

ENEA

Rapporto
Energia
e Ambiente

ENEA

RAPPORTO ENERGIA E AMBIENTE

SCENARI E STRATEGIE

**Verso un'Italia *low carbon*:
sistema energetico, occupazione e investimenti**

EXECUTIVE SUMMARY

2013



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

RAPPORTO ENERGIA E AMBIENTE

SCENARI E STRATEGIE

Verso un'Italia low carbon:
sistema energetico, occupazione e investimenti

EXECUTIVE SUMMARY

2013

RAPPORTO ENERGIA E AMBIENTE
SCENARI E STRATEGIE

Verso un'Italia *low carbon*:
sistema energetico, occupazione e investimenti
EXECUTIVE SUMMARY

© 2013 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
Lungotevere Thaon di Revel, 76
00196 Roma

Il Rapporto è stato realizzato dall'Unità Centrale Studi e Strategie dell'ENEA
Responsabile del coordinamento scientifico: Maria Rosa Viridis
Responsabile del coordinamento editoriale: Paola Molinas
Autori: Bruno Baldissara, Umberto Ciorba, Maria Gaeta, Marco Rao, Maria Rosa Viridis

1. Introduzione

Nel 2011 due diverse Comunicazioni della Commissione Europea (COM/2011/112 *Roadmap for moving to a competitive low-carbon economy in 2050* di Marzo e COM/2011/885 *Energy Roadmap 2050* di Dicembre) hanno posto il problema di delineare traiettorie per raggiungere nel 2050 un livello di decarbonizzazione dell'80% rispetto al 1990 e, rispettivamente, discusso modi per raggiungere questo obiettivo garantendo nel contempo la sicurezza energetica e la competitività dell'economia Europea nel suo insieme.

L'obiettivo di decarbonizzazione, è bene ricordarlo, è coerente con lo sforzo richiesto alle economie più sviluppate nel quadro di un impegno globale per la mitigazione del cambiamento climatico che permetta di evitare incrementi di temperatura oltre i 2 °C entro la fine del secolo, obiettivo condiviso e pienamente assunto dell'Unione Europea.

Le politiche per contrastare il cambiamento climatico si sono già tradotte, in Europa, in obiettivi vincolanti a breve e medio termine come quelli stabiliti dal cosiddetto Pacchetto Clima Energia del 2009, che prevede entro il 2020: di ridurre le emissioni del 20% rispetto al 1990, di portare al 20% la quota di rinnovabili sul consumo finale lordo di energia (10% nei trasporti) e di ridurre la domanda di energia del 20% rispetto al valore tendenziale previsto per lo stesso anno.

In parallelo, l'Unione Europea ha sviluppato anche una strategia per la ricerca coerente con questi obiettivi. Lo Strategic Energy Technology (SET) Plan (COM (2007)723) e la Comunicazione "*Investing in low-carbon technologies*" del 2009 rappresentano il pilastro tecnologico delle politiche europee sull'energia e il cambiamento climatico. Questa strategia permea i programmi di finanziamento alla ricerca del 7° Programma Quadro

e guida la definizione del nuovo Programma Quadro per la ricerca, *Horizon 2020* (2014-2020) nel settore energetico.

Tuttavia, uno sforzo epocale come quello richiesto al 2050 e l'ampiezza delle trasformazioni che esso comporta devono essere analizzati e valutati considerando l'intero orizzonte temporale.

Ispirandosi alla visione alla base delle *Roadmap 2050* sull'energia e il clima citate, l'ENEA ha voluto analizzare le implicazioni di scenari di decarbonizzazione spinta, al 2050, calandoli nella realtà italiana. Gli scenari sono stati quantificati mediante l'impiego di un modello economico-tecnologico del sistema energetico Italiano, il modello TIMES-Italia, e analizzati con un occhio particolarmente attento alle implicazioni per le strategie di ricerca energetica.

L'analisi parte dal contesto di crisi economica che ancora affligge l'Italia e tiene conto dei trend più recenti su popolazione e struttura della domanda energetica, nonché delle previsioni correnti circa la rapidità della ripresa dell'economia. Essa inoltre incorpora negli scenari gli impatti delle politiche e legislazioni già adottate, le scelte di lungo termine, le informazioni sui potenziali tecnico-economici di alcune tecnologie e il sistema di prezzi internazionali dell'energia.

Gli scenari considerati per l'Italia sono principalmente due:

- ▶ uno *Scenario di Riferimento*, che non prevede nuove politiche oltre quelle già in essere;
- ▶ uno *Scenario Roadmap*, costruito seguendo il percorso di decarbonizzazione individuato negli scenari *Roadmap 2050* per raggiungere un abbattimento delle emissioni di gas serra dell'80% al 2050.

Gli scenari, e soprattutto il secondo, si soffermano sugli sviluppi attesi nel sistema energetico nazionale nell'orizzonte temporale considerato, analizzando la traiettoria dei consumi primari e finali di energia nei vari settori e le diverse opzioni per realizzare lo sforzo di decarbonizzazione richiesto. Ne discendono implicazioni e conclusioni sui settori e le tecnologie su cui far leva per abbassare in maniera così drastica il livello delle emissioni nel lungo periodo.

Questo lavoro trova un utile complemento in una analisi focalizzata sull'impatto economico di una politica prevista dalla Strategia Energetica Nazionale (marzo

2013), quella sulle detrazioni fiscali per interventi di riqualificazione energetica sul patrimonio edilizio, ipotizzando un suo prolungamento fino al 2020. Tale analisi utilizza un approccio ben noto in economia, quello delle matrici SAM o di contabilità sociale, e quantifica le ricadute economiche ed occupazionali di tale politica sul sistema Italiano, fino al 2030. L'analisi esamina anche, per questa politica, diverse ipotesi per mantenere in pareggio il bilancio statale, mettendone in risalto i *trade-off*. Un tale approccio può rivelarsi estremamente utile per il decisore politico che si confronta con le necessità di valutare ex-ante gli impatti di politiche in fase di studio.

2. La situazione italiana dopo la crisi economica e la nuova strategia energetica nazionale

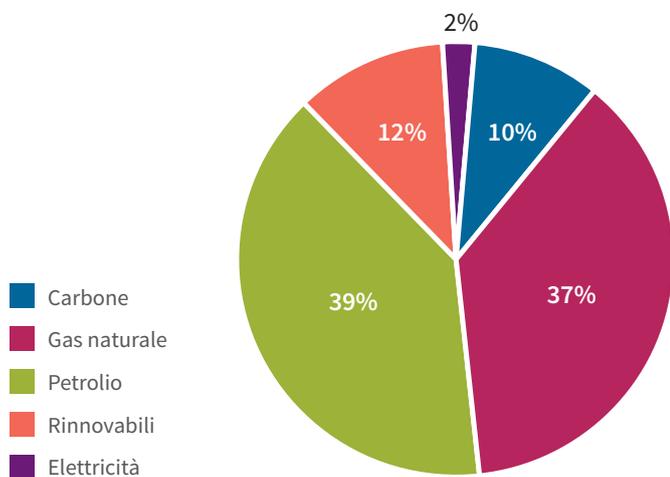
La domanda energetica primaria in Italia, dopo il crollo della fase più acuta della crisi economica nel 2009, ha ripreso a crescere, ma sempre restando a livelli inferiori a quelli del 2008. L'ultimo dato disponibile, del 2011, indica un fabbisogno di 173 Mtep e rivela una ulteriore contrazione nell'apporto delle fonti fossili (la diminuzione di gas e petrolio compensa largamente la crescita dei combustibili solidi) e una crescita del 10% delle fonti energetiche rinnovabili (FER) e delle importazioni di energia elettrica (+4%) rispetto all'anno precedente.

Nel 2011 la produzione di energia da FER in Italia è aumentata del 10% rispetto all'anno precedente giungendo a quota 17,9 Mtep. Fonti non tradizionali come eolico, fotovoltaico, rifiuti e biomasse presentano in percentuale l'incremento più significativo, ma il fabbisogno interno di rinnovabili è coperto anche da importazioni di biomasse e biocarburanti.

