



# Il contributo delle diverse fonti energetiche alla decarbonizzazione in Italia

L'elaborazione della Strategia Energetica Nazionale e del Piano Nazionale su Clima ed Energia hanno richiesto simulazioni e calcoli di scenario per valutare i possibili impatti sul sistema energetico di politiche e misure dei decisori pubblici. Questo contributo parte dai risultati delle simulazioni di scenario effettuate e analizza le diverse leve (risorse energetiche, approcci di integrazione, strumenti di pianificazione e operativi) disponibili ai diversi livelli di decisione per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione del sistema energetico

*DOI 10.12910/EAI2018-029*

*di Michele de Nigris, Ricerca sul Sistema Energetico - RSE*

I cambiamenti climatici rappresentano una crescente minaccia per il nostro Paese. In assenza di azioni di mitigazione e di misure di resilienza, i cambiamenti climatici rendono l'intera società sempre più esposta e vulnerabile all'aumento della temperatura e agli eventi meteorologici estremi quali ondate di calore, incendi, variazione del regime di precipitazioni, nevicate baginate, superamento dei limiti di pericolosità relativi alla qualità dell'aria, periodi di siccità e innalzamento del livello del mare. Tra i principali indiziati di corresponsabilità per questa criticità troviamo le emissioni di gas serra provenienti dal settore energetico, con particolare riferimento all'anidride carbonica emessa nella combustione di combustibili fossili per la produzione di energia, i trasporti, il riscaldamento degli edifici e molti processi industriali. La penisola italiana, al centro del Mediterraneo, è caratterizzata da una morfologia complessa e da condizioni socio-economiche peculiari: posizionata nella fascia di transizione tra il clima arido nord-africano e quello temperato e piovoso del centro Europa, è soggetta ad amplificazioni delle variazioni naturali della circolazione atmosferica generale ed a una potenziale moltiplicazione degli effetti ed impatti dei cambiamenti climatici graduali e degli eventi estremi ad essi associati. Il nostro Paese è quindi potenzialmente più esposto di altri ai rischi climatici e percepisce l'urgenza dell'azione di riduzione delle emissioni e di mitigazione degli effetti ad esse associati. La situazione specifica della limitata disponibilità di fonti energetiche fossili e l'associato elevato costo dell'energia, hanno favorito l'introduzione di misure di efficienza energetica

e la diffusione delle fonti rinnovabili nel sistema energetico: l'Italia ha, infatti, raggiunto gli obiettivi previsti per il 2020 già nel 2014. Nonostante ciò, i combustibili fossili pesano ancora per il 79% nel mix energetico nazionale.

Vista la complessità del tema della decarbonizzazione del sistema energetico nazionale, posto come obiettivo a tendere per la metà del presente secolo, la presidenza del Consiglio dei Ministri ha istituito nel gennaio 2016 il tavolo tecnico "Decarbonizzazione dell'economia italiana", chiamato a fornire supporto alle istituzioni in vista della elaborazione della Strategia Energetica Nazionale (SEN) e del contributo nazionale al Piano su Clima ed Energia. In questo ambito RSE ha coordinato il Gruppo di Lavoro "Scenari" che ha sviluppato simulazioni e calcoli di scenario al fine di valutare gli impatti di misure e politiche secondo molteplici aspetti e a diversi gradi di dettaglio, rappresentando delle possibili traiettorie di evoluzione del sistema energetico coerenti con vincoli, ipotesi e variabili chiave.

Questo contributo parte dai risultati delle simulazioni di scenario effettuate, ed analizza le diverse leve (risorse energetiche, approcci di integrazione, strumenti di pianificazione ed operazione) disponibili ai diversi livelli di decisione per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione del sistema energetico, alla luce della ricerca e sviluppo in corso in RSE.

### **Gli scenari energetici alla base della Strategia Energetica Nazionale (SEN)**

La Strategia Energetica Nazionale, adottata a fine 2017, definisce i principali obiettivi di medio e lungo periodo per il sistema energetico italia-

no e il percorso tecnologico, politico e di innovazione volto a aumentare la competitività del Paese allineando i prezzi energetici a quelli europei, migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento e delle forniture, decarbonizzare il sistema energetico in linea con gli obiettivi dell'accordo di Parigi COP21 sottoscritto anche dal nostro Paese.

