulla trasmissione di malattie attraverso vettori, nonché introduzione di nuove malattie, degrado dei beni culturali e dei siti di rilevanza storica, riduzione della produzione termoelettrica durante l'estate (confidenza alta), calo nell'uso dei sistemi di riscaldamento (confidenza alta) e aumento della domanda raffreddamento (confidenza molto alta), aumento del rischio di incendi boschivi nel Sud Europa (confidenza alta) rappresentano ulteriori esempi di possibili impatti dei cambiamenti climatici nel continente europeo.

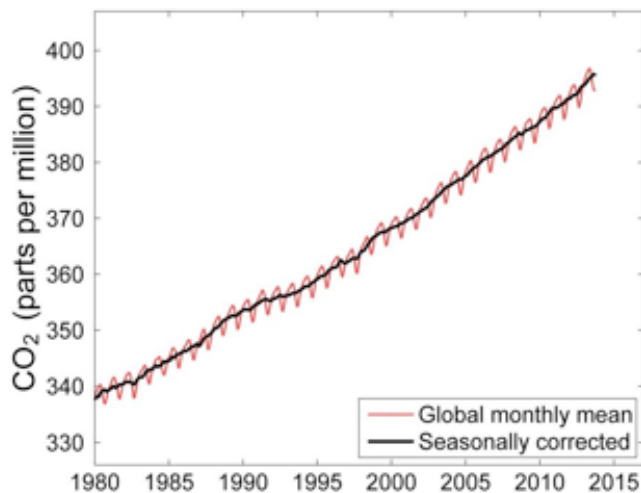
L'Europa ha una capacità di adattamento più elevata rispetto ad altre regioni del pianeta, soprattutto se paragonata alle economie più povere. L'adattamento ha tuttavia dei limiti e, soprattutto per scenari più severi (4°C), molti rischi rimarranno elevati con possibili conseguenze irreversibili.

Le pressioni sul sistema climatico

Le emissioni di gas-serra

La concentrazione atmosferica media globale di CO₂, il principale gas-serra, è cresciuta da 277 ppm nel periodo 1000-1750 a oltre 393 ppm nel 2012⁷.

Figura 1.3: Andamento delle medie mensili globali della concentrazione di anidride carbonica



La concentrazione atmosferica media globale di CO₂, il principale gas-serra, è cresciuta da 277 ppm nel periodo 1000-1750 a oltre 393 ppm nel 2012.

Fonte: Global Carbon Project, 2012, Global Carbon budget 2012

⁷ <http://oco.jpl.nasa.gov/science/>

Dal periodo preindustriale al 2012 è stata registrata una crescita delle emissioni annue di anidride carbonica da circa zero a circa 35,5 Gt, considerando solo le emissioni da combustibili fossili e dalla produzione del cemento. Per il 2013 le proiezioni mostrano un ulteriore incremento delle emissioni globali di anidride carbonica a 36,3 Gt⁸. La crisi finanziaria globale del 2008–2009 non ha avuto effetti duraturi sulle emissioni.

In Italia, i dati dell'Inventario nazionale delle emissioni di gas-serra⁹ mostrano che le emissioni sono passate da 519,05 a 460,08 milioni di tonnellate di CO₂eq (Mt CO₂eq) nel periodo 1990-2012, con un decremento dell'11,4%. La riduzione ha coinvolto tutti i settori. A livello globale, nel 2011, l'Italia è responsabile di non più dell'1,25% delle emissioni di anidride carbonica proveniente dall'uso dei combustibili fossili, occupando la 16ma posizione tra i Paesi con i maggiori livelli di emissioni di gas-serra¹⁰.

Dal 1990 al 2012, le emissioni di gas-serra in Italia sono passate da 519,05 a 460,08 Mt CO₂eq, con un decremento dell'11,4%.

Tabella 1.2: Emissioni di gas-serra per settore

Settore	1990	2008	2009	2010	2011	2012	2012-2011
	Mt CO ₂ eq						Var %
Industrie energetiche	137,21	156,81	131,8	133,18	131,23	126,3	-3,76%
Emissioni fuggitive	10,78	7,34	7,14	7,52	7,41	7,24	-2,25%
Industria manifatturiera	86,95	72,47	55,9	61,37	61,23	54,92	-10,30%
Trasporti	104,2	124,31	119,93	119,1	117,94	106,41	-9,78%
Residenziali e servizi	78,57	88	90,1	93,74	85,84	84,99	-0,99%
Processi industriali	38,39	35,32	30,35	31,26	31,05	28,2	-9,17%
Uso di solventi	2,45	1,95	1,82	1,67	1,65	1,52	-8,02%
Agricoltura	40,83	36,09	34,85	33,78	33,57	34,29	2,14%
Rifiuti	19,66	18,33	18,23	17,73	16,69	16,21	-2,86%
TOTALE	519,05	540,62	490,11	499,36	486,6	460,08	-5,45%
Fonte: ISPRA							

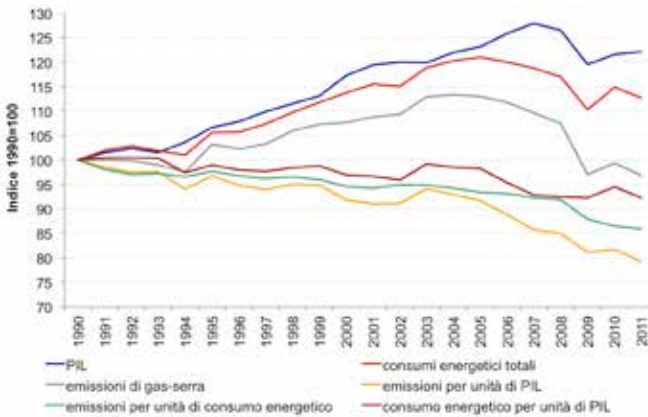
Nel 2012, la riduzione delle emissioni rispetto all'anno precedente è stata di 26,52 Mt CO₂eq (-5,4%) con valori di diversa entità per i vari settori.

⁸ Global Carbon Project, 2012, *Global Carbon budget 2012*

⁹ ISPRA, 2014, *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2012. National Inventory Report 2014*

¹⁰ IEA, 2012, *CO₂ emissions from fuel combustion. Highlights (1971-2010 data)*

Figura 1.4: Andamento dei principali indicatori economici, energetici e di emissione



Il confronto dell'andamento delle emissioni di gas-serra con quello delle principali variabili rappresentative della crescita economica, nel periodo 1990-2012 evidenzia un disaccoppiamento assoluto.

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA, ISTAT e MSE

Nel periodo 1990-2012, il confronto (Figura 1.4) dell'andamento delle emissioni di gas-serra totali con quello delle principali variabili rappresentative della crescita economica evidenzia un disaccoppiamento assoluto¹¹. Analizzando l'andamento delle emissioni di gas-serra per unità di consumo energetico, si osserva un disaccoppiamento sempre più accentuato tra le due variabili. Tale disaccoppiamento è dovuto principalmente alla sostituzione di combustibili a più alto contenuto di carbonio con il gas naturale nella produzione di energia elettrica e nell'industria e all'incremento delle fonti rinnovabili negli ultimi anni.

Le emissioni di gas-serra e i consumi energetici mostrano andamenti disaccoppiati grazie al prevalente utilizzo di gas naturale nella produzione di energia elettrica e nell'industria e al crescente utilizzo di fonti rinnovabili.

