

L'EFFICIENZA NEL SETTORE ITALIANO DEI SERVIZI IDRICI: UN'ANALISI EMPIRICA SUGLI AMBITI TERRITORIALI OTTIMALI

SEBASTIANO PATTI

pubblicazione internet realizzata con contributo della



società italiana di economia pubblica

dipartimento di economia pubblica e territoriale – università di pavia

L'EFFICIENZA NEL SETTORE ITALIANO DEI SERVIZI IDRICI: UN'ANALISI EMPIRICA SUGLI AMBITI TERRITORIALI OTTIMALI

(*Sebastiano Patti*)

DEMQ Facoltà di Economia
Università degli Studi di Catania

Abstract

Uno degli obiettivi della nascita delle Autorità di Ambito è quello di assicurare il servizio raggiungendo *standard* di efficienza. Sappiamo che nel settore dei servizi idrici l'efficienza e l'efficacia del servizio non sono state, nel passato, soddisfacenti sia sotto l'aspetto qualitativo che quantitativo. Attraverso questo lavoro, vorremmo fornire un contributo allo studio dell'efficienza e della produttività negli ATO italiani per mezzo di un'applicazione della *Data Envelopment Analysis* (DEA). Le misure di efficienza calcolate con l'analisi DEA rifletteranno gli eccessi, se ci sono, negli *input* che ogni unità usa, essendo dati il livello di *output* e le condizioni ambientali in cui l'unità opera.

Questo articolo è organizzato come segue: il primo paragrafo presenta una selezione di articoli sulla DEA nel settore dei servizi idrici; il secondo ed il terzo riguardano l'analisi di efficienza negli ATO attraverso la DEA (*Development Efficiency Approach*); nel quarto vengono illustrate le stime ottenute con le tecniche parametriche per la stima di una funzione stocastica di produzione; il quinto presenta le conclusioni del lavoro.

Keywords: Ambiti territoriali ottimali, efficienza, analisi DEA, frontiere stocastiche.

1 – L'applicazione della DEA al settore dei servizi idrici.

La DEA è stata usata nel settore pubblico per risolvere problemi di efficienza e di decisione multicriteriale. Essa fu presa in considerazione come strumento per migliorare l'efficienza nei settori tradizionalmente caratterizzati dalla presenza di monopoli naturali (Cardoso, J. R., Soares, C., e Martins, J.M., 2000). Worthington and Dollery (2000) hanno riassunto varie applicazioni delle misure di efficienza per il settore pubblico utilizzando l'analisi DEA e le frontiere stocastiche.

Più precisamente, l'analisi DEA è stata applicata con successo a settori storicamente associati, dal lato dell'offerta, a condizioni di monopolio naturale derivanti dall'utilizzo di reti la cui duplicazione

comporta un aumento del costo complessivo di fornitura, quali: l'elettricità, il gas, l'igiene urbana ed i servizi idrici. La DEA, è stata più volte applicata al settore dei servizi idrici: sinteticamente, citeremo, di seguito, qualche lavoro basato su questo tipo di applicazione.

Fra i più recenti è da citare lo studio di Shih, Harrington, Pizer e Gillingham (2004) attraverso cui sono state misurate l'efficienza tecnica e le economie di scala nei servizi idrici municipali degli USA. L'attenzione degli studiosi si è soffermata, in particolare, sui servizi gestiti da imprese di dimensioni "piccole" o "molto piccole". La piccola dimensione delle aziende può rappresentare un ostacolo all'efficienza del servizio facendo sorgere problemi come: la difficoltà di raggiungere buone capacità finanziarie, tecniche e manageriali, secondo quanto richiedono i moderni sistemi di trattamento delle risorse idriche; e gli elevati costi di produzione. Gli studiosi deducono che aziende molto piccole fronteggiano costi di produzione elevati e riscontrano, inoltre, elevati livelli di inefficienza tecnica e ampie differenze di costo tra imprese con lo stessa struttura di *input* (Shih, Harrington, Pizer e Gillingham, 2004).

Un certo interesse merita, inoltre, lo studio di Thanassoulis (2000) sulla regolamentazione dei servizi idrici britannici e sulla distribuzione dell'acqua, con particolare riferimento all'uso della DEA durante il periodo di modifica della tariffa avvenuto nel 1994 per opera dell'*OFWAT*, il regolatore del settore idrico in Inghilterra e nel Galles. In questo lavoro sono stati stimati i risparmi nelle spese operative nella distribuzione dell'acqua. Cardoso, Soares e Martins (2000) utilizzano il metodo dell'analisi DEA applicandolo allo studio del settore idrico portoghese, caratterizzato da una gestione del servizio, in parte, affidata agli enti locali ed, in parte, ai privati. Questa applicazione ha dato buoni risultati che sono stati utilizzati dall'operatore pubblico per stimolare le aziende risultate dall'analisi meno efficienti (Cardoso, Soares, Martins, 2000).

Gli studi citati hanno in comune un aspetto: essi prendono in considerazione una fase del ciclo idrico, più precisamente, quella della distribuzione. In essi vengono messe in evidenza le difficoltà che si possono incontrare nel definire l'insieme di *input* e di *output* necessari all'analisi. Come abbiamo visto nel precedente paragrafo, uno degli aspetti di maggiore difficoltà nell'uso della *Data Envelopment Analysis* risiede nella scelta degli *input* e degli *output*. Questo passaggio è di primaria importanza per la buona riuscita dell'analisi di efficienza che deve tendere a mostrare se c'è minimizzazione degli *input* o massimizzazione degli *output*. Bisogna prestare molta attenzione nell'identificare l'insieme di *input* e l'insieme di *output* corrispondenti, per una corretta assegnazione dei punteggi di efficienza. Infatti, il punteggio di efficienza è sensibile al numero di *input* e di *output* presi in considerazione; tanto che può accadere che, quando cresce il numero degli *input* e degli *output*, il punteggio di efficienza cresca (Shih, Harrington, Pizer e Gillingham, 2004).

Nel caso dei servizi idrici, per giungere ad una corretta individuazione degli *input* e degli *output* da inserire nel modello, occorre, innanzitutto, specificare le fasi del ciclo idrico. Queste possono essere distinte in tre: l'estrazione dell'acqua dai bacini; il trattamento per rendere l'acqua potabile e la distribuzione. Dobbiamo evidenziare che distribuzione e consegna al cliente sono due fasi distinte, tanto che è possibile parlare di *distribution input* e *water delivered* come se fossero due fasi distinte (Thanassoulis, 2000). Infatti, le due quantità (date dal volume di acqua distribuita e dal volume di acqua effettivamente consegnata) non sono uguali a causa della perdita di un sostanziale ammontare di acqua attraverso falle nel sistema di distribuzione. Trovare le variabili *input* - *output* della funzione di distribuzione dell'acqua diventa necessario per costruire la funzione e distinguere quest'attività dal resto delle altre attività dell'impresa idrica. La scelta non si presenta facile perchè, ad esempio, la distribuzione potrebbe essere considerata come *input*, mentre il volume di acqua erogato come *output*.