Per effetto dei trend appena citati, la dipendenza del nostro sistema energetico dall'estero, pari all'81% nel 2011 (media EU-27 al 54%), diminuisce ulteriormente rispetto al 2010, confermando una tendenza iniziata nel 2006 (anno in cui toccò l'87%). Tuttavia la fattura energetica complessiva ha ripreso a salire dal 2009, portandosi a circa 60 miliardi di euro nel 2011.

La composizione della domanda per fonte conferma la specificità italiana, nel confronto con la media dei 27 paesi dell'Unione Europea, per un maggior ricorso a petrolio e gas, all'import strutturale di elettricità, il ridotto contributo dei combustibili solidi (10% dei consumi primari di energia) e il mancato ricorso alla fonte nucleare (Figura 1).

Figura 1 - Domanda di energia primaria per fonte. Anno 2011 (%)



Fonte: Elaborazione ENEA su dati Eurostat

Nel 2011, i consumi finali di energia hanno subito una contrazione del 2,0% rispetto al 2010, attestandosi sui 122 Mtep circa, per effetto di una modesta riduzione dei consumi dell'industria e dei settori del commercio, pubblica amministrazione, residenziale (-3%) e di una sostanziale invarianza nei trasporti (+0,20%).

Per quanto riguarda il sistema elettrico, la produzione totale lorda di energia elettrica è da qualche anno stabile fra i 290 e 300 TWh. Si evidenzia nel 2011 il forte ruolo della fonte gas nella generazione elettrica nazionale (pur in netta diminuzione: -11% circa sul 2010) e la crescente partecipazione delle FER (+11,2%). Nel mix termoelettrico sale la quota del carbone (+4,5% sull'anno precedente) e dei prodotti petroliferi (+11%). I consumi elettrici sono stazionari intorno ai 300 TWh, ma scontano una diminuzione negli usi industriali e una crescita negli usi del residenziale e terziario.

3. Scenari per l'Italia

La recente Strategia Energetica Nazionale accoglie le indicazioni di sostenibilità delle politiche di medio periodo dell'Unione Europea, creando le condizioni per il raggiungimento degli obiettivi fissati per l'Italia al 2020 (pacchetto Clima-Energia), ma le politiche messe in atto non sono sufficienti a garantire il passaggio ad una economia a basse emissioni di carbonio entro il 2050 così come indicato nella Comunicazione COM(2011) 112 della Commissione Europea.

Con questa analisi di scenario l'ENEA intende verificare la fattibilità di un percorso di decarbonizzazione del tipo *Roadmap 2050* applicato al sistema energetico italiano ed individuare i settori chiave e le possibilità di intervento sia di breve che di lungo periodo. Lo *Scenario di Riferimento* viene utilizzato per misurare lo sforzo

aggiuntivo necessario per posizionarsi sulla traiettoria *low-carbon* desiderata.

Tale scenario non prevede nuove politiche oltre quelle già in essere, accogliendo gli obiettivi europei al 2020, i veicoli per il settore ETS, i Piani di azione per l'efficienza energetica e per le fonti rinnovabili, e pertanto descrive un'evoluzione neutrale dal punto di vista di nuove politiche non ancora implementate.

Lo *Scenario Roadmap 2050* per l'Italia propone la visione europea di uno sviluppo *low-carbon*, con una riduzione delle emissioni dell'80% al 2050¹ e tappe intermedie di riduzione delle emissioni di circa il 40% e il 60% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030 e il 2040 rispettivamente. Tale scenario è calato nella struttura socio-economica nel contesto territoriale nazionale ed

1 European Commission, Impact Assessment "Energy Roadmap 2050", SEC(2011) 1566, Brussel 15.12.2011.

EXECUTIVE SUMMARY

esamina le diverse opzioni e traiettorie per il raggiungimento di una decarbonizzazione così spinta del sistema energetico italiano.

Gli scenari di questo rapporto sono stati elaborati dall'Unità Centrale Studi dell'ENEA tramite il modello formale TIMES-Italia² che rappresenta il sistema ener-

getico italiano nella sua interezza, dall'approvvigionamento delle fonti primarie ai processi di trasformazione (raffinazione e generazione di energia elettrica e calore), trasporto e distribuzione dell'energia, fino ai dispositivi di uso finale per la fornitura dei servizi energetici.

LE IPOTESI

Le ipotesi di base per l'elaborazione di questi scenari, ossia le variabili chiave che guidano l'evoluzione del sistema e che restano fisse nei due scenari, riguardano:

- ▶ lo sviluppo economico (evoluzione del PIL e del valore aggiunto per settore);
- ▶ la dinamica demografica (popolazione e dimensione media delle famiglie);
- ▶ il costo dell'energia (in particolare prezzo di mercato delle fonti energetiche tradizionali);
- ▶ le politiche energetiche e ambientali;
- ▶ l'intensità energetica degli stili di vita.

Circa l'evoluzione economica, le proiezioni ISTAT realizzate per il 2013 prevedono ancora una decrescita³, mentre dal 2014 si potrebbe registrare un'inversio-

ne del trend, ma con un recupero inizialmente lento. Dopo il 2020 la dinamica dello sviluppo economico si ipotizza positiva (+1,35% m.a.⁴); tuttavia, pur non contemplando cambiamenti radicali della struttura o delle tipologie di prodotti manifatturieri, i tassi di crescita del Valore Aggiunto settoriale differiscono fra loro, traducendosi in un mix produttivo al 2050 diverso rispetto a quello attuale.

Le dinamiche demografiche per l'Italia fino al 2050 sono basate sullo scenario centrale ISTAT di "Previsioni demografiche 1° gennaio 2011-2065".

Le ipotesi di prezzo delle fonti fossili sono quelle utilizzate come base per le analisi di scenario in corso presso la Commissione Europea.

Tabella 1 - Ipotesi di base per gli scenari: valori assoluti al 2010, tassi medi annui per il 2010-2050

	2010	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Popolazione ('000)	60340	0.48	0.35	0.27	0.24	0.21	0.16	0.08	-0.02
PIL (M€)	1.553.166	0.66	1.05	1.53	1.49	1.29	1.22	1.30	1.41
Petrolio (€/boe)	60	7.47	0.59	0.15	0.87	0.58	1.36	0.59	0.83
Gas (€/boe)	38	7.24	2.73	-0.86	1.84	0.34	-0.28	0.41	-0.95
Carbone (€/boe)	16	6.52	0.54	0.96	0.26	1.25	1.09	1.72	1.21

Fonte: Elaborazione ENEA da fonti varie

2 "Il modello energetico TIMES Italia. Struttura e dati", Gaeta M., Baldissara B., ENEA-RT-2011-09.
http://opac.bologna.enea.it:8991/RT/2011/2011_9_ENEA.pdf

3 Fonte: Stima preliminare del PIL, ISTAT.

4 Questi tassi di crescita sono le stesse ipotesi utilizzate come base per le analisi di scenario in corso presso la Commissione Europea.