Emissioni di gas-serra e target di Kyoto

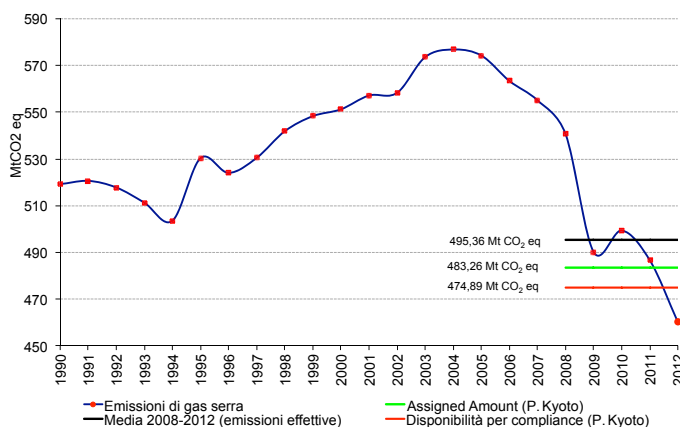
Le emissioni medie annuali consentite dal **Protocollo di Kyoto** (quantità assegnata iniziale per anno) sono pari a 483,26 Mt CO₂eq. Allo stato attuale la quantità assegnata disponibile per la verifica della conformità dell'Italia è pari a 474,89 Mt CO₂eq¹². Se confrontiamo questo livello consentito con il livello medio di emissioni prodotte per anno nel quinquennio 2008-2012, pari a 495,36 Mt CO₂eq, otteniamo che è stato accumulato un debito medio annuo di 20,46 Mt CO₂eq.

¹¹ Se la variabile economica mostra una crescita positiva, si dice che si verifica un "disaccoppiamento assoluto" se il tasso di crescita della variabile ambientale è pari a zero o negativo. Si dice invece che si verifica un "disaccoppiamento relativo" se il tasso di crescita della variabile ambientale è positivo, ma inferiore al tasso di crescita della variabile economica (OECD, 2002)

¹² Valore soggetto a lieve variazione

Figura 1.5: Emissioni totali di gas-serra e livello previsto per il rispetto del Protocollo di Kyoto

Confrontando la quantità assegnata disponibile per la verifica della conformità dell'Italia con il livello medio di emissioni prodotte per anno nel quinquennio 2008-2012, risulta che è stato accumulato un debito medio annuo di 20,46 Mt CO₂eq.



Fonte: ISPRA

Le stime degli assorbimenti dal settore forestale fino al 2012 accreditano una quantità annua di 10,2 Mt CO₂eq per le attività previste dall'art. 3.4 del Protocollo di Kyoto (gestione forestale) e 4,9 Mt CO₂eq per le attività previste dall'art. 3.3 (afforestazione, riforestazione, disboscamento). Il dato finale per le attività previste dall'art. 3.3 sarà fissato a valle della revisione UNFCCC nel 2014, al termine del periodo di impegno di Kyoto. Per quanto riguarda i crediti derivanti dai progetti di cooperazione internazionale, acquisiti dallo Stato attraverso l'*Italian Carbon Fund*, la stima è di 2 Mt CO₂eq annue. Considerando quindi tutti i fattori, il debito per il rispetto del Protocollo di Kyoto è di 3,4 Mt CO₂eq annue.

Per quanto riguarda l'obiettivo della UE28 di riduzione delle emissioni di gas-serra al 2020 di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990, le valutazioni dell'Agenzia Europea dell'Ambiente mostrano che le emissioni europee continueranno a diminuire fino al 2020¹³. Le proiezioni indicano che le attuali misure nazionali consentiranno di raggiungere una riduzione delle emissioni del 21% al 2020; l'implementazione di misure aggiuntive comporterà la riduzione delle emissioni del 24% al 2020.

L'UE28 raggiungerà l'obiettivo di riduzione del 20% delle emissioni di gas-serra al 2020 rispetto ai livelli del 1990 con le attuali misure nazionali.

Produzione e consumo di energia

Dal 1990 si osserva una notevole crescita del ruolo del gas naturale (+57,1% dal 1990 al 2012) rispetto ai prodotti petroliferi (-32,2% dal 1990 al 2012), un aumento del contributo delle fonti rinnovabili, che nel 2012 rappresentano il 5,1%, e della cogenerazione.

La dipendenza energetica dell'Italia è piuttosto elevata con ampie oscillazioni intorno al valore medio dell'82%. Dal 2007 si osserva una riduzione della dipendenza energetica, dal valore massimo registrato nel 2006 del 85,5% al 78,6% del 2012.

Nel 2012 la dipendenza energetica del Paese è del 78,6%.

¹³ EEA, 2013, *Trends and projections in Europe 2013 - Tracking progress towards Europe's climate and energy targets until 2020*, Report 10/2013

Dal 1990 si registra un *trend* crescente del consumo interno lordo di energia, con un picco raggiunto nel 2005 (+20% rispetto al 1990). Complessivamente il consumo interno lordo del 2012 è aumentato del 7,1% rispetto al 1990. I diversi settori presentano andamenti differenti, in particolare industria e agricoltura mostrano un declino dal 1990 del 10,8% e 17,2% rispettivamente, mentre il settore dei trasporti e civile fanno registrare incrementi del 12,8% e 34,7% rispettivamente.

Il consumo interno lordo nel 2012 è cresciuto del 7,1% rispetto al 1990.

L'intensità energetica mostra un andamento decrescente dal 1990, dovuto all'aumento dell'efficienza energetica nel settore dell'industria, ma soprattutto alla quota crescente dei consumi nel settore dei servizi, caratterizzati da intensità energetica inferiore al settore dell'industria.

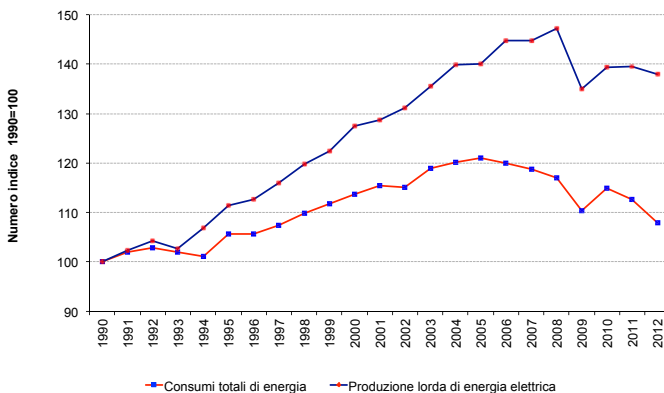
Dal 1990 ad oggi si registra un decremento dell'intensità energetica primaria e finale.

L'intensità energetica primaria del 2012 è pari a 127 tep/M€ a valori concatenati al 2005, tra i più bassi dal 1990.

Tra il 1990 e il 2012, il tasso di crescita della produzione di energia elettrica è stato notevolmente maggiore di quello dei consumi totali di energia. Tale risultato indica il ruolo crescente dell'elettricità come vettore energetico nel sistema energetico nazionale. Nell'ultimo anno si registra una diminuzione della produzione elettrica dell' 1,1% rispetto al 2011, a fronte di una contrazione dei consumi totali di energia del 4,3%.

