



Munich Personal RePEc Archive

Energy efficiency: measurement and impacts

Travaglini, Giuseppe and Rugiero, Serena
Università di Urbino degli studi di Urbino Carlo Bo, Istituto
delle Ricerche Economiche e Sociali - IRES

24. September 2011

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/34520/>
MPRA Paper No. 34520, posted 04. November 2011 / 09:12

Efficienza Energetica in Italia Misurazioni e impatti

Serena Rugiero¹ e Giuseppe Travaglini²

(ultima versione 24 ottobre 2011)

(Per citare: capitolo estratto da *Rapporto IRES 2011*, su *L'efficienza Energetica in Italia*, in corso di stampa, ed. Ediesse, Roma)

¹ Coordinatore dell'Osservatorio Energia e Innovazione dell'IRES.

² Professore di Economia Politica, Università di Urbino "Carlo Bo", Facoltà di Economia, Dipartimento di Economia, Società e Politica (DESP), Via Saffi 42, 61029 Urbino (PU) Italy, giuseppe.travaglini@uniurb.it., homepage: http://works.bepress.com/giuseppe_travaglini/

Indice

Il contesto

1. L'efficienza energetica in Italia
 - 1.1 L'indice di intensità energetica.
 - Industria
 - Servizi
 - Trasporti
 - Consumi energetici per addetto
2. Efficienza energetica e ambientale in Italia
 - 2.1 Efficienza energetica e ambientale a confronto
3. Scomposizione dell'efficienza energetica: la contabilità ambientale
 - 3.1 Il ruolo della produttività del lavoro e degli investimenti
 - 3.2 I settori produttivi
4. Strumenti e obiettivi d'efficienza energetica in Italia
 - 4.1 Criticità sull'applicazione delle misure di efficienza e comparti prevalenti

Gli scenari: Una rassegna ragionata

5. Gli scenari di sviluppo d'efficienza energetica dell'ENEA
 - 5.1 Gli scenari di riferimento: crescita e consumi finali
 - 5.2 Emissioni di CO2
 - 5.3 L'impatto economico
6. Gli scenari di sviluppo d'efficienza energetica di Confindustria
 - 6.1 Efficientamento e crescita

Le nostre proiezioni

7. Le proiezioni dell'Osservatorio Energia e Innovazione
 - 7.1 La metodologia VAR
 - Riquadro 1: L'identificazione del VAR
 - 7.2 Gli scenari OEI
 - Riquadro 2: Shock e impatti
 - 7.3 Il settore Edilizio
 - 7.4 Il settore della Meccanica

Conclusioni

e alcune valutazioni dell'efficienza energetica per l'intera economia

Bibliografia essenziale

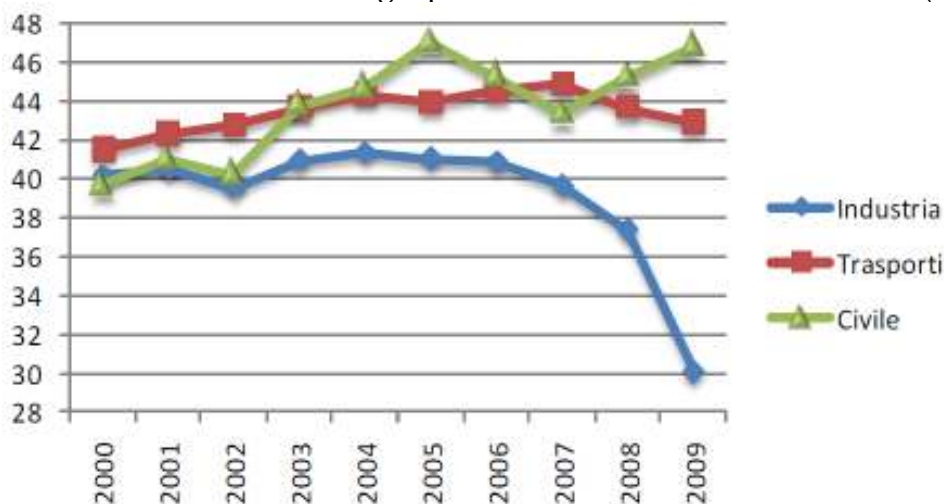
Il contesto

1. L'efficienza energetica in Italia

In Italia, la domanda di energia primaria nel 2009 è stata pari a 180.2 Mtep. Il mix della domanda per fonte conferma la specificità italiana rispetto alla media dei 27 paesi dell'Unione Europea relativamente al maggior ricorso a fonti petrolifere e gas (anche se in contrazione nell'ultimo anno), alle importazioni di energia elettrica (+11% nel 2009), all'uso crescente delle rinnovabili (+13% nel 2009), al ridotto impiego dei combustibili solidi, e alla mancanza di fonti nucleari.

Dal punto di vista dei consumi di energia, tra il 1990 ed il 2007 si è registrato un aumento del 19% del consumo primario e un incremento del 20.9% del consumo finale di energia. Nel 2009, ultimo dato disponibile, il consumo finale di energia si è attestato sui 133.2 Mtep, in flessione rispetto al quinquennio precedente. I dati disaggregati (figura 1) mostrano, tuttavia, che tra il 2000 ed il 2009, si è avuta una flessione dei consumi nell'industria (-20%); un ampliamento dei consumi nel settore civile (+3.5%), ed una contrazione contenuta dei consumi nel settore dei trasporti (-1.8%).

Figura 1. Consumi finali di energia per settore in Italia. Anni 2000-2009 (Mtep)



Fonte: Rapporto Enea (2010)

1.1 L'indice di Intensità Energetica.

La capacità del consumo di energia di trasformarsi in prodotto interno lordo si traduce nel concetto di *efficienza energetica*. Il metodo standard per quantificare l'efficienza energetica, per

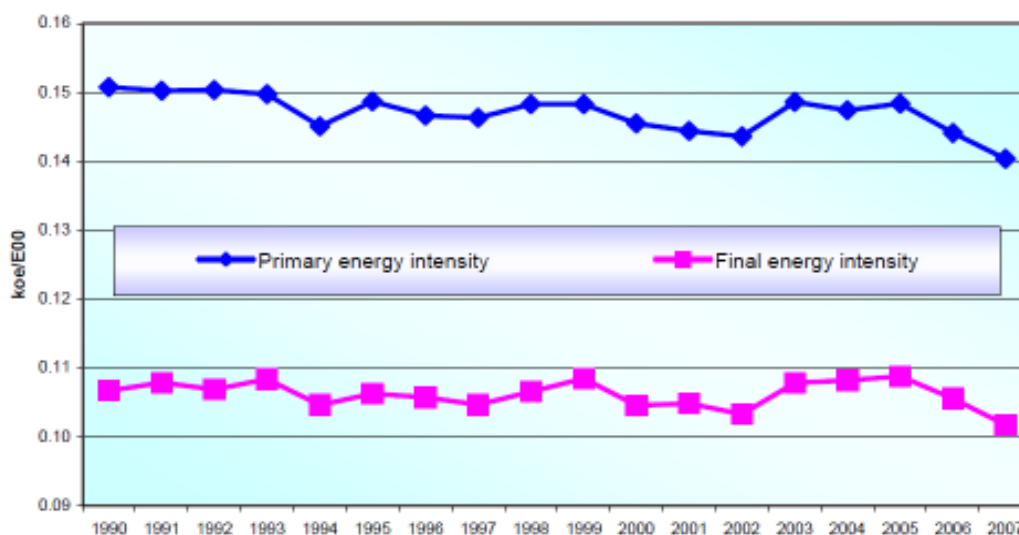
fonte e per settore, e nell'aggregato del sistema economico, è di confrontare l'andamento dei consumi di energia con quello del Pil, o del valore aggiunto nei comparti, attraverso la costruzione di un semplice rapporto. *L'indice di Intensità energetica Ce*:

$$Ce = \frac{\text{Consumi di energia}}{\text{Pil}}$$

quantifica questa incidenza, ed offre una misura dell'efficienza intesa come capacità delle unità di energia di contribuire alla creazione di un'unità di prodotto finale. L'indice *Ce* misura pertanto la produttività economica dell'unità di energia. Alte intensità di energia, e dunque bassa efficienza energetica, indicano un alto consumo (e relativo costo) del convertire l'energia in prodotto. Basse intensità di energia, e dunque alta efficienza, indicano un minore prezzo (e costo) del convertire l'energia in prodotto finale.

Come ogni altra variabile economica, il grado di efficienza energetica tende a variare al trascorrere del tempo. A queste variazioni contribuiscono i cambiamenti strutturali dell'economia, e del settore industriale in particolare, l'affermarsi di innovazioni ed il progresso tecnologico, i mutamenti dei prodotti e dei processi, e il cambiamento dei coefficienti tecnologici con cui gli input vengono combinati nella produzione. Quest'ultimo fenomeno è rilevante perché l'indice di efficienza energetica può migliorare (apparentemente) come conseguenza dell'impiego di prodotti semilavorati ad alto contenuto energetico acquistati all'esterno. In tal caso, l'indice di intensità energetica *Ce* è una misura distorta dell'efficienza, in quanto risente positivamente dell'importazione di beni semilavorati *energy intensive*, piuttosto che di un effettivo aumento della produttività dell'energia impiegata nel processo produttivo.

Figura 2. Intensità di energia in Italia (koe/Pil2005)

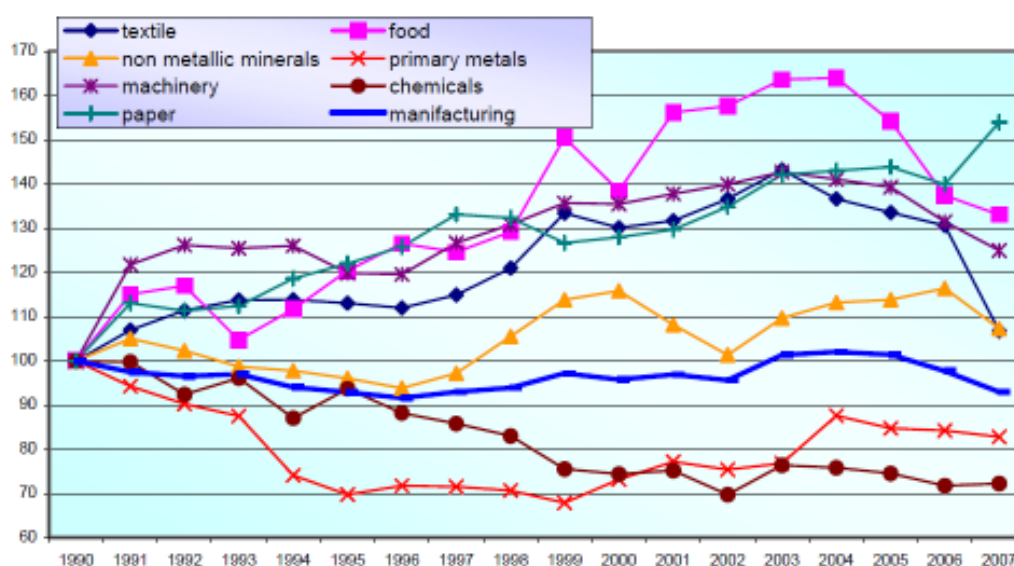


Fonte: Rapporto Odyssee 2009.

Detto ciò, la figura 2 illustra che, per l'Italia, gli indici di intensità energetica hanno sperimentato negli ultimi anni una tendenza generale al ribasso: a livello aggregato l'intensità di energia primaria si è ridotta del 6.9%, e l'intensità dell'energia finale ha registrato un decremento del 4.7%. Questa evoluzione si è particolarmente affermata nel triennio 2005-2007, e rappresenta una novità rispetto al quindicennio precedente. In effetti, l'intensità di energia primaria era rimasta sostanzialmente stabile tra il 1990 ed il 2005. Simile caratteristiche sono riscontrabili anche nel consumo d'energia finale (vi veda ancora la figura 2).

La riduzione dell'intensità energetica è il frutto congiunto dei diversi fenomeni e mutamenti tecnologici e normativi, e dell'evoluzione del consumo, che hanno caratterizzato lo sviluppo recente dell'economia italiana, riverberandosi sul grado di intensità energetica dei diversi comparti produttivi. Riassumiamo alcuni dei dati più significativi.

Figura 3. Intensità energetica nel manifatturiero (1990=100)



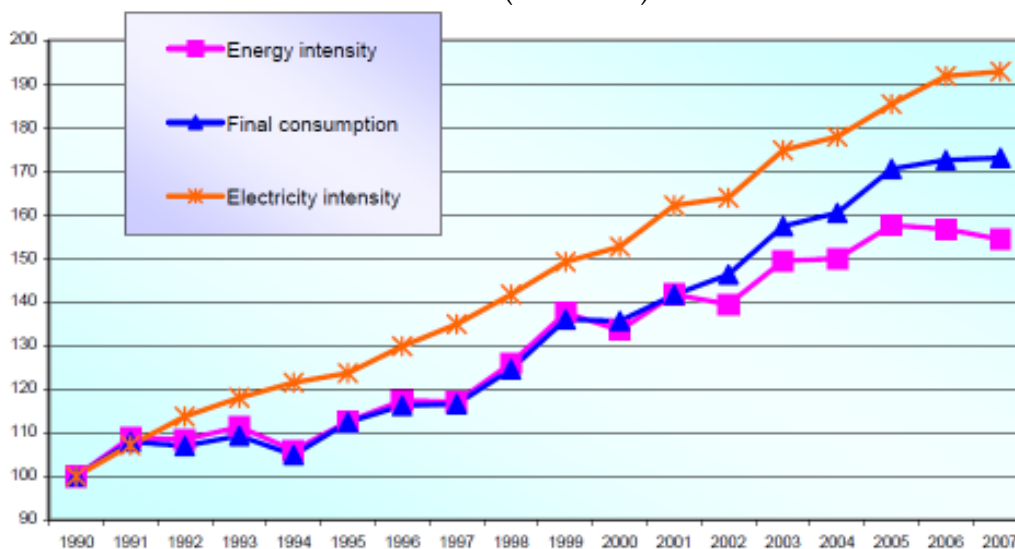
Fonte: Rapporto Odyssee 2009.

Industria. Negli ultimi anni il consumo di energia dell'industria italiana si è attestato intorno ai **39 Mtoe**, con una riduzione che ribadisce il trend decrescente dei consumi di energia industriali tra il 2000 ed il 2009. E' da notare che essendo l'indice di intensità energetica un rapporto, esso tende a ridursi anche in presenza di un consumo crescente quando il denominatore, misurato dal valore aggiunto, tende ad aumentare più velocemente. E' questo per esempio la trasformazione che ha caratterizzato la dinamica settoriale degli anni 2002-2007. Il 2007, ultimo anno disponibile della banca dati Odyssee, registra una riduzione nel consumo di energia nell'intero settore manifatturiero. I dati Enea, della figura 1, mostrano inoltre che questa evoluzione si è protratta fino al 2009. I dati Odyssee (Rapporto, 2009) offrono anche uno spaccato del contributo relativo dei singoli settori manifatturieri alla variazione dell'intensità energetica. Dal grafico della figura 3 emerge una contrazione dell'intensità energetica nel settore Tessile pari al 19%, e una riduzione del 6.2% in quello dei Minerali non Metalliferi. Una diminuzione equivalente nel consumo di energia si registra nel

comparto Agroalimentare. In diminuzione, ma con minore incisività, è anche quello Chimico. Stazionari appaiono, invece, in consumi nei rimanenti comparti industriali, a meno di quello Cartario che registra un incremento dell'intensità energetica dell'8.8%. Complessivamente, il dato aggregato del manifatturiero mostra che tra il 2005 ed il 2007 si è manifestata una minore intensità energetica pari a 7 punti percentuali.

Servizi. Durante l'ultimo quindicennio, un contributo crescente all'aumento dei consumi di energia è venuto, invece, dal Terziario. In questo comparto, che rappresenta ormai i 2/3 del valore aggiunto delle economie avanzate come quella italiana, si è sperimentato tra il 1990 ed il 2007 un aumento del 78% di consumi di energia. Nel 2007 l'energia consumata dai servizi ammontava a **16.4 Mtoe**. Nell'ultimo quinquennio si è però manifestata una inversione nella crescita del consumo rispetto al decennio precedente. Le principali fonti di energia del settore sono il gas e l'elettricità che coprono circa il 95% del consumo totale. Anche per questo comparto l'evoluzione dell'indice di intensità energetica segue quello dei consumi sia totali che di elettricità. La figura 4 ne illustra l'evoluzione temporale dal 1990. Due sono le caratteristiche dominanti: una sostenuta crescita dell'intensità tra il 1990 ed il 2004; un rallentamento generalizzato nella crescita degli indici a partire dal 2004, con un rallentamento per l'intensità elettrica (-3.2% fino al 2007).

Figura 4. Intensità energetica, intensità elettrica e consumi finali nel Terziario (1990=100).

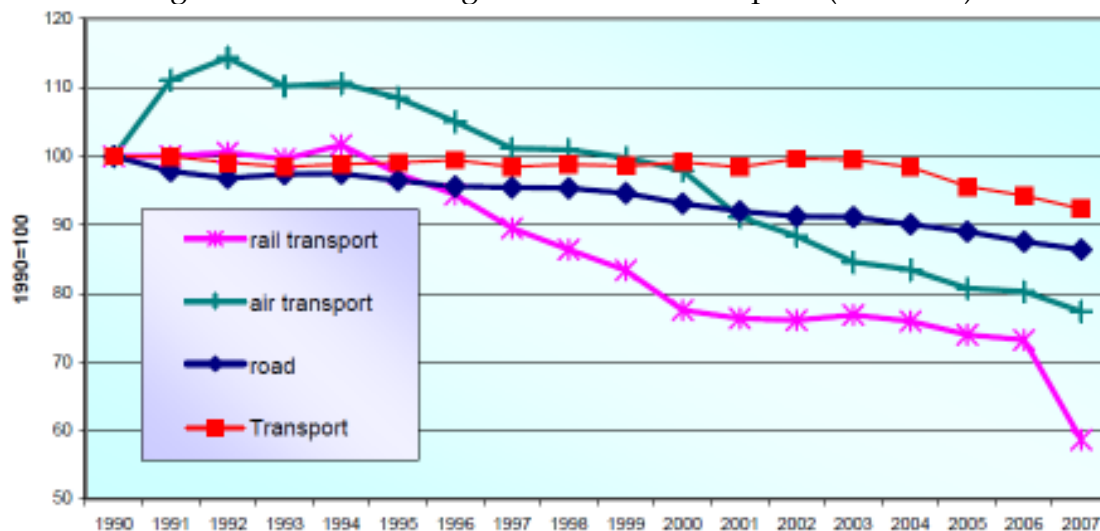


Fonte: Rapporto Odyssee 2009.