Oltre al metodo DEA, per misurare l'efficienza è possibile ricorrere a strumenti econometrici. Attraverso la stima econometrica si costruisce una frontiera di costo che, per ogni dato livello di *output*, indica l'allocazione più efficiente delle risorse (Battese e Coelli, 1993). In questo modo è possibile avere una misura dell'inefficienza data dalla distanza della singola configurazione di costo dalla frontiera. Dopo lo studio di Farrell (1957), la misurazione dell'efficienza si è identificata con la costruzione della frontiera di efficienza delle unità produttive. Per misurare l'efficienza da un punto di vista econometrico si è proceduto a stimare le funzioni di costo o di produzione. In altre parole si procede ad una misurazione di tipo parametrico. La letteratura in oggetto ha sempre cercato una comparazione tra metodi parametrici, come la stima econometrica, e metodi non parametrici, come l'analisi DEA, senza mai operare una scelta in termini di superiorità dell'una sull'altra (Lewin e Knox Lovell, 1990). La specificità dei metodi parametrici consisterebbe nell'assunzione di forme funzionali esplicite per descrivere la tecnologia. Queste misure, però, nascondono qualche limite legato, soprattutto, alla difficile misurazione dell'*output*. Talvolta, le analisi di tipo parametrico vengono preferite perché si vuole cercare il modello esplicativo migliore, calcolando gli errori statistici e interpretando economicamente i risultati; mentre si preferiscono studi di tipo non parametrico, come la DEA, per misurare l'efficienza delle singole unità produttive. Per fare questo occorre conoscere se esistono economie di scala o di specializzazione, che caratterizzano la tecnologia usata nella trasformazione degli *input* in *output*; oppure occorre misurare le efficienze tecnica ed allocativa, cioè misurare gli scostamenti delle unità produttive considerate dalla porzione ottima della tecnologia stessa (Venanzoni, 1996). Nelle analisi di tipo econometrico i risultati ottenuti nello studio delle economie e dell'efficienza sono come un prodotto congiunto. Non è possibile ricavare una misura dell'efficienza relativa delle diverse unità

produttive di un settore senza identificare e stimare i parametri di una funzione che descriva la tecnologia di riferimento del settore.

Uno degli aspetti fondamentali nella determinazione dell'analisi è dato dalla scelta della funzione di costo. Nel caso del sistema idrico italiano alcuni studiosi hanno preferito fare riferimento alla variabile parametrica della funzione di costo per la distribuzione dell'acqua. È il caso del "Metodo Tariffario Normalizzato", che l'Autorità di Regolamentazione italiana ha proposto per il calcolo della tariffa. In essa i costi operativi sono dati da: volume dell'acqua consegnata (VE), dalla lunghezza della rete di distribuzione (L), dal volume misurato di acqua consegnata alle famiglie (UTDM), dal totale dei consumatori (UtT), dalla spesa per l'elettricità (EE), dalla media (IT) e dalla spesa per comprare l'acqua (AA) (Antonioli, Filippini, 2001). La regolamentazione dei servizi idrici italiani è basata su un sistema in cui la tariffa adottata dalle imprese deve essere sottoposta ad approvazione da parte dell'Autorità, attraverso una decisione che si basa sull'analisi di *benchmarking* dei costi variabili. Ad esempio, Antonioli e Filippini (2001) utilizzano nello studio citato l'analisi parametrica per analizzare la funzione di costo variabile nel sistema idrico italiano.

2 – L'analisi di efficienza del Servizio Idrico negli ATO

I dati utilizzati provengono dal "Blue Book", una pubblicazione dell'Istituto Proaqua relativa alla gestione dei servizi idrici integrati negli ATO italiani¹. I dati della pubblicazione fanno riferimento a 54 Ambiti Territoriali Ottimali, ma, non essendo completi per tutti gli *input* da noi inseriti nei modelli di misurazione, abbiamo dovuto operare una scrematura scegliendo gli ATO per i quali avevamo una certa completezza di informazioni. Pertanto, gli Ambiti Territoriali che abbiamo deciso di indagare sono 37. All'interno degli ambiti territoriali, la popolazione residente ammonta a 22.016.138 su una superficie di 115.810 km². Lo stato generale delle infrastrutture testimonia un grado di copertura per il servizio di acquedotto pari al 93%, con 198.826 km di rete e per il servizio di fognatura è pari all'83% con 100.111 km di rete. Per quanto riguarda il servizio di depurazione, il grado di copertura è pari al 69%. Il grado di copertura del servizio, espresso dal rapporto tra il numero degli abitanti che ricevono il servizio idrico integrato ed il totale della popolazione residente nell'ambito territoriale, rappresenta un indicatore. I dati a nostra disposizione fanno riferimento al servizio di acquedotto ed al servizio di fognatura. Abbiamo deciso di misurare l'*output* degli ATO con il volume di acqua erogata in m³ e la popolazione servita. Per quanto riguarda gli *input*, abbiamo considerato i costi operativi totali, il numero degli addetti, la rete di acquedotto (data dalla somma delle estensioni di adduzione e distribuzione) e la rete di fognatura (intesa

¹ BlueBook, (2005) "I dati sul servizio idrico integrato in Italia" PROAQUA CRS e ANEA.

come somma delle estensioni delle reti di raccolta e dei collettori)². Abbiamo, pertanto, costruito sei modelli: i primi tre prendono in considerazione un solo *output* (volume erogato), gli ultimi tre utilizzano due *output* (volume erogato e popolazione servita).

Con la DEA è possibile controllare il ruolo di alcuni *input* che non sono sotto il controllo delle aziende. Il modello considera che un'azienda inefficiente non può agire sugli *input* esogeni per raggiungere l'efficienza, ma può intervenire solo sui fattori che sono sotto il suo controllo. Il tipo di analisi che abbiamo scelto è orientato agli *input*. Esso tende a vedere di quanto si può ridurre l'uso degli *input*, quando l'azienda risulta inefficiente, mantenendo costante la quantità di *output*, cioè il volume di acqua erogato ed il numero di abitanti serviti. Questo obiettivo sembra più sensato nel settore idrico per la natura pubblica della risorsa "acqua" ed, in particolare, per la sua scarsità.

3 - I risultati dell'analisi

Iniziamo col verificare i risultati riguardanti l'efficienza media complessiva, pura e di scala. Da questi è possibile vedere che, nei primi tre modelli (vedi tabelle n. 6, 7 e 8), l'efficienza complessiva ha un valore pari all'incirca al 43%. Gli ATO studiati presentano un valore medio di efficienza pura pari all'80% della piena efficienza; mentre per quanto riguarda l'efficienza di scala, essa è pari al 54%. Negli altri tre modelli (vedi tabelle n. 9, 10 e 11), l'efficienza media complessiva è pari al 49%; l'efficienza pura è pari al 77% della piena efficienza e l'efficienza di scala è pari al 63%.

Per quanto riguarda le unità che stanno sulla frontiera, in caso di rendimenti di scala costanti, risultano efficienti l'ATO Catania e l'ATO Napoli Volturno; mentre il Sarnese Vesuviano e l'ATO Torinese raggiungono l'efficienza soltanto in alcuni modelli di stima. Nel caso di rendimenti di scala variabili, invece, sulla frontiera troviamo gli ATO Torinese, Spezzino, Catania, Lazio Meridionale Latina, Napoli Volturno, Enna e Peligno Alto Sangro. L'ATO Sarnese Vesuviano presenta punteggi d'efficienza in tutti i modelli di misurazione, tranne che nel primo.

In generale, possiamo affermare che, in caso di rendimenti di scala costanti, il numero degli ATO situati sulla frontiera d'efficienza non varia di molto, dati il volume d'acqua erogato e la popolazione servita. Nel caso di rendimenti di scala variabili, tutti i modelli stimati ci dicono che sulla frontiera d'efficienza vi sono in media 9 Ambiti, sia che si consideri il volume di acqua erogato soltanto, sia che si consideri anche la popolazione servita. Nel caso di rendimenti di scala variabili i punteggi d'efficienza sono più alti che nel caso di rendimenti di scala costanti. Questo è facilmente spiegabile dal fatto che

² Non abbiamo preso in considerazione il servizio di depurazione perché non abbiamo i dati per tutti gli ATO considerati nel presente studio.

l'inefficienza stimata, in questo caso, conteneva sia l'inefficienza tecnica che quella di scala; mentre con rendimenti di scala variabili, si ottiene una stima dell'inefficienza pura netta.