Tra il 1990 e il 2012, il tasso di crescita della produzione di energia elettrica è stato maggiore di quello dei consumi totali di energia.

Figura 1.6: Andamento dei consumi totali di energia e della produzione elettrica



Tra il 1990 e il 2012, il tasso di crescita della produzione di energia elettrica è stato maggiore di quello dei consumi totali di energia.

Tale andamento indica il ruolo crescente dell'elettricità come vettore energetico nel sistema energetico nazionale.

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

Le misure di risposta: mitigazione e adattamento

Le principali misure di risposta ai cambiamenti climatici sono relative alla mitigazione e all'adattamento. Tali misure sono fra loro complementari.

Il 22 gennaio 2014 la Commissione Europea ha proposto nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni atmosferiche da raggiungere entro il 2030. Gli obiettivi devono essere raggiunti al fine di mantenere il proposito di riduzione delle emissioni di gas-serra a livello europeo del 80-95% entro il 2050 rispetto al 1990. Gli obiettivi fissati dalla Commissione per il 2030 prevedono una riduzione delle emissioni totali del 40% rispetto al 1990 e almeno il 27% di energia rinnovabile rispetto al consumo finale.

In materia di adattamento, il 16 aprile 2013 è stata approvata a Bruxelles la Strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici, con l'obiettivo di rendere l'Europa più resiliente ai cambiamenti climatici. A tal fine sono stati identificati tre principali obiettivi:

- incoraggiare e sostenere l'azione di adattamento da parte degli Stati membri;
- garantire processi decisionali di adattamento definiti attraverso una migliore base conoscitiva;
- rendere l'azione europea "a prova di clima" e promuovere l'adattamento nei settori particolarmente vulnerabili.

Merita altresì particolare attenzione l'iniziativa europea lanciata nel marzo 2014 "Mayor's Adapt", finalizzata a guidare le amministrazioni locali verso misure di adattamento ai cambiamenti climatici. Sulla falsariga del Patto dei Sindaci per la mitigazione, *Mayor's Adapt* sollecita le città a impegnarsi a contribuire all'obiettivo generale della Strategia di adattamento europea, attraverso due linee di azione:

- sviluppo di una strategia di adattamento a livello locale;
- integrazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici nei piani esistenti.

In entrambi i casi, le città firmatarie si impegnano a realizzare una strategia entro due anni dalla firma e a produrre ogni due anni un *report* relativo agli obiettivi raggiunti.

In linea con quanto auspicato a livello europeo, l'Italia è impegnata da luglio 2012 nel percorso di elaborazione di una Strategia Nazionale di Adattamento ai cambiamenti climatici (SNA)¹⁴, la cui adozione è prevista entro il 2014.

Parte essenziale della SNA è costituita dal Documento strategico, basato sulle informazioni scientifiche in tema di impatti, vulnerabilità e adattamento sintetizzate in uno specifico Rapporto tecnico-scientifico elaborato dal tavolo tecnico. È parte della SNA, inoltre, un'analisi della normativa per l'adattamento sia a livello comunitario sia nazionale, raccolta in un apposito Rapporto tecnico-giuridico.

Il sistema europeo di *emissions trading*

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

Questo sistema comporta la definizione di un limite massimo (cap) alle emissioni di anidride carbonica dagli impianti industriali che ricadono nel campo di applicazione della direttiva.

Nel primo (2005-2007) e nel secondo periodo (2008-2012) del EU-ETS, i permessi di emissione sono stati assegnati a ciascun impianto attraverso il Piano Nazionale di Allocazione (PNA). Nel terzo periodo, dal 2013 al 2020, l'EU-ETS ha subito diverse modifiche. I principali cambiamenti prevedono:

.....
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.
.....

¹⁴ Al fine dell'elaborazione dello SNA, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATM), principale istituzione responsabile per la predisposizione di una SNA, ha affidato il coordinamento tecnico-scientifico al Centro Euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (CMCC) e costituito un tavolo tecnico, composto da circa un centinaio di esperti nazionali appartenenti a università, centri di ricerca e fondazioni, e un tavolo istituzionale composto da rappresentanti dei ministeri e di altre istituzioni di livello nazionale, regionale e locale. Il percorso intrapreso ha previsto il coinvolgimento attivo dei principali portatori di interesse (*stakeholders*), attraverso consultazioni *on-line* e incontri *ad hoc*.

- una quantità di emissioni allocata a livello europeo per il 2013 (2.039,15 Mt CO₂) con una diminuzione lineare fino al 2020 dell'1,74% annuo;
- la maggior parte delle quote saranno acquisibili dagli operatori tramite asta (la totalità per il settore elettrico), solo una parte sarà assegnata gratuitamente sulla base di *benchmarks* stabiliti a livello europeo. Nel 2013 più del 40% delle quote sarà all'asta e la percentuale aumenterà ogni anno fino a diventare la totalità entro il 2027;
- sono inclusi nuovi settori, tra i quali l'aviazione civile, e nuovi gas-serra.

Le quote di emissione di CO₂ non emesse, possono essere scambiate tra gli operatori del mercato europeo. Tale sistema dovrebbe innescare un meccanismo di mercato di natura concorrenziale che porterà alla riduzione delle emissioni da parte degli impianti industriali. Il prezzo al quale sono 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.

Il primo periodo si è concluso con emissioni superiori alle allocazioni (+5,6 Mt CO₂), mentre il secondo periodo si è concluso con un *surplus* di permessi di emissione di 42,5 CO₂.

La contrazione delle emissioni dovuta alla crisi economica rende problematica 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 negli anni successivi, quando i diversi settori industriali si riprenderanno dalla crisi.

Il *surplus* di permessi, già rilevato per alcuni settori in ambito europeo¹⁵ potrà rappresentare un ostacolo agli investimenti nei settori a più basso contenuto di carbonio.

.....
La contrazione delle emissioni in seguito alla crisi economica rende problematica la valutazione dell'efficacia ambientale del sistema dell'emissions trading per il periodo successivo al 2012.

Efficienza e risparmio energetico

Dal 1997, il fabbisogno di nuova energia elettrica da impianti termoelettrici è prodotto quasi interamente in cogenerazione (Figura 1.7). Il peso della cogenerazione è passato dal 21% del 1997 al 46,5% del 2012. Per quanto riguarda la *mix* delle fonti primarie, si sottolinea che il ruolo prevalente del gas naturale nella produzione termoelettrica influenza in termini positivi il *trend* delle emissioni di gas-serra.

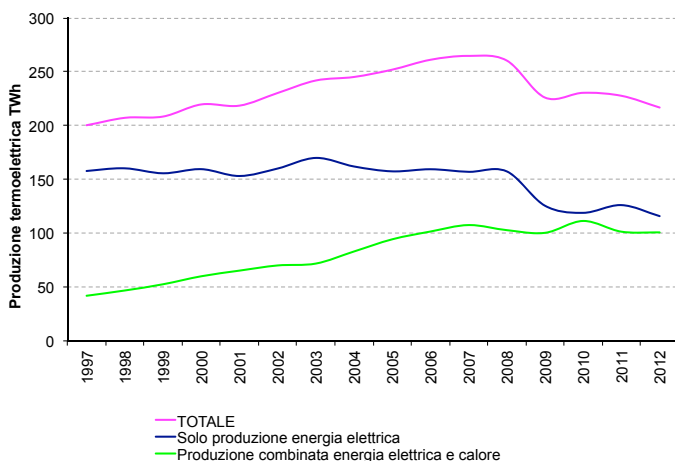
Nel periodo 1996-2012 il consumo specifico medio per la produzione elettrica diminuisce del 12,1%.