Trasporti. Nel 2007 il consumo di energia nel settore dei trasporti era pari a **45.3 Mtoe** in crescita dello 0.8% rispetto all'anno precedente. Complessivamente, il consumo del comparto risulta in crescita del 31.9% nel periodo 1990-2007, anche se in lieve rallentamento nell'ultimo quinquennio. Il Trasporto su strada assorbiva nel 2007 circa l'88% del consumo di energia, mentre il restante si distribuiva tra trasporto aereo e ferroviario. E' importante ricordare che in Italia il trasporto su strada è la principale modalità di movimentazione delle merci. Questa forma di trasporto è in continua espansione e copre circa il 90% dei trasporti totali di merci.

Similmente, il 90% delle persone utilizza il trasporto stradale, di cui l'80% impiega macchine private. Il petrolio copre la quasi totalità del fabbisogno del settore trasporti, con una progressiva sostituzione della benzina con il gasolio, e in parte residuale con il GPL. L'intensità energetica nel settore trasporti (figura 5) si è ridotta durante l'ultimo ventennio con guadagni sensibili di efficienza energetica. L'indice medio di efficienza dei Trasporti era pari a 92.3 nel 2007, con un 7.7% di miglioramento tra il 1990 ed il 2007.

Figura 5. Intensità energetica nel settore trasporti (1990=100).



Fonte: Rapporto Odyssee 2009.

Consumi energetici per addetto. Il rapporto tra consumo di energia e numero di occupati, costituisce un ulteriore indice di efficienza energetica che quantifica l'ammontare di energia utilizzata in media nel processo produttivo da ogni singolo lavoratore. A livello settoriale, questo rapporto è cresciuto nel settore "Materiali da Costruzione Vetro e Ceramica", dove negli ultimi quindici anni sono intervenuti cambiamenti nei processi, prodotti e modalità produttive, con significative innovazioni che hanno ridotto in termini relativi l'apporto degli addetti per unità di prodotto. L'incremento si è manifestato più intensamente prima del 1995, mentre successivamente la dinamica si è stabilizzata.

Per la Chimica e Petrolchimica tra il 1990 ed il 2007 si è manifestata una sostanziale stabilità nei valori del consumo per addetto, con un picco nel 1995, che segnala una subentrata fase di stagnazione del settore in termini di innovazioni, tali da modificare i rapporti tecnologici tra i fattori produttivi. Anche per la Metallurgia si registra una stabilità degli indici di intensità energetica per addetto, anche se in leggera tendenza al calo.

Diversa è la situazione del settore Cartario, dove i consumi per addetto sono aumentati in modo significativo, quasi raddoppiando. Questa evoluzione è sintomo di mutamenti tecnologici che hanno accresciuto i consumi specifici di energia, soprattutto elettrica, e di conseguenza diminuito l'apporto del lavoro, soprattutto non qualificato.

Infine, per i restanti settori industriali, dopo un calo dal 1990 al 1995 dei consumi di energia per addetto, si è avuta una leggera tendenza alla crescita, ma con valori decisamente contenuti. Si tratta di settori a forte presenza di piccola e media impresa, dove il fattore lavoro

mantiene una netta predominanza rispetto al fattore energia, con scarse automazioni e innovazioni in genere.

2. Efficienza energetica e ambientale in Italia

Il tema dell'efficienza *energetica* è strettamente connesso a quello dell'efficienza *ambientale*, ossia al tema dello sviluppo sostenibile e alla tutela dell'ambiente. In questa prospettiva, il concetto di efficienza energetica deve essere esteso non solo per comprendere i valori economici della produzione e dello scambio, ma anche quelli ambientali, considerando le pressioni che le attività produttive e il consumo esercitano sulle risorse naturali. Ad ogni attività economica è connessa l'emissione di inquinanti come i gas a effetto serra, i metalli pesanti e le polveri (particolato), che incidono negativamente sulla qualità della vita e dell'ambiente. Dunque, una valutazione complessiva dell'efficienza energetica richiede di quantificare non solo i costi e i benefici economici diretti connessi all'uso dell'energia, ma anche quelli ambientali e indiretti (le così dette esternalità negative) associati alla produzione e al consumo.

Tra tutte le emissioni inquinanti l'anidride carbonica (CO₂) è riconosciuta come la principale causa del *Global Warming*, costituendo l'85% dei gas serra. A livello planetario, secondo le stime al 2007 dell'International Energy Agency (IEA), agli attuali trend di crescita senza interventi correttivi, la CO₂ aumenterà del 45% entro il 2030, dai 28 miliardi di tonnellate del 2006, ai 41 del 2030. Sempre l'IAE stima, per lo stesso periodo, come ulteriore conseguenza, un aumento di 6 °C del livello medio della temperatura mondiale.

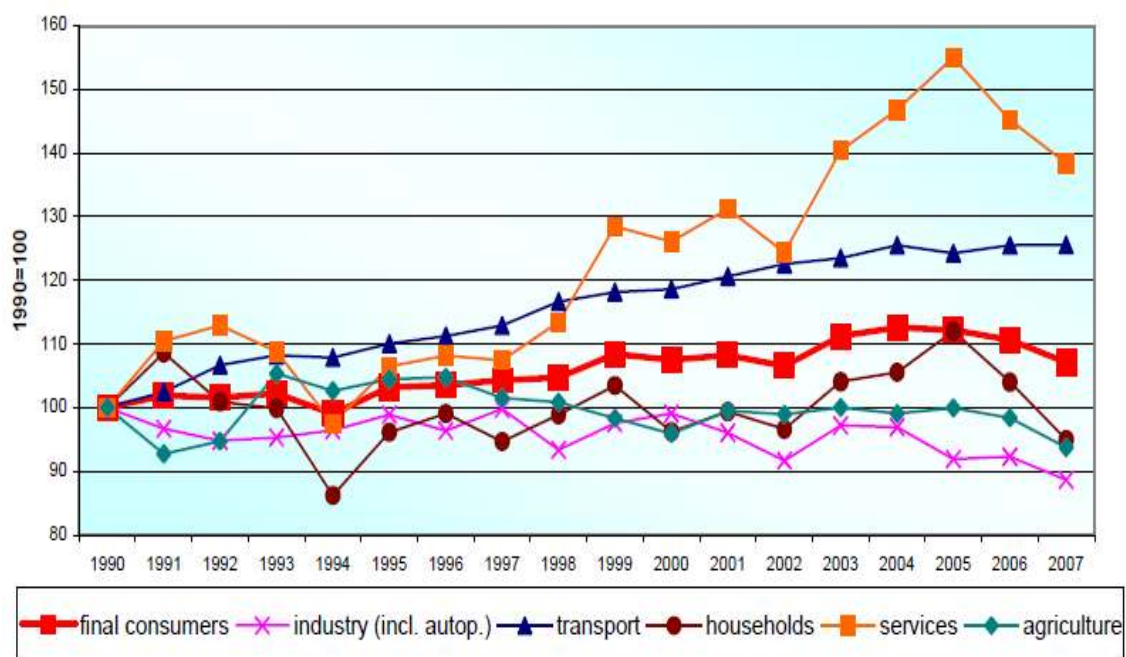
L'Unione Europea ha recepito queste preoccupazioni, e già dalla metà degli anni Novanta ha posto in essere interventi normativi a tutela della qualità dell'ambiente e per il miglioramento dell'efficienza energetica, valutando che, per i Paesi europei, fosse tecnicamente ed economicamente possibile ridurre il consumo d'energia e, contestualmente, contenere l'emissione di CO₂ nell'atmosfera. A tal fine, la sottoscrizione del Protocollo di Kyoto (1997) ha impegnato l'Unione Europea a ridurre le emissioni di CO₂ dell'8% entro il 2012, rispetto al livello del 1990.

Per successivi passi si è, infine, giunti nel mese di dicembre del 2008, all'approvazione del Pacchetto clima-energia in cui il Consiglio Europeo ha reso vincolante gli obiettivi in campo energetico che l'Unione Europea si è data per l'anno 2020: ridurre del 20% le emissioni di gas serra rispetto ai valori del 1990; e aumentare al 20% il consumo energetico da fonti di energia rinnovabile. Per l'Italia la quota stabilita delle fonti rinnovabili sul totale dei consumi di energia primaria è pari al 17%, vale a dire a circa 28 Mtep di energia da rinnovabili, pari a tre volte l'attuale livello. (Il Pacchetto clima-energia è stato tradotto nella Direttiva 2009/28/CE approvata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio Europeo il 23 aprile 2009). Inoltre, la stessa Direttiva assume l'obiettivo *non* vincolante di accrescere del 20% il risparmio energetico. Tuttavia, anche se quest'ultimo obiettivo non è stato assunto in maniera stringente dai Paesi membri, esso rappresenta un valore critico di riferimento che dovrà, di fatto, essere rispettato per centrare gli obiettivi e la sostenibilità ambientale al 2020.

Nella figura 6 sono rappresentati gli andamenti delle emissioni di CO₂ in Italia, per settore produttivo e per le famiglie. Tra il 1990 ed il 2007, i dati Odyssee registrano una

crescita delle emissioni del 7.1%, con una inversione di tendenza solo nell'ultimo quadriennio (-4.9%). Come è facile desumere dal grafico della figura 6 il dato aggregato di lungo periodo è strettamente condizionato dalle emissioni del settore trasporti e dai servizi, ed è anche influenzato dalle fasi cicliche dell'economia.

Figura 6. L'emissioni di CO2 per settore (1990=100)



Fonte: Odyssee (2009)

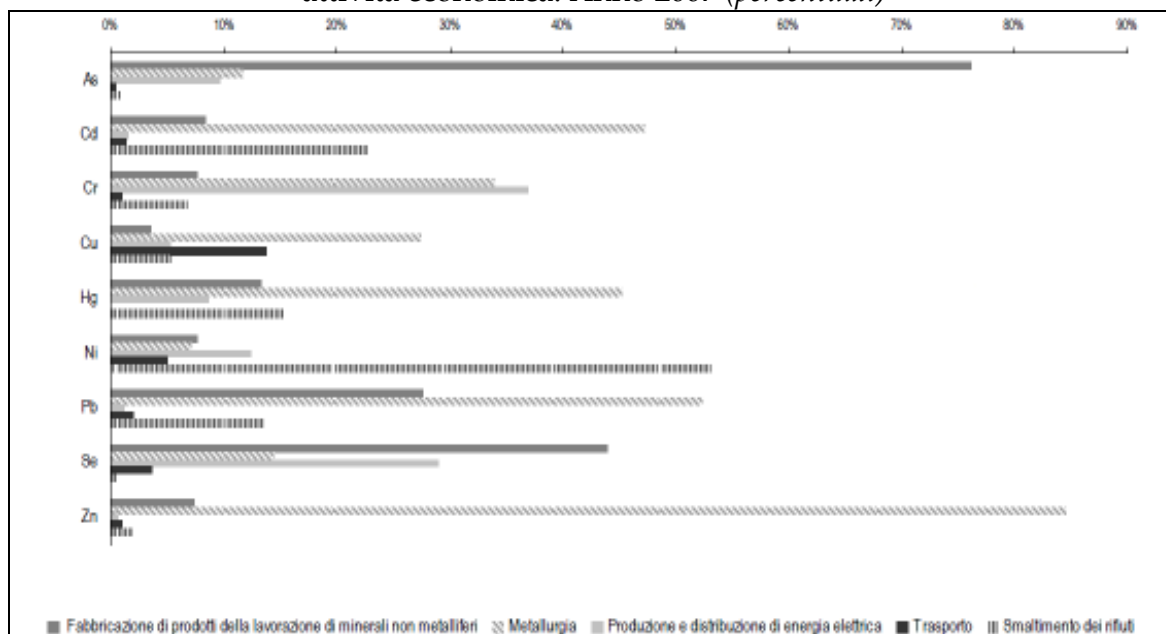
L'Istat rende disponibili i dati sulle emissioni inquinanti nazionali riferiti agli anni 1990-2007, calcolate attraverso il Conto Economico Nazionale Integrato con i Conti Ambientali (contabilità Namea). Le serie storiche includono 19 inquinanti, oltre l'anidride carbonica tra cui l'ozono, il particolato, le sostanze acidificanti, e i metalli pesanti.

Dall'analisi dei dati della figura 7 emerge che tra i settori produttivi italiani, le Attività Manifatturiere sono le principali fonti di emissione per i gas ad effetto serra con il 28% delle emissioni (soprattutto CO₂), e per il particolato PM₁₀ e PM_{2.5} (polveri). La Metallurgia e la Lavorazione di Minerali non metalliferi costituiscono la principale causa di emissione per i Metalli pesanti.

L'Agricoltura caccia e silvicoltura contribuiscono per il 42% alle emissioni di sostanze acidificanti per l'uso di concimi organici, ed è anche una fonte importante di particolato per l'uso di combustibili e l'incenerimento di rifiuti agricoli.

Dalla Produzione e Distribuzione di Energia elettrica di Gas e di Calore deriva il 26% di emissioni di gas ad effetto serra (soprattutto CO₂). Il Trasporto contribuisce alla formazione dell'ozono troposferico (12%) e del particolato (11% del PM₁₀ e 13% del PM_{2.5}). Lo Smaltimento dei Rifiuti delle Acque di Scarico e Simili contribuisce in maniera rilevante alle immissioni di metalli pesanti come il nichel (53% del totale) del cadmio (23%) del mercurio 25% e del piombo (14%).

Figura 7. Emissioni delle attività produttive per inquinante e attività economica. Anno 2007 (percentuali)



Fonte: Istat, Namea 2007.

2.1 Efficienza energetica e ambientale a confronto

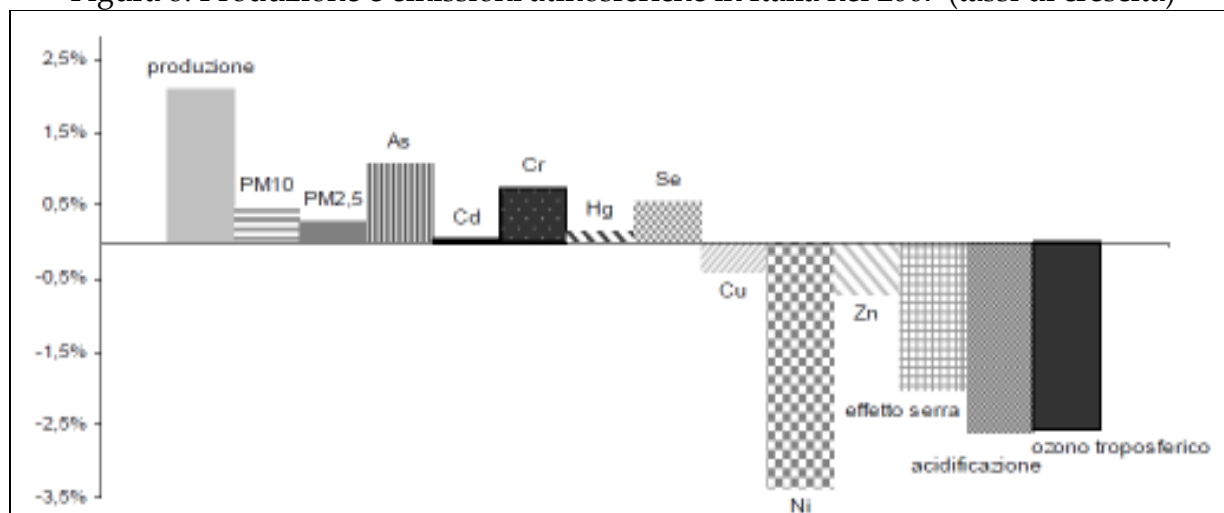
Nel corso degli ultimi anni l'obiettivo delle Istituzioni, nazionali e internazionali, è stato quello di sostenere la crescita economica minimizzando l'impatto che la produzione e l'uso d'energia, e le attività economiche, hanno sull'ambiente. Il concetto di "dissociazione" (*decoupling*) tra crescita economica e pressione ambientale è diventato il cardine per la valutazione dell'impatto ambientale dell'attività economica, e delle politiche a favore all'ambiente. Il caso più favorevole di *decoupling assoluto* si verifica in presenza di un tasso di crescita del prodotto positivo, e pressione ambientale in diminuzione o stabile; si ha invece *decoupling relativo* qualora la pressione ambientale sia anch'essa in aumento, ma in misura inferiore alla crescita del prodotto aggregato.

Il concetto di efficienza energetica può, dunque, essere esteso al fine di includere anche le questioni relative all'impatto ambientale. In questa prospettiva, la valutazione dell'intensità energetica deve offrire anche informazioni (stima) circa la quota delle risorse ambientali che contribuiscono ai guadagni di efficienza, ma che implicano una forma di esternalità negativa a carico dell'ambiente.

La figura 8 (Rapporto Istat Namea 2007) esemplifica come in Italia il tasso annuale di crescita della produzione aggregata (a prezzi base) per l'anno 2007 si sia associato ad un aumento contenuto dell'emissione di particolato, e di alcuni metalli pesanti (arsenico, cadmio, cromo, mercurio e selenio) e con una riduzione delle emissioni per altri metalli pesanti (rame, nichel e zinco), oltre che per i gas ad effetto serra, le sostanze acidificanti e gli inquinanti che contribuiscono alla formazione di ozono troposferico.