Il valore più basso stimato dell'efficienza, con rendimenti di scala costanti, è del 18 % ed è relativo all'ATO Unico Molise; anche nel caso di rendimenti di scala variabili il valore più basso, che ammonta al 39%, è stato raggiunto dall'ATO Unico Molise. Proprio in questo Ambito territoriale notiamo che si passa da un'efficienza complessiva del 18% ad un'efficienza pura del 60%. Il punteggio che ogni unità registra ci permette di vedere anche com'è possibile arrivare all'efficienza. Se, ad esempio, prendiamo in considerazione l'ATO Palermo, notiamo che esso ha un punteggio d'efficienza complessiva pari all'62%; questo vuol dire che per raggiungere l'efficienza dovrebbe ridurre gli *input* di una proporzione pari ad $1 - 62\%$, cioè del 38%.

Uno degli aspetti importanti dell'applicazione DEA riguarda l'analisi delle differenze tra i risultati d'efficienza stimati con i diversi modelli. È possibile notare, dai risultati ottenuti, che non vi sono differenze rilevanti. Sia nei modelli di stima del volume erogato d'acqua, che in quelli che considerano tra gli *output* anche la popolazione servita, i punteggi d'efficienza sembrano non subire grandi variazioni. Se guardiamo i risultati dei modelli 2 e 5, ad esempio, in cui si misurano tutti gli *input* (addetti, costi operativi, rete idrica e rete fognaria) i punteggi d'efficienza sono molto vicini tra loro.

A questo punto, per verificare la robustezza dei risultati, possiamo ricorrere alla costruzione della matrice di correlazione tra i punteggi di efficienza ottenuti attraverso i sei modelli. I risultati della matrice mostrano l'esistenza di una forte correlazione fra le misure di efficienza degli ATO. L'indice di correlazione, sia nei modelli con un solo *output* che in quelli con due *output*, con rendimenti di scala costanti e con rendimenti di scala variabili, è pari all'incirca allo 0,9% (vedi tabelle n. 13 e 14). Non esiste, infatti, una forte differenza tra i modelli stimati. Dall'analisi dei risultati emerge la presenza di diseconomie di rete. Sappiamo che la rete idrica, al contrario di quanto avviene negli altri settori, non è una rete ad estensione nazionale, magliata e basata sull'interconnessione di infrastrutture differenti (Parassiti e Lanzi, 2001), ma piuttosto si è sviluppata in ambito locale con strutture sostanzialmente autonome dalla fase delle *essential facilities* nella esperienza italiana dell'approvvigionamento a quella del trasporto, distribuzione e raccolta delle acque reflue. Di solito i sistemi a rete, come quello della distribuzione dell'acqua, consentono il raggiungimento di economie di rete o di intensità; tanto più lunga è la rete, maggiori sono le economie ed i costi si ripartiscono lungo la stessa. È ormai noto che, a parità di rete, una densità abitativa superiore consente di distribuire i costi fissi su un maggiore numero di metri cubi erogati. I dati ottenuti dall'analisi, invece, sembrano confermare un'ipotesi inversa. Si riscontrano, infatti, forti diseconomie di rete; probabilmente dovute alle perdite registrate. Tanto più lunga è la rete di distribuzione, tanto maggiore è la dispersione d'acqua. Basti ricordare che la lunghezza

pro-capite della rete di distribuzione assume valori tra gli 0,8 m/ab per l'ATO Perugia ed i 16 m/ab per ATO Ombrone; e che le perdite medie d'acqua immessa nella rete sono elevate e risalgono al 38% circa, considerato che la perdita fisiologica è stimata intorno al 15% (Fraquelli e Moiso, 2004).

Per quanto riguarda la valutazione dell'inefficienza relativa pura e di scala, notiamo che, sia nei modelli con un solo *output*, che in quelli con due *output* l'inefficienza dominante è quella di scala (vedi Tabelle da 6 a 11). Questo fa pensare che molti ambiti territoriali potrebbero non avere una dimensione ottima. Occorre anche ricordare che l'inefficienza si rivela essere piuttosto localizzata ed imprescindibilmente legata alle condizioni morfologiche ed ambientali di ciascun Ambito territoriale.

4 – L'analisi di efficienza attraverso la stima delle frontiere stocastiche

Per potere fare assunzioni sulla tecnologia utilizzata nel processo di produzione, l'analisi DEA non rappresenta lo strumento più adatto; occorre, pertanto, fare riferimento a metodi parametrici, come le frontiere stocastiche. Nelle misurazioni fatte con il metodo DEA ogni deviazione dalla frontiera è considerata come inefficienza, mentre nelle frontiere stocastiche è possibile misurare il termine di errore.

In questo paragrafo, pertanto, presentiamo una stima dell'efficienza del servizio idrico negli ATO italiani ricorrendo prima ad una stima della frontiera stocastica di produzione del tipo Cobb-Douglas e, in seguito, ad una funzione di produzione *translog*, utilizzando le stesse variabili per gli output e per gli input usate col metodo DEA. Nel primo caso, avremo un'equazione di questo tipo: $\log(VE) = \beta_0 + \beta_1 \ln(COP) + \beta_2 \ln(RI) + \beta_3 \ln(RF) + \beta_4 \ln(AD) + (V_i - U_i)$; in questa funzione di produzione consideriamo, pertanto, i logaritmi del volume di acqua erogato, dei costi operativi, della rete idrica, della rete fognaria, degli addetti per i 37 ATO considerati nel nostro campione. I termini U_i e V_i rappresentano le variabili aleatorie che indicano rispettivamente di quanto ogni ATO si discosta dalla frontiera e gli errori di misurazione che influenzano gli input e gli output nel processo di produzione. Questo modello di frontiera stocastica fu elaborato per la prima volta da Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e da Meeusen e van de Broeck (1977). Ricordiamo che il settore idrico è un settore regolamentato in cui le imprese devono soddisfare una domanda al prezzo fissato dal regolatore; pertanto, assume una certa rilevanza lo studio della funzione di produzione per verificare l'efficienza degli ATO. I risultati sono riportati nelle tabelle n. 20 e n. 21.

È possibile migliorare l'analisi utilizzando una forma funzionale più flessibile come il modello *tranlog*, che trasforma il logaritmo dell'output in una forma quadratica del logaritmo degli input.

In questo caso avremo una funzione del tipo seguente:

$$\log(VE) = \beta_0 + \beta_1 \ln(COP) + \beta_2 \ln(RI) + \beta_3 \ln(RF) + \beta_4 \ln(AD) + \beta_5 \ln(COP)^2 + \beta_6 \ln(RI)^2 + \beta_7 \ln(RF)^2 + \beta_8 \ln(AD)^2 + \beta_9 \ln(COP) \ln(RI) \ln(RF) \ln(AD) + (V_i - U_i)$$

Il modello è stimato usando il metodo della massima verosimiglianza allo scopo di stimare i parametri della frontiera di produzione stocastica e l'efficienza tecnica.