La definizione degli obiettivi e del percorso della SEN si basa su un'accurata analisi di scenario: a partire da input esogeni sull'evoluzione della popolazione, del reddito, dei prezzi energetici e degli stili di vita, uno scenario è in grado di determinare il percorso ottimale (in questo caso, di minimo costo) di fonti e tecnologie che possono soddisfare una domanda prefissata di servizi energetici (riscaldamento/raffrescamento, calore di processo, forza motrice, illuminazione ecc.). L'ottimizzazione è vincolata dalla disponibilità di alcune risorse (potenziali tecnici, capacità delle infrastrutture di importazione, risorse naturali ecc.) i cui limiti vengono specificati ex-ante o anche da obiettivi di *policy*. Tra i diversi scenari analizzati nel corso della definizione della SEN, si discutono di seguito solamente i seguenti:

- lo scenario di Riferimento (BASE), che proietta nel futuro il sistema economico e sociale, la legislazione vigente e l'evoluzione tecnologica, analizzandone gli impatti sul sistema energetico<sup>1</sup>.
- lo scenario SEN, che è disegnato a partire dallo scenario BASE ed esplora un'evoluzione del sistema energetico nazionale in grado di garantire il raggiungimento dei principali obiettivi politici della SEN e più precisamente:
  - 1) riduzione progressiva, nel periodo 2021-2030, dei consu-

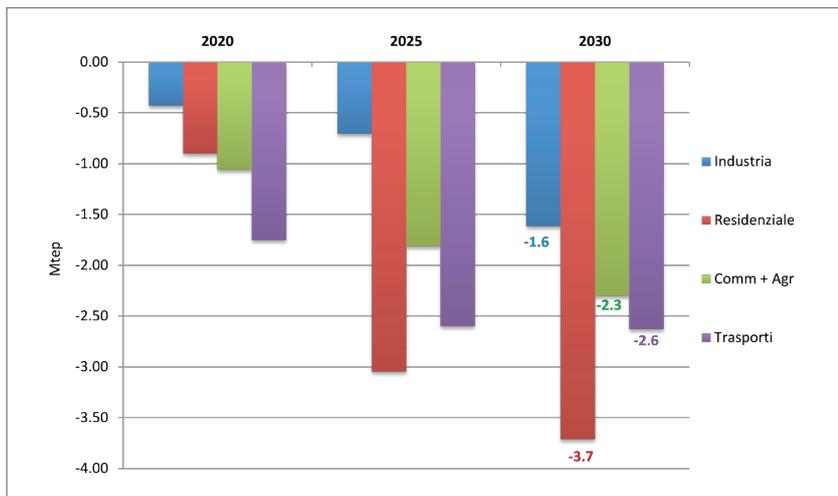


Fig. 1 Variazione dei consumi finali per settore nello scenario SEN rispetto al BASE  
Fonte: elaborazione RSE

mi finali di energia, con un gradiente annuo pari all'1,5% dell'energia mediamente consumata nel periodo 2016-2018. Il conteggio esclude il settore trasporti, in linea con le indicazioni della Direttiva EED (COM(2016)761 final)<sup>2</sup>;

- 2) fonti energetiche rinnovabili pari al 28% dei consumi finali lordi al 2030 con una quota del 55% di rinnovabili nel settore elettrico (calcolato secondo direttiva 2009/28);
- 3) *phase-out* totale del carbone nella generazione elettrica al 2025.

Le variabili esogene utilizzate per la definizione dello scenario BASE e SEN sono quelle definite in *EU Reference 2016 (EUref2016)*<sup>3</sup>. Lo scenario SEN considera altresì, per il settore dei trasporti, alcuni sviluppi infrastrutturali e l'evoluzione della mobilità alternativa come *car sharing*, *car pooling*, la diffusione di *smart working* e l'utilizzo delle biciclette in ambito urbano.

### Il contributo dell'efficienza energetica

L'efficienza energetica costituisce uno dei principali pilastri della SEN 2017; dato che gli obiettivi sono espressi da frazioni che hanno al denominatore i consumi finali lordi, ogni riduzione di questo parametro consente un miglioramento significativo delle prestazioni del sistema. In questo contesto l'efficienza energetica contribuisce a raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni, di integrazione delle rinnovabili, di miglioramento della sicurezza degli approvvigionamenti. Il sistema energetico italiano è caratterizzato da livelli di efficienza energetica più elevati rispetto alla media europea. Obiettivo della SEN è di sostenere la riduzione dei consumi per favorire il raggiungimento del target di efficienza energetica della Commissione Europea<sup>4</sup>. Infatti, la strategia prevede un indicatore di efficienza in energia primaria pari a -31% al 2020 e -42% al 2030. Lo scenario SEN indica una riduzione dei consumi finali rispetto allo scenario BASE, circa 10,2 Mtep

