



# INVESTIMENTI ICT E DOMANDA DI ENERGIA ELETTRICA: UN CONFRONTO TRA SETTORI DI ATTIVITÀ ECONOMICA

Antonio Angelo ROMANO, Giuseppe SCANDURRA  
Dipartimento di Statistica e Matematica per la Ricerca Economica  
Università degli Studi di Napoli “Parthenope”

[antonio.romano@uniparthenope.it](mailto:antonio.romano@uniparthenope.it); [giuseppe.scandurra@uniparthenope.it](mailto:giuseppe.scandurra@uniparthenope.it)

**Abstract:** *Il lavoro si propone di realizzare un confronto tra i macrosettori di attività economica per conoscere la relazione tra consumo di energia elettrica e capitale disponibile in ICT. La sperimentazione, basata su un “logistic growth model”, ha permesso sia di evidenziare la presenza del paradosso della produttività sia di saggiare la prevalenza dell’effetto compensazione sull’effetto sostituzione nei settori di attività economica. Emerge un Paese prevalentemente utilizzatore di ICT e nel quale i settori di attività economica non si distinguono nettamente.*

**Keywords:** *effetto saturazione; effetto compensazione; paradosso della produttività; intensità energetica; logistic growth model.*

## 1. Introduzione

E’ noto che gli investimenti ICT possono avere due effetti contrastanti sui consumi di energia elettrica: da un lato, possono favorire la sostituzione di tecnologie produttive obsolete a favore di quelle *energy saving*, (effetto *sostituzione*) dall’altro, lo stesso incremento di produzione del settore ICT e quello dei consumi energetici legati alla diffusione dei suoi beni e servizi (effetto *compensazione*), possono indurre l’effetto opposto. Takase e Murata (2004) studiando il legame tra investimenti ICT, domanda di energia elettrica ed emissioni di anidride carbonica ( $CO_2$ ), nel Giappone e negli USA, sono giunti alla conclusione non banale che l’effetto sostituzione prevale nel primo Paese mentre negli USA l’incremento dei consumi energetici pare essere più marcato. In altre realtà economiche, come la Corea del Sud, altri studiosi (Cho *et al.*, 2007) hanno invece evidenziato un equilibrio tra i due effetti con sostanziali differenze tra i macrosettori produttivi. In questo lavoro, si propone l’utilizzazione del modello proposto da Cho (adattato alla realtà italiana) per ricercare l’evidenza empirica di un ragionevole legame tra investimenti ICT e consumi di energia elettrica nella realtà italiana tentando, nello stesso tempo, di decidere sull’equilibrio tra l’effetto sostituzione e compensazione. In maggior dettaglio, il modello è stato utilizzato su 4 macrosettori produttivi<sup>1</sup> con i seguenti obiettivi: *a)* studiare l’equilibrio dei due effetti e determinare, per ogni macrosettore i ritardi temporali medi intercorrenti tra il periodo di effettuazione degli investimenti e l’espletamento dei loro effetti; *b)* individuare il livello di saturazione della domanda di energia elettrica di ogni macrosettore; *c)* effettuare una possibile previsione della domanda di energia elettrica.

<sup>1</sup> 1) Agricoltura, silvicoltura e pesca; 2) Costruzioni; 3) Industria in senso stretto; 4) Servizi.



## 2. Il modello utilizzato

Il modello utilizzato in questo lavoro è abbastanza semplice ed appartiene ai modelli “a saturazione e soglia”, molto utilizzati nel campo dell’analisi della domanda energetica. In esso, l’intensità energetica della produzione, disaggregata per macrosettore  $i$ , cresce linearmente in funzione dello stock di capitale ICT e decresce esponenzialmente con il livello del prezzo del petrolio, considerata come fonte energetica largamente preponderante:

$$EI_i = \frac{\alpha_{i1} + \alpha_{i2}K_{ICT,i}}{1 + \exp^{(-\beta_i P)}} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Nel complesso, la relazione dà luogo ad un modello di crescita logistica (*logistic growth curve*) nel quale il segno ed il livello di  $\alpha_{i2}$  determina la prevalenza o meno dell’effetto sostituzione su quello di compensazione. La semplicità del modello e le ipotesi alla sua base non permettono di stabilire un legame quantitativo affidabile tra investimenti ICT ed efficienza energetica del sistema produttivo ma può dare un’idea abbastanza significativa del ruolo giocato nell’economia di un Paese dalla diffusione delle tecnologie dell’informatica e delle telecomunicazioni. Infatti, l’impatto sull’economia di tali tecnologie dipende *a*) dall’estensione e dall’importanza assunta dai settori *produttivi* che ricadono nel gruppo ICT e *b*) dall’uso (qualitativo e quantitativo) che gli altri settori fanno dei beni ICT prodotti. Nel caso italiano, la relativa rilevanza del settore ICT ed i ritardi nella diffusione più specificamente produttiva dei beni ICT, rendono più realistica la previsione dal modello proposto e, nello stesso tempo, lascia prevedere la prevalenza dell’effetto compensazione su quello di sostituzione. Per minimizzare, almeno in parte, i rischi di cadere nelle incongruenze lamentate da Solow nel suo *paradosso*, la serie storica del capitale netto ICT è stata ritardata nel tempo con *lag* temporali variabili in funzione del macrosettore preso in considerazione. L’ampiezza dei ritardi è stata fissata in modo da garantire la migliore performance del modello e quindi confrontati con quelli, determinati qualitativamente, in letteratura. Considerata la supposta linearità della relazione tra intensità energetica e stock di capitale ICT, in assenza di altre variabili, risulterebbe che il settore primario, in Italia, è stato il più rapido nel beneficiare degli effetti delle tecnologie ICT rispetto agli altri macrosettori che, invece, non si differenziano significativamente tra di loro richiedendo tutti un biennio circa per vedere effetti rilevabili sulla variazione della loro intensità energetica. Purtroppo, i dati disponibili coprono il periodo che va dal 1980 al 2004 e ciò esclude la possibilità di valutare gli effetti, registrati dal modello, della rilevante crescita del prezzo del petrolio osservata in questi ultimi due anni e, ancora di più, nel corso del 2008. Ci si propone di continuare nel seguito a valutare le *performances* del modello stesso. I dati utilizzati per la stima dei parametri sono costituiti dalle serie storiche del consumo di energia elettrica (fonte: TERNA); del Valore Aggiunto a prezzi costanti (fonte: ISTAT); del prezzo del petrolio<sup>2</sup> (fonte: *Statistical Review della British Petroleum*) e del capitale netto ICT per macrosettore produttivo (fonte: ISTAT).

---

<sup>2</sup> I dati, originariamente espressi in \$/bbl, sono stati convertiti in euro, al prezzo del 2000, in accordo con le altre serie disponibili, e tratte dall’Istat, che hanno il 2000 quale anno base. Per poter assorbire l’effetto del cambio euro/dollaro che, specie negli ultimi anni, ha influito notevolmente sulle transazioni internazionali dei prodotti energetici, i dati sul prezzo del petrolio sono stati convertiti in euro, utilizzando il tasso annuale ufficiale di cambio, come disponibile dalla Banca d’Italia (dal 2008 la Banca d’Italia svolge le funzioni prima ad appannaggio dell’Ufficio Italiano Cambi).



### 3. I risultati ottenuti

In tabella (1) sono riportati i risultati principali ottenuti con l'applicazione del modello (1) alla realtà italiana:

	<i>Lag</i>	<i>Pseudo R<sup>2</sup></i>	<i>MAPE</i>	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta_1$
<b>Agricoltura</b>	1	0,49	5,73	0,1405* (0,00345)	0,000473 (0,000315)	-0,00002 (0,000017)
<b>Costruzioni</b>	2	0,77	3,91	0,0133* (0,000955)	0,000015 * (2,02E-06)	1,31E-06 (3,42E-06)
<b>Industria in senso stretto</b>	2	0,83	2,39	0,4845* (0,00967)	0,000011* (1,77E-06)	0,000024** (8,997E-06)
<b>Servizi</b>	2	0,98	2,22	0,0351* (0,00151)	1,80E-06 * (7,76E-08)	4,57E-06 ** (1,82E-06)
<b>Totale</b>	2	0,97	1,24	0,1487* (0,00192)	1,321E-06* (9,877E-08)	0,000011* (3,756E-06)

\* : significativo al 99%

\*\* : significativo al 95%

*Tabella 1: Stime dei parametri del modello nei quattro settori di attività economica e bontà di adattamento ai ritardi utilizzati nella serie del capitale in ICT (in parentesi gli errori standard).*