La stima ML dei parametri (riportata nelle tavole 20, 21, 22 e 23) mostra che i valori assunti dagli input sono significativi, con un livello di significatività del 95%, con uno standard-error pari allo 0.1%. La funzione *log-likelihood* presenta valori uguali a -0.17% nella Cobb-Douglas ed a -0.1% nella Translog. Dai risultati ottenuti si può osservare che l'efficienza tecnica si presenta in media pari allo 0.93% con il metodo Cobb-Douglas ed allo 0.94% con il metodo *translog*. Si noti che i modelli parametrici generano livelli di efficienza media simili anche se la specificazione translogaritmica genera livelli di efficienza più alti (Tabella n.17). Tale risultato è dovuto al maggior numero di variabili utilizzate come regressori e dalla possibilità di cogliere meglio le non-linearità della funzione di produzione riducendo la distanza tra ciascuna osservazione ed il modello stimato. L'efficienza tecnica calcolata con stime parametriche evidenzia per tutti gli ATO livelli prossimi a uno ed indica, pertanto, efficienza. Dalla matrice di correlazione (tabella n. 18) notiamo che i modelli TE-CD (efficienza tecnica con specificazione Cobb-Douglas) e TE-Tlg (efficienza tecnica con specificazione translo) hanno una correlazione pari a 0.81 mentre per i modelli DEA-CCR (con rendimenti di scala costanti) e DEA VCR (con rendimenti di scala variabili) la correlazione è uguale a 0.54. La Dea sia a rendimenti di scala costanti che a rendimenti di scala variabili risulta non altamente correlata con entrambi i modelli parametrici (TE-CD e TE-Tlg) con un indice di correlazione pari a 0.47 e 0.49 nel primo caso (DEA-CCR) e 0.38 e 0.47 nel secondo (DEA-VCR). Inoltre la DEA-VCR risulta maggiormente correlata ad una specificazione più flessibile come la translog (0.47>0.38), mentre la DEA-CCR presenta maggiori analogie con la specificazione Cobb-Douglas, in quanto entrambe flessibili.

5 - Conclusioni

A distanza di undici anni dall'entrata in vigore della legge Galli, il sistema idrico italiano presenta ancora alcuni problemi, quali: la frammentazione del servizio, un basso livello di efficienza e bassi livelli di soddisfazione del consumatore. L'istituzione di Ambiti Territoriali Ottimali è stata vista come la soluzione ai problemi sopra elencati. Attraverso queste istituzioni la gestione del servizio idrico verrebbe unificata. Inoltre, l'unione e la riduzione di alcune delle 13.000 aziende operanti in questo settore dovrebbero portare alla dimensione minima efficiente.

Attraverso questo lavoro, abbiamo ottenuto alcune stime sull'efficienza dei Servizi Idrici Integrati in Italia. Il metodo di analisi scelto è stato quello della *Data Envelopment Approach*, già utilizzato in altri studi sull'efficienza nel settore idrico. Abbiamo, inoltre, adoperato il metodo delle frontiere stocastiche, utilizzando prima una funzione di produzione Cobb-Douglas e dopo una *translog*.

L'uso delle diverse tecniche consente di avere informazioni sugli ATO meno efficienti, in tal modo il regolatore che non può ordinare con certezza gli ATO in termini di efficienza, può identificare quelli che risultano sempre i meno efficienti o i più efficienti. Ad esempio, nel nostro campione l'ATO risulta sempre il più efficiente mentre l'ATO risulta sempre tra gli ultimi (in termini di grado di efficienza). A riguardo, il regolatore può identificare gli ATO che possono servire da *benchmark* per gli altri (i più efficienti) ed identificare gli ATO su cui intervenire maggiormente (i meno efficienti)

La nostra intenzione era quella di studiare la relazione tra alcuni fattori produttivi ritenuti importanti, come: i costi operativi, il numero degli addetti e la rete di distribuzione e la distribuzione di acqua in 37 Ambiti Territoriali Ottimali. La *performance* degli ATO è stata valutata sulla base di sei modelli. Avremmo voluto considerare altre variabili, come: l'energia elettrica, i costi delle materie usate per il trattamento delle acque, il costo dei servizi, ma la difficoltà di reperire queste informazioni non ci ha permesso di poterle inserire nel modello.

Dobbiamo anche evidenziare che gli ATO rappresentano una realtà complessa che non può essere sinteticamente compresa in poche variabili, quali quelle considerate nel modello. Pertanto, i risultati di questa analisi vanno letti con una certa cautela. Il nostro obiettivo era quello di fornire una mappatura del servizio e suggerire qualche indicazione in merito al livello di efficienza raggiunto negli ATO. Questa tipologia di analisi non serve a compilare una graduatoria degli ATO, bensì a dare una chiave di interpretazione delle differenze di efficienza evidenziate tra di loro. La scelta della DEA, del resto, è legata proprio a quest'obiettivo.

Dai risultati ottenuti possiamo dedurre che i 37 ATO analizzati presentano un valore medio di efficienza pura pari all'80% della piena efficienza. Pertanto, per ottenere la piena efficienza si dovrebbe ridurre, in media, gli *input* del 20%.

Abbiamo inserito i dati nei modelli con un solo *output*, una prima volta, assumendo rendimenti di scala costanti ed un'altra considerando rendimenti di scala variabili. Gli ATO efficienti, in media, risultano essere, nel primo caso, 2; nel secondo, 9. Questi ultimi non presentano problemi di efficienza di scala, cioè hanno una dimensione ottima. Alcune gestioni, invece, presentano problemi riguardanti la dimensione; in media, 23 ambiti presentano una dimensione troppo piccola del servizio per essere pienamente efficienti.

Il presente lavoro ha, inoltre, messo in luce la presenza di diseconomie di rete. Questo sembrerebbe essere in contrasto con quanto, di norma, accade nei servizi a rete. Tale risultato può essere spiegato dalla presenza di dispersioni lungo la rete: più lunga è la rete, maggiori sono le perdite; e, probabilmente, non si ha una distribuzione dei costi fissi su un maggior numero di metri cubi erogati. Riguardo alle perdite, è preoccupante il valore che esse hanno raggiunto in alcune regioni del Centro e del Sud d'Italia. Nelle regioni del Lazio e dell'Abruzzo, ad esempio, le perdite nella distribuzione di acqua ammontano al 70%; in Campania, al 60%.

Occorre, a tal punto, fare due considerazioni di carattere generale. Innanzi tutto, la presenza di economie di scala induce ad un completamento della riforma e a riconsiderare il dimensionamento degli attuali bacini ottimali. L'aumento della dimensione può essere legato in misura diversa ad altre variabili che incidono sui costi, come: la densità abitativa e la morfologia del territorio. È probabile che gli ATO che si trovano situati in zone di montagna, come ad esempio l'ATO Cuneese, possa presentare una dispersione degli utenti sul territorio e, in tal modo, a parità di volumi erogati di acqua, presentino una struttura dei costi più elevata di un ATO che è localizzato su un territorio pianeggiante, con una densità abitativa molto forte e con un'elevata urbanizzazione.

In secondo luogo, i diversi livelli di inefficienza riscontrati tra i vari Ambiti, valutabili anche attraverso le informazioni raccolte nei Piani, costituiscono un segnale che spinge verso una riformulazione degli stessi. Il regolatore potrebbe ricorrere a tecniche di *benchmarking* per eliminare il divario esistente, non dimenticando le diversità morfologiche e ambientali degli Ambiti territoriali.

Bibliografia

Ancarani, A. (2000) *“Problemi e prospettive nella regolamentazione del servizio idrico integrato”*, XXIV Convegno Annuale di Economia e Politica Industriale della rivista l'Industria, Istituzioni e mercato: il ruolo delle Autorità nell'economia italiana. Sessione: I Servizi di Pubblica Utilità, Napoli, 6-7 ottobre, 2000.