.....
A livello nazionale, si segnala il ruolo crescente della cogenerazione e il ruolo prevalente del gas naturale nella produzione termoelettrica.

¹⁵ 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/

Figura 1.7: Produzione lorda di energia termoelettrica

La produzione di sola energia elettrica si mantiene pressoché costante fino al 2008, per poi diminuire. La produzione combinata aumenta fino al 2007, successivamente oscilla intorno ad un valore medio. Dal 1997, il fabbisogno di nuova energia termoelettrica è prodotto quasi interamente in cogenerazione.



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

Il settore della produzione elettrica rappresenta una delle principali sorgenti di emissioni di gas-serra nazionali. Nel 2012 le emissioni di anidride carbonica per la produzione elettrica sono state pari a 114,8 Mt CO₂eq, pari al 90,9% delle emissioni da industrie energetiche e al 25% delle emissioni nazionali. I fattori di emissione atmosferica di anidride carbonica da generazione elettrica mostrano una costante riduzione dal 1990 dovuta alla variazione del mix combustibile con prevalenza di gas naturale, all'utilizzo di impianti di combustione a maggiore efficienza dal 2001 e all'utilizzo di fonti rinnovabili.

La riduzione dei fattori di emissione per il consumo elettrico è dovuta anche a fattori quali la diminuzione dei consumi ausiliari e delle perdite nei trasformatori delle centrali termoelettriche, la riduzione delle perdite di rete e l'incremento della quota di energia elettrica importata dall'estero.

Tabella 1.3: Fattori di emissione (g CO₂/kWh) per la produzione termoelettrica, elettrica totale e per consumi elettrici

Anno	Produzione termoelettrica lorda	Produzione elettrica lorda*	Consumi elettrici
	g CO ₂ /kWh		
1990	708,35	592,01	577,76
1995	691,93	570,66	556,47
2000	649,24	528,35	510,59
2005	568,45	482,54	462,29
2010	520,28	401,34	386,95
2011	519	393,09	376,91
2012	529,38	386,07	373,6

Fonte: ISPRA

Legenda:

* al netto di apporti da pompaggio

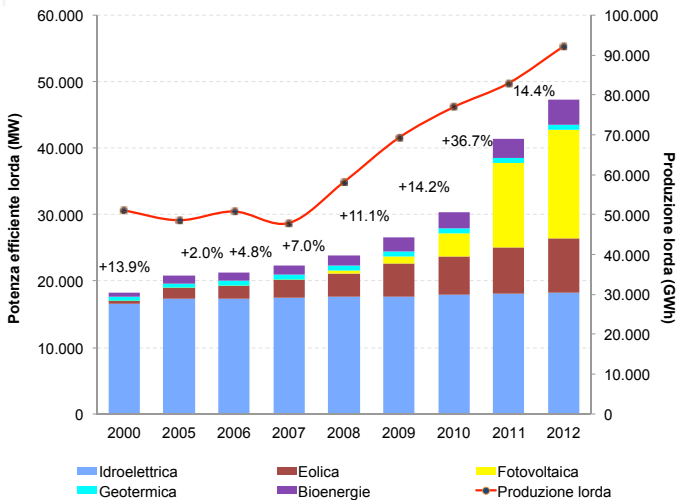
Fonti rinnovabili

Per quanto riguarda l'energia elettrica da fonti rinnovabili, a partire dal 2006 si osserva un significativo incremento della capacità installata con una crescita annuale di carattere esponenziale.

Nel 2012 la potenza efficiente lorda operativa è di 47.345 MW, con un incremento del 14,4% (5.946 MW) rispetto all'anno precedente.

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

Figura 1.8: Potenza efficiente e produzione lorda degli impianti da fonti rinnovabili



In Italia, a partire dal 2006, si osserva un significativo incremento della capacità installata e della produzione delle fonti rinnovabili.

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

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili si attesta, nel 2012, intorno a 92,2 TWh a fronte di una produzione elettrica totale pari a 299,3 TWh. La produzione nazionale di energia elettrica da fonti rinnovabili costituisce il 30,8% della produzione elettrica totale. Il contributo della fonte idroelettrica nel 2012 incide per il 45,4% della produzione elettrica da fonti rinnovabili. Il contributo del fotovoltaico raggiunge la quota del 20,5%. I dati provvisori di esercizio di TERNA per la produzione elettrica¹⁶ del 2013 mostrano un incremento della produzione da fotovoltaico e da energia eolica del 18,8% e 11,6% rispettivamente.

Gli obiettivi previsti dalla Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili entro il 2020 sono stati ripartiti nell'ambito del Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili tra i settori elettrico, termico e dei trasporti. L'obiettivo, non vincolante, per il settore elettrico al 2020, calcolato come rapporto tra la produzione elettrica normalizzata da fonti rinnovabili e consumo interno lordo, è pari al 26,4%. Nel 2012 l'obiettivo è stato superato con il 27,5%¹⁷.

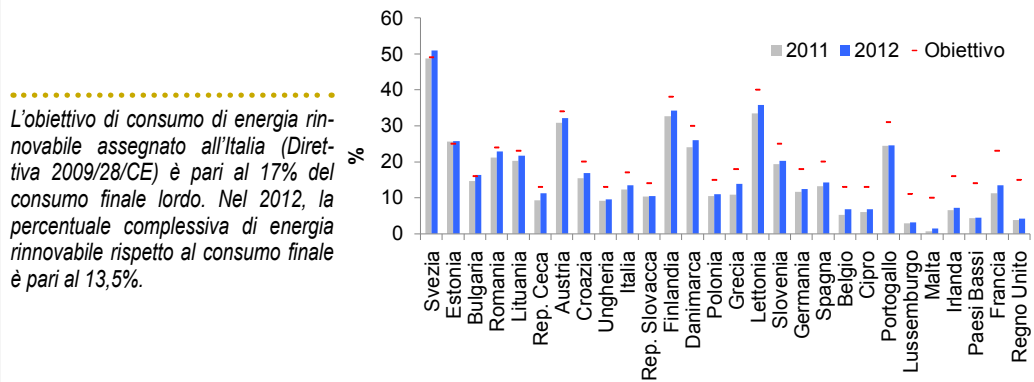
La Direttiva 2009/28/CE stabilisce le quote di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo al 2020 per ciascun Paese dell'Unione Europea. L'obiettivo assegnato all'Italia è pari al 17% del consumo finale

¹⁶ TERNA, 2014, Dati provvisori di esercizio del sistema elettrico nazionale 2013

¹⁷ GSE, 2013, Impianti a fonti rinnovabili. Rapporto statistico 2012

loro. Nel 2012, la percentuale complessiva di energia rinnovabile è stata del 13,5% rispetto al consumo finale (Figura 1.9).