È da notare che nel lungo periodo emerge per l'economia italiana un *decoupling assoluto* per i gas che contribuiscono al fenomeno della acidificazione e alla formazione di ozono e per il particolato, mentre per i metalli pesanti si registra un andamento classificabile come *decoupling relativo*.

Figura 8. Produzione e emissioni atmosferiche in Italia nel 2007 (tassi di crescita)



Fonte: Istat

La dinamica della produzione e delle emissioni per i singoli settori produttivi mette in luce livelli di *decoupling* differenziati e talvolta di segno diverso. Nel caso dell'agricoltura, caccia e silvicoltura, si registra un lieve incremento del valore della produzione (pari a circa lo 0.5 per cento) a fronte del quale aumentano del 2 per cento le emissioni di sostanze acidificanti e si riducono le emissioni di particolato nella misura dell'1 per cento per il PM_{10} e del 4 per cento per il $PM_{2,5}$.

Per il settore Manifatturiero, a fronte di un incremento del 2.8 per cento della produzione nel 2008, aumentano anche se in minor misura le emissioni di sostanze acidificanti (1.7%) e le emissioni di gas che contribuiscono alla formazione di ozono troposferico (poco più dello 0.5%), mentre diminuiscono i gas serra (-1.4 per cento) e il particolato (-2 per cento sia PM_{10} e $PM_{2,5}$). Tra il 1990 ed il 2007, si registra un livello di dissociazione tra crescita economica ed emissioni nettamente più elevato per i gas che contribuiscono al fenomeno della acidificazione e alla formazione di ozono troposferico e per il particolato, piuttosto che per i gas ad effetto serra.

3. Scomposizione dell'efficienza energetica: la contabilità ambientale

E' utile fare ricorso ai modelli di contabilità ambientale, noti come *IPAT* ed *ImPACT*, per formalizzare questo criterio "esteso" di efficienza energetica.

L'identità *IPAT* assume che gli inquinanti (denominati impatti I) emessi dalla produzione siano il combinato di componenti demografiche, economiche e tecnologiche. In

quanto segue analizziamo il caso della dell'anidrite carbonica CO₂ principale componente dei gas serra. Poniamo, quindi, $I=CO_2$.

La CO₂ immessa nell'atmosfera può essere decomposta in tre variabili ad essa organiche: (1) la popolazione (P) residente nel paese oggetto di analisi, che approssima la dimensione dell'economia; (2) il reddito procapite dei residenti ($A=Pil/P$), da cui dipende la composizione ed il livello della produzione e dei consumi; (3) un indice tecnologico T di *Impatto ambientale* definito dal rapporto tra le immissione dell'inquinante (CO₂) con il Pil. Dunque, $T=I/Pil$. Sinteticamente possiamo scrivere:

$$I = P \times \frac{Pil}{P} \times \frac{I}{Pil} \equiv P \times A \times T \quad (IPAT)$$

L'identità *IPAT* è una rappresentazione delle forze attive che operano dietro i cambiamenti ambientali. Anche se la relazione *IPAT* è una identità, essa ha una chiara implicazione. Le tre componenti P, A e T sono tra loro connesse. Perciò se nel lungo periodo A cresce mentre le variabili P e T rimangono costanti, non è corretto concludere che la variazione degli impatti I, ovvero nel nostro esempio della CO₂, sia riconducibile solamente da A, in quanto P e T, anche se immutati, *scalano* gli effetti del cambiamento di A.

In questa scomposizione non appaiono però variabili direttamente riconducibili all'efficienza energetica. Tuttavia, l'efficienza energetica può essere isolata all'interno della relazione *IPAT* scomponendo, ulteriormente, il coefficiente tecnologico T di impatto ambientale in due contributi distinti: la componente di *Intensità Energetica* C_e ($C_e=E/Pil$), e l'indice *TT* di *Efficienza Ambientale* definito dal rapporto tra l'inquinante I ed il consumo di energia E, ossia $TT=I/E$. Formalmente, possiamo scrivere $T = C_e \times TT = \frac{E}{Pil} \times \frac{I}{E}$; e sostituendo questa relazione nell'identità *IPAT* si ottiene:

$$I = P \times A \times C_e \times TT$$

$$I = P \times \frac{Pil}{P} \times \underbrace{\frac{E}{Pil} \times \frac{I}{E}}_T \quad (ImPACT)$$

Quest'ultima espressione viene denominata nella letteratura identità *ImPACT*. Tale scomposizione consente di guardare separatamente ai fattori che danno luogo ad una data emissione inquinante a parità di Pil.

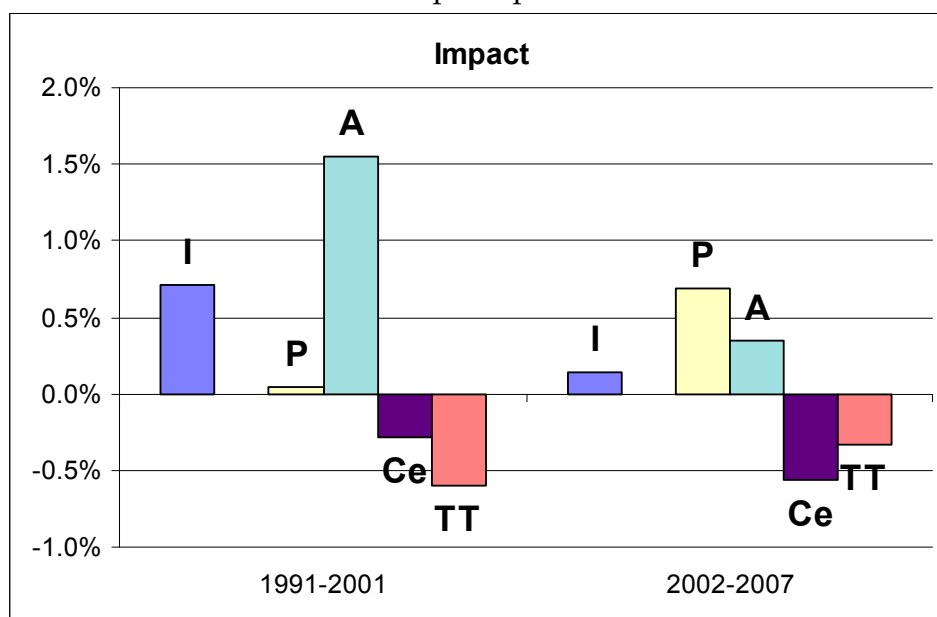
In questa nuova veste l'*efficienza energetica* C_e determina l'evoluzione di T insieme all'indice di *efficienza ambientale* TT. Anche per queste due variabili vale la considerazione precedente circa la relazione di interdipendenza che le lega. Si definisce *dematerializzazione* la riduzione dell'intensità energetica C_e , ossia l'aumento della produttività dell'energia. Si parla invece di maggiore efficienza ambientale quando l'indice TT diminuisce, poichè rallenta l'immissione di inquinante per unità di energia utilizzata.

Dal punto vista dell'efficienza energetica, è utile invertire l'identità *ImPACT* ottenendo la seguente espressione

$$\frac{E}{Pil} = \frac{I}{P} \times \frac{P}{Pil} \times \frac{E}{I}$$

In questa forma, l'indice di intensità energetica $Ce = E/Pil$ dipende dalle medesime variabili che influenzano gli impatti ambientali. Più precisamente, Ce è interpretabile come il risultato della combinazione di tre fattori: l'inquinamento procapite (I/P), il reciproco del prodotto procapite (P/Pil) e il consumo di energia per unità di inquinante (E/I) che è una misura di efficienza tecnologica nell'uso d'energia. Oltre ciò, da questa riscrittura dell'identità *ImPACT*, emerge che un minore Pil procapite, ossia l'aumento del suo reciproco P/Pil , tende a peggiorare l'efficienza energetica perché riflette la minore produttività dell'energia impiegata nel processo produttivo. Perciò l'identità *ImPACT* cattura le trasformazioni di breve periodo (congiuntura), e di lungo periodo (strutturali), che influenzano il flusso di emissioni inquinanti e la dinamica dell'efficienza energetica.

Figura 9. Scomposizione *ImPACT* della CO2 per l'intera economia. Tassi medi annui per il periodo 1990-2007.



Fonte: Nostre elaborazioni su dati Namea (Istat)

La figura 9 esemplifica la scomposizione *ImPACT* applicata alla CO2 per l'intera economia italiana, tra il 1991 ed il 2007. L'analisi dei due sottoperiodi, 1991-2001 e 2002-2007, rivela significativi cambiamenti in termini di efficienza energetica ed ambientale. Emerge che la diminuzione dell'emissione di CO2 (l'impatto I) è da ricondurre alla crescita dell'efficienza energetica (l'intensità Ce passa in media annua da -0.28% a -0.58%), e ad un contributo positivo dell'efficienza ambientale TT, sebbene in rallentamento nell'ultimo quinquennio

rispetto al decennio precedente (TT passa in media annua da -0.60% a -0.33%). La riduzione di Ce è ciò che denominiamo *dematerializzazione*. Il rallentamento nella diminuzione di TT è invece un andamento classificabile come *minore efficienza ambientale relativa*.

La scomposizione *ImPACT* ci offre, infine, l'informazione aggiuntiva che la decelerazione nel tasso medio di crescita della CO2 è anche strettamente connessa al rallentamento congiunturale dell'attività economica quantificata dal tasso medio di crescita del reddito pro capite A (in media annua da 1.51% a 0.34%).

3.1 Il ruolo della produttività del lavoro e degli investimenti

La precedente scomposizione lascia aperta un'ultima questione relativa al ruolo della produttività del lavoro e degli investimenti in capitale fisso nell'influenzare l'efficienza energetica e quella ambientale, e dunque le emissioni inquinanti.

Per indagare questo aspetto presentiamo una nostra scomposizione che offre ulteriori indicazioni circa i cambiamenti economici, tecnologici e ambientali che promuovono o rallentano le emissioni inquinanti. In formula, possiamo riscrivere la scomposizione *ImPACT* nel seguente modo:

$$I = P \times \underbrace{\frac{Pil}{Occup} \times \frac{Occup}{P}}_{A=PIL/P} \times \frac{E}{Pil} \times \underbrace{\frac{K}{E} \times \frac{I}{K}}_{TT=I/E} \quad (\text{Augmented ImPACT})$$

$$I = P \times Al \times Ol \times Ce \times Ke \times Tk$$

e denominiamo questa relazione *Augmented ImPACT*. Nella figura 10 sono rappresentati con istogrammi i tassi di variazione delle sei variabili in cui abbiamo scomposto la CO2.

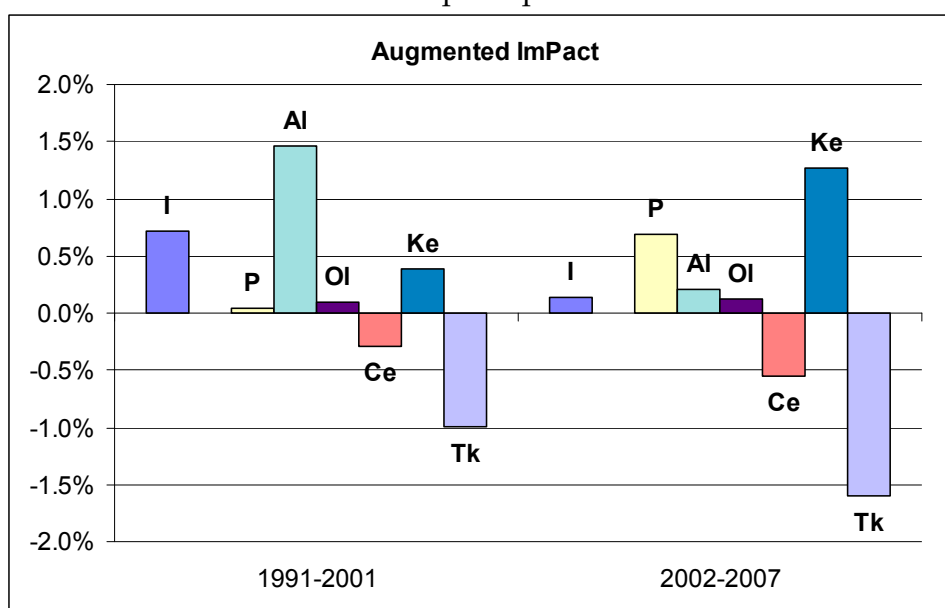
La variabile Al misura la produttività del lavoro, mentre la Ol è il tasso di occupazione, misurato dalla frazione di popolazione attiva che è impiegata. Dal confronto tra i due periodi emerge che in Italia si è registrato, tra il 1991 ed il 2007, un fenomeno di *decoupling relativo* tra le emissioni di CO2 e l'occupazione, pur in presenza di una forte contrazione della produttività. Difatti, quest'ultima passa da un tasso medio di crescita di 1.46% del 1991-2001, a un più basso 0.21% del periodo 2002-2007. Il contributo del lavoro è stato invece positivo con un contributo medio annuo crescente (passa dallo 0.07% allo 0.19%).

Vediamo ora le altre variabili. Come abbiamo già detto la *dematerializzazione* di Ce manifesta il crescente grado di efficienza energetica del sistema economico italiano. Questa dinamica favorevole per il complesso dell'economia italiana trova conferma nei tassi di variazione di Ke e Tk , che misurano rispettivamente il *coefficiente tecnologico* capitale-energia, e il grado di *efficienza tecnologica* dei macchinari e degli impianti impiegati nel processo produttivo. Dall'analisi della figura 10 emerge perciò che dall'inizio degli anni Novanta in poi si è assistito, per il complesso dell'economia italiana, ad un aumento del coefficiente tecnologico capitale-energia, e dunque ad uno spostamento del sistema italiano verso produzioni *energy saving*.

Il tasso di variazione di Ke cresce, difatti, da 0.39% in media annua del periodo 1991-2001, all'1.27% del quinquennio 2002-2007. Si registra perciò un *decoupling assoluto* tra le emissioni di CO2 e lo stock di capitale, poiché la crescita del rapporto capitale-energia si è manifestata in concomitanza di una pressione ambientale in diminuzione.

L'indice Tk , misura, invece, l'efficienza ambientale dello stock di capitale, cioè quante emissioni di inquinante sono associate ad una unità di capitale. Tk registra variazioni negative (da -0.99% a -1.60%), segnalando perciò la presenza di un profilo decrescente delle emissioni per unità di capitale impiegato; una contrazione dell'impatto ambientale riconducibile al capitale fisico e alle tecnologie.

Figura 10. Scomposizione *Augmented Impact* della CO2 per l'intera economia. Tassi medi annui per il periodo 1990-2007



Fonte: Nostre elaborazioni su dati Namea (Istat)

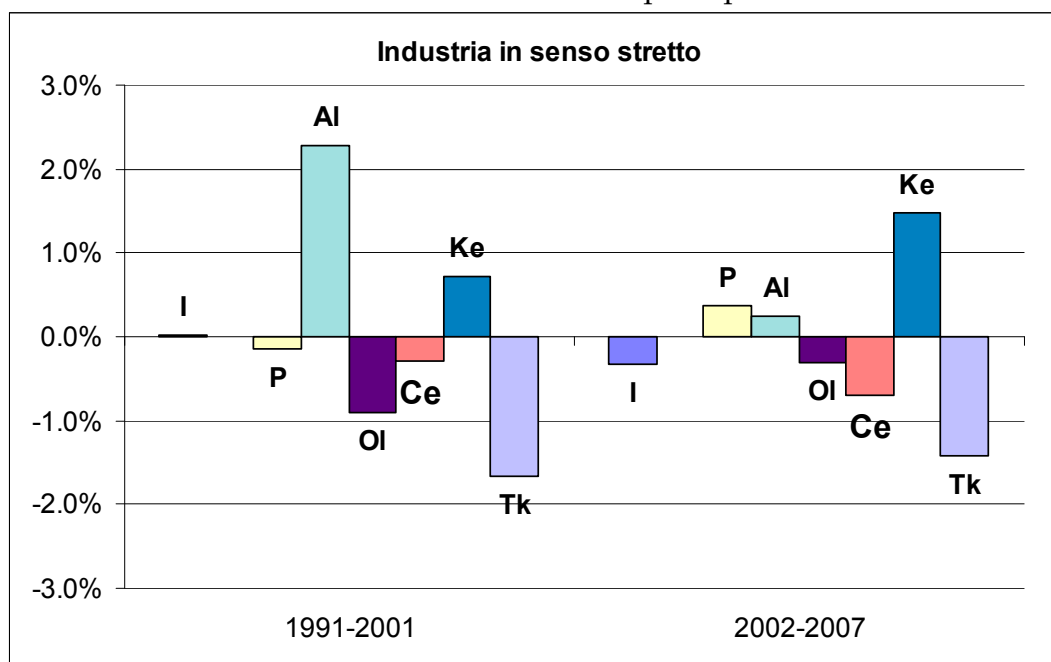
3.2 I settori produttivi.

Il profilo dinamico della variazione aggregata dell'efficienza energetica della figura 10 è ovviamente il risultato medio ponderato dei mutamenti registrati nei singoli comparti produttivi. E questi possono divergere, in maniera assoluta o relativa, dalla dinamica aggregata.

Le figure 11-14 illustrano le scomposizioni della emissione di CO2 per alcuni settori produttivi. Anche queste elaborazioni settoriali sono condotte utilizzando i dati Namea 2007. E' da notare che il Pil viene sostituito dal valore aggiunto (reale, ai prezzi base del 2000); l'occupazione, lo stock di capitale, le emissioni e il consumo di energia sono quelli rilevati attraverso l'indagine Istat dei singoli comparti. I dati Namea sono completati con quelli della Contabilità Nazionale per il periodo 1990-2007.

L'industria in senso stretto (figura 11) presenta una scomposizione che coincide sostanzialmente con la media dell'intera economia nazionale. La principale differenza risiede nel contributo decrescente dell'occupazione che è complessivamente diminuita tra il 1991 ed il 2007. Si manifesta una tendenza generale al *decoupling relativo* tra produttività del lavoro (in rallentamento) ed i temi dell'efficienza energetica e ambientale.