Oltre a questi *drivers*, occorre anche tenere conto del quadro normativo esistente e in particolare degli obiettivi per l'Italia definiti dal pacchetto Clima-Energia al 2020, dei target di riduzione dei consumi indicati per

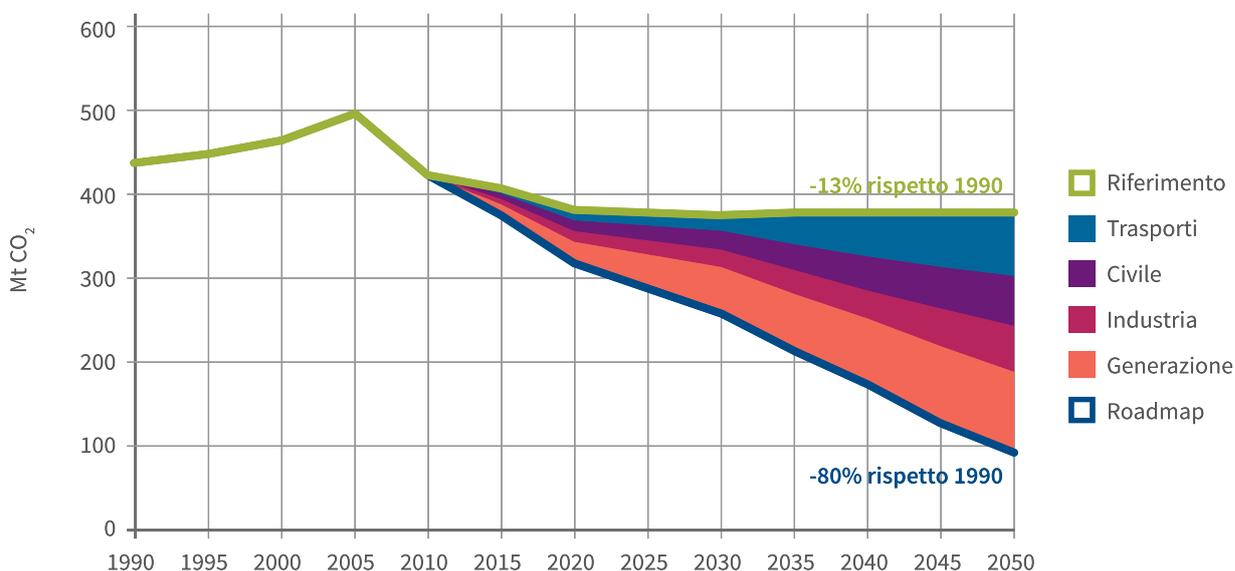
il 2020 nel Piano d'Azione italiano per l'Efficienza Energetica 2011, e di ricorso alle fonti rinnovabili termiche al 2020, indicati dal Piano di Azione nazionale per le Energie Rinnovabili 2010.

LA DECARBONIZZAZIONE DEL SISTEMA ENERGETICO NAZIONALE

Lo *Scenario di Riferimento* ENEA mostra che, per effetto della recente crisi economica e delle politiche in atto, appare concretamente possibile conseguire l'obiettivo di riduzione del 20% delle emissioni di CO₂ nel 2020 e un trend di decrescita delle emissioni fino al 2030 (-51

Mt CO₂ rispetto al 2010), con una stabilizzazione nel lungo periodo. Esso però mostra anche come le politiche implementate ad oggi non siano in grado di garantire la decarbonizzazione auspicata nella *Roadmap 2050*.

Figura 2 - Emissioni di CO₂ e contributo dei settori alla decarbonizzazione negli scenari ENEA (Mt CO₂)



Fonte: Elaborazione ENEA

Secondo i risultati di scenario, l'obiettivo di riduzione delle emissioni (-80% di CO₂ rispetto al 1990) è tecnologicamente ed economicamente fattibile, a patto che avvenga una quasi totale decarbonizzazione dei processi di generazione elettrica (nel 2050 -97% rispetto allo *Scenario di Riferimento*, con un differenziale emissivo di

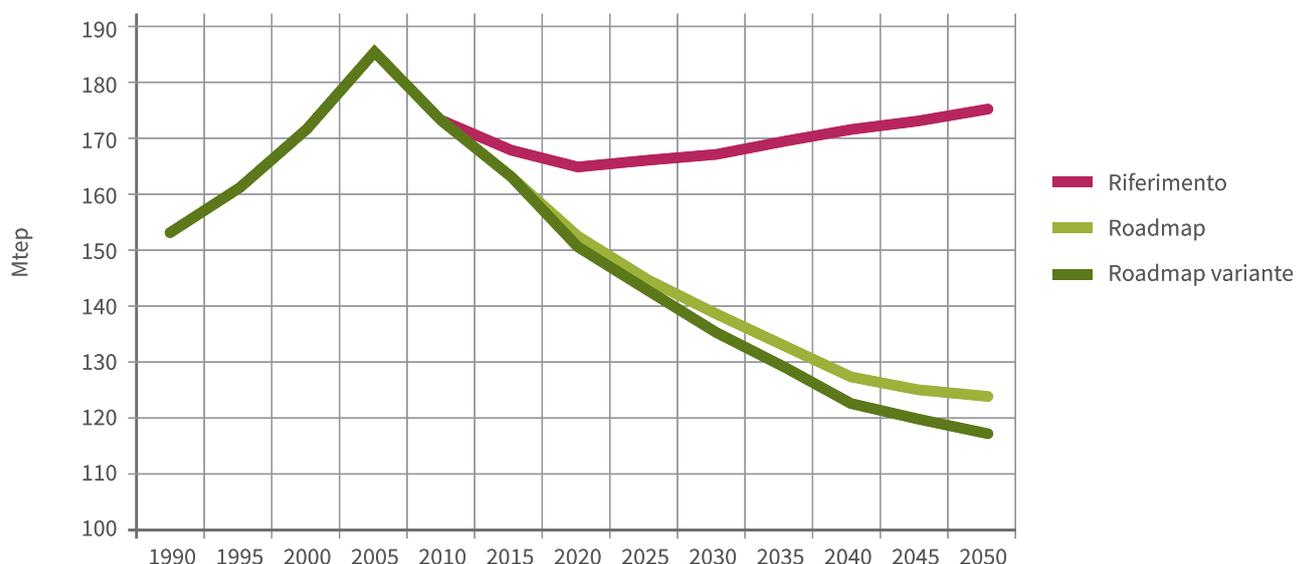
96 Mt CO₂). Ciò può essere reso possibile dall'utilizzo di fonti rinnovabili, dalle reti intelligenti che permettano di sfruttarne il potenziale e dalla Cattura e Stoccaggio della CO₂ (CCS). Allo stesso tempo dovrà avere priorità l'efficientamento delle tecnologie, in particolare di uso finale, per garantire un uso maggiormente soste-

EXECUTIVE SUMMARY

nibile dell'energia e ridurre il fabbisogno energetico. Un ruolo importante è ricoperto anche dal settore trasporti che, grazie alla penetrazione di auto elettriche, combustibili alternativi eco-sostenibili e *shift-modale*, potrebbe contribuire al 26% della riduzione registrata nel 2050 rispetto ad un'evoluzione emissiva tendenziale. Il contributo alla riduzione emissiva del 22% del settore Civile è la combinazione del ricorso all'efficienza energetica e alla sostituzione di fossili con le fonti rinnovabili. Per il settore industriale, invece, è di fondamentale importanza, oltre l'efficientamento e l'elettificazione di alcuni processi, la possibilità di ricorrere alla cattura e stoccaggio della CO₂, riuscendo così a contribuire al 18% del differenziale emissivo dei due scenari. Le curve emissive dei due scenari riflettono il diver-

so mix e il differente modo di produrre e consumare energia: una traiettoria di drastico abbattimento delle emissioni per l'Italia implica necessariamente anche un decremento del fabbisogno primario. Tuttavia la strada e le modalità per rispettare la tabella di marcia delineata dalla *Roadmap 2050* non è univoca, ma può essere il risultato di diverse combinazioni degli elementi chiave per la decarbonizzazione (efficienza energetica, fonti rinnovabili, cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica, infrastrutture...), per cui diversi potrebbero essere i mix di combustibili utilizzati, le tecnologie in gioco, i consumi e quindi gli scenari energetici (Figura 3). Pertanto, quelli qui presentati sono i fabbisogni energetici medi di un *range* di scenari intrinsecamente coerenti che rispondono alla traiettoria emissiva della *Roadmap*.

Figura 3 - Evoluzione del fabbisogno primario di energia negli scenari ENEA (Mtep)



Fonte: Elaborazione ENEA

A fronte di una decrescita nello *Scenario di Riferimento* di circa il 5% per il periodo 2010-20, la successiva ripresa dei consumi primari (+0,2% medio annuo) porta a raggiungere circa 177 Mtep nel 2050. In uno *Scenario Roadmap* l'evoluzione del fabbisogno primario non prevede inversioni di marcia nell'evoluzione, e rispetto

al 2010 supera il 30% di riduzione con un tasso medio annuo variabile tra lo 0,8% e il 1% per l'intero periodo di indagine (116-125 Mtep nel 2050).