al 2030 e determina il contributo atteso per ogni settore produttivo e il percorso ottimale per il raggiungimento degli obiettivi. Come mostrato in Figura 1, la soluzione ottimizzata dello Scenario SEN individua nel civile il principale attore degli interventi di efficientamento, con una riduzione dei consumi di energia di circa 6 Mtep rispetto allo scenario BASE al 2030. In particolare il settore residenziale contribuisce a 3,7 Mtep di tale contrazione, mentre il terziario riduce le proiezioni dei propri consumi di 2,3 Mtep, grazie agli interventi di riqualificazione edilizia e penetrazione di pompe di calore, oltre ad un forte efficientamento di tutti i dispositivi di uso finale. Un altro contributo rilevante proviene dal settore Trasporti che, grazie alle ipotesi di spostamento della mobilità passeggeri privata verso la mobilità collettiva e/o *smart mobility* e all'efficientamento dei veicoli, riesce a contribuire al gap tra i due scenari al 2030 per circa 2,6 Mtep. Il settore industriale consegue una riduzione dei consumi di circa 1,6 Mtep, ma non per questo è da considerarsi un settore con poche opportunità di intervento nel campo dell'efficienza: già nello scenario BASE il settore contribuisce, infatti, a raggiungere e superare gli obiettivi del settore ETS<sup>5</sup> grazie ad un elevato efficientamento dei processi produttivi: una buona parte del potenziale di risparmio è quindi già considerata nello scenario evoluzione di riferimento.

### Il settore elettrico nella SEN

Il sistema energetico ipotizzato nella SEN è caratterizzato da un forte livello di elettrificazione dei consumi. L'energia elettrica infatti aumenta a oltre il 24% il proprio contributo percentuale sui consumi energetici finali pe-



netrando ogni settore dell'economia. Il maggiore incremento percentuale si osserva nel settore civile (pompe di calore, elettrodomestici) che passa da un livello di elettrificazione del 25% osservato al 2015 al 35% nello scenario SEN. Il settore trasporti (mobilità elettrica) raddoppia, passando dal 2,5% al 2015 al 5%, mentre rimane abbastanza stabile, attorno al 37% il livello di elettrificazione dei consumi industriali.

Il parco di generazione elettrica subisce un'importante trasformazione: come illustrato nella Figura 2, la generazione di elettricità da carbone e petrolio viene progressivamente sostituita da fonti energetiche rinnovabili. A fare da traino per il settore rinnovabile è l'energia prodotta da fonti intermittenti, quali eolico, che in 15 anni (2015 vs. SEN 2030) vede aumentare il contributo energetico di circa 25 TWh ed il fotovoltaico (+50 TWh). Il gas naturale mantiene a regime il proprio contributo, ma con significativi incrementi (+37 TWh) negli anni intermedi (2020-2025).

Tradotto in nuova potenza da installare, anche se il documento non for-

nisce indicazioni riguardo a taglia e localizzazione delle installazioni, si può immaginare, considerando per il fotovoltaico un irraggiamento medio variabile tra le 1100 ore (residenziale) e le 1800 ore (industriale con inseguitore), i 50 TWh aggiuntivi implicano che siano necessari tra i 28

GW e i 45 GW di nuove installazioni. Analogamente, per il settore eolico, adottando un'ipotesi di ventosità media di circa 2800 ore annue, si calcola che siano necessari circa 9GW di nuovi impianti. Nel settore gas si dovrà fare ricorso, soprattutto negli anni intermedi, agli impianti attualmente spenti, a nuove installazioni, a conversioni verso IGBT.

### Disponibilità delle fonti energetiche rinnovabili e territorio

Ma dove installare questi nuovi impianti? La SEN fa riferimento alle aree industriali dismesse per il fotovoltaico, mentre cita in generale le aree agricole non utilizzate per l'eolico. L'individuazione dei siti più idonei deve tenere conto sia della disponibilità della fonte sia di quella delle aree, prima ancora di fare calcoli di redditività, modello di business o capacità della rete. Per aiutare nel complesso lavoro di analisi energetico-territoriale, RSE ha predisposto un