Figura 11. Scomposizione *Augmented ImPACT* della CO2 per l'Industria in senso stretto italiana. Tassi medi annui per il periodo 1990-2007



Fonte: Nostre elaborazioni su dati Namea (Istat)

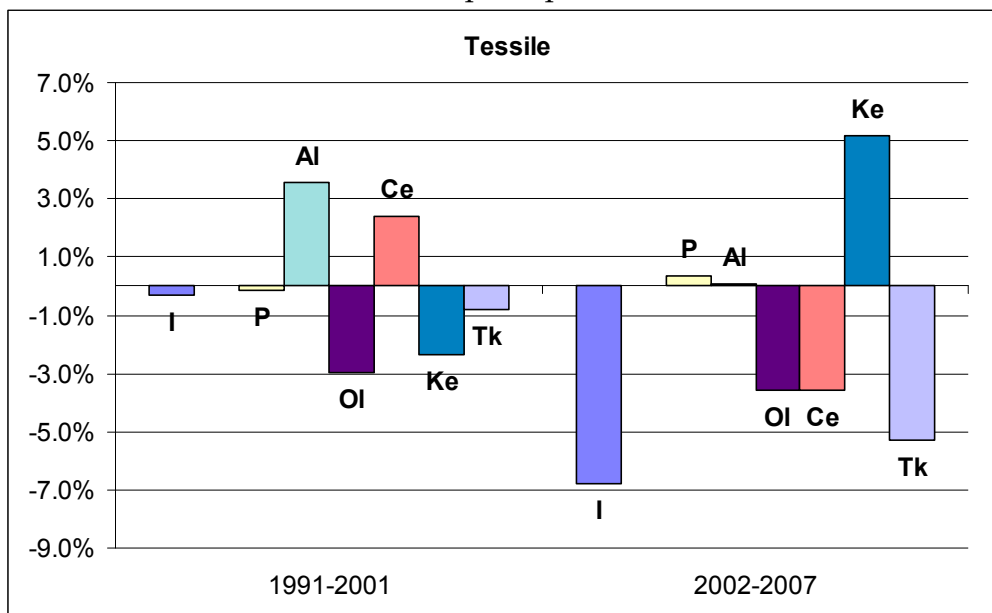
La dinamica del comparto Tessile (figura 12) è influenzata dal suo sostanziale ridimensionamento nazionale. Tuttavia, dall'analisi del Tessile si evidenzia uno spostamento verso produzioni *energy saving* (*Ke* cresce), con variazioni negative dell'emissione di Co2 (-6.8% nell'ultimo quinquennio), che segnalano un mutamento in corso dei processi tecnologici. Questo cambiamento si accompagna al miglioramento dell'efficienza tecnologica *Tk*, e di quella energetica *Ce* dove l'indice di intensità energetica è in netta contrazione (variazioni negative in media annua nel periodo 2002-2007 superiori al 3%).

Dalla scomposizione settoriale sembra, invece, che l'efficienza energetica diminuisce nel comparto Chimico e Petrolchimico (figura 13), dove si passa da tassi di crescita negativi dell'intensità energetica *Ce* a variazioni positive, per quanto modeste. Questa evoluzione si accompagna ad un netto peggioramento della produttività, ad un rallentamento del tasso di crescita di *Ke*, mentre il valore negativo del tasso medio annuo di *Tk* sull'ultimo quinquennio segnala ancora il miglioramento dell'efficienza tecnologica riconducibile alle tecnologie impiegate.

Infine, l'analisi del comparto dei Servizi (figura 14) conferma l'inefficienza economica, energetica e ambientale associate tradizionalmente a questo settore economico. Tutti gli indici della scomposizione sono in peggioramento, con un deciso aumento delle immissioni di Co2.

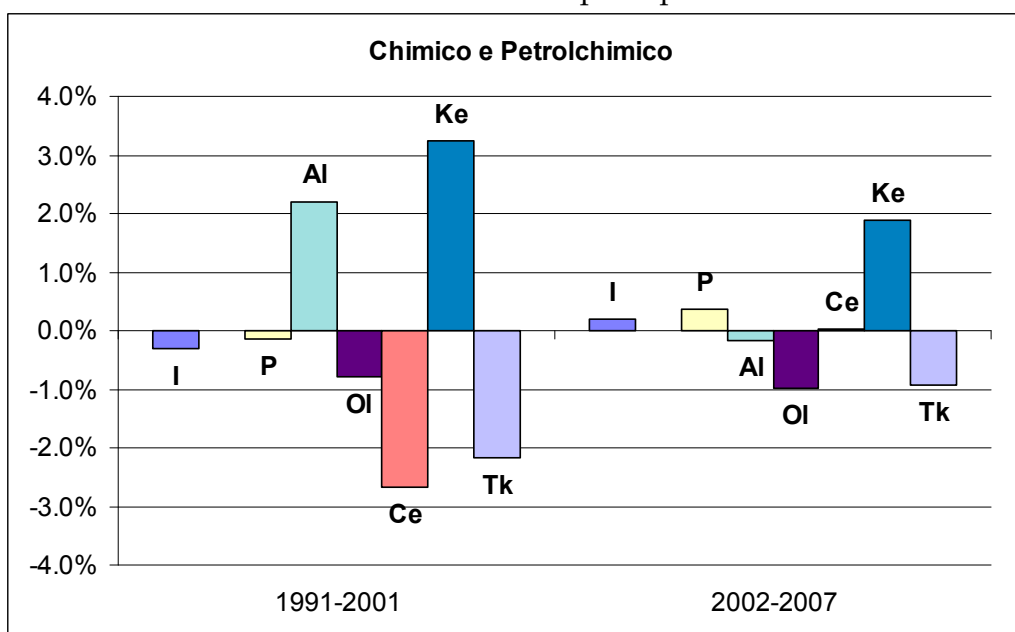
Il peggioramento economico (Al), energetico (Ce), tecnologico (Ke) e ambientale (Tk) configurano questo settore come una vera e propria emergenza nazionale.

Figura 12. Scomposizione *Augmented ImPACT* della CO2 per il Tessile italiano. Tassi medi annui per il periodo 1990-2007



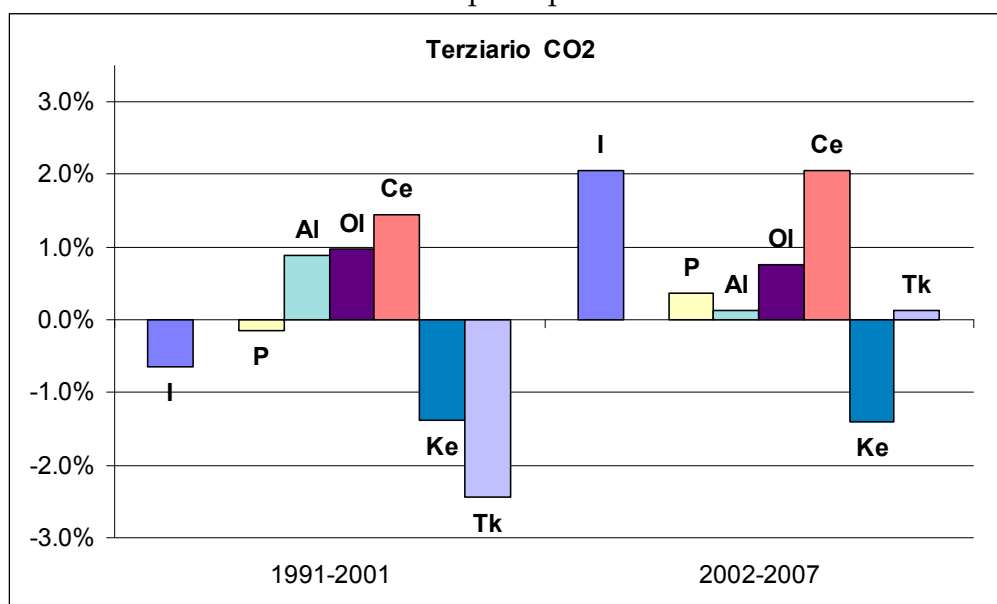
Fonte: Nostre elaborazioni su dati Namea (Istat)

Figura 13. Scomposizione *Augmented ImPACT* della CO2 per il Chimico e Petrochimico. Tassi medi annui per il periodo 1990-2007



Fonte: Nostre elaborazioni su dati Namea (Istat)

Figura 14. Scomposizione *Augmented ImPACT* della CO2 per il Terziario.
Tassi medi annui per il periodo 1990-2007



Fonte: Nostre elaborazioni su dati Namea (Istat)

4. Strumenti e obiettivi d'efficienza energetica in Italia

L'efficienza energetica è un *target* della Politica Energetica europea. Il suo potenziamento contribuisce al contenimento della bolletta energetica, alla riduzione delle emissioni dei gas serra, e alla lotta al cambiamento climatico.

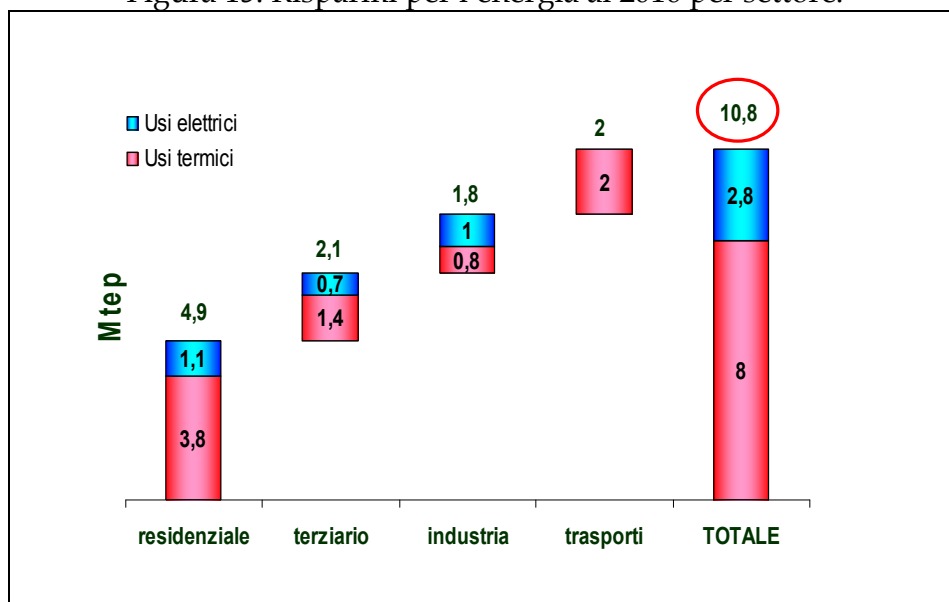
Come abbiamo già ricordato, gli obiettivi fissati nel Pacchetto clima-energia (Direttiva 2009/28/CE) richiedono l'attuazione di due strategie prevalenti: il potenziamento delle fonti rinnovabili di energia, ed il miglioramento nell'efficienza energetica, ossia la riduzione dei consumi di energia per unità di Pil.

Per l'Italia, la riduzione dei consumi energetici, oltre che a contenere l'immissione di CO₂, contribuirebbe a far centrare l'obiettivo del 17% di energia prodotta da rinnovabili sul totale dei consumi di energia primaria. Il Governo italiano ha elaborato già a partire dal 2007 alcuni scenari alternativi. Si stima che il risparmio di energia connesso agli incrementi di efficienza consentirebbe di ridurre il consumo complessivo al 2020, e dunque di abbassare da 28.3 Mtep a 22.6 Mtep l'ammontare di energia da fonti rinnovabili per centrare l'obiettivo del 17% (il valore attuale è di 8 Mtep), ottemperando contestualmente agli obblighi di riduzione della CO₂. La figura 15 riassume gli obiettivi di efficienza energetica fissati del Governo Italiano nel Piano di Azione per l'Efficienza Energetica (PAN) del 2007, suddivisi tra il settore residenziale (4.9Mtep), industriale (1.8 Mtep), servizi (2.1 Mtep) e dei trasporti (2.0 Mtep).

Dalle stime più recenti della Commissione Europea, elaborate a fine 2009, utilizzando il modello PRIMES, risulta inoltre che, per l'Italia, l'effetto congiunto della crisi economica e delle misure di efficienza energetica delineate nel PAN 2007 avrebbe l'effetto di determinare

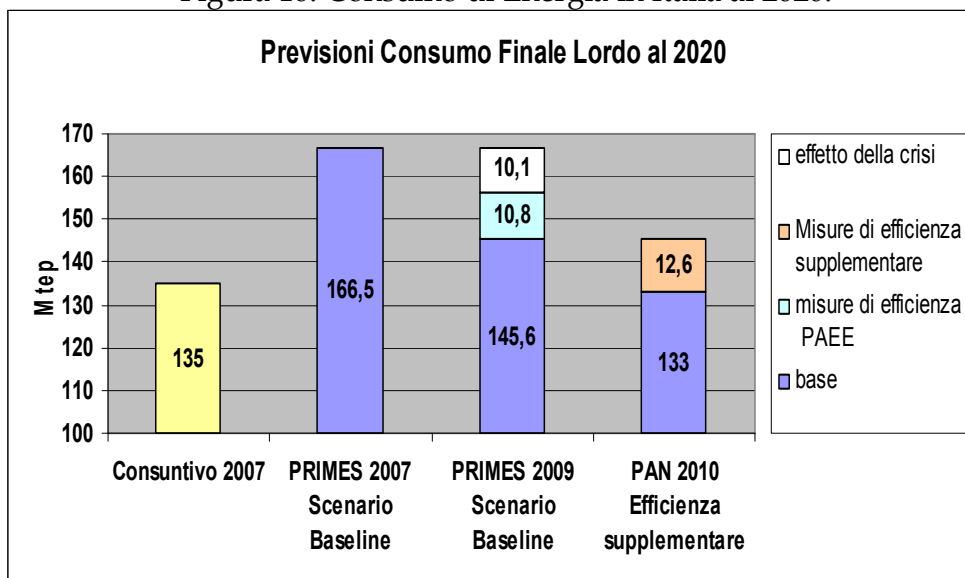
al 2020 un consumo finale lordo di 145.6 Mtep, con un risparmio di energia pari a 20.9 Mtep, rispetto allo scenario tendenziale senza interventi (166.5 Mtep al 2020).

Figura 15. Risparmi per l'energia al 2016 per settore.



Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico (2007)

Figura 16. Consumo di Energia in Italia al 2020.



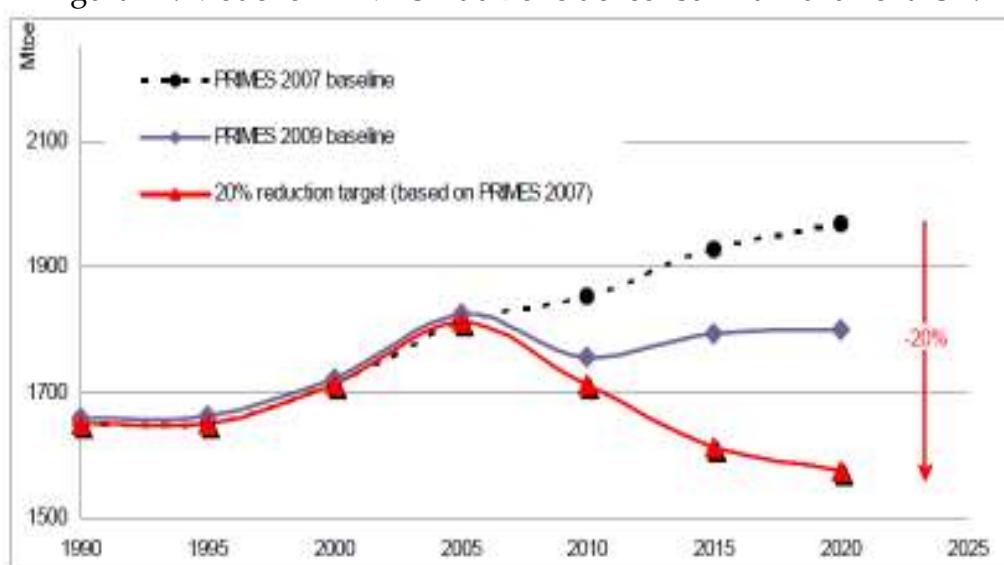
Fonte: Ricerca Sistema Energetico (2010)

La figura 16 riassume questi dati. Dei risparmi di energia, 10.8 Mtep risulterebbero dalle azioni a favore dell'efficienza al 2016, mentre i restanti 10.1 Mtep sarebbero riconducibili all'effetto crisi economica. Lo scenario con misure d'intervento prevede, anche una riduzione

di 34Mt di CO₂, conseguente all'applicazione degli interventi di efficienza per il sistema di riscaldamento e di coibentazione degli edifici, e in quello degli usi elettrici.

Un ulteriore contributo al rafforzamento di questo scenario deriva dall'applicazione del nuovo Piano di Azione Nazionale (2010) elaborato dal Ministero dello Sviluppo Economico del giugno 2010 in cui si stimano risparmi supplementari di 12.6 Mtep derivanti dall'applicazione delle misure *straordinarie* a favore dell'efficienza energetica. Il combinato disposto dei due interventi per l'efficienza energetica produrrebbe un risparmio complessivo di 23.4 Mtep (10.8+12.6). La figura 17 esemplifica le proiezioni elaborate nel 2007 dalla Commissione Europea per stimare la variazione del fabbisogno dell'intera Unione Europea al 2020 a seguito delle misure di efficienza.

Figura 17. Modello PRIMES riduzione dei consumi al 2020 nella UE.



Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico (2010).

4.1 Criticità sull'applicazione delle misure di efficienza e comparti prevalenti

Le misure d'intervento per l'efficientamento sono rivolte alla riduzione del potenziale dei consumi collegati agli edifici, alla riqualificazione edilizia, all'illuminazione nell'industria, agli impianti di climatizzazione, ai motori elettrici ed inverter, al trasporto su gomma e a tutte le tecnologie innovative in termini di prestazioni energetiche. Tuttavia, l'ampio ventaglio degli interventi declinati a favore dell'efficientamento, l'eterogeneità dei settori, e la parcellizzazione delle misure di intervento in comparti spesso caratterizzati dalla polverizzazione delle tecnologie e delle imprese, rappresentano oggettive difficoltà per valutare *ex ante* il risultato dalle misure d'intervento.