Antonioli, B., Filippini M., (2001) *“The use of a variable cost function in the regulation of the Italian water industry”*. Utilities Policy, vol. 10, n. 3 pp. 181-187.

Baily, M.N., (1993) *“Competition Regulation and Efficiency in Service Industries”*. Brookings Papers, Microeconomics 2.

Banker, R.D. Morey, R.C. (1986) *“Efficiency Analysis for exogenously fixed inputs and outputs”*, Operational Research, 34 (4), 513-521.

Banker, R.D., Charnes, A. Cooper, W.W., (1984) *“Some models for estimating technical and scale inefficiency in Data Envelopment Analysis, in Management Science, n. 30, pp. 1078-1092.*

Baron, D.P., Myerson, R.B. (1982) “*Regulating a Monopolist with Unknown costs*”. *Econometrics*, vol. 50, 4.

Barrow, M., Wagstaff, A., (1989) “*Efficiency measurement in the public sector: An Appraisal*”. *Fiscal Studies*, 72-97

Battese, G., Coelli, T., (1995) “*A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data*”. *Empirical Economics*, 20, 325-332.

Bognetti G. – Robotti L. (2003): “*The reform of local public utilities in Italy*”. *Annual of Public Cooperative Economics*, 74:1, pagg. 127-130.

Brusco, S., Pertossi, P., Cottica, A., (1995) “*Una nuova politica industriale per il settore dei servizi pubblici locali*”. *Economia delle fonti di energia e dell’ambiente*, 2.

Cardoso, J. R., Soares C., Martins J.M., (2000) “*Application of Data Envelopment Analysis to the Portuguese water sector*”, Departamento Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Portugal, Warkin paper.

Charnes, A. Cooper, W. Rhodes, E. (1978), “*Measuring the efficiency of decision making units*”, *European Journal of Operations Research*, Vol.2, No. 6, pagg. 429-444.

Chu, X., Fielding, G.J., Lamar, B.W. (1992) “*Measuring Transit Performance Using Data Envelopment Analysis*”. *Transportation Research A*, 26 A, 3, 223-230.

Coelli, T., (1996) “*A Guide to DEAP Version 2.1: a Data Envelopment Analysis (Computer) Program*”, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Warking Paper 96/08.

Coelli, T., Rao, D.S.P., Battese, G.E., (1998) “*An introduction to efficiency and productivity analysis*”. Kluwer Academic Publisher.

Comitato per la vigilanza sull’uso delle risorse idriche, “*Il Rapporto sui Piani di Ambito*”, - Anno 2004.

Comitato per la Vigilanza sull’Uso delle Risorse Idriche, “*Relazione annuale al Parlamento sullo stato dei servizi idrici*”, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.

Cubbin, J.s., Tzanidakis, G., (1998) “*Regression versus data envelopment analysis for efficiency measurement: an application to the England and Wales regulated water industry*”. *Utilities Policy*, 7.

Farrell, M. J., (1957) “*The Measurement of Productive Efficiency*”. *Journal of the Royal Statistical Society*, series A, vol. 120; 253-290.

Fazioli, R., Antonioli, B., Tiraoro, L., (2000) “*La struttura dei costi per il servizio di raccolta e smaltimento rifiuti in Italia: un’analisi econometrica*”, Working paper n.5 Laboratorio Servizi pubblici locali, Nomisma, Bo.

- Forsund, F. R., Know Lowell, C.A., Schmidt, P.**, (1980) “*A Survey of Frontier Production Functions and of their Relationship to Efficiency Measurement*”. *Journal of Econometrics*, 13, 5-25.
- Fraquelli, G., Moiso, V.**, (2005) “*Cost efficiency and economies of scale in the Italian Water Industry*”. XVII Conferenza SIEP, Settembre 2005, Pavia.
- Fraquelli, G., Moiso, V.**, (2004) “*La Formazione degli Ambiti Territoriali nel servizio idrico e il problema della dimensione <<ottimale>>*”. HERMES, Working paper 4.
- Fried, H. O., Lovell, C. A. K., Schmidt, S. S.**, (1993) “*The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Application*”. Oxford University Press, New York.
- Korhonen, P.** (1997) “*Searching the efficient frontier in Data Envelopment Analysis*” IASA, Laxenburg. Interim Report, IR – 97 – 79
- Kumbhakar, S. C., Lovell, C. A. K.**, (2000) “*Stochastic Frontier Analysis*”. Cambridge University Press.
- Leibenstein, H. - Maital S.**, (1992) “*Empirical estimation and Partitioning of X-Inefficiency: A Data-Envelopment Approach*”. *The American Economic Review*, 82, 2.
- Leibenstein, H.**, (1966) “*Allocative Efficiency versus X-Efficiency*”. *American Economic Review*, vol. 56, 392-415.
- Lewin, A. Y., Knox, Lovell, C. A.**, (1990) “*Frontier Analysis. Parametric and Nonparametric Approaches*”. *Journal of Econometrics; supplement*, vol. 46, n.1/2.
- Lovell, C. A. K.**, (1993) “*Production Frontiers and Productive Efficiency*”: Fried, H.O., Lovell C.A.K., e Schmidt P. (a cura di), *The Measurement of Productive Efficiency. Techniques and applications*, Oxford University Press, pp. 3-67.
- Massarutto A., Biagi, F.**, (2005) “*Efficienza e regolamentazione nei servizi pubblici locali: il caso dell’igiene urbana*”. Working paper, 05-01- eco.
- Mazzola, M.R., Genco, M.**, (2004) “*Lo stato di attuazione della legge Galli in Sicilia*”. Il Servizio idrico integrato dalla programmazione all’attuazione (Atti del Convegno). Catania, 5 marzo 2004, Associazione idrotecnica Italiana – CSEI Catania.
- Muraro G.**, (2000) “*Il punto sulla riforma del servizio idrico*”, Co.Vi.Ri., Roma 30 novembre 2000.
- Oum, T.H., Tretheway, M.W. Watersm W.H.** (1992) “*Concepts, Methods and Purposes of Productivity Measurement in Transportation*”. *Transportation Research, A*, 26 A, 6, 492-505
- Petretto, A.**, (1986) “*L’approccio econometrico per la misurazione dei risultati delle imprese pubbliche locali*”. *Politica economica*, n. 2.

Petretto, A., (1983) *“Analisi della produzione e offerta dei servizi pubblici locali: aspetti metodologici”*. Maltini G., Petretto A., (a cura di), Produttività e costi dei servizi pubblici in Toscana, Irpet, Firenze.

Pigliapoco, M., (1997) *“Efficienza e produttività del settore idrico”* in: *Economia Pubblica*, Anno XXVII, n° 6.

Proacqua, (2005) *“Blue Book: I dati sul Servizio Idrico Integrato in Italia”*. Proacqua, CRS e ANEA.

Prosperetti, L., (1996) *“Efficienza e qualità nei principali servizi di pubblica utilità”*. *L’industria utilità*. *L’industria*, XIII, n.2, 175-201.

Robotti, L., (2003) *“The Reform of Public Utilities in Italy”*. *Annals of public and cooperative economics*.

Rossi, M.A., Ruzzier, A.C. (2000) *“On the regulatory application of efficiency measures”*. Working paper.

Scheel, H., (2000) *“EMS : Efficiency Measurement System”* User’s Manual, Version 1.3

Shih, J-S., Harrington, W., Pizer, W.A., Gillingham, K. (2004) *“Economics of Scale and Technical Efficiency in Community Water Systems”*, Resources for the future, Washington, D.C., Discussion Paper 04-15.