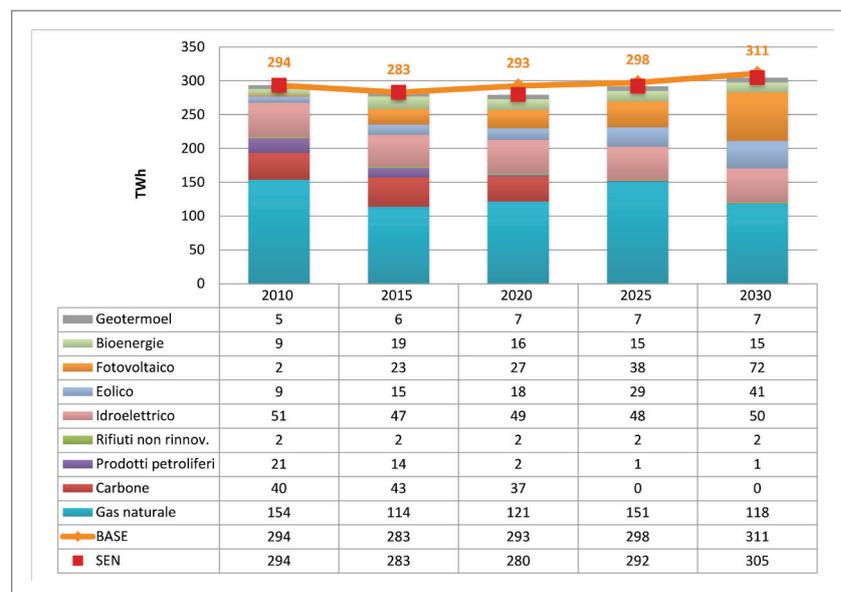


Fig. 2 Evoluzione del mix di generazione elettrica al 2020 e 2030 (TWh) - Scenari BASE e SEN  
Fonte: elaborazione RSE

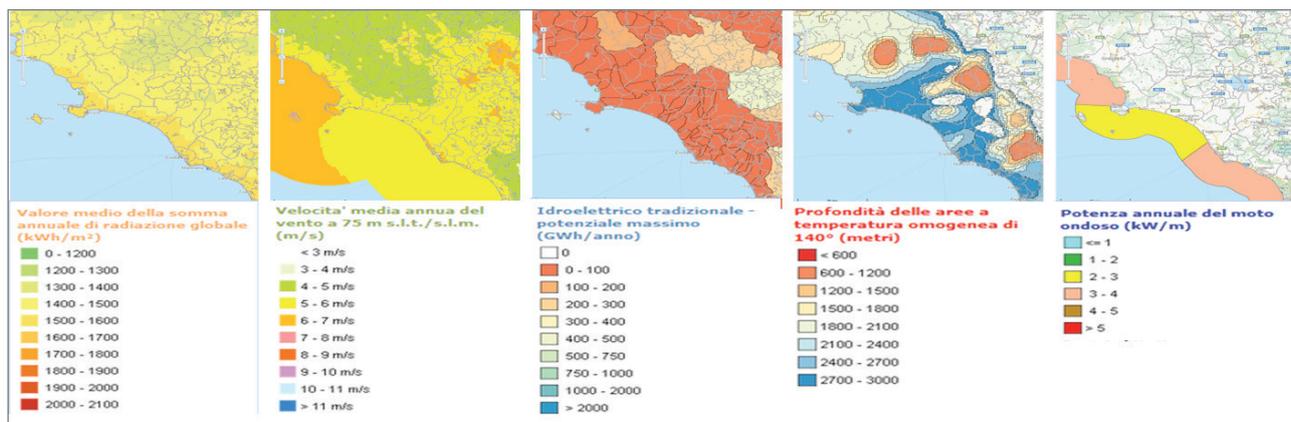


Fig. 3 Disponibilità delle risorse energetiche locali relativa ad una porzione del territorio laziale

atlante integrato su base georeferenziata, che raccoglie in modo sistematico le informazioni necessarie per valutare la disponibilità delle risorse rinnovabili (eolico, fotovoltaico, idroelettrico, geotermico, marino) sul territorio e che permette di effettuare, fino alla base comunale, analisi di scenario sulla disponibilità delle risorse locali per soddisfare i fabbisogni energetici, inizialmente senza considerarne la variabilità e la conseguente necessità di misure flessibilità e accumulo. Lo strumento tiene conto dei profili di consumo energetico locale e dei vincoli territoriali (uso del suolo, vincoli di protezione ambientale ecc.). L'approccio proposto può essere meglio illustrato attraverso un esempio applicato ad un territorio comprendente alcuni Comuni del Lazio settentrionale. In un'ottica di sussidiarietà, si fa riferimento allo sfruttamento di sole risorse locali con impianti di dimensioni ridotte (generazione distribuita) collegati alla rete locale di subtrasmissione e distribuzione. L'atlante delle risorse mostra per il luogo specifico considerato, le potenzialità attraverso i layers raffigurati in Figura 3.