Figura 1.9: Percentuale dei consumi di energia da fonti rinnovabili rispetto al consumo finale nei Paesi europei (2012-2011)



L'obiettivo di consumo di energia rinnovabile assegnato all'Italia (Direttiva 2009/28/CE) è pari al 17% del consumo finale lordo. Nel 2012, la percentuale complessiva di energia rinnovabile rispetto al consumo finale è pari al 13,5%.

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Eurostat

Carburanti a minore impatto ambientale nel settore dei trasporti

Nel settore dei trasporti¹⁸ si rileva un costante incremento del consumo di combustibili dal 1990 al 2004 (+25,7% rispetto al 1990), seguito da oscillazioni intorno a un valore medio fino al 2007 (+24,8% rispetto al 1990). Successivamente si osserva una contrazione, in seguito alla crisi economica, che porta il consumo di combustibili nel 2012 a un livello del 7,1% superiore rispetto al 1990.

Detta contrazione nel periodo interessato dalla crisi economica ha riguardato solo i carburanti classici come benzina e diesel. Nel 2012 la quota di carburanti a minor impatto (gas naturale, GPL, biodiesel) rispetto al totale dei carburanti rappresenta il 10,8% con un incremento rispetto al 1990 del 105,8%.

¹⁸ In coerenza con i dati dell'inventario delle emissioni sono stati esclusi dal settore dei trasporti i consumi energetici dei voli internazionali, poiché tali consumi non sono attribuiti all'Italia dal punto di vista del Protocollo di Kyoto e dell'inquinamento transfrontaliero

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 globale¹⁹. 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 3,6 milioni di tonnellate di CO₂eq nel 1990 e 18,6 milioni di tonnellate di CO₂eq nel 2012. Tuttavia, solo la frazione rimossa dalle foreste gestite può essere considerata nell'ambito della contabilità del Protocollo di Kyoto, secondo quanto previsto dagli articoli 3.3 (afforestazione, riforestazione e deforestazione) e 3.4 (gestione forestale²⁰).

¹⁹ IPCC, 2000, *Land-use, Land-use change and forestry*, IPCC Special Report

²⁰ 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.

FOCUS

PROIEZIONI DELLE EMISSIONI (MISURE E SCENARI)

Politiche e misure fino all'orizzonte 2020

Le politiche e misure (di seguito P&M) adottate dall'Italia per mitigare i cambiamenti climatici riguardano gli impegni assunti nell'ambito del Protocollo di Kyoto e dell'Integrated *Energy and Climate Change Package* (IECCP) per il periodo 2013-2020. L'IECCP, conosciuto anche come "Pacchetto Clima e Energia", impegna gli Stati membri dell'Unione Europea a conseguire entro il 2020 i seguenti obiettivi:

- produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 20% dei consumi energetici e utilizzo di biocombustibili pari al 10% nei trasporti;
- riduzione delle emissioni di gas a effetto serra del 20% rispetto al 1990;
- riduzione dei consumi energetici del 20% da raggiungere migliorando l'efficienza energetica.

La legislazione europea emanata per raggiungere questi obiettivi è la seguente:

- Utilizzo delle fonti rinnovabili: la Direttiva 2009/28/CE che impegna l'Italia a soddisfare, entro il 2020, il 17% dei consumi finali di energia mediante fonti rinnovabili, incluso l'uso di una percentuale minima del 10% di biocarburanti – fonti rinnovabili nei trasporti stradali e ferroviari.
- Riduzione delle emissioni: la Direttiva 2009/29/CE che modifica la Direttiva 2003/87/CE e ha il fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra EU-ETS, ponendo un tetto unico a livello UE in materia di quote di emissioni a partire dal 2013. Le emissioni verranno ridotte annualmente, dell'1,74%, riducendo il numero di quote disponibili al 2020 del 21% con riferimento all'anno base 2005. Inoltre, la direttiva include nel sistema ETS nuovi gas a effetto serra e nuove attività economiche. La Decisione 406/2009/CE, concernente gli sforzi degli Stati membri per rispettare gli impegni comunitari di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020 (*Effort Sharing Decision*, ESD), assegna all'Italia l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas-serra del 13% al 2020 rispetto alle emissioni 2005 per tutti i settori non coperti dal sistema ETS, ovvero piccola-media industria, trasporti, civile, agricoltura e rifiuti.
- Efficienza energetica: la Direttiva 2012/27/CE in materia di efficienza energetica non prevede obiettivi vincolanti per i singoli Stati membri.

La Decisione 406/2009/CE dispone inoltre che a partire dal 2013 fino al 2020 ogni Stato avrà un *target* annuale da rispettare. I *target* sono calcolati con la seguente formula:

$$\text{Target 2013} = \text{Media delle emissioni ESD}_{2008-2010} = A'-B'-C'$$

dove:

A' è la media 2008-2010 delle emissioni dell'inventario nazionale (LULUCF escluso);

B' è la media 2008-2010 delle emissioni dell'aviazione civile;

C' è la media 2008-2010 delle emissioni verificate degli impianti ricadenti nell'ETS;

$$\text{Target 2020} = (A-B-C-D-E)*(1+F)$$

dove :

A sono le emissioni del 2005 dell'inventario nazionale (LULUCF escluso);

B sono le emissioni del 2005 dell'aviazione civile;

C sono le emissioni verificate del 2005 degli impianti ricadenti nell'ETS;

D sono le emissioni del 2005 degli impianti che sono stati inclusi nell'ETS nel 2008-2012;

- E sono le emissioni verificate del 2005 degli impianti che non ricadono più nell'ETS;
 F percentuale di riduzione dello stato (-13% per l'Italia).

Va inoltre considerato che, a partire dalle stime per il 2013, i fattori di emissione da utilizzare per l'inventario emissivo andranno aggiornati sulla base del Quarto rapporto IPCC. Considerando le formule riportate le quote di emissione annuali assegnate per i settori ESD nel periodo 2013-2020 sono:

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	MtCO₂ eq.							
Assegnazione (in base ai fattori di emissioni indicati nel II Rapporto)	310,1	308,1	306,2	304,2	302,2	300,2	298,3	296,3
Assegnazione (in base ai fattori di emissioni indicati nel IV Rapporto)	317,8	315,6	313,5	311,3	309,2	307,1	304,9	302,8

A livello nazionale per conseguire gli obiettivi previsti dal IECCP il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) ha approvato la Delibera 17/2013²¹. Negli allegati della Delibera è riportato l'elenco delle misure già attuate (Allegato 1) e da attuare (Allegato 2) per conseguire gli obiettivi. Inoltre, l'8 marzo 2013 il Ministero dello sviluppo economico e il Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare hanno approvato una nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN). La strategia individua un percorso per raggiungere gli obiettivi del 2020 e contiene un elenco di misure da attuare per conseguirli, l'elenco di misure è coerente con l'Allegato 2 della Delibera CIPE 17/2013.

Le principali P&M presenti nei citati documenti sono di seguito raggruppate per area di azione.