In effetti, le Direttive 2002/91/CE e 2005/32/CE, e il più recente Regolamento 443/2009, stabiliscono alcuni parametri prestazionali da rispettare, per esempio, nel comparto edilizio e degli autoveicoli. Lo scopo è quello di stabilire dei valori di riferimento verso cui i

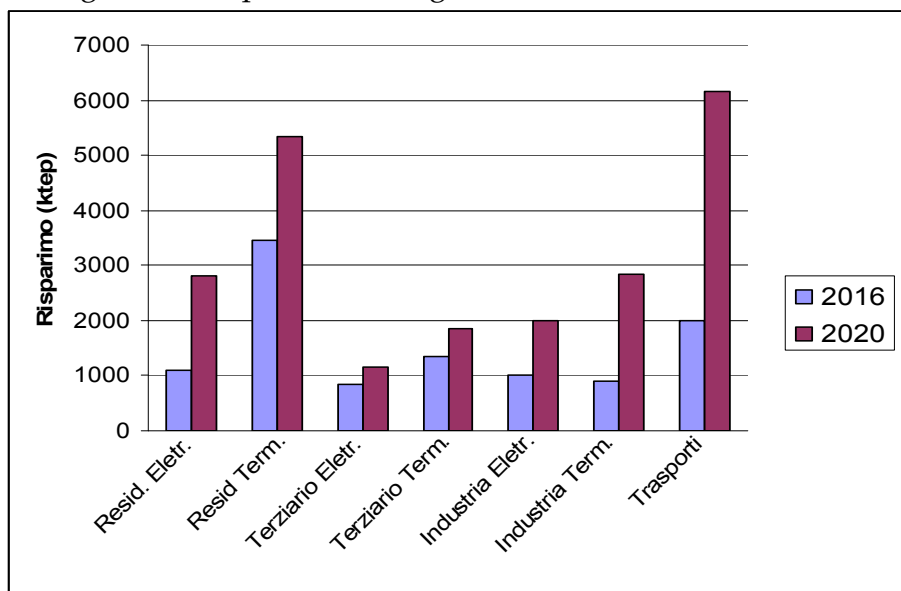
singoli comparti devono convergere per garantire il rispetto delle misure minime di efficienza.

Per quanto riguarda l'Italia, il PAN 2007, nasce proprio in applicazione della Direttiva 2006/32 per ottemperare alle richieste europee di tracciare le linee strategiche nazionali per il risparmio energetico e per delineare i parametri restazionali. Gli obiettivi fissati nel PAN 2007, e le azioni preposte per il loro raggiungimento, sono stati successivamente rivisti nel nuovo PAN 2010 (MSE giugno 2010). Il settore residenziale, l'industria e i trasporti sono i destinatari del programma di efficientamento. Anche per il terziario gli obiettivi di efficienza energetica sono declinati nelle direttive europee e nei piani nazionali.

Nei Piani Nazionali si prevede per il settore residenziale misure di intervento relative alla certificazione energetica degli edifici, all'isolamento, al riscaldamento, ed il raffreddamento. Per l'Industria, gli interventi considerati sono relativi all'illuminazione, agli azionamenti elettrici e alla cogenerazione ad alto rendimento.

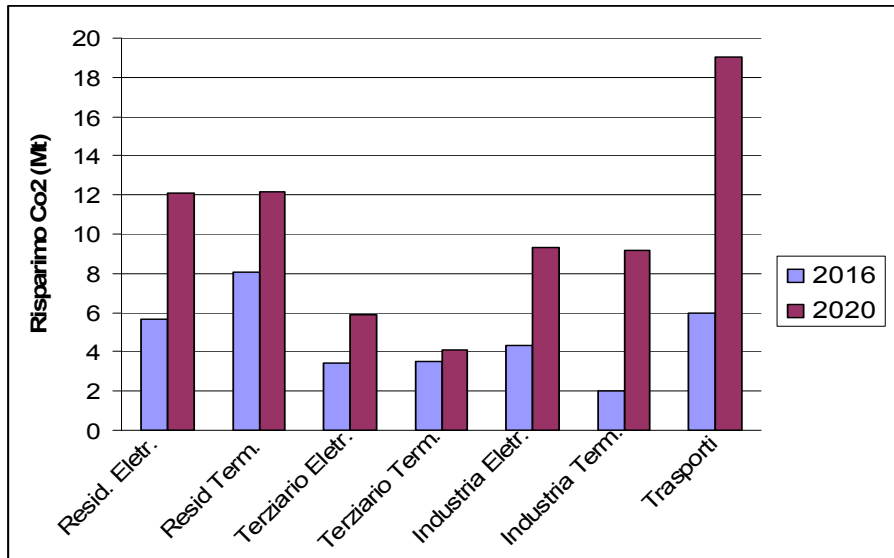
Nel comparto dei Trasporti si punta a ridurre il consumo nel trasporto pesante e nei nuovi autoveicoli, attraverso la riorganizzazione della movimentazione di persone e merci, e al riorientamento della domanda; inoltre si prefigurano nuove misure infrastrutturali che riguardano la qualità del manto stradale, il car sharing, il road procing nei centri urbani. I due grafici delle figure 18 e 19 sintetizzano la stima dei risparmi energetici e di CO2 prevista a seguito delle misure delineate nei PAN 2007 e 2010, distinti per settori, e per energia elettrica e termica.

Figura 18. Risparmi di energia stimati dai PAN 2007 e 2010.



Fonte: Piano di Azione per l'Efficienza Energetica 2007 e 2010.

Figura 19. Riduzione di CO2 stimati dai PAN 2007 e 2010.



Fonte: Piano di Azione per l'Efficienza Energetica 2007 e 2010.

Gli scenari: Una rassegna ragionata

5. Gli scenari di sviluppo d'efficienza energetica dell'ENEA

Diverse lavori hanno simulato gli effetti delle misure d'efficienza energetica al 2020 ed oltre, per l'economia italiana, sia a livello settoriale che aggregato. Tra questi lavori prendiamo in esame quello dell'ENEA e quello di Confindustria che tra tutti i contributi si distinguono per la loro ampiezza e originalità dell'analisi empirica.

L'ENEA (2010) ha stimato l'impatto delle misure di efficientamento sui due orizzonti temporali del 2020 e del 2050, proposti dalla Commissione Europea. Più precisamente, sono state valutate le misure di intervento per: (a) un orizzonte di medio periodo al 2020, quantificando i costi e i benefici derivanti dagli obiettivi fissati nel Pacchetto clima-energia; e per (b) un orizzonte di lungo periodo al 2050, adottando gli scenari dell'Energy Technology Perspectives 2010 declinati dall'IAE. Le stime al 2050 quantificano gli effetti attesi della transizione del sistema economico internazionale verso scenari *energy saving* e *clean technology*, e i loro effetti sulle emissioni di gas serra.

Per ciò che riguarda l'Italia, l'ENEA ha elaborato scenari alternativi, articolando le proiezioni intorno a tre variabili "chiave":

- Il prezzo internazionale del barile di petrolio al 2030 (150 \$/bbl);
- il valore di mercato al 2030 dell'unità di emissione di gas serra (150 €/tCO₂), adottato come indice della rigidità delle politiche ambientali per il contrasto ai cambiamenti climatici;
- il tasso di crescita medio annuo del Pil reale (2000=100), tra il 2010 ed il 2030, i cui valori sono compresi tra l'0.2 ed il 2 per cento. Questa è una variabile determinante per le proiezioni in quanto il ritmo di crescita dell'economie influenza direttamente la dinamica delle altre variabili economiche e ambientali.

A queste tre variabili "chiave" viene affiancata una quarta, anch'essa esogena, che quantifica l'elasticità della domanda di energia rispetto ai prezzi, per catturare la capacità del sistema economico di riorientarsi verso stili di consumo meno energivori al variare dei prezzi dei combustibili. Il combinato disposto di queste variabili - unitamente alle ulteriori ipotesi sulla crescita della popolazione, sul prezzo del carbone e del gas - contribuisce a generare un "albero" degli scenari coerente con le ipotesi della Commissione Europea (2009).

5.1 Gli scenari di riferimento: crescita e consumi finali

Quattro sono gli scenari di riferimento.

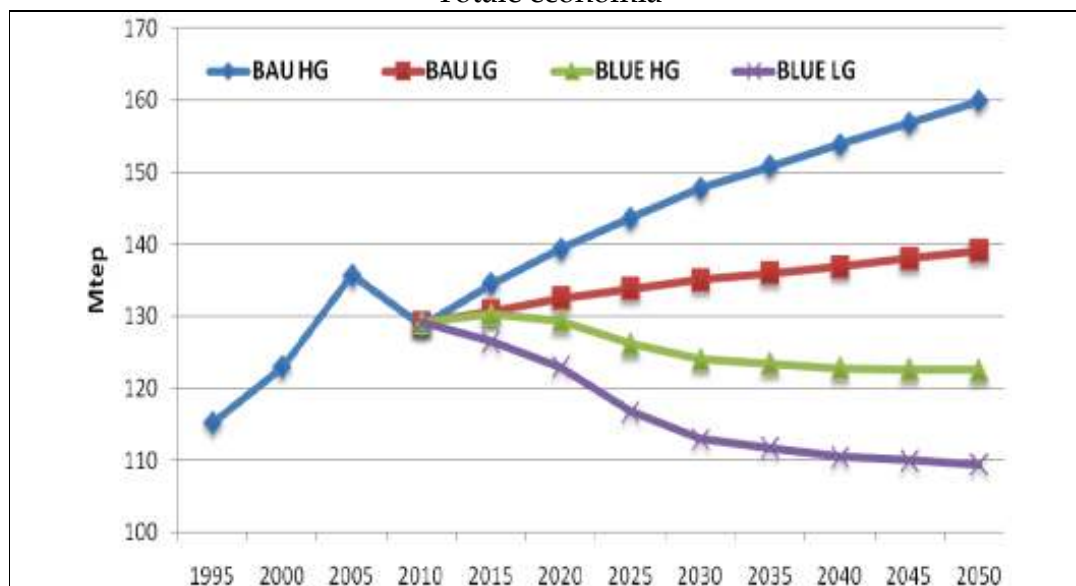
Due sono gli scenari **base** (denominati BAU, *Business As Usual*) - ove si ipotizza uno sviluppo tendenziale stabile dell'economia, e senza nuovi interventi di politica energetica e ambientale - denominati rispettivamente **BAU HG** (evolutivo) e **BAU LG** (stazionario). Lo

scenario BAU HG è caratterizzato da una dinamica economica relativamente ottimistica (tasso di crescita del Pil dell'1.8%) e da una moderata crescita dei prezzi dell'energia. Il secondo (BAU LG) incorpora invece il tasso medio di crescita del Pil dell'ultimo decennio (circa l'0.8-1%), senza sostanziali differenze nelle ipotesi relative alla dinamica dei prezzi dell'energia. Dal punto di vista delle politiche energetiche si considerano operative solo le misure già pienamente attuate alla fine del 2009.

Gli scenari, così detti, **di intervento** esplorano invece le ipotesi di sviluppo connesse alle nuove politiche energetiche e di efficientamento, il cui obiettivo è la riduzione delle emissioni inquinanti in linea con le linee guida definite dall'Unione Europea. Questi due nuovi scenari, denominati **BLUE HG** (propositivo) e **BLUE LG** (difensivo), simulano sentieri di sviluppo e di efficientamento più o meno accelerati a seconda della diffusione delle tecnologie già oggi esistenti. Si distinguono dai precedenti oltre che per le ipotesi di un maggior interventismo normativo, anche per una dinamica del prezzo della CO2 più accelerata, che può raggiungere i 200 €/t, in linea con gli scenari declinati dalla IEA.

Dal punto di vista operativo si ipotizza che negli scenari di intervento si sperimenti (a) uno sviluppo e una diffusione di tecnologie a basse emissioni di carbonio; (b) il raggiungimento dell'obiettivo delle rinnovabili al 2020; (c) la riduzione progressiva dei livelli massimi di emissione di CO2 delle nuove autovetture; (d) la realizzazione degli impianti per la cattura della CO2; (e) l'applicazione della direttiva europea 2009/406/EC sulla riduzione delle emissioni. Sempre in questi scenari di intervento, gli obiettivi delle politiche energetiche riguardano il settore civile, i trasporti, e le fonti primarie di generazione elettrica e di calore.

Figura 20. Consumi finali lordi di energia (Mtep)
Totale economia



Fonte: Rapporto ENEA 2010.

La figura 20 riassume le traiettorie degli scenari ENEA per i consumi finali lordi di energia dell'intera economia. Il dato più interessante delle proiezioni è che in assenza di nuovi interventi di politica energetica i consumi finali lordi tornano a crescere dal 2010, dopo il

rallentamento registrato negli ultimi anni (129 Mtep nel 2010), causato dalla crisi internazionale. Nello scenario base BAU HG si prevede un aumento dell'8% dei consumi finali al 2020 e del 35% dei consumi al 2050. Anche nello scenario BAU LG, caratterizzato da una minore crescita economica dopo il 2010, i consumi aumentano seppure ad un ritmo inferiore al caso BAU HG.

Un drastico cambiamento di tendenza si manifesta invece negli scenari di intervento BLUE HG e BLUE LG. In entrambi i casi il consumo finale diminuisce in valore assoluto già al 2020, sebbene il rallentamento sia più pronunciato nello scenario BLUE LG (127 Mtep nel 2010), e continua a declinare fino al 2050, con una riduzione dei consumi superiori al 20%

E' da notare che secondo l'ENEA nel settore *Domestico* il ricorso a tecnologie più efficienti permetterebbe di ottenere riduzioni di consumi fino al 12% già nell'anno 2020, circa 4 Mtep in meno rispetto all'evoluzione tendenziale. Anche nel settore *Commerciale*, la diffusione di climatizzatori, caldaie e apparecchiature elettriche più performanti sarebbe in grado di garantire riduzioni di consumi significative nel breve medio periodo: circa 2 Mtep in meno nello scenario di intervento BLUE HG rispetto al caso tendenziale BAU HG, oltre il 10% dei consumi del settore. Un andamento crescente dei consumi finali si avrebbe, invece, nel settore dell'Industria fino al 2030. A partire da questa data si registrerebbe tuttavia una inversione di tendenza. In effetti, le stime mostrano nel lungo periodo, una riduzione significativa, pari al 16% nel 2050, in linea con quanto avviene negli altri settori. Si riduce in particolare il consumo di prodotti petroliferi (circa il 21% in meno rispetto allo scenario di riferimento, nel 2050), di gas naturale e di energia elettrica (rispettivamente 16% e 13% in meno nel 2050), parzialmente compensati da un modesto incremento del consumo diretto di biomasse (5% in più rispetto al BAU HG nel 2050).

5.2 Emissioni di CO2

Le scomposizioni ottenute dai modelli *IPAT* ed *ImPACT* illustrano la relazione che lega la dinamica economica a quella ambientale e all'efficienza energetica. E' quindi utile chiedersi quale sia l'impatto dei cambiamenti attesi sulle emissioni di gas a effetto serra.

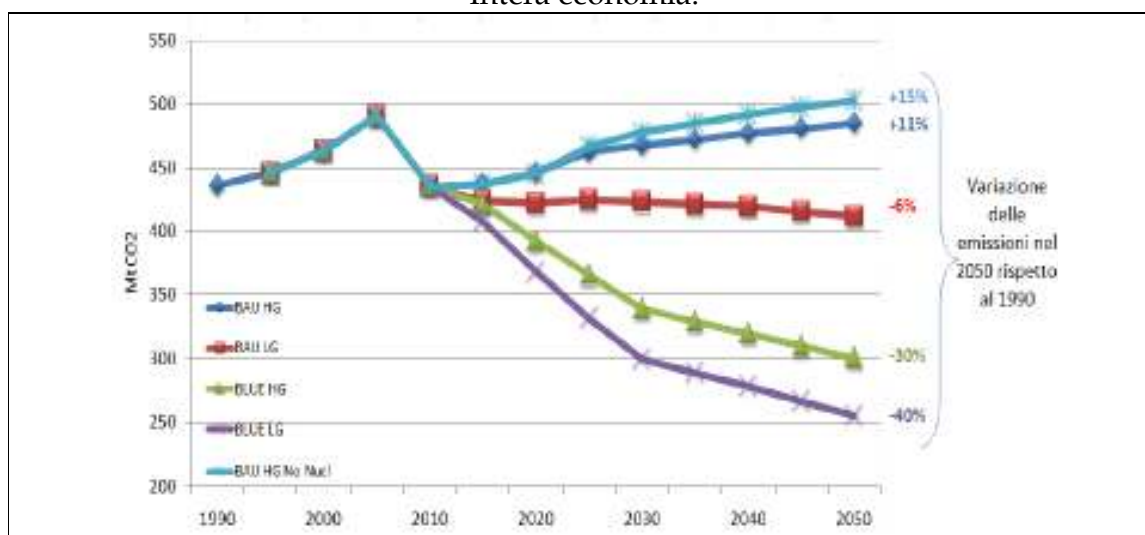
Dai dati europei sappiamo che a livello comunitario, tra il 2008 ed il 2009, le emissioni di gas a serra sono diminuite del 6.9%, anche per effetto della crisi economica. Ovviamente, questo fenomeno favorisce l'obiettivo, fissato con la promulgazione comunitaria europea del Protocollo di Kyoto, di ridurre, collettivamente, tra il 2008 e il 2012, rispetto al 1990, dell'8% le emissioni di gas ad effetto serra. Per l'Italia le emissioni medie devono ridursi del 6.5%.

Come abbiamo ampiamente mostrato nella prima parte di questo lavoro, a partire dal 2005 in Italia si è registrata una minore emissione di CO2. Questo gas rappresenta l'85% dei gas serra. Dall'analisi degli scenari ENEA emerge, tuttavia, il carattere transitorio di questo rallentamento che, in assenza di interventi aggiuntivi e strutturali, tenderà secondo le proiezioni a riprendere il trend di crescita antecedente la crisi.