Alla luce delle caratteristiche del territorio (vincoli territoriali, paesaggi-

stici ecc.) e del carico locale considerati nello strumento di calcolo, si possono verificare le condizioni per le quali è possibile differenziare il mix energetico locale. Ipotizzando di utilizzare un parco locale composto da 50% fotovoltaico, 40% eolico, 5% mini-idro, 3% geotermico e 2% marino, lo strumento effettua il bilancio, senza, in questa fase, considerare la variabilità delle fonti e la conseguente necessità di stoccaggio energetico e funzionamento della rete, fornendo indicazioni sui margini residui di risorse, dimensioni impiantistiche,

occupazione di suolo ecc.

Il bilanciamento delle risorse energetiche variabili considerate può essere effettuato attraverso sistemi di accumulo elettrochimico o, più proficuamente, attraverso l'accoppiamento tra diversi vettori energetici (elettricità, gas, calore, raffrescamento, raffreddamento, trasporti ecc.) in un'ottica che travalica il solo settore elettrico. L'energia elettrica, infatti, si caratterizza per la sua grande flessibilità e la possibilità di conversione verso ogni altro vettore attraverso le tecnologie "PtX" (Power-to-X: come

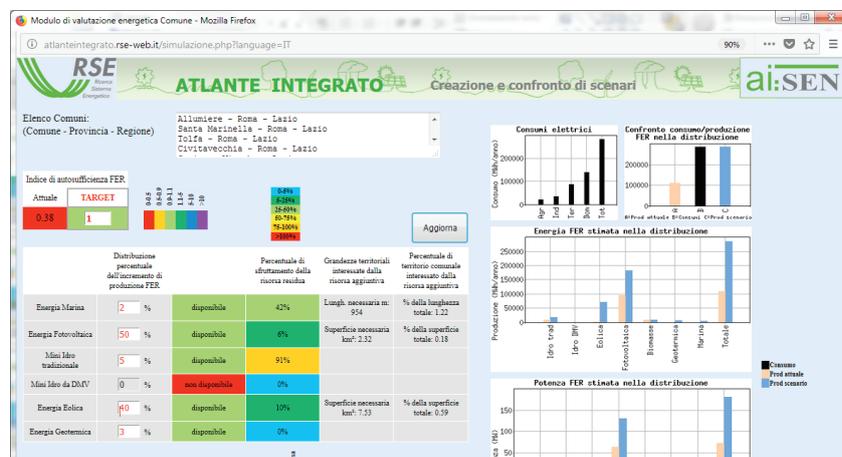


Fig. 4 Bilanciamento energetico integrale (arco annuale senza considerare la variabilità della fonte) di un'area comprendente alcuni Comuni dell'Alto Lazio

ad esempio *Power-to-Gas*, *Power-to-Heat*, *Power-to-Liquids*) e di trasportare grandi quantità di energia su lunghe distanze. Di contro, l'elettricità, contrariamente al calore, ai gas (es. idrogeno o metano), ai liquidi (biocombustibili) o ai solidi (biomasse), non è immagazzinabile direttamente in modo economicamente sostenibile in grandi quantità. Gli sviluppi futuri dell'atlante inte-

grato di RSE affronteranno i sistemi di conversione, gli accumuli e le reti energetiche complementari alla rete elettrica.

### Ringraziamenti

Il lavoro illustrato in questo articolo è stato condotto nel quadro della Ricerca di Sistema, finanziata dall'Accordo di Programma tra RSE ed il

Ministero dello Sviluppo Economico - DG MEREEN, stipulato in conformità con il DM 8 marzo 2006. Un particolare ringraziamento a Julio Alterach, Maria Gaeta, Elisabetta Garofalo, Fabio Lanati e Giuseppe Stella di RSE.

*Per saperne di più:*  
[michele.denigris@rse-web.it](mailto:michele.denigris@rse-web.it)

<sup>1</sup> Lo scenario BASE è diffusamente illustrato nella pubblicazione RSE Colloquia "Decarbonizzazione dell'economia italiana – Scenari di sviluppo del sistema energetico nazionale": <http://www.rse-web.it/colloquia/Decarbonizzazione-dell-rsquoeeconomia-italiana-ndash-Scenari.page>

<sup>2</sup> COM(2016) 761 final: Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-30-energy-efficiency-target>

<sup>3</sup> EU Reference Scenario 2016 - *Energy, Transport and GHG Emissions: trends to 2050*. Report prepared for the European Commission, DG Energy, DG Climate Action and DG Mobility and Transport. July 2016

<sup>4</sup> Gli emendamenti del Parlamento europeo, approvati il 17 gennaio 2018, alla proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (COM(2016)0761 – C8-0498/2016 – 2016/0376(COD)), portano l'obiettivo efficienza al -35%

<sup>5</sup> Emission trading scheme