Principali misure: Fonti rinnovabili

- Decreto Legislativo n. 28 del 3 marzo 2011 che recepisce la Direttiva 2009/28/CE: definisce i meccanismi, gli incentivi e gli strumenti istituzionali, finanziarie e giuridici necessari per raggiungere gli obiettivi del 2020. Inoltre prevede una riorganizzazione dei piani di incentivazione già esistenti, soprattutto per i certificati verdi e i **certificati bianchi**.
- Decreto Ministeriale del 28 dicembre 2012 – “Conto Termico”: attua il D.Lgs. 28/2011 per ciò che riguarda il regime di incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili e interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni.
- Conto Energia: programma di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici connessi alla rete elettrica. Tale misura è stata introdotta nel 2005 ed è stata regolata da 5 Decreti Ministeriali, l'ultimo del 5 luglio 2012.
- Certificati Verdi: titoli negoziabili rilasciati in misura proporzionale all'energia elettrica prodotta, al tipo di fonte rinnovabile e di impianto realizzato. Ogni Certificato Verde attesta la produzione di 1 MWh. Tale sistema di incentivazione è stato sostituito a partire dal 2013 dal sistema di incentivazione introdotto dal Decreto Ministeriale del 6 luglio 2012 descritto di seguito.
- Tariffa Omnicomprensiva: sistema di incentivazione di impianti a fonte rinnovabili con potenza minore di 1 MW entrati in esercizio tra il 2008 e il 2012. Il sistema è stato sostituito dal Decreto Ministeriale 6 luglio 2012.

²¹ Delibera CIPE 17/2013, Aggiornamento del piano di azione nazionale per la riduzione dei livelli di emissione di gas a effetto serra, 8 marzo 2013

- Decreto Ministeriale del 6 luglio 2012: sostituisce i Certificati Verdi e la Tariffa Omnicomprensiva con nuove forme di incentivazione per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico per impianti nuovi, interamente ricostruiti o riattivati che entrano in esercizio dal 1 gennaio 2013. Inoltre vengono modificate in modo sostanziale le modalità di accesso agli incentivi introducendo un meccanismo di aste per gli impianti di potenza superiore a determinate soglie e un sistema simile alla tariffa onnicomprensiva per gli altri impianti.

Principali misure: Efficienza energetica

- Certificati Bianchi o Titoli di Efficienza Energetica (TEE): titoli negoziabili che certificano il conseguimento di risparmi energetici negli usi finali di energia attraverso interventi e progetti di incremento di efficienza energetica. I TEE sono stati introdotti dal DM del 20 luglio 2004 e nel dicembre 2012 è stato emanato un ultimo DM che definisce obiettivi nazionali di efficienza energetica crescenti per i soggetti obbligati (imprese di distribuzione di energia elettrica e gas) per il periodo 2016-2020 e inserisce nuovi soggetti ammessi alla presentazione di progetti per il rilascio dei certificati bianchi.
- Detrazioni fiscali: la Legge Finanziaria del 1998 ha introdotto la deduzione dall'IRPEF di una parte dei costi (36%) sostenuti per la ristrutturazione di abitazioni e parti comuni di edifici residenziali. La Legge Finanziaria del 2007 ha previsto ulteriori agevolazioni fiscali per interventi di risparmio energetico e ha alzato la detrazione fiscale al 55%; tale provvedimento è stato prorogato con la legge di Stabilità del 2014, la detrazione è arrivata al 65%. La detrazione fiscale tornerà al 36% nel 2016.

Le misure descritte sono le principali contenute nei documenti di riferimento (Delibera CIPE 17/2013 e Strategia Energetica Nazionale). Nelle tabelle seguenti sono riportati gli impatti di riduzione stimati delle emissioni di gas a effetto serra suddivise per area/settore di azione per le misure già implementate (Tabella 1.4) e per le misure da implementare per raggiungere i *target* del "Pacchetto Clima ed Energia" (Tabella 1.5).

Tabella 1.4: Misure implementate

Misure	2015	2020
	MtCO ₂ eq	
Rinnovabili	8,6	8,6
Industria	4,93	6,31
Civile (Residenziale e Terziario)	7,88	11,04
Trasporti	11,55	20,25
Agricoltura, Rifiuti	4,89	4,89
Totale	37,85	51,09

Fonte: Delibera CIPE 17/2013, Allegato 1

Tabella 1.5: Misure da implementare

Misure	2015	2020
	MtCO ₂ eq	
Produzione di energia	0	0,99
Rinnovabili (Elettriche)	4,30	16,32
Rinnovabili (Termiche)	0	10,6
Industria	2,97	16,17
Civile (Residenziale e Terziario)	3,36	16,09
Trasporti	1,17	5,8
Totale	11,81	65,97

Fonte: Delibera CIPE 17/2013, Allegato 2

L'impatto delle singole misure è stato valutato secondo la metodologia sviluppata da ENEA²² considerando ipotesi di raggiungimento dei target previsti e di diffusione delle tecnologie promosse.

Scenari emissivi fino al 2030

Al fine di valutare l'impatto delle misure coerentemente con l'Inventario nazionale delle emissioni e per considerare l'interazione tra le misure ISPRA ha implementato sia le misure previste sia la strategia energetica nazionale nel modello energetico-tecnologico Markal Italia²³. Un modello energetico-tecnologico è una rappresentazione schematica dei flussi di energia e dei costi di un sistema reale. Il modello utilizzato ha un approccio tecnologico *bottom up*: ogni tecnologia è identificata da parametri di *input*, *output*, costi unitari e altri parametri tecnici ed economici. Una unità di *output* per un servizio è il risultato dell'*output* delle singole tecnologie in competizione tra loro.

L'utilizzo di un modello consente di quantificare complessivamente gli impatti delle misure di riduzione dei gas a effetto serra sul sistema degli usi energetici, l'economia e l'ambiente. In tal modo è possibile evitare errori dovuti al doppio conteggio degli effetti di misure (ad esempio la riduzione emissiva dovuta alle fonti rinnovabili elettriche viene a volte valutata sia nel settore della produzione elettrica che nei settori degli usi finali) e considerare l'interazione tra le misure (ad esempio l'uso di biocarburanti comporta una minore emissione da parte delle raffinerie). Per tale motivo la somma degli impatti stimati dal modello non sarà simile alla somma degli impatti stimati per le singole misure.

Sono stati realizzati due scenari emissivi:

- WM (*With Measures*), include le misure implementate fino alla fine del 2010;
- WAM (*With Additional Measures*), include tutte le misure pianificate nella delibera CIPE.

Il secondo scenario riproduce le condizioni e le ipotesi previste dalla Strategia Energetica Nazionale e inoltre estende le proiezioni fino al 2030. La descrizione dettagliata dei risultati è stata recentemente pubblicata da MATTM²⁴. In questa sede saranno presentati in sintesi le proiezioni delle emissioni per i

²² ENEA, 2010, Quadro Strategico Nazionale 2007-2013 - *Valutazione dell'impatto potenziale dei programmi operativi FESR sulla riduzione delle emissioni di gas-serra*

²³ Il modello è basato sul software MARKAL (MARKet ALlocation), che è stato sviluppato da IEA (*International Energy Agency*) attraverso il progetto *Energy Technology Systems Analysis Project* (ETSAP). Il modello è stato descritto dall'IPCC nel suo *Second Assessment Report* (IPCC, 1995), mentre la struttura del modello applicato alla realtà nazionale è descritta in ENEA, 2004, *Scenari energetici per l'Italia da un modello di equilibrio generale (Markal-macro)*, M. Contaldi, F. Gracceva, Enea *Technical Report*

²⁴ MATTM, 2013, *Sixth National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change Italy*.

settori energetici dei due scenari (Figura 1.10 e 1.11) e per i settori non energetici per i quali, non essendo prevista alcuna misura addizionale, non si ha distinzione tra i due scenari (Figura 1.12).