Thanassoulis E., (2000) *“The use of Data Envelopment Analysis in the regulation of UK water utilities: water distribution”*, *European Journal of Operating research*, 126; 436-453.

Thanassoulis E., Dyson, R. G. e Foster, M. J. (1987) *“Relative efficiency assessments using data envelopment analysis: an application to data on rates departments”*, 38, 397-412.

Venanzoni, G., (1996) *“Forma funzionale e specificazione dell’output nella misura dell’efficienza produttiva. Il caso degli ospedali pubblici”*. Società Italiana di Statistica, Atti della XXXVIII Riunione Scientifica, Rimini.

Weyman-Jones, T., (2001) *“Efficiency Studies: their role and their reliability”*. Vass, P., (ed), Regulatory Review 2001-2001 Centre for the Studies of Regulated Industries

Allegato 1: Tabelle e grafici

Tabella n. 1 – Gli ATO di riferimento e le caratteristiche territoriali

ATO	REGIONE	SUPERFICIE (KM ²)	POPOLAZIONE RESIDENTE	DENSITÀ (AB/KM ²)
ATO 3 - TORINESE	Piemonte	6713	2.226.084	332
ATO 5 - ASTIGIANO MONFERRATO	Piemonte	2040	256.070	126
ATO AV - ALTO VENETO	Veneto	3600	305.536	85
ATO 4 - SPEZZINO	Liguria	948	215.137	227
ATO 1 - TOSCANA NORD	Toscana	2.883	425.394	148
ATO 2 - BASSO VALDARNO	Toscana	3.400	771.701	227
ATO 3 - MEDIO VALDARNO	Toscana	3.726	1.205.198	323
ATO 6 - OMBRONE	Toscana	7.700	352.700	46
ATO 1 - PERUGIA	Umbria	4.255	456.423	107
ATO 2 - TERNI	Umbria	1.953	220.837	113
ATO 3 - FOLIGNO	Umbria	2.202	146.348	66
ATO 1 - VITERBO	Lazio	3.640	299.652	82
ATO 4 – LAZIO MERIDIONALE LATINA	Lazio	n.d.	563.739	n.d.
ATO 5 – LAZIO MERIDIONALE FROSINONE	Lazio	n.d.	477.408	n.d.
ATO 3 - PELIGNO ALTO SANGRO	Abruzzo	n.d.	76.682	n.d.
ATO 5 - TERAMANO	Abruzzo	1.697	246.664	145
ATO 6 - CHIETINO	Abruzzo	2.289	272.467	119
ATO UNICO MOLISE	Molise	4.438	320.601	72
ATO 1 - CALORE IRPINO	Campania	4.775	710.603	149
ATO 2 - NAPOLI VOLTURNO	Campania	3.150	2.751.930	874
ATO 3 - SARNESE VESUVIANO	Campania	900	1.462.613	1.625
ATO 4 - SELE	Campania	4.768	777.865	163
ATO UNICO BASILICATA	Basilicata	9.997	607.853	61
ATO 1 - COSENZA	Calabria	6.650	727.267	109
ATO 2 - CATANZARO	Calabria	2.390	378.780	158
ATO 3 - CROTONE	Calabria	1.718	163.058	95
ATO 4 - VIBO VALENTIA	Calabria	1.139	175.487	154
ATO 5 - REGGIO CALABRIA	Calabria	3.183	570.065	179
ATO 1 - PALERMO	Sicilia	4.992	1.198.644	240
ATO 2 - CATANIA	Sicilia	3.500	1.040.547	297
ATO 3 - MESSINA	Sicilia	3.247	643.543	198
ATO 4 - SIRACUSA	Sicilia	2.109	375.499	178
ATO 5 - ENNA	Sicilia	2.562	177.291	69
ATO 6 - CALTANISSETTA	Sicilia	2.128	272.402	128
ATO 7 - TRAPANI	Sicilia	2.462	410.381	167
ATO 8 - RAGUSA	Sicilia	1.614	292.000	181
ATO 9 - AGRIGENTO	Sicilia	3.042	441.669	145

Tabella n. 2 -Dotazioni infrastrutturali per i servizi idrici

ATO	VOLUME EROGATO [MMC/ANNO]	
ATO 3 – TORINESE	250.000	
ATO 5 – ASTIGIANO MONFERRATO	18.900	
ATO AV – ALTO VENETO	22.000	
ATO 4 – SPEZZINO	24.999	
ATO 1 – TOSCANA NORD	39.118	
ATO 2 – BASSO VALDARNO	49.479	
ATO 3 – MEDIO VALDARNO	89.803	
ATO 6 – OMBRONE	31.863	
ATO 1 – PERUGIA	31.344	
ATO 2 – TERNI	19.805	
ATO 3 – FOLIGNO	12.300	
ATO 1 – VITERBO	28.720	
ATO 4 – LAZIO MERIDIONALE LATINA	45.400	
ATO 5 – LAZIO MERIDIONALE FROSINONE	27.435	
ATO 3 – PELIGNO ALTO SANGRO	6.308	
ATO 5 – TERAMANO	22.905	
ATO 6 – CHIETINO	19.415	
ATO UNICO MOLISE	23.953	
ATO 1 – CALORE IRPINO	49.867	
ATO 2 – NAPOLI VOLTURNO	244.472	
ATO 3 – SARNESE VESUVIANO	98.221	
ATO 4 – SELE	66.400	
ATO UNICO BASILICATA	46.446	
ATO 1 – COSENZA	67.088	
ATO 2 – CATANZARO	32.309	
ATO 3 – CROTONE	12.870	
ATO 4 – VIBO VALENTIA		12.300

ATO 5 – REGGIO CALABRIA □ 55.994 □ 4.402 □ 3.500 □ □ ATO 1 –
 PALERMO □ 74.335 □ 3.190 □ 2.412 □ □ ATO 2 – CATANIA □ 101.228 □ 4.156 □ 1.509 □ □ ATO 3 –
 MESSINA □ 48.426 □ 4.470 □ 2.559 □ □ ATO 4 – SIRACUSA □ 33.241 □ 1.995 □ 955 □ □ ATO 5 –
 ENNA □ 9.067 □ 588 □ 643 □ □ ATO 6 – CALTANISSETTA □ 13.820 □ 1.163 □ 831 □ □ ATO 7 –
 TRAPANI □ 24.412 □ 1.849 □ 1.013 □ □ ATO 8 – RAGUSA □ 21.560 □ 1.520 □ 1.104 □ □ ATO 9 –
 AGRIGENTO □ 24.155 □ 1.771 □ 1.355 □ □

Tabella n. 3 – Elenco delle variabili inserite nel modello

ATO □ Addetti □ Rete acquedotto (Km) □ Rete fognatura (Km) □ Costi operativi al m³ □ Costi operativi per abitante □ Costi Operativi