Per l'intera economia, le proiezioni sono sintetizzate nella figura 21. Negli scenari base (BAU HG e HG senza nucleare) le emissioni di CO2 tornano a crescere dai 431 Mt nel 2010 ai circa 450 Mt nel 2020. Successivamente, si stima per il 2050 un'ulteriore crescita del 15% della CO2 nello scenario BAU HG senza nucleare, e dell'11% nello scenario BAU HG, rispetto al

1990. Nel BAU LG le emissioni tendono, invece, a stabilizzarsi al di sotto dell'attuale livello (meno 6% rispetto al 1990), ma come effetto indotto dalla minore crescita economica che caratterizza lo scenario, piuttosto che dall'accresciuto grado di efficientamento del sistema economico nazionale.

Figura 21. Emissioni di CO2 negli scenari ENEA
Intera economia.



Fonte: Rapporto ENEA 2010.

Gli scenari con "intervento" presentano, invece, evoluzioni opposte, manifestazione di una crescente efficienza energetica acquisita attraverso l'effetto combinato di diversi fattori, che vanno dal graduale processo di decarbonizzazione del parco di generazione elettrica, all'aumento di produzione elettrica da rinnovabili, CCS e nucleare, alla riduzione della domanda di energia nei settori finali, come conseguenza dell'incremento di efficienza tecnologica, ad un differente mix di combustibili.

Dallo scenario BLUE HG emerge la riduzione delle emissioni di anidride carbonica rispetto agli scenari base di circa 55 Mt nel 2020, e di quasi 175 Mt nel 2050. Il livello di emissioni arriva quindi a ridursi del 36% rispetto agli scenari BLUE. Rispetto ai valori del 1990, nel caso BLUE HG la riduzione delle emissioni di CO2 è dell'11% nel 2020, di oltre il 30% nel 2050. Nello scenario BLUE LG la riduzione rispetto al 1990 è pari al 16% nel 2020, a oltre il 40% nel 2050.

5.3 L'impatto economico

Il rapporto Enea 2010 offre, infine, una stima per l'intera economia dell'impatto economico delle politiche energetiche. E' bene sottolineare che quest'ultime fanno riferimento all'insieme degli interventi a favore dello sviluppo delle rinnovabili, dell'uso più razionale dell'energia, e delle misure di efficientamento.

L'analisi di impatto delle politiche è stata condotta impiegando la Matrice di Contabilità Sociale (SAM) italiana, elaborata su dati Istat 2007. Questa matrice registra i flussi di scambio

all'interno del sistema economico. La SAM include al suo interno la matrice Input-Output degli scambi intermedi tra i settori produttivi, tra gli input produttivi lavoro e capitale, tra i soggetti istituzionali nazionali (famiglie, imprese, governo), e tra questi ed il resto del mondo. L'analisi d'impatto delle misure di policy, di efficientamento, del programma di interventi finalizzati ad accrescere l'uso di apparecchiature *energy saving*, e dell'attivazione dei dispositivi per la riduzione dei consumi di energia, viene effettuata attraverso il calcolo dei moltiplicatori settoriali ricavati dalla matrice Input-Output. Questi moltiplicatori quantificano l'effetto cumulato di variazione delle esogene (per esempio gli investimenti nel settore dell'energia), oppure shock esogeni che colpiscono il sistema produttivo (per esempio le variazioni del prezzo del petrolio). Nello specifico, si ipotizzano due scenari uno "tendenziale" e un altro di "intervento".

Per **l'intera economia**, l'ENEA valuta che, a fronte di una spesa in investimenti pari a **145.6 miliardi** di euro tra il 2007 ed il 2025 (pari a un valore medio annuo di circa 8.1 miliardi per 18 anni) in entrambi gli scenari, ci si può attendere:

- una crescita della *produzione* attivata di **795.8** miliardi di euro per lo scenario tendenziale, e di **813.7** miliardi di euro per lo scenario di intervento (45 miliardi in media annua);
- la creazione di valore aggiunto per **259.2** miliardi di euro per lo scenario tendenziale, e per quasi **268** miliardi di euro per lo scenario di intervento (poco meno di 15 miliardi in media annua);
- ed un incremento complessivo del PIL di circa lo **0.67%** annuo per lo scenario tendenziale, e di **0.69%** per quello di intervento.

Inoltre, confrontando i due scenari emerge che gli investimenti nell'efficienza energetica, più consistenti nello scenario di "intervento", hanno effetti indiretti duraturi sulla struttura delle attività economiche. Infine, le misure di efficienza energetica contenute nello scenario di "intervento" determinano un incremento dell'occupazione, *rispetto* allo scenario tendenziale, pari a 279 mila unità di lavoro.

6. Gli scenari di sviluppo d'efficienza energetica di Confindustria

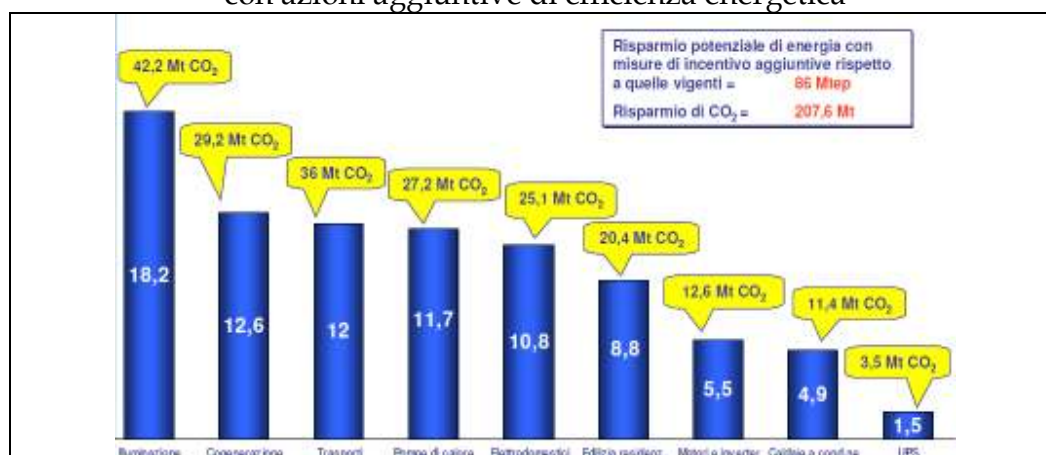
Un'analisi approfondita dell'impatto economico delle misure di efficienza energetica per il sistema produttivo Italiano è stata sviluppata nel rapporto "Proposte di Confindustria per il Piano Straordinario di Efficienza Energetica 2010", che aggiorna l'indagine svolta dalla stessa Confindustria nel 2007.

Nel rapporto 2010 si espone la proposta di un nuovo Piano per l'efficienza energetica attraverso l'individuazione dei settori che per dimensione e per potenziali risparmi di energia risultano più adatti a recepire le misure di efficientamento; inoltre, si individuano le tecnologie attualmente disponibili per realizzare i programmi di efficienza; e, infine, si elabora un'analisi costi-benefici delle misure di efficientamento.

L'obiettivo è di valutare l'effetto degli interventi di efficienza energetica sulla riduzione di energia da fonti fossili, sulla riduzione dei consumi finali di energia e sulla diminuzione nelle emissioni di CO₂.

Secondo Confindustria, attraverso il potenziamento dell'efficienza energetica in Italia si potrebbe arrivare a conseguire un risparmio di energia fossile di oltre **86 Mtep** nel periodo 2010-2020, con una conseguente riduzione di emissioni di CO₂ pari ad oltre **207.6** milioni di tonnellate (figura 22), e con un risparmio economico, per il costo evitato della CO₂ di circa **5.2** miliardi di euro, se si ipotizza che il costo della CO₂ al 2020 sia pari a 25 Euro/t.

Figura 22. Potenziale di energia fossile risparmiata con azioni aggiuntive di efficienza energetica



Fonte: Rapporto Confindustria su efficienza Energetica 2010.

Le misure di incentivo a favore dell'efficientamento avrebbero l'effetto di far crescere, nel periodo compreso tra il 2010 e il 2020, il valore della produzione totale di circa **238** miliardi di euro, con una crescita occupazionale di circa **1.6 milioni** di unità di lavoro standard. Il costo netto sostenuto dallo Stato per gli incentivi alle misure di efficienza sarebbe di circa 16,7 miliardi di Euro in dieci anni. Le forme di incentivazione previste nel rapporto sono riassunte nella tabella della figura 23.

L'analisi di impatto di queste misure incentivanti viene condotta considerando due scenari alternativi:

- lo scenario **BAU** proietta al 2020 la tendenza media attuale della domanda aggregata e di quella di consumo di energia, considerando come date le condizioni tecnologiche attualmente operative e quelle in fase di avanzata attuazione;
- lo scenario **BAT** che contempla, invece, il miglioramento dell'efficienza energetica, innescato dagli incentivi supplementari a favore degli investimenti di tecnologia efficiente.

Anche l'indagine Confindustria impiega, come quella ENEA, la metodologia Input-Output (I/O). Tuttavia, come spesso è sottolineato nella letteratura, le previsioni basate sull'analisi I/O possono essere soggette a distorsioni nel lungo periodo a causa della costanza dei moltiplicatori settoriali, che, per costruzione, non catturano gli effetti né del progresso

tecnologico, nè del mutamento del peso relativo dei settori produttivi e dei coefficienti tecnologici. In particolare, nell'analisi di Confindustria i coefficienti di interdipendenza settoriale sono stimati sui dati del 2005, e dunque fanno riferimento ad una fase economica antecedente l'attuale crisi internazionale. La considerazione dell'assenza di ipotesi circa il progresso tecnologico nel settore della produzione e dell'impiego di energia, e degli effetti di lungo periodo collegati alla crisi può tradursi in una stima distorta dei valori attesi della produzione, dell'occupazione, del consumo di energie e delle immissioni di gas serra al 2020.

Figura 23. Forme di incentivazione previste nello studio Confindustri 2010

SETTORI DI INTERVENTO	INCENTIVAZIONE
Trasporti	Sostegno alla filiera industriale per attività R&D
Motori elettrici e inverter	incentivi pari al 20% del prezzo di vendita per sostituzione accelerata
Illuminazione	incentivi pari al 20% del prezzo di vendita per apparecchiature efficienti
Riqualificazione edifici	Detrazione fiscale del 55%
Impianti di climatizzazione	Detrazione fiscale del 55%
Elettrodomestici	Detrazione fiscale del 20%
Sistemi UPS	Detrazione fiscale del 20%
Cogenerazione e recuperi termici	Incentivazione sulla produzione elettrica da CAR di circa 10 c€/kwh

Fonte: Confindustria 2010.

6.1 Efficientamento e crescita

Detto ciò, l'impatto delle misure per l'efficientamento viene valutato attraverso simulazioni del valore della produzione, dell'occupazione, misurata in migliaia di ULA (unità di lavoro standard) e del valore aggiunto, sia dell'intera economia che del singolo comparto produttivo. I settori analizzati sono quelli Industriali dell'illuminazione, delle caldaie, delle pompe di calore, degli elettrodomestici, dei sistemi UPS, delle cogenerazioni; il settore dell'Edilizia attraverso la riqualificazione degli edifici; e quello dei Trasporti su strada.

Le tabelle delle figure 24 e 25 riassumono i dati più importanti dell'indagine. A fronte di un investimento complessivo di 130 miliardi di euro (nominali) innescato dai nuovi incentivi, per il periodo 2010-2020 (circa 12 miliardi di euro di spesa in media annua) - di cui 32 miliardi nel settore Edilizio, 45 miliardi in quello manifatturiero delle macchine e apparecchiature elettriche e meccaniche, e 53 nel comparto dei Trasporti su strada - si stima una crescita del valore della produzione dell'intera economia di circa **238** miliardi di euro, e di una crescita occupazionale superiore di **1.6 milioni** in ULA.

Dai dati della figura 24 emerge inoltre che l'occupazione crescerebbe di **556** mila unità nel settore dell'Edilizia, di **625** mila in quello dei Trasporti su strada, mentre i rimanenti **454** mila sarebbero distribuiti nei diversi comparti del manifatturiero. Si noti poi che, l'investimento

medio annuo, di circa 12 miliardi di euro, avrebbe l'effetto cumulato di aumentare la produzione industriale di 238 miliardi di euro, ovvero di circa 23 miliardi di euro l'anno.

Figura 24. Stima delle misure di efficientamento sulla crescita Industriale (valori cumulati 2010-2020).

SETTORI	Aumento domanda	Impatto sui singoli settori		Impatto sull'intera economia	
		Produzione	Occupazione	Produzione	Occupazione
	milioni €	milioni €	migliaia di ULA	milioni €	migliaia di ULA
Trasporti	55.305	42.712	196	105.567	625
Motori e inverter	3.659	2.697	14	6.723	43
Illuminazione	3.333	2.519	18	886	6
Edilizia	32.507	26.210	407	61.674	556
Caldaje a cond.ne	2.448	2.383	12	3.927	27
Pompe di calore	383	262	2	660	5
Elettrodomestici	19.518	15.798	98	31.998	220
UPS	1.498	1.106	7	2.462	17
Cogenerazione	10.924	8.511	42	22.646	131
Rifasamento	543	399	2	886	6
TOTALE	130.118	102.597	798	238.427	1.635

Fonte: Rapporto Confindustria su efficienza Energetica 2010.

Figura 25. Effetti delle misure di efficienza sul bilancio dello Stato e sul sistema energetico. Valori cumulati 2010-2020.

SETTORI	EFFETTI BILANCIO STATALE (2010-2020)						EFFETTI QUANTITATIVI SUL SISTEMA ENERGETICO 2010-2020		IMPATTO ECONOMICO SUL SISTEMA ENERGETICO		IMPATTO ECONOMICO COMPLESSIVO CON MISURE SOSTENIBILITA'	
	Imposte dirette		Imposte indirette				TOTALE	Energia risparmiata (Consumo Finale Lordo)	CO ₂ risparmiata	Energia risparmiata ⁽²⁾		CO ₂ risparmiata ⁽¹⁾
	IRPEF (+occupazione)	IVA	Contributi statali	Accise e IVA (-consumi)	IRES + IRAP	milioni di €						
	milioni di €	milioni di €	milioni di €	milioni di €	milioni di €	milioni di €	litri/tp	kt	milioni di €	milioni di €		
Trasporti	1.364	4.309	0	-8.759	471	-2.615	12	96	4.928	900	3.211	
Motori e inverter	132	511	-346	-116	62	243	2,7	12,6	1.103	315	1.666	
Illuminazione	141	570	-388	-383	67	7	8,9	42,2	3.653	1.055	4.715	
Edilizia	1.395	6.501	-14.031	-1.801	989	-7.668	8,8	20,4	3.612	510	-3.546	
Caldaje a cond.ne	89	409	-2.036	-1.197	47	-2.678	4,9	11,4	2.011	265	-382	
Pompe di calore	12	49	-1.146	-4.479	6	-5.598	5,1	27,2	4.802	660	-76	
Elettrodomestici	866	3.860	-3.890	-917	450	-399	5,3	25,1	2.175	628	3.202	
UPS	22	110	-110	-230	13	-185	0,7	3,6	304	88	207	
Cogenerazione	517	1.947	-1.238	-103	224	1.347	2,8	29,2	3.025	730	5.102	
Rifasamento	7	38	-	-6	4	-41	-	-	-	-	41	
TOTALE	4.555	18.302	-24.055	-17.781	2.312	-16.667	51,2	207,6	25.616	5.190	11.139	

Fonte: Rapporto Confindustria sull'Efficienza Energetica (2010)

E', infine, importante considerare anche l'effetto delle misure di efficienza energetica in termini di energia primaria risparmiata ed emissioni di CO2 evitate. Se si attribuisce un valore medio di 75 dollari al barile di petrolio per l'intero periodo 2010-2020, è possibile valorizzare economicamente il totale dell'energia primaria risparmiata nel periodo di riferimento,

considerando un cambio Dollaro-Euro di 1.25. Il valore di questo risparmio è pari a 25.6 miliardi di Euro. Se mantenendo le ipotesi dell'ENEA, si attribuisce un valore medio di 25 Euro per tonnellata di CO₂, il valore complessivo delle emissioni evitate è pari a 207.8 milioni di tonnellate. Il valore di tale risparmio è pari a 5.19 miliardi di Euro.

Per riassumere, lo studio Confindustria (2010) manifesta un atteggiamento positivo a favore delle politiche per l'efficientamento. Va, tuttavia, rilevato che dal confronto dei dati ottenuti dalle simulazioni non sempre si ricavano scenari coerenti e robusti. Per esempio, il moltiplicatore dell'intera economia tra investimenti e produzione (dei singoli settori e dell'economia aggregata) sembra sottostimato per spiegare la crescita attesa dell'occupazione al 2020, superiore al milione e mezzo di unità lavorative. Considerazioni simili possono essere fatte per alcuni tra i settori produttivi oggetto dell'indagine.

Resta, comunque, il fatto che il "sistema" delle imprese italiane percepisce l'efficienza energetica, e le misure di sostegno al suo potenziamento, come un volano per lo sviluppo e la tutela dell'ambiente; e su questi temi, attraverso il documento di Confindustria, si impegna condividendo la necessità e l'opportunità di nuovi investimenti.

Le Nostre Proiezioni.

7. Scenari di sviluppo: le proiezioni dell'Ossevatorio Energia e Innovazione

Gli scenari discussi nei precedenti paragrafi tracciano traiettorie di sviluppo del sistema produttivo italiano che tendono a crescere tanto più rapidamente quanto più elevato è il grado di efficienza nell'utilizzo dell'energia. Le simulazioni concordano sul fatto che l'accelerazione nella diffusione di tecnologie per l'efficienza energetica, nei settori di uso finale e di produzione, hanno l'effetto di rafforzare la crescita contribuendo a ridurre i consumi di energia per unità di prodotto, e ad abbattere l'emissione di anidride carbonica (CO₂).