Per la verifica del modello, sono stati riportati in tabella sia lo *pseudo R<sup>2</sup>* sia la media dell'errore assoluto percentuale (*MAPE, mean absolute percent error*)<sup>3</sup>. Questi valori hanno guidato la scelta del ritardo da assegnare alle serie dei dati relativi agli investimenti in ICT che, come si è detto, hanno bisogno di un certo periodo per incidere sulla struttura produttiva dei settori economici. L'adattamento alle osservazioni empiriche è elevato in tre settori mentre è modesto nel settore dell'agricoltura, silvicoltura e pesca. Proprio questa modestia nell'adattamento rende poco significativa la circostanza, che pare emergere dai parametri, secondo la quale il comparto agricolo pare essere quello più veloce a sfruttare gli effetti del progresso tecnologico. Le stesse considerazioni possono essere estese al *MAPE*. Diverso, come è facile aspettarsi, appare il settore terziario, in cui sono molto elevati sia l'adattamento sia le capacità predittive del modello e che, tra tutti, è il settore che maggiormente investe in ICT. Dall'analisi della tabella emerge che il coefficiente  $\alpha_2$  del modello è significativo nei settori delle costruzioni, dell'industria in senso stretto e dei servizi, ed è positivo. All'aumentare dello stock di capitale netto in ICT cresce, quindi, l'intensità energetica utilizzata dal settore. In questa situazione si evidenzia la prevalenza dell'effetto compensazione sull'effetto sostituzione nei macrosettori economici nazionali. Nel settore primario il coefficiente  $\alpha_2$  appare, invece, non significativamente diverso da zero. Gli investimenti in ICT sembrerebbero non generare effetti sull'intensità energetica del settore ma, al più, incidono indirettamente sulla produttività del lavoro (O'Mahony e Van Ark, 2003). Ben diverso è il caso del prezzo del petrolio. I coefficienti sono, infatti, non significativi nei settori

<sup>3</sup> Per necessità di sintesi si è omessa la tabella contenente sia lo *pseudo-R<sup>2</sup>* che il *MAPE* ai diversi *lags* presi in considerazione. I dati sono disponibili, comunque, su richiesta.



dell'Agricoltura e delle Costruzioni, questo almeno fino al 2004. La variabile sembra quindi non essere rilevante sull'intensità energetica nazionale. Solo nel settore dell'Industria in senso stretto e nei Servizi il prezzo del petrolio presenta un coefficiente significativo. Il quadro che emerge è quello di un Paese utilizzatore e non produttore di ICT, nel quale non sembra esistere, dal punto di vista di cui si tratta, una netta distinzione tra i macrosettori. Un altro segnale è fornito dai ritardi, anch'essi indistinti tra i settori. Poiché ci si aspetterebbe una maggiore rapidità dei servizi, è lecita l'ipotesi di un uso scarsamente efficace delle tecnologie ICT e ciò è quanto emerge anche dai confronti internazionali sulla produttività aggregata. Oltre che considerare i macrosettori, la sperimentazione ha riguardato l'intero sistema produttivo nazionale. Quindi, dall'analisi della tabella (1) si evince che tutti i coefficienti stimati sono significativi e, come già verificato per le singole branche produttrici, prevale l'effetto compensazione, che fa crescere la domanda elettrica all'aumentare del capitale in ICT.

#### **4. Considerazioni conclusive e ricerche future**

La verifica della esclusiva presenza dell'effetto compensazione nei macrosettori nazionali, evidenziata anche dai risultati ottenuti dal semplice modello utilizzato, non deve far propendere verso la generica affermazione di una minore efficienza energetica nazionale e settoriale. Difatti, è bene ribadirlo, una bassa intensità elettrica non implica necessariamente una maggiore efficienza essendo quest'ultima legata anche alle produttività specifiche. L'efficienza energetica, infatti, è una grandezza complessa che dovrebbe essere spiegata, oltre che attraverso i consumi elettrici, anche da altri fattori che contribuiscono alla produzione di beni e/o servizi, quali il lavoro e lo stock di capitale *non ICT*, utilizzati nella produzione di una unità di valore aggiunto. In tal modo è possibile individuare le cause e scomporle in quote associate a ciascuna. Sarebbe ora interessante studiare il modello in presenza di una maggiore disaggregazione settoriale e, soprattutto, prendendo in considerazione gli ultimi quattro anni (appena saranno disponibili i dati definitivi). In questo caso, l'evoluzione dei prezzi energetici potrebbe aiutare nel discriminare le vocazioni dei settori stessi. Un attento confronto internazionale, infine, potrebbe dare maggiore (o minore) credibilità ad un modello semplice ma utile come strumento di prima approssimazione.

#### **Bibliografia**

- Cho Y., Lee J., Kim T. (2007), The impact of ICT investment and energy price on industrial electricity demand: Dynamic growth model approach, *Energy Policy*, 35: 4730 – 4738.
- O'Mahony M., Van Ark B. (2003), EU productivity and competitiveness: an industry perspective, European Commission.
- Takase K., Murota Y. (2004), The impact of IT investment on energy: Japan and US comparison in 2010, *Energy Policy*, 31: 1291 – 1301.