L'opzione principale per la riduzione del fabbisogno e per la decarbonizzazione è rappresentata dall'efficien-

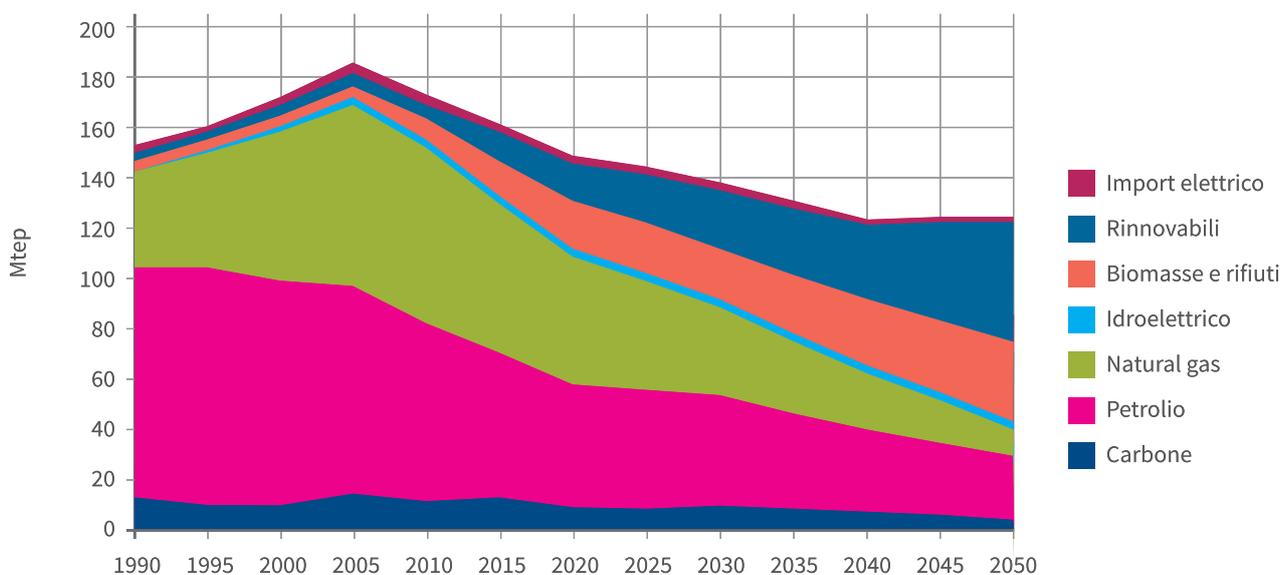
SCENARI E STRATEGIE

za energetica, che gioca un ruolo determinante in ciascuno scenario. Nel decennio 2000-2010 la decrescita dell'intensità energetica è stata piuttosto lenta, con un tasso del -0,3% m.a., ma si è accelerata nell'ultimo quinquennio con un -1,08% m.a. L'evoluzione nello *Scenario di Riferimento* mostra una decrescita media annua dell'1,1% dell'intensità energetica, effetto sia dell'efficientamento tecnologico naturale che della terziarizzazione del Paese. L'evoluzione *Roadmap* prevede uno sforzo aggiuntivo, con un tasso di riduzione

dell'intensità variabile tra il 2% e il 2,1% m.a., spingendo molto sull'accelerazione tecnologica e il risparmio energetico.

Mentre nello *Scenario di Riferimento* il fabbisogno di energia primaria continua ad essere soddisfatto anche nei prossimi anni in larga misura dai combustibili fossili (79% nel 2030 e 76% nel 2050), nell'evoluzione *Roadmap*, centrale è la crescita delle fonti rinnovabili, che toccano gli 85 Mtep nel 2050, andando a sostituire i fossili nel soddisfacimento della richiesta energetica.

Figura 4 - Evoluzione del mix delle fonti primarie nello scenario di Roadmap (Mtep)



Fonte: Elaborazione ENEA

I prodotti petroliferi, pur presentando un'importante riduzione - 24 Mtep di consumi primari di petrolio nel 2050 contro i 55 Mtep dello *Scenario di Riferimento* - continuano ad essere utilizzati nel trasporto passeggeri e nel trasporto merci su lunga distanza anche nello scenario *Roadmap*.

Se il ricorso al gas nell'evoluzione tendenziale è piuttosto stabile fino al 2050 anche a causa del recupero di competitività in termini di prezzo (impatto dello *shale-gas* dopo il 2030-35), nello *Scenario Roadmap*, alme-

no per il settore di generazione, il gas può permanere nel mix energetico solo se associato alla cattura e stoccaggio della CO₂, come è il caso del carbone. Tuttavia, in quello scenario, il gas rimane un combustibile chiave nella transizione ad una economia *low carbon* nel medio periodo.

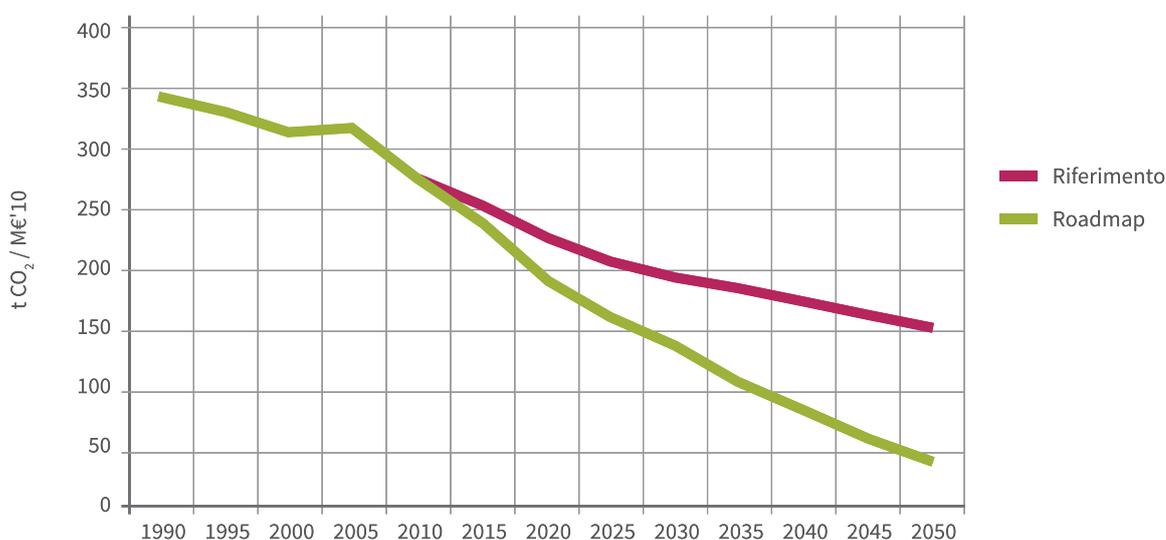
L'efficienza e l'elettrificazione, insieme con il *fuel-shift*, riducono il contributo delle fonti fossili al 64% e al 31%, rispettivamente nel 2030 e nel 2050, facendo calare la

EXECUTIVE SUMMARY

dipendenza energetica del paese al di sotto del 30%. Con un mix primario così “green” l'intensità carbonica riesce a diminuire con un tasso di circa il 4,9% m.a.

(Figura 5) al posto dell'1,5% m.a. dell'evoluzione tendenziale. Lo sforzo richiesto sarà importante e senza precedenti.

Figura 5 - Evoluzione dell'intensità carbonica negli scenari ENEA ($t\ CO_2^5 / \text{M€}10$)



Fonte: Elaborazione ENEA

IL CONTRIBUTO DELLA EFFICIENZA ENERGETICA

Se lo *Scenario di Riferimento* prospetta una domanda finale di energia per l'Italia in leggero aumento, l'evoluzione nello *Scenario Roadmap* evidenzia la fattibilità tecnologica, per il nostro sistema energetico, di ridurre i consumi fino al 40% al 2050 rispetto all'evoluzione di *Riferimento*.

Seppur in misura diversa, tale riduzione sarebbe conseguibile in tutti i settori finali: alla differenza tra i due scenari, il settore civile contribuisce per oltre la metà nel lungo periodo, i trasporti per un terzo, l'industria per il rimanente 15%.