Nei successivi grafici sono riportate le emissioni dal 1990 fino al periodo di Kyoto e le proiezioni fino al 2030. I dati riportati come "2010kp" rappresentano la media del periodo di Kyoto (2008-2012). In corrispondenza delle barre del 2020 e 2030 sono riportate le variazioni percentuali dell'anno rispetto al periodo di Kyoto per i diversi settori. Su ogni barra sono riportate le emissioni totali.

Figura 1.10: Proiezioni delle emissioni di CO₂eq nei settori energetici (scenario WM)

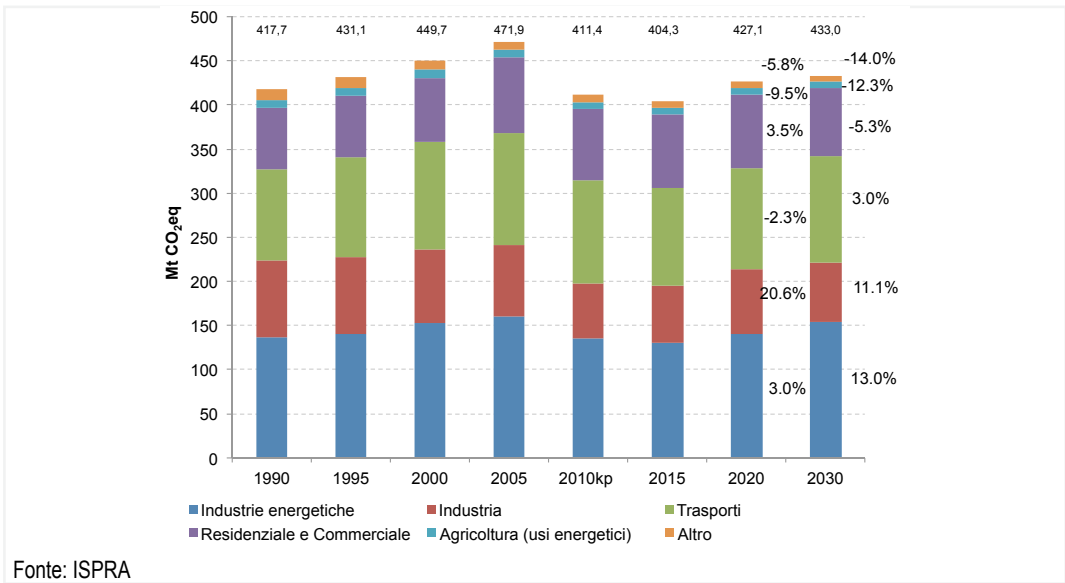


Figura 1.11: Proiezioni delle emissioni di CO₂eq nei settori energetici (scenario WAM)

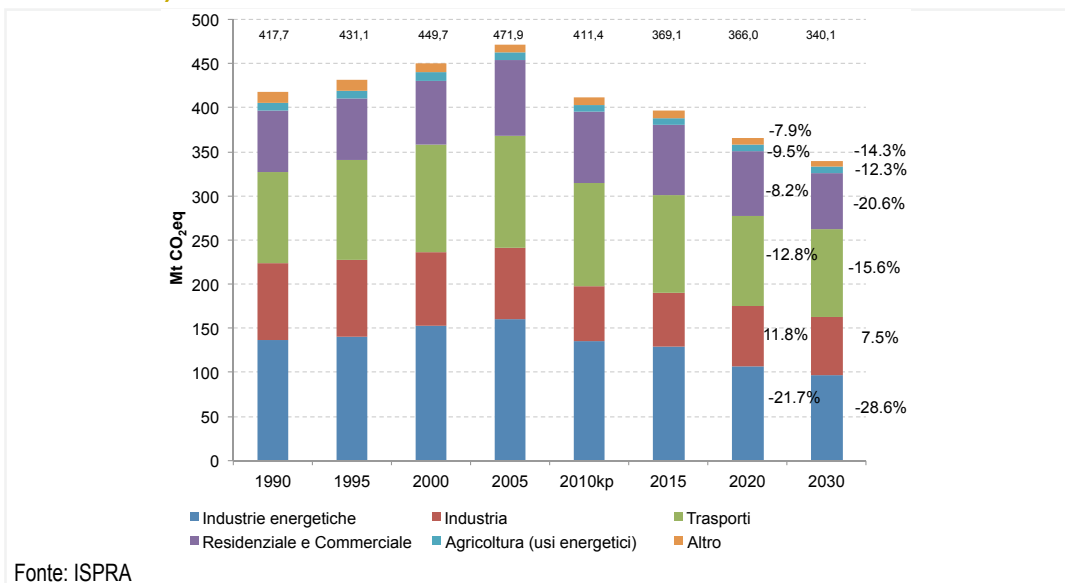
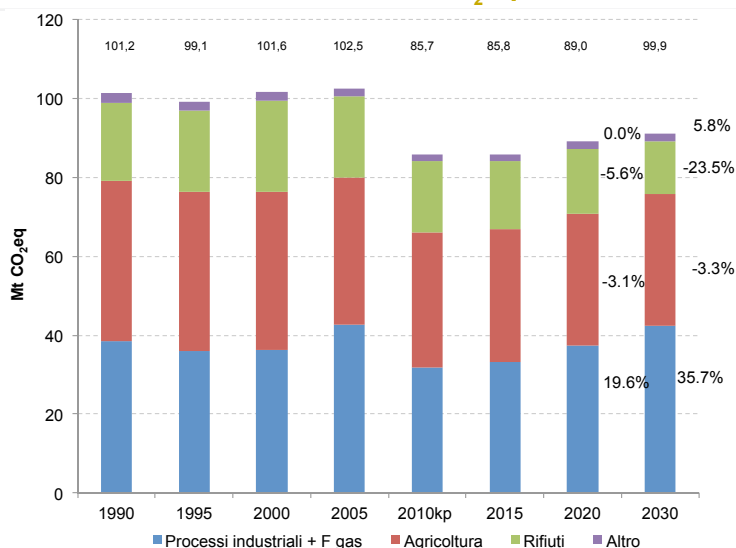


Figura 1.12: Proiezioni delle emissioni di CO₂eq nei settori non energetici



Fonte: ISPRA

Le emissioni del settore energetico nello scenario WM aumentano dopo il periodo di Kyoto. L'incremento è principalmente dovuto al recupero dalla crisi economica dei settori delle industrie energetiche e manifatturiere. Il contributo delle misure aggiuntive nello scenario WAM determina una consistente riduzione delle emissioni in tutti i settori rispetto a quanto osservato per lo scenario WM. Le industrie energetiche mostrano la maggiore flessione principalmente per l'incremento delle fonti rinnovabili. Segue il settore dei trasporti per l'utilizzo di mezzi più efficienti, il raggiungimento dell'obiettivo del 10% di biocarburanti e altre misure di ottimizzazione modale.

Nei settori non energetici si registra una contrazione delle emissioni dal settore dei rifiuti in seguito alla riduzione dei rifiuti in discarica e all'incremento della raccolta differenziata. Tale riduzione è inferiore all'incremento delle emissioni dai processi industriali dovuto alla ripresa della produzione industriale e soprattutto all'utilizzo di gas fluorurati nelle apparecchiature di refrigerazione, condizionamento di aria, pompe di calore, ecc.