Totali □ Volume Erogato (m³) □ Popolazione servita □ □ ATO 3 – TORINESE □ 1438 □ 9871 □ 6618 □ 0,66 □ 74,17 □ 74,83 □ 250000 □ 2.226.084 □ □ ATO 5 – ASTIGIANO MONFERRATO □ 159 □ 4266 □ 1541 □ 0,92 □ 68,01 □ 68,93 □ 18900 □ 256.070 □ □ ATO AV – ALTO VENETO □ 103 □ 3126 □ 1356 □ 0,63 □ 45,51 □ 46,14 □ 22000 □ 305.536 □ □ ATO 4 – SPEZZINO □ 309 □ 1401 □ 607 □ 0,99 □ 114,53 □ 115,52 □ 24999 □ 215.137 □ □ ATO 1 – TOSCANA NORD □ 368 □ 5200 □ 1997 □ 0,61 □ 56,08 □ 56,69 □ 39118 □ 425.394 □ □ ATO 2 – BASSO VALDARNO □ 357 □ 6617 □ 2256 □ 0,88 □ 56,3 □ 57,18 □ 49479 □ 771.701 □ □ ATO 3 – MEDIO VALDARNO □ 750 □ 5796 □ 3820 □ 0,87 □ 64,59 □ 65,46 □ 89803 □ 1.205.198 □ □ ATO 6 – OMBRONE □ 285 □ 6926 □ 1676 □ 0,87 □ 78,47 □ 79,34 □ 31863 □ 352.700 □ □ ATO 1 – PERUGIA □ 333 □ 4541 □ 2043 □ 1,12 □ 77,24 □ 78,36 □ 31344 □ 456.423 □ □ ATO 2 – TERNI □ 142 □ 2309 □ 713 □ 0,75 □ 67,06 □ 67,81 □ 19805 □ 220.837 □ □ ATO 3 – FOLIGNO □ 110 □ 3056 □ 865 □ 0,85 □ 71,37 □ 72,22 □ 12300 □ 146.348 □ □ ATO 1 – VITERBO □ 233 □ 1782 □ 1165 □ 0,89 □ 85,13 □ 86,02 □ 28720 □ 299.652 □ □ ATO 4 – LAZIO MERIDIONALE LATINA □ 305 □ 1582 □ 967 □ 0,66 □ 53,14 □ 53,8 □ 45400 □ 563.739 □ □ ATO 5 – LAZIO MERIDIONALE FROSINONE □ 264 □ 2265 □ 1362 □ 0,6 □ 34,45 □ 35,05 □ 27435 □ 477.408 □ □ ATO 3 – PELIGNO ALTO SANGRO □ 53 □ 772 □ 492 □ 0,76 □ 62,91 □ 63,67 □ 6308 □ 76.682 □ □ ATO 5 – TERAMANO □ 168 □ 3148 □ 1517 □ 0,78 □ 72,31 □ 73,09 □ 22905 □ 246.664 □ □ ATO 6 – CHIETINO □ 135 □ 5000 □ 2797 □ 0,67 □ 47,54 □ 48,21 □ 19415 □ 272.467 □ □ ATO UNICO MOLISE □ 203 □ 4569 □ 2045 □ 0,86 □ 64,08 □ 64,94 □ 23953 □ 320.601 □ □ ATO 1 – CALORE IRPINO □ 561 □ 8700 □ 2601 □ 1,13 □ 79,61 □ 80,74 □ 49867 □ 710.603 □ □ ATO 2 – NAPOLI VOLTURNO □ 403 □ 6535 □ 4398 □ 0,88 □ 78,1 □ 78,98 □ 244472 □ 2.751.930 □ □ ATO 3 – SARNESE VESUVIANO □ 759 □ 4007 □ 1831 □ 0,66 □ 44,01 □ 44,67 □ 98221 □ 1.462.613 □ □ ATO 4 – SELE □ 620 □ 5296 □ 2329 □ 0,8 □ 68,34 □ 69,14 □ 66400 □ 777.865 □ □ ATO UNICO BASILICATA □ 430 □ 7112 □ 2673 □ 0,88 □ 67,5 □ 68,38 □ 46446 □ 607.853 □ □ ATO 1 – COSENZA □ 370 □ 8322 □ 3694 □ 0,78 □ 71,58 □ 72,36 □ 67088 □ 727.267 □ □ ATO 2 – CATANZARO □ 135 □ 3244 □ 1580 □ 0,86 □ 73,18 □ 74,04 □ 32309 □ 378.780 □ □ ATO 3 – CROTONE □ 80 □ 1812 □ 733 □ 0,91 □ 72,05 □ 72,96 □ 12870 □ 163.058 □ □ ATO 4 – VIBO VALENTIA □ 90 □ 2069 □ 1378 □ 0,86 □ 60,6 □ 61,46 □ 12300 □ 175.487 □ □ ATO 5 – REGGIO CALABRIA □ 372 □ 4402 □ 3500 □ 0,81 □ 79,42 □ 80,23 □ 55994 □ 570.065 □ □ ATO 1 – PALERMO □ 1211 □ 3190 □ 2412 □ 1,15 □ 71,38 □ 72,53 □ 74335 □ 1.198.644 □ □ ATO 2 – CATANIA □ 565 □ 4156 □ 1509 □ 0,6 □ 58,61 □ 59,21 □ 101228 □ 1.040.547 □ □ ATO 3 – MESSINA □ 441 □ 4470 □ 2559 □ 0,93 □ 70,05 □ 70,98 □ 48426 □ 643.543 □ □ ATO 4 – SIRACUSA □ 205 □ 1995 □ 955 □ 0,77 □ 68,14 □ 68,91 □ 33241 □ 375.499 □ □ ATO 5 – ENNA □ 238 □ 588 □ 643 □ 1,37 □ 70,04 □ 71,41 □ 9067 □ 177.291 □ □ ATO 6 – CALTANISSETTA □ 106 □ 1163 □ 831 □ 2,08 □ 105,27 □ 107,35 □ 13820 □ 272.402 □ □ ATO 7 – TRAPANI □ 294 □ 1849 □ 1013 □ 1,14 □ 67,92 □ 69,06 □ 24412 □ 410.381 □ □ ATO 8 – RAGUSA □ 175 □ 1520 □ 1104 □ 0,9 □ 66,44 □ 67,34 □ 21560 □ 292.000 □ □ ATO 9 – AGRIGENTO □ 243 □ 1771 □ 1355 □ 1,55 □ 84,58 □ 86,13 □ 24155 □ 441.669 □ □

Tabella n. 4 – Elenco dei modelli usati nell’analisi DEA

Model 1 Model 2 Model 3 Model 4 Model 5 Model 6 □ Output

Volume erogato

Input
addetti
rete acquedotto
rete fognatura

□ Output
Volume erogato

Input
addetti
rete acquedotto
rete fognatura
costi operativi

□ Output
Volume erogato

Input

costi operativi
rete acquedotto
rete fognatura

Output
Volume erogato
Popolazione servita

Input
addetti
rete acquedotto
rete fognatura
Output
Volume erogato
Popolazione servita

Input
addetti
rete acquedotto
rete fognatura
costi operativi

Output
Volume erogato
Popolazione servita

Input
costi operativi
rete acquedotto
rete fognatura

Tabella n. 5 – Punteggi di efficienza degli ATO nei modelli con uno e due output (con rendimenti di scala costanti)