Le importanti riduzioni di consumi finali prospettate dallo *Scenario Roadmap* sono anche il risultato di una elettrificazione dei settori più spinta rispetto all'evolu-

zione di *Riferimento*, raggiungendo nel 2050 il 60% nel settore civile, il 46% nell'industria e il 12% nei trasporti. Gli edifici, responsabili di oltre un terzo dei consumi di energia del nostro Paese, costituiscono in questo senso forse il principale settore di intervento, date le numerose opzioni tecnologiche già oggi disponibili e la vita utile relativamente breve di molti dispositivi di uso finale. Una strategia per la riqualificazione energetica del parco edilizio italiano appare come un ingrediente fondamentale nella strategia di decarbonizzazione considerata.

Anche nel settore dei trasporti esistono numerose soluzioni per configurazioni più sostenibili da un punto di vista ambientale. Lo *Scenario Roadmap* evidenzia infat-

5 Emissioni di CO_2 legate alla combustione diretta e alle emissioni di processo.

SCENARI E STRATEGIE

ti la possibilità di ridurre fino al 40% i consumi prospettati dallo *Scenario di Riferimento* nel 2050. La riduzione delineata dallo *Scenario Roadmap* sarebbe imputabile in primo luogo al trasporto auto, segmento nel quale risulta possibile dimezzare il fabbisogno energetico nel 2050 (rispetto al caso di *Riferimento*), come risultato

della diffusione di veicoli ibridi, elettrici puri e *plug-in*, del miglioramento delle prestazioni dei veicoli ad alimentazione tradizionale, insieme all'ipotesi di *shift* di parte della mobilità passeggeri verso il trasporto collettivo (fino al 15% nel 2050).

Figura 6 - Consumi finali di energia nei due scenari (Mtep)

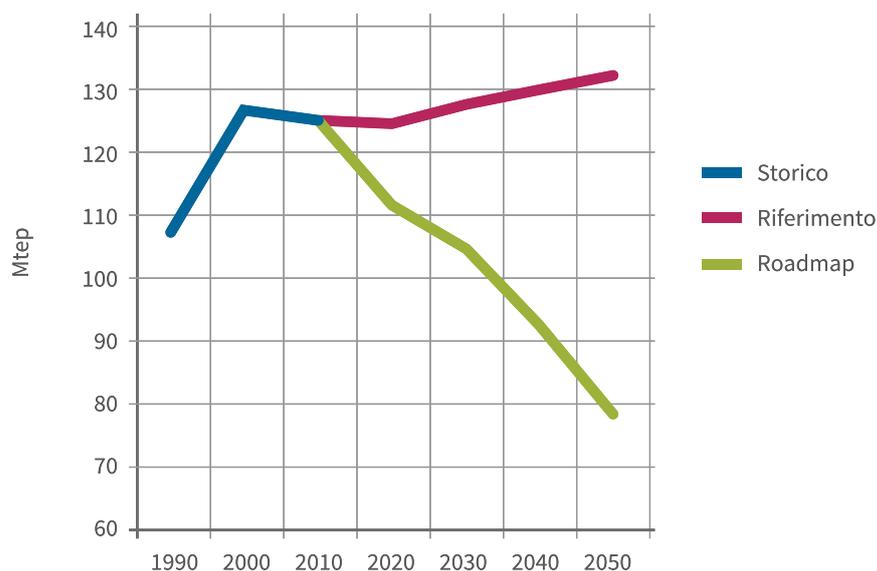
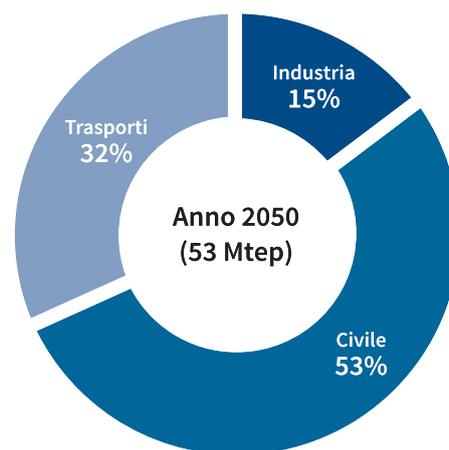


Figura 7 - Contributo dei settori alla riduzione dei consumi finali tra le due proiezioni, anno 2050



Fonte: Elaborazione ENEA

Un importante contributo alla riduzione dei consumi e, ancor più, delle emissioni, potrebbe giungere dal trasporto merci come risultato di un incremento medio delle prestazioni dei propulsori e di un maggior ricorso a biocarburanti e alimentazioni alternative.

Nel settore industriale l'efficienza energetica rimane sicuramente l'opzione che permette una traiettoria ambientalmente ed economicamente sostenibile e che oltre a ridurre le emissioni climalteranti porta alla riduzione della bolletta energetica, contribuendo alla competitività dei prodotti. Nello *Scenario Roadmap* l'industria comprime del 17% nel 2050 la propria domanda energetica rispetto ai livelli attuali, evidenziando la possibilità di ridurre i consumi prospettati dallo *Scenario di Riferimento* del 25%. L'intensità energetica

industriale vede una contrazione significativa (-1,3% m.a nel periodo 2010-2050) dettata dall'incremento dell'efficienza energetica soprattutto nell'ottimizzazione dei processi industriali e nel recupero dei cascami termici. Interessante risulta anche l'applicazione di motori elettrici efficienti e di inverter e l'utilizzo di tecnologia ORC (*Organic Rankine Cycle*) nella metallurgia e nella produzione di clinker. La cogenerazione ad alto rendimento in sostituzione della produzione separata di elettricità e calore, insieme con le reti di teleriscaldamento, è un'opzione che consente un significativo risparmio di energia primaria e di emissioni, ma con un certo potenziale ancora da sfruttare, per cui nello *Scenario Roadmap* si delinea un incremento del consumo di calore cogenerativo di oltre il 22% rispetto al 2010.

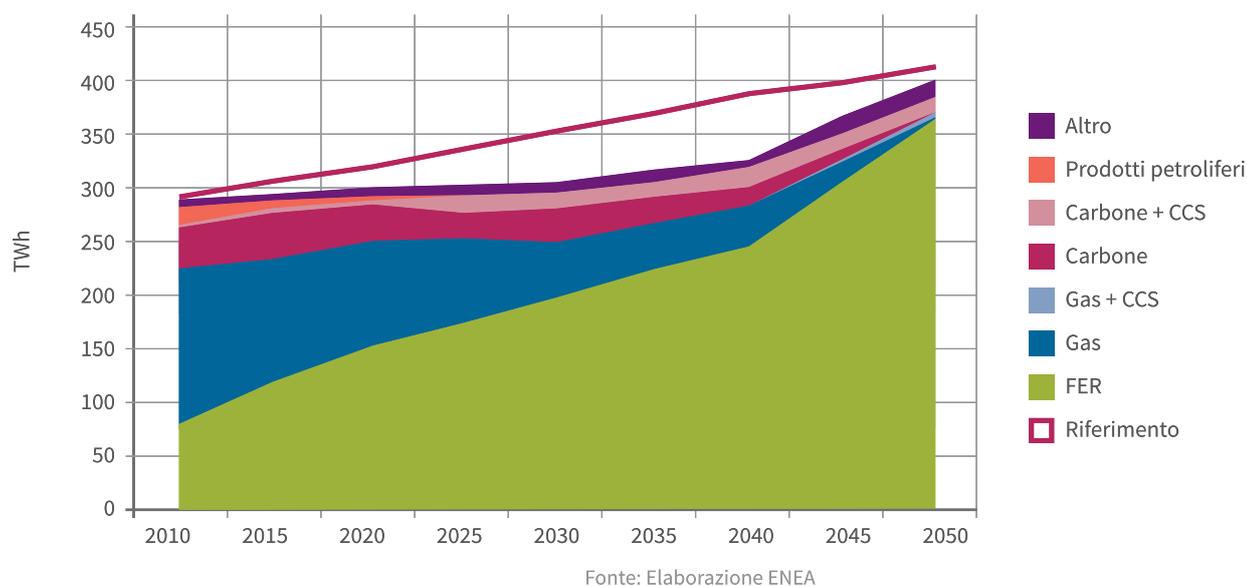
LE FONTI RINNOVABILI E LA DECARBONIZZAZIONE

Nella strada verso la decarbonizzazione, centrale è il ricorso alle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER). Negli ultimi anni esse sono cresciute soprattutto nel settore elettrico, dove la produzione è quasi raddoppiata rispetto ai valori 2005. Nei primi otto mesi del 2013 la produzione rinnovabile ha contribuito per circa il 34%⁶ della produzione elettrica italiana. Rilevante è anche l'apporto delle fonti rinnovabili termiche e dei biocombustibili nei trasporti, rispettivamente 4 Mtep e 1,45

Mtep nel 2011. Con questi trend in atto, la possibilità che le FER riescano a soddisfare larga parte della domanda energetica entro il 2050, permettendone la decarbonizzazione, si fa concreta.