7.1 La metodologia VAR

In quanto segue presentiamo alcune proiezioni sviluppate insieme all'Ossevatorio Energia e Innovazione (OEI) dell'IRES. Le proiezioni si propongono di tracciare alcune possibili traiettorie di sviluppo, compatibili con gli obiettivi fissati nel Pacchetto clima-energia, favorendo la crescita economica e il livello dell'occupazione in Italia.

A differenza dei precedenti contributi basati sull'analisi Input-Output, l'indagine OEI viene svolta impiegando una metodologia *multivettoriale autoregressiva* (VAR) che, in linea con la letteratura macroeconometrica, interpreta l'evoluzione delle variabili come il risultato della somma di impulsi di diversa natura. Più precisamente, i modelli VAR sono sistemi di equazioni simultanee che descrivono il funzionamento di una economia attraverso le funzioni di risposta delle singole variabili ad impulsi iniziali (shock esogeni) che si manifestano in una delle variabili stesse del sistema. Il riquadro 1 espone sinteticamente la metodologia VAR.

RIQUADRO 1

L'identificazione del VAR

A titolo illustrativo consideriamo il caso di un sistema bivariato per le due variabili "investimenti per l'efficienza energetica", x , e "consumo finale di energia", y . Nei modelli VAR si presuppone che tutte le variabili siano endogene, e dunque si assume che x e y si influenzino reciprocamente. Il corrispondente VAR bivariato è un sistema di equazioni in cui la dinamica di ognuna delle due variabili x e y è spiegata da un insieme di componenti deterministiche (ossia la costante, il trend, le dummy) e da un certo numero di ritardi per ognuna delle variabili incluse nel sistema. Nel caso più semplice di un solo ritardo, e di una costante, il sistema bivariato ha la forma:

$$x_t = a_{10} + a_{11}x_{t-1} + a_{12}y_{t-1} + e_{1t}$$

$$y_t = a_{20} + a_{21}x_{t-1} + a_{22}y_{t-1} + e_{2t}$$

dove a_{ij} con $i, j = 1, 2$ sono i parametri che misurano l'impatto delle variabili ritardate su quelle al tempo corrente, e e_{jt} sono gli shock strutturali, con effetti permanenti e/o transitori sulla dinamica temporale di x e y . Come si evince dal sistema, le due variabili si influenzano reciprocamente, e con una struttura simmetrica dei ritardi. Nei modelli VAR le due equazioni sono inizialmente stimate con la tecnica dei minimi quadrati ordinari. Successivamente, le simulazioni sono ricavate dall'analisi delle *funzioni di risposta all'impulso* che si ottengono dall'inversione del VAR stimato. L'inversione genera una rappresentazione a media mobile di x e y , che nel nostro di sistema bivariato è

$$\begin{bmatrix} x_t \\ y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \theta_{11}(i) & \theta_{12}(i) \\ \theta_{21}(i) & \theta_{22}(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{xt-i} \\ \varepsilon_{yt-i} \end{bmatrix}$$

Si noti che per costruzione gli ε_{it} non sono gli shock strutturali e_{it} , ma i residui delle stime (delle regressioni); difatti, gli

ε_{it} sono una combinazione lineare degli shock strutturali e_{it} , in quanto $\varepsilon_{it} = B e_{it}$, dove $B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$ è una matrice

di coefficienti stimati dal VAR. La funzione di risposta all'impulso descrive gli effetti dei cambiamenti ε_{it} , di una variabile i nel VAR, sull'altra variabile; per esempio, uno shock ε_{yt} dell'1% alla variabile y , simulando i suoi effetti sulla dinamica di x ed y . Il problema dell'identificazione del VAR risiede nel fatto che il disturbo "stimato" ε_{it} è una combinazione lineare degli shock "veri" e_{it} , gli unici di interesse dal punto di vista economico e statistico. In affetti, per costruire simulazioni significative attraverso l'uso di un VAR si devono individuare gli shock strutturali e_{it} (veri), partendo da quelli stimati ε_{it} .

Il problema dell'identificazione degli shock ha diverse soluzioni. Una soluzione è nota come *scomposizione di Cholesky*, o triangolarizzazione, e la utilizziamo nella nostra stima. Per applicare questa scomposizione, si assume, che l'economia abbia una struttura recursiva, cioè che esista uno shock strutturale originario da cui si generano le successive variazioni di tutte le variabili del VAR. Rimanendo al nostro esempio bivariato, se ipotizziamo che non esiste alcun effetto contemporaneo di y

su x , la matrice B diventa $B = \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$, e gli shock stimati ε_{yt} dipendono solamente da e_{yt} . Ovviamente, con questa

restrizione si assume che le funzioni di risposta all'impulso dipendono dall'ordinamento delle variabili nel VAR, il che implica una particolare visione del sistema economico. Perciò, nella nostra stima assumeremo che la variazione degli investimenti per l'efficienza energetica è lo shock strutturale originario che influenza la dinamica complessiva del sistema economico rappresentato dalle variabili presenti nel VAR.

Le proiezioni che seguono si basano su un sistema VAR, stimato su dati trimestrali, contenente gli investimenti dei settori produttivi oggetto di efficientamento (IN), l'occupazione (U) e il valore aggiunto dei comparti produttivi (V), il consumo finale di energia (E) e le emissioni di CO2 (Q) dei settori produttivi oggetto di analisi. Gli investimenti ed il valore aggiunto sono espressi in termini reali ai prezzi 2000. L'occupazione è misurata in unità di occupati. Il consumo di energia in Mtep. Le emissioni di CO2 in Mt. I dati sono tratti dalla banca dati Namea (2008) della contabilità ambientale Istat, dai dati di contabilità nazionale Istat (2010), e dalla banca dati Odysee (2010).

Il VAR è identificato attraverso la scomposizione di Cholesky, assumendo che le policy per l'efficienza energetica influenzano primariamente gli investimenti settoriali, e che questo mutamento si riflette, in ordine, sull'occupazione e sul valore aggiunto, sul consumo di energia e sull'emissione di CO2 dello stesso comparto. La struttura di identificazione assume,

che l'investimento non reagisce contemporaneamente a nessuna delle altre variabili, mentre le altre variabili hanno *feedback* crescenti fino alle emissioni di CO₂ che risentono delle variazioni di tutte le altre variabili incluse nel sistema (questa ipotesi è coerente con la precedente scomposizione della CO₂ denominata *augmented ImPACT*). Va sottolineato che le proiezioni ricavate dal VAR restano sostanzialmente stabili, quando, mantenendo in testa all'ordinamento l'investimento, si cambia invece quello delle restanti quattro variabili del VAR. Le domande attorno a cui sono incentrate le proiezioni sono le seguenti:

- lo sviluppo economico collegato all'efficientamento implica la riduzione dei consumi finali di energia?
- sono possibili traiettorie di sviluppo sostenibile che favorendo gli investimenti consentono di centrare gli obiettivi ambientali europei?

7.2 Gli scenari OEI

Gli scenari OEI analizzano un orizzonte temporale decennale che va dal 2010 al 2020. Lo scopo è di valutare l'impatto dell'efficientamento, sull'occupazione, sul valore aggiunto, sul consumo di energia e sulle emissioni di CO₂ per il raggiungimento degli obiettivi europei.

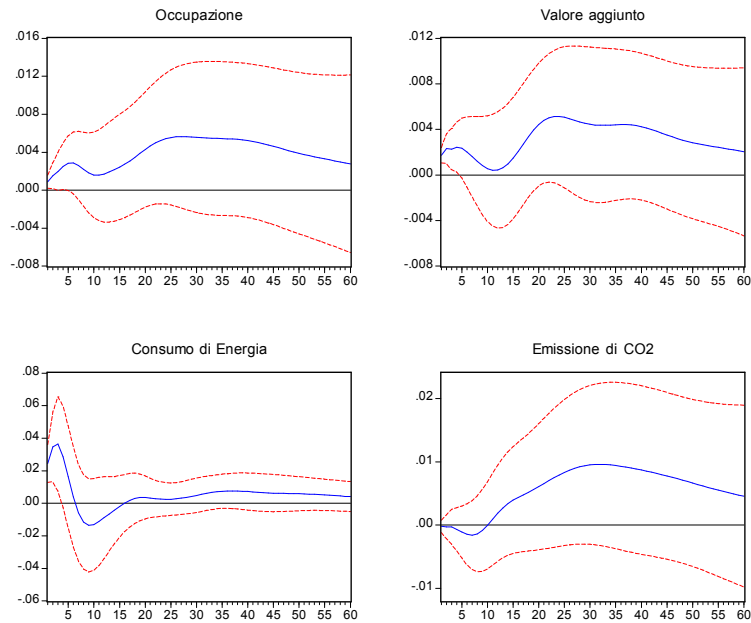
Il tasso di crescita degli investimenti per l'efficienza energetica è il fattore di maggiore rilievo nell'evoluzione delle variabili del VAR. I due settori analizzati sono quelli della "Edilizia" e delle "Macchine e Apparecchiature Elettriche e Meccaniche". Nello scenario più ottimista, si ipotizza per il decennio 2010-2020 un investimento cumulato in questi settori di 51 miliardi di euro (espressi in termini reali 2000), pari a circa 5.1 miliardi annui. Di questi 51 miliardi di euro, 24 sono nell'Edilizia e 27 nelle Macchine e Apparecchiature (motori inveter, pompe di calore, caldaie e condizionamento, elettrodomestici, cogenerazione, UPS, rifasamento). Per le proiezioni in analisi, sono stati ipotizzati anche tassi di crescita degli investimenti più contenuti, in ragione di strategie per l'efficienza energetica meno interventiste. Infine, per rendere comparabili i risultati delle nostre proiezioni a quelli dei principali Istituti di ricerca assumiamo le medesime ipotesi relative alle policy per l'efficienza energetica, al costo della CO₂ per tonnellata (25 euro), e al costo al barile di petrolio (75 dollari e un cambio dollaro-euro pari a 1.25).

Più precisamente, consideriamo quattro scenari:

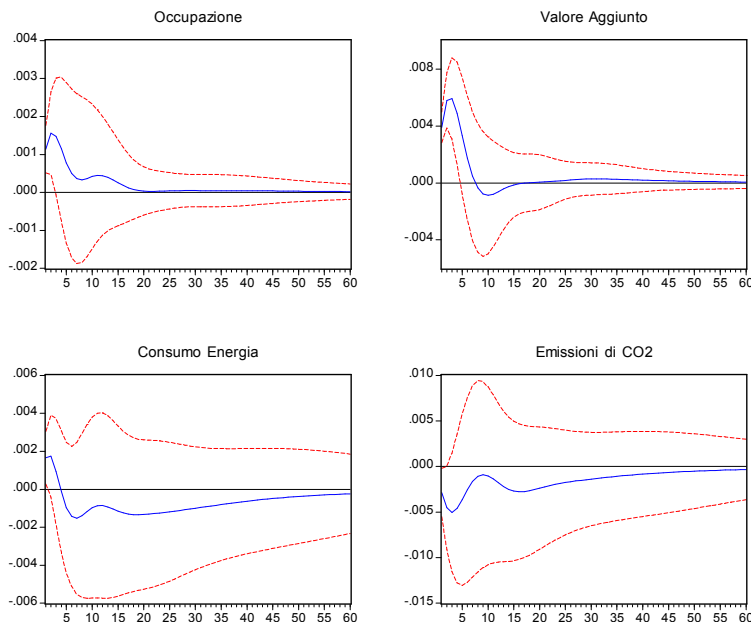
- due di questi sono basati su ipotesi "**accelerate**", denominate **BAT H** e **BAT L**. Con queste ipotesi si esplorano gli effetti economici e ambientali di avanzamenti tecnologici e politiche di sviluppo finalizzate a conseguire, con maggiore oppure minore successo, gli obiettivi di riduzione di consumo e delle emissioni proposti dalla UE; l'ipotesi **BAT H** è quella più ottimistica con il più elevato tasso di investimento.
- Gli altri due scenari si basano su due ipotesi di "**riferimento**", denominate **BAU H** e **BAU L**, in cui si ipotizza un sostanziale protrarsi delle tendenze in corso in ambito normativo ed economico. La proiezione **BAU L** ipotizza una evoluzione molto contenuta degli investimenti (un decimo di **BAT H**), mantenendo un *trend* in linea con quello registrato nell'ultimo quinquennio.

RIQUADRO 2.
Shock e impatti

(a) *Edilizia*. Le funzioni di risposta di occupazione, valore aggiunto, consumi di energia e CO2 ad una shock positivo agli investimenti settoriali.



(b) *Meccanica e Apparecchi*. Le funzioni di risposta di occupazione, valore aggiunto, consumi di energia e CO2 ad una shock positivo degli investimenti settoriali.



Fonte: Nostre elaborazioni (60 trimestri)

Le proiezioni sono ricavate calibrando le funzioni di risposta dell'occupazione, del valore aggiunto, del consumo di energia, e della CO₂ a fronte di un impulso espansivo degli investimenti, in funzione delle ipotesi di sviluppo che caratterizzano i quattro scenari evolutivi. Dal punto di vista metodologico, è da sottolineare che le proiezioni dipendono sia dalla dimensione dello shock originario (per esempio, il 2% oppure 5% in più degli investimenti tendenziali), che dall'evoluzione delle risposte all'impulso, espressa in funzione dei coefficienti stimati attraverso dall'identificazione del VAR.

Per i due settori "Edilizia" e "Macchine e Apparecchiature Elettriche e Meccaniche" il riquadro 2 riporta i grafici delle funzione di risposta all'impulso pari, per convenzione, a una volta la deviazione standard dei residui delle variabili di interesse. Le due linee in rosso di ogni grafico offrono una rappresentazione grafica dell'attendibilità statistica delle risposte allo shock rappresentate dalla curva di colore blu. I grafici illustrano che a fronte di un impulso espansivo degli investimenti, l'occupazione, il valore aggiunto ed il consumo di energia subiscono un immediato aumento, mentre le emissioni di CO₂ diminuiscono per effetto della maggiore efficienza tecnologica. A circa 20 trimestri (5 anni) dallo shock, mentre l'emissione di CO₂ torna a crescere, seppure a tassi ridotti, per la crescente attività economicasi inverte l'andamento nell'occupazione e del valore aggiunto. Nel settore della Meccanica ed Apparecchi, la riduzione del consumo di energia è superiore a quello dell'Edilizia.

Partendo da queste risposte dinamiche, la "calibrazione" degli investimenti consente di costruire le proiezioni con cui stimare gli effetti attesi dalle politiche per l'efficientamento.

7.3 Il settore Edilizio

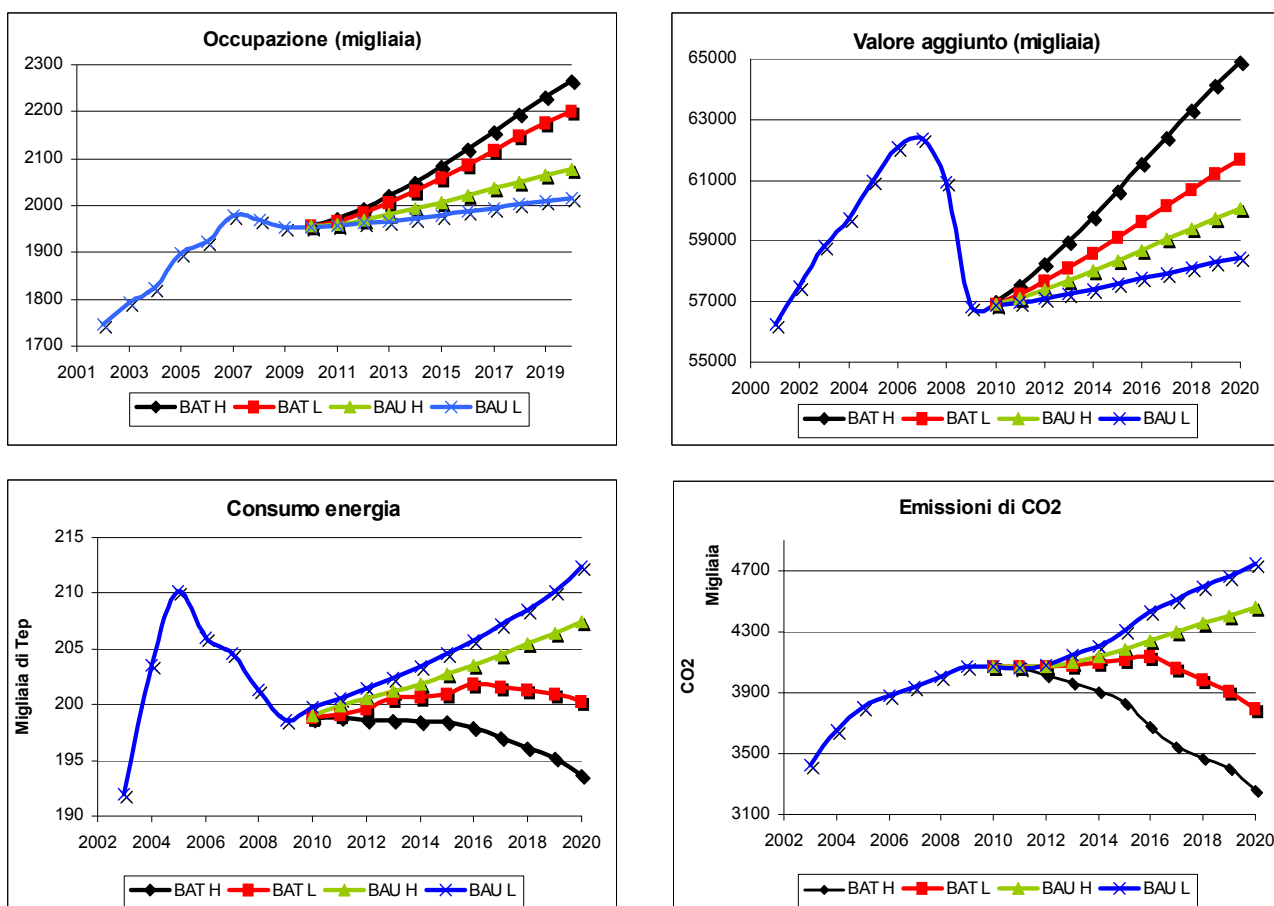
La figura 26 e la tabella 1 riassumono i dati relativi alle proiezioni nel settore dell'Edilizia.