Il contributo complessivo delle misure aggiuntive in termini di riduzione delle emissioni è di 61 MtCO₂eq nel 2020 e 92,9 MtCO₂eq nel 2030. I settori con la maggiore riduzione, ovvero che beneficiano maggiormente delle misure aggiuntive, sono le industrie energetiche con il 55,1% della riduzione totale nel 2020, seguiti dai trasporti e dal settore civile con 20,4% e 15,3%.

Nella seguente tabella sono riportati le stime preliminari di ISPRA degli effetti delle P&M in relazione agli obiettivi di riduzione delle emissioni fissati per il 2020 per i settori ETS e ESD.

Tabella 1.6: Effetti delle P&M fino al 2020

		1990	2005	2010	2013	2015	2020
		Mt CO ₂ eq					
A	Emissioni totali (scenario WM)	516,9	574,3	499,4	477,3	490,2	516,1
B	ETS (scenario WM)	207,9	226	191,5	179,3	193,2	203,3
C	ETS (nuove attività e gas)		19,2	10	10,2	10,5	10,8
D	Aviazione civile (inclusa in ETS dal 2013)		2,2	2,3	2,2	2,3	2,5
E	ETS 2013-2020 (scenario WM scenario + nuove attività e gas)		247,4	203,8	191,6	206	216,7
F	Settori non ETS (scenario WM)	309	326,9	295,6	285,7	284,1	299,4
G	Obiettivo ESD				310,1	306,2	296,3
H	Intervallo				-24,4	-22,1	3,1
I	P&M pianificate (elettricità e calore)*				1,8	8,2	61
J	di cui in settori non ETS (calore)				0,6	1,5	29,5
K	Settori Non ETS (scenario WAM)		327	307,2	285,1	282,6	269,9
L	Intervallo				-25	-23,6	-26,4

Fonte: ISPRA

Note:

E = B+C+D; F = A-E; H = F-G; K = G+H-J; L = K-G

* Impatto stimato dal modello relativo alle stesse misure riportate in Tabella 1.5

Considerando le emissioni del settore non ETS secondo lo scenario WM e gli obiettivi fissati da ESD gli obiettivi dovrebbero essere raggiunti nel 2013 e nel 2015, mentre si avrebbe un *gap* di 3,1 MtCO₂eq nel 2020. Se si includono gli effetti delle P&M pianificate si osserva il raggiungimento dell'obiettivo anche per il 2020, con un buon margine che cautele dalle inevitabili incertezze. Si consideri inoltre la possibilità di ricorrere ai crediti da progetti che in accordo alle limitazioni introdotte dalla Decisione 406/2009/CE sono di circa 14,6 MtCO₂eq, pari al 4% delle emissioni del 2005.

Come già detto le proiezioni delle emissioni sono state realizzate riproducendo le assunzioni previste nella Strategia Energetica Nazionale. Sebbene approvata a marzo del 2013 molte assunzioni della SEN appaiono oggi ottimistiche soprattutto in relazione alla prevista "ripresa economica a partire dal 2014 con un tasso medio di crescita annuale fino al 2020 del 1,1% (in linea con le previsioni utilizzate dalla Commissione Europea per l'Italia nel rapporto *The Ageing Report 2012*)". Inoltre i dati dell'ultimo censimento ISTAT mostrano una popolazione al 2011 di 59,6 milioni. Poiché la realizzazione dello scenario della SEN è precedente alla pubblicazione dei dati del censimento, avvenuta alla fine del 2012, le proiezioni demografiche utilizzate si basavano su di una stima ISTAT per il 2010 di 60,3 milioni di residenti.

Gli effetti ancora perduranti della crisi economica e la minore popolazione fanno osservare che le proiezioni delle emissioni andrebbero riviste al ribasso. In base alle proiezioni disponibili tali considerazioni permettono di concludere che c'è un ampio margine di fiducia riguardo al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra nei settori non ETS nel 2020.

Glossario

Certificati bianchi:

Chiamati anche "Titoli di Efficienza Energetica", attestano il conseguimento di risparmi energetici attraverso l'applicazione di tecnologie e sistemi efficienti. Vengono emessi dal Gestore del Mercato Elettrico sulla base delle certificazioni dei risparmi conseguiti, effettuate dall'Autorità. Un certificato equivale al risparmio di 1 tonnellata equivalente di petrolio (tep).

Emissions Trading System:

Sistema istituito in base alla Direttiva 2003/87/CE, come misura di mitigazione, che comporta la definizione di un limite massimo alle emissioni di gas-serra dagli impianti industriali che ricadono nel campo di applicazione della direttiva. Tale sistema dovrebbe innescare un meccanismo di mercato di natura concorrenziale che porti alla riduzione delle emissioni da parte degli impianti industriali.

LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry):

Settore per la stima degli assorbimenti e delle emissioni di gas-serra derivanti da uso delle terre, cambiamento di uso delle terre e selvicoltura previsto dall'Inventario nazionale delle emissioni di gas-serra.

Misure di mitigazione ai cambiamenti climatici:

Misure di risposta ai cambiamenti climatici, ossia di prevenzione dei cambiamenti climatici attraverso la riduzione delle emissioni di gas-serra e l'incremento degli assorbimenti di anidride carbonica.

Misure di adattamento ai cambiamenti climatici:

Misure di risposta ai cambiamenti climatici che hanno l'obiettivo di minimizzare le possibili conseguenze negative e di prevenire gli eventuali danni derivanti dai cambiamenti climatici.

Protocollo di Kyoto:

È uno dei più importanti strumenti giuridici internazionali volti a combattere i cambiamenti climatici, che fa seguito alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici. Esso contiene gli impegni dei Paesi industrializzati a ridurre le emissioni di alcuni gas a effetto serra, responsabili del riscaldamento del pianeta. Le emissioni totali dei Paesi sviluppati devono essere ridotte almeno del 5% nel periodo 2008-2012 rispetto ai livelli del 1990 e, 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.

SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale):

Il Sistema realizzato dall'ISPRA e attualmente alimentato e aggiornato ogni anno con le serie temporali di osservazioni della rete sinottica (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica ed ENAV), del CRA-CMA (ex UCEA), di numerose ARPA e dei servizi agrometeorologici regionali delle Marche e della Sicilia. Esso risponde all'esigenza di armonizzare e standardizzare i metodi di elaborazione e rendere disponibili gli indicatori utili alla rappresentazione dello stato del clima in Italia e della sua evoluzione.

In base alle serie temporali di osservazioni provenienti da diverse reti di monitoraggio, vengono calcolati e rappresentati i valori statistici decadal, mensili e annuali (indicatori) delle principali variabili meteoroclimatiche. Gli indicatori vengono calcolati e sottoposti a controlli di validità con metodologie omogenee e condivise con gli organismi titolari dei dati da cui hanno origine.

Sulla base degli indicatori elaborati dal sistema SCIA vengono stimate le variazioni e le tendenze del clima in Italia negli ultimi 50 anni.

Tonnellata equivalente di petrolio (tep):

Unità di misura dell'energia. Si usa per poter paragonare tra loro quantità di energia diverse. Per definizione 1 tep equivale a 11.628 kWh.