In effetti, nelle elaborazioni *Roadmap* ENEA le fonti rinnovabili consentono di coprire oltre il 65% della domanda di energia primaria nel 2050, generando il 92% della produzione elettrica (quasi 360 TWh nel 2050) e contribuendo per il 24% dei consumi finali di energia.

Figura 8- Generazione elettrica netta per fonte nello Scenario di Roadmap e totale nel Riferimento (TWh)



Nello *Scenario Roadmap* la riduzione dell'intensità carbonica dell'energia risulta pari al 65% rispetto al *Riferimento* nel 2050 grazie al massiccio ricorso alle FER e alla possibilità di applicare la cattura e stoccaggio della CO₂ sia al parco di generazione che al settore industriale.

A fare da traino per il settore rinnovabile elettrico nello *Scenario Roadmap* è il contributo dell'energia prodotta da fonti intermittenti, quali eolico e fotovoltaico, che potrebbe superare i 90 TWh nel 2030 (circa il 33% della produzione totale) e i 200 TWh nel 2050, grazie alle

tecnologie di eolico *off-shore* e la estesa diffusione del fotovoltaico. Un contributo significativo arriva anche dal solare termodinamico con accumulo.

Nell'evoluzione *Roadmap* le fonti rinnovabili danno un contributo significativo anche negli usi termici e nei trasporti: nel 2050 si ipotizza che contribuiscano quasi al 24% dei consumi finali di energia, con un incremento del 110% rispetto all'evoluzione di *Riferimento*. Negli usi termici del settore residenziale le FER potrebbero coprire circa il 40% della domanda energetica (5,8

⁶ Elaborazione su dati TERNA.

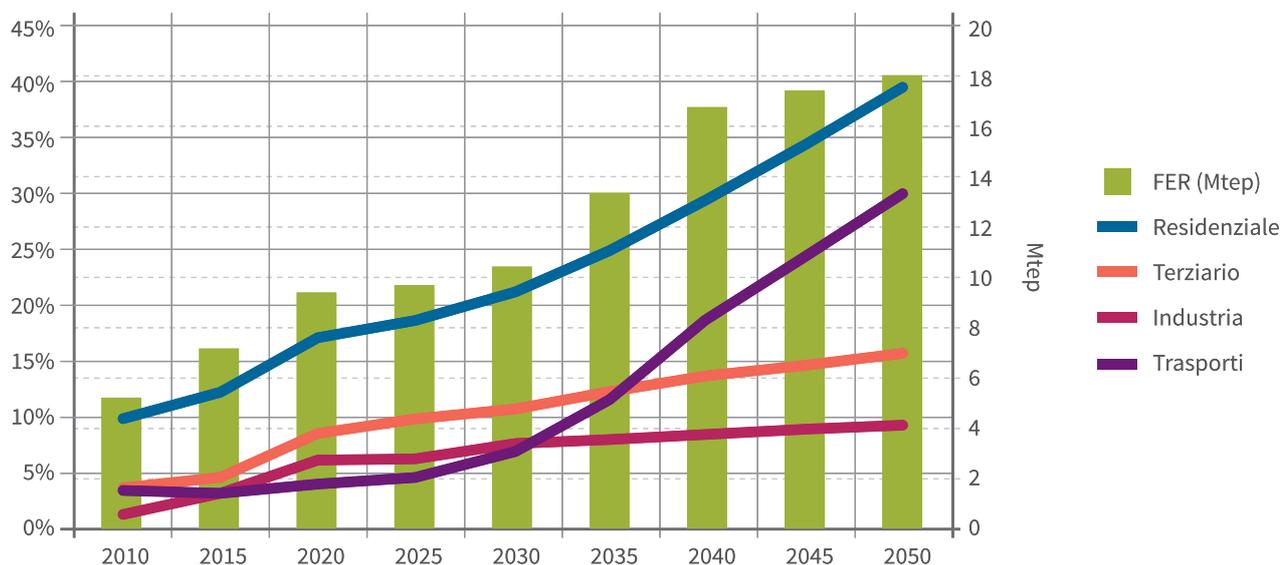
SCENARI E STRATEGIE

Mtep) (impianti solari termici, geotermici e a biomassa). Tali tecnologie avrebbero una simile diffusione anche nel settore terziario (16% dei consumi finali).

Per quel che riguarda il settore industriale l'utilizzo delle fonti rinnovabili sarà strettamente legato alla possi-

bilità di fornire calore a medio-alta temperatura, per cui il ruolo delle biomasse e in particolare della valorizzazione energetica dei rifiuti industriali sarà significativo (circa 2 Mtep nel 2050). Interessanti potrebbero essere anche le applicazioni dei concentratori solari e della geotermia a media entalpia nei processi industriali.

Figura 9- Evoluzione del consumo finale di FER (Mtep) e % delle rinnovabili nei settori di uso finale. Scenario *Roadmap*



Fonte: Elaborazione ENEA

Nello *Scenario Roadmap* una buona parte dei veicoli potrebbe essere alimentata in maniera alternativa, dall'elettricità all'idrogeno o ai biocarburanti. Nel settore trasporti il ricorso a biocarburanti sostenibili rappresen-

ta un'alternativa valida soprattutto nei settori dei veicoli pesanti, dopo il 2030-35. Ciò rende necessario lo sviluppo dei biocarburanti di seconda e terza generazione, prestando attenzione alla compatibilità ambientale.

IMPLICAZIONI DI RICERCA

In conclusione sono principalmente quattro le leve per la realizzazione della *Roadmap 2050*:

- ▶ decarbonizzazione quasi totale del settore elettrico ed elettrificazione dei settori di uso finale;
- ▶ incremento dell'efficienza energetica;
- ▶ elevata penetrazione di fonti rinnovabili;
- ▶ sostegno alla ricerca e sviluppo di nuove tecnologie (CCS, veicoli elettrici, fonti energetiche a basse emissioni di carbonio e *smart grid*).

Una robusta politica di ricerca nella prospettiva di una decarbonizzazione spinta del sistema energetico non potrà prescindere da queste priorità e dovrà mirare alla riduzione dei costi delle tecnologie corrispondenti.

4. Valutazioni d'impatto di politiche per la riqualificazione energetica degli edifici

L'Unità Centrale Studi e Strategie dell'ENEA ha effettuato un esercizio di valutazione dell'impatto economico dell'insieme di interventi per la riqualificazione energetica degli edifici, utilizzando la leva delle detrazioni fiscali.