BAU. Nell'ipotesi BAU L di sviluppo **tendenziale**, senza interventi e con bassa crescita, l'occupazione cresce di sole 35 mila unità al 2020. Anche nell'ipotesi di una dinamica più sostenuta (BAU H) il livello occupazionale aumenta limitatamente, seppure ad un ritmo più elevato (circa 100 mila unità in più rispetto al 2010). E' da notare che in queste due proiezioni il tasso di crescita medio annuo del valore aggiunto è compreso tra lo 0.28% e lo 0.57%. Questa stentata dinamica economica si accompagna però ad una ripresa dei consumi di energia, riconducibile al basso livello di efficienza energetica, che nello scenario BAU L cresce rispetto al dato del 2010 del 7%, e del 4.5% nello scenario BAU H. Nei due casi si registra, anche una accelerazione nelle emissioni di CO₂, che tornano nel medio periodo a convergere verso il trend di crescita antecedente la crisi economica.

BAT. Nelle proiezioni di **intervento**, invece, si manifesta un'accelerazione della crescita economica connessa ad una inversione di tendenza nell'emissione di CO₂: nel 2020 si stima che l'occupazione nel settore dell'Edilizia è pari a 2274 ed a 2200 milioni di unità, rispettivamente nella proiezione BAT H e BAT L. Questa dinamica espansiva si associa alla creazione di valore aggiunto (65 milioni di euro nello scenario BAT H al 2020), e ad una riduzione strutturale dei consumi di energia (ciò che abbiamo denominato *decoupling* assoluto). Dalla proiezione BAT H emerge che nel 2020 i consumi finali di energia sono inferiori del 4% rispetto al 2010, e del 9.5% rispetto allo scenario tendenziale BAU L. La

decelerazione del consumo di energia conseguente ai nuovi investimenti per l'efficienza energetica, tramite la diffusione di tecnologie già oggi disponibili, si riflette positivamente sulle emissioni di CO2 che nello scenario di intervento BAT H si riducono nel 2020 del 25% rispetto ai livelli del 2010, e del 45% rispetto al tendenziale BAU L al 2020.

Figura 26. Effetti degli investimenti in efficienza nell'Edilizia.
Periodo 2010-2020.



Fonte: Nostre elaborazioni.

La tabella 1 sintetizza gli effetti complessivi dei cambiamenti sul sistema edilizio. Dall'analisi dei dati della colonna di sinistra emerge che nello scenario BAT H a fronte di un investimento cumulato sul decennio di 27 miliardi di euro (reali), si registrerebbe un incremento del valore aggiunto reale pari a 43 miliardi cumulati rispetto al 2010, mentre il numero degli occupati crescerebbe di 311 mila unità. L'energia risparmiata rispetto al consumo del 2010 sarebbe pari a 14 MTEP. Se attribuiamo un costo di 75 dollari al costo al barile di petrolio, considerando un cambio dollaro-euro uguale a 1.25, il valore economico del risparmio sarebbe approssimativamente pari a 1300 milioni di euro. Attribuendo, infine, un prezzo medio di 25 euro a tonnellata di CO2 il valore delle emissioni evitate rispetto al 2010 sarebbe pari a 875 milioni di euro. La colonna di destra della tabella 1, riassume invece i dati relativi al confronto

tra lo scenario più ottimista di intervento BAT H e quello tendenziale BAU L. Nel medio periodo lo scenario BAT H assume il ruolo positivo e prevalente.

Tabella 1. Effetti cumulati degli investimenti in efficienza nel settore dell'**Edilizia** nell'ipotesi BAT H.

	Effetti cumulati tra il 2010 ed il 2020, rispetto al livello 2010	Effetti cumulati tra il 2010 ed il 2020, rispetto al tendenziale BAU L
Investimenti (miliardi reali)	+24	+18.5
Valore aggiunto (miliardi reali)	+43	+32
Produzione (miliardi reali)	+91	+66
Occupazione (migliaia di unità)	+311	+239
Consumo Energia (Mtep)	-14	-84
Emissione CO2 (Mt)	-35	-69

Fonte: Nostre elaborazioni.

7.4 Il settore della Meccanica

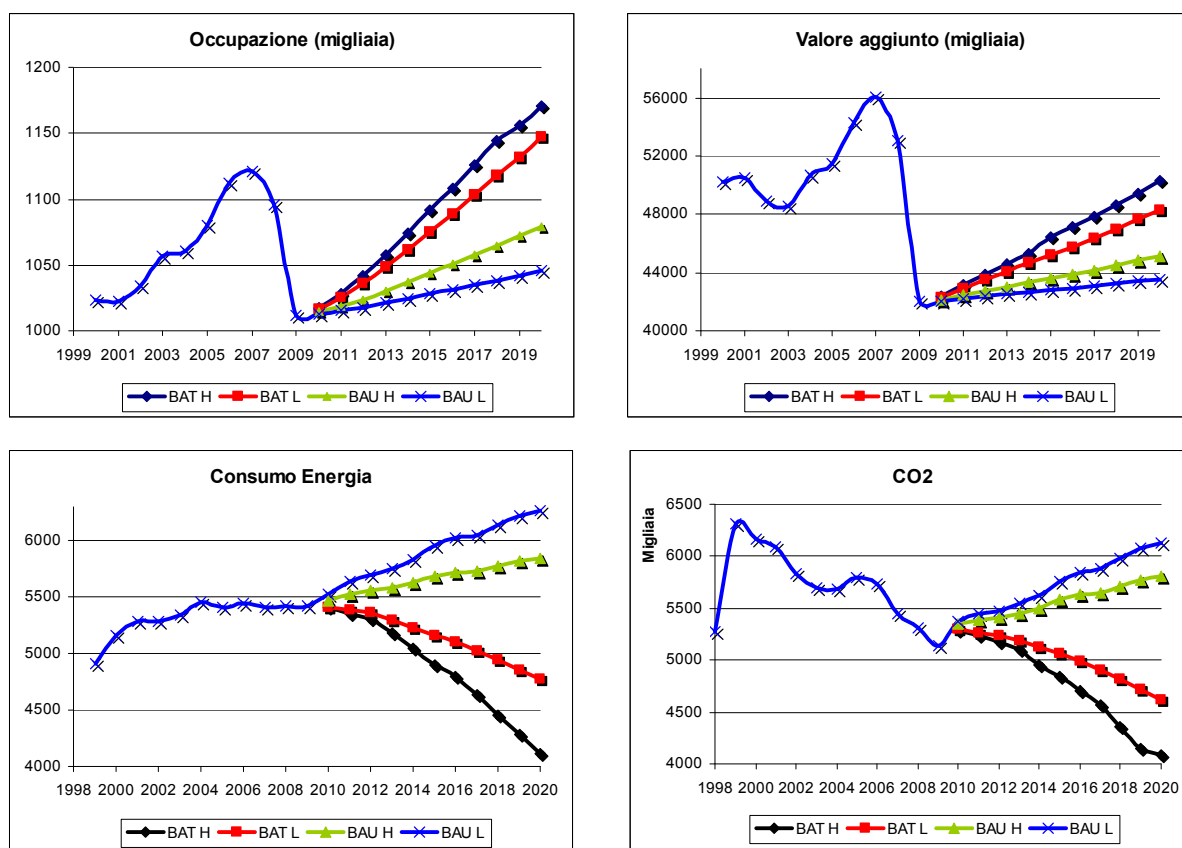
Le proiezioni sviluppate dall'OEI per il comparto della "Meccanica e Apparecchiature Elettriche e Meccaniche" presentano caratteristiche simili alle precedenti, e mostrano una spiccata capacità degli investimenti di incidere sul risparmio energetico e sulla emissione di CO2. Considerando le caratteristiche delle diverse proiezioni, emerge che l'occupazione cresce insieme al valore aggiunto del settore all'aumentare degli investimenti finalizzati all'efficienza energetica, che nello scenario di intervento BAT H sono pari a 24 miliardi di euro (cumulati e reali ai prezzi 2000). Il maggiore investimento incide non solo sulla crescita economica, ma anche sul risparmio di energia consumata e sulla minore emissione di CO2. I quattro grafici della figura 27 sono la controparte grafica dell'analisi quantitativa ricavata dal VAR. Sono evidenti i vtaggi collegati all'efficientamento rappresentati dalle proiezioni denominate BAT H.

La tabella 2, analogamente al caso dell'edilizia, riassume i dati più significativi delle proiezioni. Nello scenario più ottimistico BAT H (colonna di sinistra) per il decennio 2010-2020 ci si potrebbe attendere una crescita del valore aggiunto di 49 miliardi di euro (ossia +37

miliardi rispetto alla dinamica tendenziale BAU L), ed un incremento di occupazione nel settore di circa 168 mila unità (+130 mila rispetto a BAU L). Confrontando i dati della proiezione BAT H con quelli del 2010, e con quelli dell'ipotesi BAU L, emerge, inoltre, un risparmio notevole del consumo di energia (-58 Mtep rispetto al livello del 2010, e -112 rispetto al tendenziale BAU L), e la flessione nell'emissione di CO₂, con un risparmio di 41 tonnellate nell'ipotesi BAU H rispetto ai livelli del 2010, ed un risparmio di 109 Mt rispetto al tendenziale BAU L al 2020.

Le proiezioni OEI portano perciò a concludere che investimenti più consistenti nell'efficienza energetica possono generare vantaggi strutturali e permanenti tanto sulla componente economica che su quella ambientale dei settori produttivi analizzati.

Figura 27. Effetti degli investimenti in efficienza nella Meccanica.
Periodo 2010-2010.



Fonte: Nostre elaborazioni.

Tabella 2. Effetti cumulati degli investimenti in efficienza nel settore della **Meccanica** nell'ipotesi BAT H.

	Effetti cumulati tra il 2010 ed il 2020, rispetto al livello 2010	Effetti cumulati tra il 2010 ed il 2020, rispetto al tendenziale BAU L
Investimenti (Miliardi di euro)	+27	+16.3
Valore aggiunto (Miliardi di euro)	+49	+37
Produzione (Miliardi di euro)	+99	+59
Occupazione (migliaia di unità)	+168	+130
Consumo Energia (Mtep)	-58	-112
Emissione CO2 (Mt)	-41	-109

Fonte: Nostre elaborazioni su dati Istat.

Conclusioni e alcune valutazioni dell'efficienza energetica per l'intera economia

In questo lavoro abbiamo messo a confronto gli effetti attesi dalle misure per l'efficienza energetica in Italia nei settori produttivi della "Edilizia", e della "Meccanica e Apparecchiature Elettriche e Meccaniche". L'effetto stimato per il decennio 2010-2020 è complessivamente positivo.

Le proiezioni dell'OEI sono in linea con quelle dei principali istituti di ricerca; in parte, tuttavia, se ne discostano poichè, sebbene offrano una valutazione ottimistica degli effetti dell'efficientamento, sono più prudenti per quanto riguarda la dimensione economica degli impatti attesi.

La tabella 3 riassume gli effetti stimati delle misure di efficienza energetica sulla crescita economica e sul sistema energetico in Italia, tra il 2010 ed il 2020, nello scenario più ottimista simulato dall'OEI rispetto al livello del 2010. La stessa tabella 3 presenta, inoltre, una valutazione degli impatti per **l'intera economia**, sempre per lo stesso scenario ottimista BAT H. I valori sono cumulati, e misurano lo scostamento (positivo o negativo) dai livelli del 2010.

Tabella 3. Effetti delle misure di efficienza energetica nell'ipotesi BAT H.
Valori cumulati 2010-2020 rispetto al dato storico del 2010

	Investimenti (miliardi di euro 2000)	Valore Aggiunto (miliardi di euro 2000)	Occupazione (migliaia di occupati)	Consumo Energia (Mtep)	Anidride Carbonica (CO2 in Mt)
Edilizia	+24	+43	+311	-14	-35
Meccanica	+27	+49	+168	-58	-41
<i>Intera Economia</i>	+51	+168	+710	-38	-46

Fonte: Nostre elaborazioni.

Gli impatti aggregati per l'intera economia sono costruiti considerando i moltiplicatori dell'investimento nel settore edilizio e nella meccanica. L'impatto degli investimenti settoriali sull'intero sistema economico interessato deve essere, difatti, valutato tenendo conto sia degli effetti indiretti sia degli effetti indotti dall'investimento sul prodotto interno lordo (valore aggiunto). Per farsi un'idea dell'entità complessiva di questi effetti, ci si riferisce tradizionalmente al concetto di moltiplicatore keynesiano. In letteratura è possibile trovare valori dei moltiplicatori degli investimenti nelle diverse industrie. Ad esempio, il moltiplicatore dell'edilizia è stimato in letteratura essere pari a 2.3 - 2.5 ³. Nel settore manifatturiero e nella meccanica il valore oscilla tra 2.9 e 3.2.

Utilizzando questi moltiplicatori si ricava dalle nostre proiezioni un incremento cumulato del valore aggiunto reale dell'intera economia di circa 142 miliardi di euro (comprensivo dei 91 miliardi originati nell'industria dell'edilizia e della meccanica), a cui corrisponde un incremento stimato di occupazione complessiva pari a 710 mila nuovi occupati (comprensiva dei 479 mila dei due settori oggetto diretto dell'efficientamento).

Il segno dell'impatto degli investimenti - positivo sulle componenti economiche dell'intera economia - tende, invece, a invertirsi, rispetto al valore stimato nei singoli settori, quando si guarda al consumo energetico e alle emissioni di CO₂ totali. Ciò accade perché, per ipotesi, nel modello empirico OEI il resto dell'economia non è destinatario diretto delle misure di efficientamento. Gli investimenti hanno l'effetto netto di ridurre il consumo di energia e le emissioni di CO₂ dell'intera economia (rispettivamente di -38 Mtep e -46 Mt), ma tale effetto aggregato è di dimensione minore rispetto a quello cumulato nei comparti dell'edilizia e della meccanica (ossia di -72 Mtep e -76 Mt). Ovviamente, quest'ultima proiezione può subire variazioni (di segno) in funzione delle assunzioni che si fanno circa l'estensione delle misure di efficientamento ad un più ampio parco di comparti produttivi. Comunque, pur se limitato a due soli settori, la *dematerializzazione* dell'intensità energetica e il *decoupling* assoluto nell'emissione di anidride carbonica, stimato dal modello VAR, testimoniano l'effetto qualificato e positivo degli investimenti per l'efficienza.

Per completare, va, infine, sottolineato che i dati della tabella 3 si riferiscono all'ipotesi di intervento BAT H. Variazioni minori nella spesa degli investimenti, inadempienze tecnico-amministrative nell'applicazione delle Direttive e dei PAN, oppure inadeguate misure di politica industriale possono determinare scostamenti notevoli dalla simulazione più ottimista.

Complessivamente, però, l'impatto netto delle misure di efficienza energetica sul sistema Paese, per il periodo 2010-2020, resta positivo. L'efficienza energetica rappresenta perciò un'opportunità di crescita da potenziare, il cui contributo sarà determinante per centrare gli obiettivi fissati nel Pacchetto clima-energia.

³ Vedi: *Measuring How Much Economic Change Will Mean to Your Community*, Dr. Michael L. Walden Professor and Extension Economist Dept. of Agricultural and Resource Economics North Carolina State University. Per risultati analoghi si veda anche Savona e Monteforte, *Gli effetti indotti dalla realizzazione di investimenti autostradali* (1997).

Bibliografia essenziale.

- Commissione Europea (2006). Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità, Bruxelles, 2006.
- Confindustria (2010). Piano Straordinario di Efficienza Energetica 2010.
- D'Angelo E., Rugiero S., Notargiovanni S., Portioli L. (2009). "L'efficienza energetica in Italia", in *Energia, Ambiente e Innovazione*, Bimestrale dell'ENEA, 5, pp. 72-84.
- International Energy Agency (2010). *World Energy Outlook*
- International Energy Agency (2010) *Key World Energy Statistics*
- IRES - Osservatorio Energia e Innovazione (2010). *Lotta ai cambiamenti climatici e fonti rinnovabili. Gli Investimenti, le Ricadute Occupazionali, le Nuove Professionalità*, a cura di Rugiero S. e A. Notargiovanni, rapporto di Ricerca 04/2010 (con M. D'Angelo e G. Travaglini).
- ENEA (2010). Rapporto Energia e Ambiente, Analisi e Scenari 2009, ENEA, Novembre.
- Ministero dello Sviluppo Economico (2007). Piano di Azione per l'Efficienza Energetica (PAN 2007), adottato dal Governo Italiano.
- Ministero dello Sviluppo Economico (2010). Piano di Azione per l'Efficienza Energetica (PAN 2010), adottato dal Governo Italiano.
- Odysse (2009). Energy Efficiency Policies and Measures in Italy, ENEA.
- York R. Rosa E., Dietz T. (2003). "Stirpat, IPAT and ImPACT: analytical tools for unpacking the driving forces of environmental impacts", *Ecological Economics*, 46, 351-365.
- Saltari E. e G. Travaglini (2011). "The effects of environmental policies on the abatement investment decisions of a green firm", *Resource and Energy Economics* 33.3 (2011): 666-685.
- Saltari E. e G. Travaglini (2011). "Optimal abatement investment and environmental policies under pollution uncertainty", *Frontiers of Economic Growth and Development*. Ed. Olivier de La Grandville. Emerald (forthcoming), 2011
- Travaglini G. (2011). "Trade-off between labor productivity and capital accumulation in Italian energy sector", *Journal of Policy Modeling*, forthcoming.

Rugiero e Travaglini – Efficienza Energetica

Rugiero S. e G. Travaglini (2010). “L’energia rinnovabile come fattore di sviluppo: valore aggiunto e ricadute occupazionali”, *Quaderni di Italianieuropei*, 2010/2, pp. 119-126.

Rugiero S. e G. Travaglini (2011). “Green economy: l’efficienza energetica e ambientale nel settore elettrico”, *Prisma*, 2011, forthcoming.