Si tratta della detrazione al 55% (portata successivamente al 65%, DL 63/2013) per le spese di ristrutturazione e riqualificazione energetica, prevista nella Strategia Energetica Nazionale (c.d. Ecobonus), di cui si ipotizza la continuazione fino al 2020. Tale misura ha impatti diretti ed indiretti nel tempo sull'economia, sull'occupazione, sulla spesa per consumi energetici, nonché sulle entrate dello Stato. Questo studio tenta di quantificarli utilizzando l'approccio delle matrici di contabilità sociale (SAM, dall'inglese *Social Accounting*

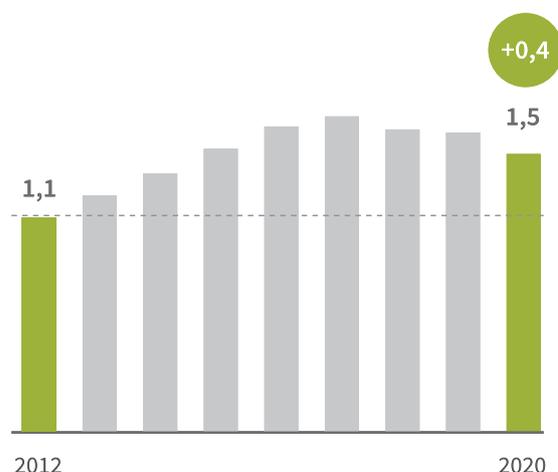
Matrix), matrici a doppia entrata che registrano i flussi intercorrenti tra gli operatori di un sistema economico e che permettono di valutare in che modo gli investimenti produttivi all'interno di un settore possano incidere su variabili economiche, quali la produzione e l'occupazione, sia nel periodo di cantiere che a regime.

Per l'analisi è stato necessario formulare alcune ipotesi relative al risparmio energetico per unità di spesa, al prezzo dei combustibili risparmiati, alle modalità con cui le mancate entrate di bilancio statale sono compensate per mantenere il budget invariato. Riguardo a queste ultime sono stati presi in considerazione scenari alternativi, cui corrispondono impatti totali di diversa entità.

LE DETRAZIONI FISCALI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA PREVISTE DALLA SEN

L'ammontare di detrazioni fiscali per il 55% previsto dalla SEN è riportato nella figura che segue. Tali detrazioni rappresentano il 55% di pacchetti annuali di investimenti che ammontano complessivamente a circa 20 miliardi di Euro nel periodo 2014-2020. Le detrazioni relative a ciascun pacchetto annuale di investimenti si ripartiscono sui dieci anni successivi.

Figura 10 - Detrazioni fiscali per la valorizzazione energetica del patrimonio edilizio (Mld di €)



SCENARI E STRATEGIE

L'ammontare complessivo delle detrazioni anno per anno segue il profilo riportato nella tabella 2.

Tabella 2 - Investimenti e detrazioni fiscali per la valorizzazione energetica del patrimonio edilizio (Mld €). Anni 2012-2030

Anno	Investimenti	Detrazioni
	Miliardi €	Miliardi €
2012	2,00	0,00
2013	2,18	0,11
2014	2,36	0,23
2015	2,73	0,36
2016	2,91	0,51
2017	3,09	0,67
2018	2,91	0,84
2019	2,91	1,00
2020	2,73	1,16
2021		1,31
2022		1,31
2023		1,20
2024		1,08
2025		0,95
2026		0,80
2027		0,64
2028		0,47
2029		0,31
2030		0,15

Fonte: Elaborazione ENEA su dati MiSE

Sulla base dei dati disponibili (2007-2010) relativi alle pratiche pervenute all'ENEA per richiedere le detrazioni fiscali per interventi di riqualificazione edilizia, si è sti-

mato un costo medio di 1,9 € per kWh/anno di energia primaria risparmiata, per un risparmio complessivo a regime di circa 1 Mtep/anno a partire dal 2020.

L'impatto macroeconomico delle detrazioni fiscali programmate nella SEN

L'impatto macroeconomico e occupazionale delle detrazioni fiscali viene valutato analizzando separatamente le potenziali variazioni nelle decisioni di spesa dei settori istituzionali coinvolti (Famiglie e Governo). Per quanto riguarda le famiglie si può assumere che: 1) gli investimenti per la riqualificazione edilizia siano compensati da una riduzione equivalente del reddito risparmiato e destinato ad attività di investimento; 2) il reddito addizionale derivante dalle detrazioni fiscali e dal risparmio energetico conseguito sia utilizzato dalle famiglie per acquistare beni e servizi dagli altri settori. Vale la pena sottolineare che gli effetti a regime dei risparmi energetici si trascinano oltre l'orizzonte temporale analizzato (2030).

Per quanto riguarda il settore istituzionale Governo si può assumere che: 1) le mancate entrate fiscali dovute alle detrazioni si traducano in tagli di spesa di ammontare equivalente; 2) l'incremento delle entrate fiscali (IRES, IRPEF, IVA) indotto dall'espansione della spesa delle famiglie compensi parzialmente i tagli; 3) quando il saldo tra entrate e uscite è negativo, il disavanzo è coperto tagliando alternativamente i beni importati dal settore "P.A. e difesa", i canoni di locazione o tutte le spese del settore pubblico in proporzione al dato storico. Quando il saldo è positivo l'avanzo è ripartito tra i settori in base alle proporzioni di spesa "storiche" registrate per il settore pubblico nella SAM 2010.

L'IMPATTO COMPLESSIVO

L'impatto netto delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici tiene conto degli effetti espansivi e di quelli negativi sulle principali variabili macroeconomiche.

L'effetto espansivo imputabile esclusivamente alle variazioni di spesa delle famiglie determina:

- ▶ un incremento medio annuo dei redditi da lavoro e dei profitti pari a 1.14 miliardi di € (0,08% del PIL);
- ▶ un incremento della produzione settoriale di 2.5 miliardi di €;
- ▶ un incremento medio annuo dell'occupazione pari a 20600 unità;
- ▶ 157 milioni di € di maggiori entrate pubbliche (in media) che compensano parzialmente i tagli imposti al bilancio pubblico per finanziare le detrazioni fiscali.

Gli effetti negativi sono invece dipendenti dalla forma di copertura ipotizzata.

Quindi, a livello macroeconomico, l'effetto netto della misura adottata si ottiene sottraendo dagli effetti espansivi, quelli negativi derivanti dalle possibili modalità di copertura di bilancio pubblico.

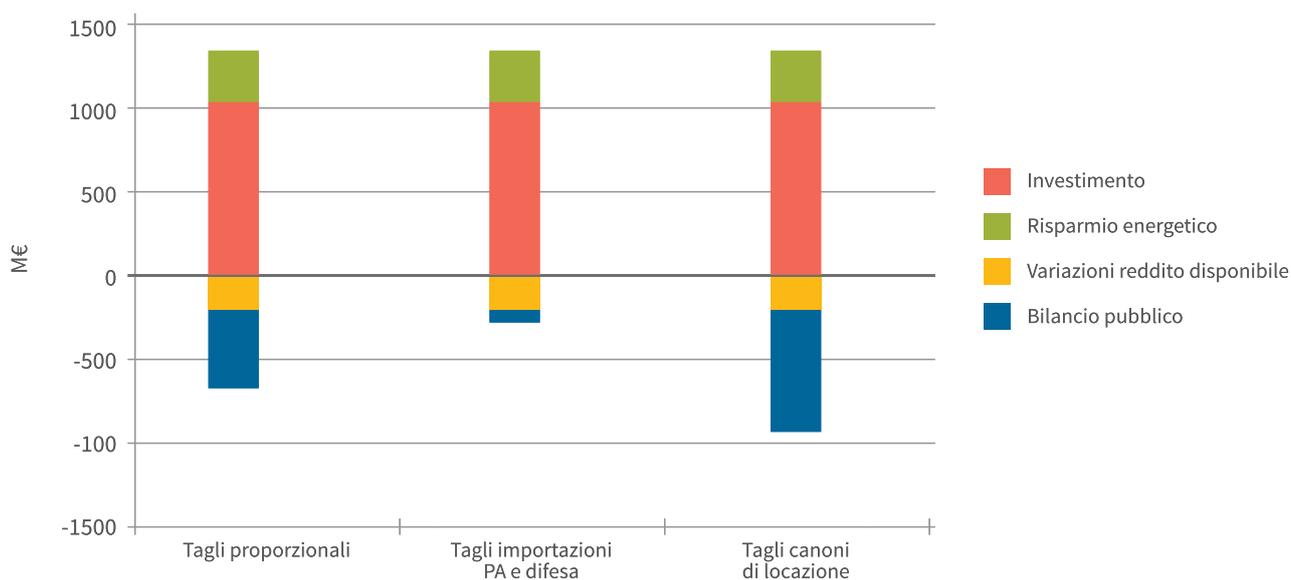
In termini di impatto netto, il risultato più favorevole si ottiene tagliando l'acquisto di beni importati nel settore P. A. e Difesa (per esempio l'acquisto di mezzi bellici e armamenti) che lascerebbe pressoché invariati i risultati mostrati sopra. Le altre ipotesi di copertura comporterebbero una riduzione di spesa pubblica, con distribuzioni settoriali differenti a seconda dei casi e con impatti negativi anche rilevanti, ma non in grado di annullare gli effetti espansivi mostrati in precedenza.

SCENARI E STRATEGIE

La misura analizzata sembra apportare un contributo positivo alla crescita economica e occupazionale il cui impatto complessivo può variare notevolmente a seconda delle modalità di finanziamento scelte. Inoltre, gli impatti espansivi degli interventi di riqualificazione

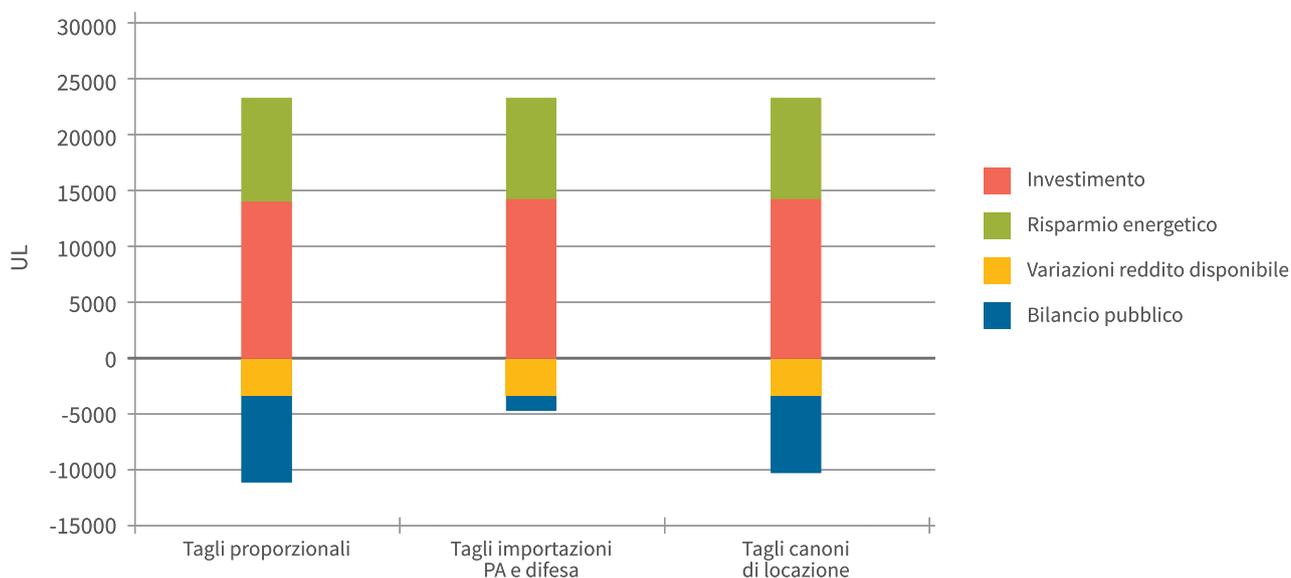
possono essere considerati come stime prudenziali in virtù del fatto che il risparmio energetico conseguito accresce il reddito disponibile delle famiglie anche oltre l'orizzonte temporale analizzato (2030).

Figura 11 - Impatto sul valore aggiunto delle detrazioni fiscali per tipologia di effetto macroeconomico e modalità di copertura del deficit (M€ media annua 2012-2030)



Fonte: Elaborazione ENEA

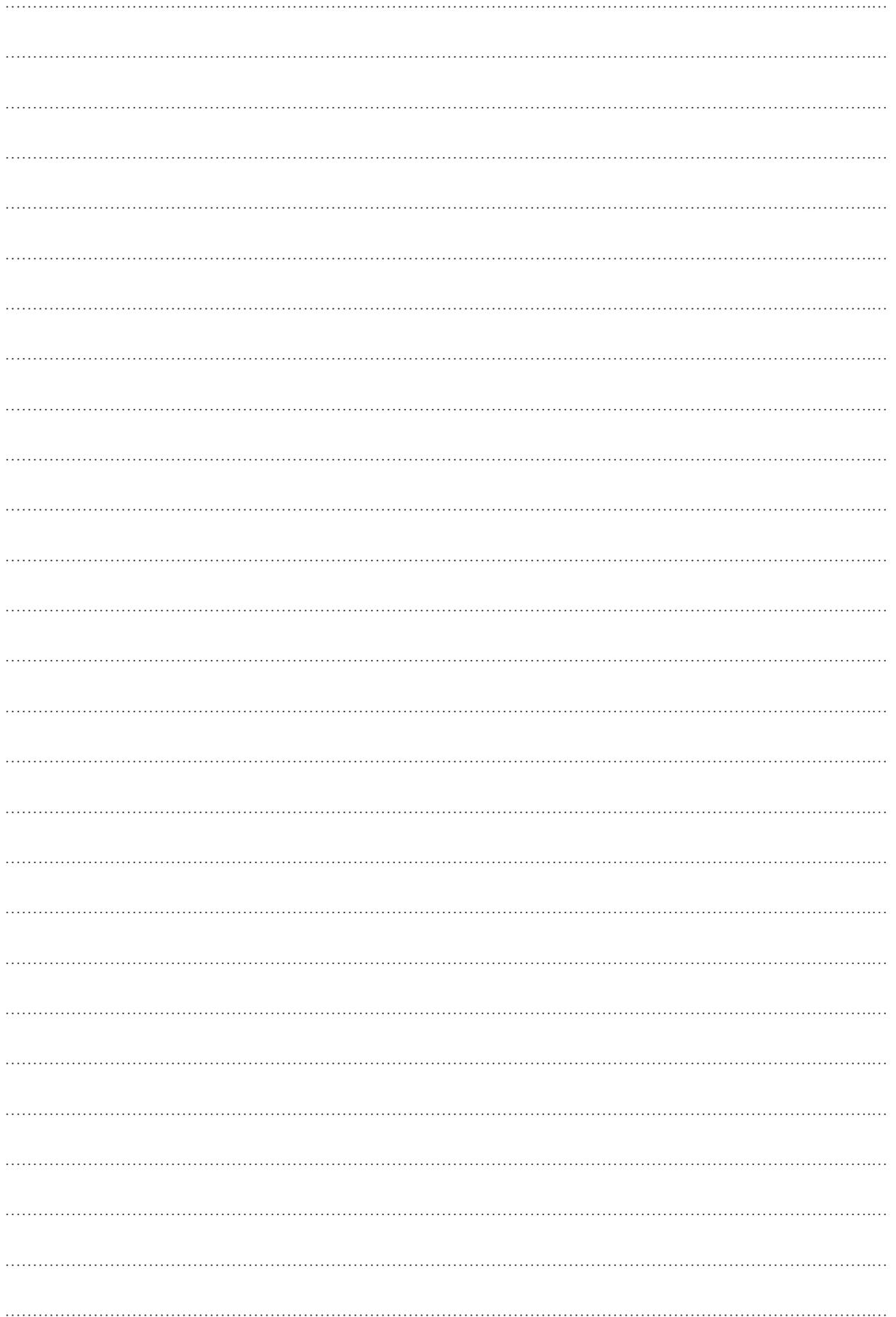
Figura 12 - Impatto occupazionale delle detrazioni fiscali per tipologia di effetto macroeconomico e modalità di copertura del deficit (UL media annua 2012-2030)



Fonte: Elaborazione ENEA

NOTE

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



Edito dall'ENEA
Servizio Comunicazione

Grafica copertina. Bruno Giovannetti

Grafica interni: Ilaria Sergi

Stampato presso il Laboratorio Tecnografico ENEA (Frascati)

Ottobre 2013