ATO

mod1 CCR

mod2 CCR

mod3 CCR

mod4 CCR

mod5 CCR

mod6 CCR ATO 1 - PERUGIA 26,23 26,23 24,64 33,65 33,65 28,19 ATO 1 - TOSCANA

NORD 33,00 33,00 31,99 33,00 33,00 32,11 ATO 2 - BASSO VALDARNO 37,62 37,62 36,81 51,72 51,72 42,82 ATO 2 -
 TERNI 46,33 46,33 41,41 47,15 47,15 43,37 ATO 3 - FOLIGNO 24,93 24,93 21,20 26,24 26,24 23,06 ATO 3 - MEDIO
 VALDARNO 42,08 44,02 44,02 49,81 52,82 52,82 ATO 3 - TORINESE 67,90 100,00 100,00 67,90 100,00 100,00 ATO 4 -
 SPEZZINO 65,33 65,33 65,33 65,33 65,33 65,33 ATO 5 - ASTIGIANO MONFERRATO 21,88 21,88 18,28 26,30 26,30 21,53 ATO
 6 - OMBRONE 32,35 32,35 28,34 32,57 32,57 29,56 ATO 9 - AGRIGENTO 36,46 36,46 36,46 59,22 59,22 59,22 ATO AV - ALTO
 VENETO 35,21 35,21 25,75 43,44 43,44 28,93 ATO 1 - CALORE IRPINO 31,62 31,62 30,60 39,47 39,47 34,74 ATO 6 -
 CALTANISSETTA 31,76 31,76 31,76 55,62 55,62 55,62 ATO 2 - CATANIA 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 2 -
 CATANZARO 39,45 39,45 33,67 41,09 41,09 34,84 ATO 6 - CHIETINO 23,71 23,71 12,94 29,56 29,56 16,23 ATO 1 -
 COSENZA 32,47 32,47 32,16 32,47 32,47 32,16 ATO 3 - CROTONE 31,19 31,19 27,21 35,03 35,03 29,57 ATO 5 -
 ENNA 41,22 41,22 41,22 71,60 71,60 71,60 ATO 5 - LAZIO MERIDIONALE
 FROSINONE 35,22 35,22 35,22 52,37 52,37 52,37 ATO 4 - LAZIO MERIDIONALE
 LATINA 82,44 82,44 82,44 87,97 87,97 87,97 ATO 3 - MESSINA 32,65 32,65 32,65 37,59 37,59 36,45 ATO 2 - NAPOLI
 VOLTURNO 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 1 - PALERMO 62,29 62,29 62,29 89,23 89,23 89,23 ATO 3 -
 PELIGNO ALTO SANGRO 22,80 22,80 22,76 24,57 24,57 24,12 ATO 8 - RAGUSA 37,92 37,92 37,92 45,62 45,62 45,62 ATO 5 -
 REGGIO CALABRIA 34,00 34,00 34,00 34,00 34,00 34,00 ATO 3 - SARNESE
 VESUVIANO 86,58 90,81 90,81 100,00 100,00 100,00 ATO 4 - SELE 45,48 46,05 46,05 48,39 48,39 47,30 ATO 4 -
 SIRACUSA 57,45 57,45 57,01 59,13 59,13 58,16 ATO 5 - TERAMANO 26,79 26,79 24,78 26,79 26,79 24,79 ATO 7 -
 TRAPANI 41,08 41,08 41,08 57,11 57,11 57,11 ATO UNICO BASILICATA 29,75 29,75 29,10 34,31 34,31 30,75 ATO UNICO
 MOLISE 20,95 20,95 18,78 24,89 24,89 20,68 ATO 4 - VIBO VALENTIA 22,53 22,53 16,02 28,55 28,55 20,23 ATO 1 -
 VITERBO 44,04 44,04 44,04 44,04 44,04 44,04

Tabella n. 6 – Punteggi di efficienza degli ATO nei modelli con uno e due output (con rendimenti di scala variabili)

ATO

mod1 VCR

mod2 VCR

mod3 VCR

mod4 VCR

mod5 VCR

mod6 VCR ATO 1 - PERUGIA 40,89 59,92 56,17 47,65 59,92 56,17 ATO 1 - TOSCANA

NORD 46,51 71,72 68,59 46,51 71,72 68,59 ATO 2 - BASSO

VALDARNO 49,35 72,99 66,73 62,26 76,14 66,73 ATO 2 - TERNI 89,22 91,19 90,77 90,09 91,19 90,77 ATO 3 -

FOLIGNO 66,36 81,22 79,62 66,99 81,22 79,62 ATO 3 - MEDIO

VALDARNO 46,19 69,38 66,50 52,19 69,38 66,50 ATO 3 -

TORINESE 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 4 -

SPEZZINO 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 5 - ASTIGIANO

MONFERRATO 45,28 72,08 66,81 48,83 72,08 66,81 ATO 6 -

OMBRONE 49,90 65,46 61,36 50,08 65,46 61,36 ATO 9 - AGRIGENTO 62,32 67,85 67,41 76,71 77,75 71,05 ATO

AV - ALTO VENETO 73,85 100,00 88,09 80,52 100,00 88,09 ATO 1 - CALORE

IRPINO 40,30 54,97 52,72 47,85 55,82 52,72 ATO 6 -

CALTANISSETTA 79,59 79,59 74,07 97,64 97,64 84,30 ATO 2 -

CATANIA 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 2 -

CATANZARO 67,56 76,76 65,53 68,54 76,76 65,53 ATO 6 -

CHIETINO 53,53 92,54 72,82 58,23 92,54 72,82 ATO 1 - COSENZA 40,07 64,82 55,91 40,07 64,82 55,91 ATO 3 -

CROTONE 81,33 85,97 83,06 83,83 86,39 83,06 ATO 5 - ENNA 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO

5 - LAZIO MERIDIONALE FROSINONE 56,82 100,00 100,00 71,28 100,00 100,00 ATO 4 - LAZIO MERIDIONALE

LATINA 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 3 -

MESSINA 42,69 60,64 57,61 47,40 60,64 57,61 ATO 2 - NAPOLI

VOLTURNO 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 1 -

PALERMO 70,12 76,49 76,49 92,39 93,51 93,51 ATO 3 - PELIGNO ALTO

SANGRO 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 8 -

RAGUSA 70,67 84,46 83,15 73,91 84,77 83,20 ATO 5 - REGGIO

CALABRIA 43,70 60,96 56,85 43,70 60,96 56,85 ATO 3 - SARNESE

VESUVIANO 89,31 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 ATO 4 - SELE 52,13 66,53 64,18 54,99 66,53 64,18 ATO

4 - SIRACUSA 85,29 88,19 84,70 87,11 88,19 84,70 ATO 5 -

TERAMANO 49,78 71,61 65,69 49,78 71,61 65,69 ATO 7 - TRAPANI 67,33 80,10 80,10 80,39 81,72 81,72 ATO

UNICO BASILICATA 39,82 60,09 55,41 44,14 60,09 55,41 ATO UNICO

MOLISE 38,88 67,71 60,45 41,83 67,71 60,45 ATO 4 - VIBO

VALENTIA 68,67 89,67 77,61 73,25 89,67 77,61 ATO 1 - VITERBO 70,10 70,50 68,27 70,10 70,50 68,27

Tabella n. 14 – Matrici singole

mod1 CCR mod2 CCR mod3 CCR mod4 CCR mod5 CCR mod6 CCR mod1 CCR 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod2 CCR* 0,974661478 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod3 CCR* 0,970440639 □ 0,994377311 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod4 CCR* 0,929125335 □ 0,896047913 □ 0,901263897 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod5 CCR* 0,922133716 □ 0,938362368 □ 0,941768783 □ 0,975146536 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod6 CCR* 0,916392788 □ 0,931270516 □ 0,946329218 □ 0,967342311 □ 0,991171992 □ 1 □ *mod1 VCR mod2 VCR mod3 VCR mod4 VCR mod5 VCR mod6 VCR mod1 VCR* 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod2 VCR* 0,86000567 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod3 VCR* 0,904569096 □ 0,96324556 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod4 VCR* 0,96369414 □ 0,837844379 □ 0,888609175 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod5 VCR* 0,866805023 □ 0,959630647 □ 0,932768278 □ 0,903246645 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod6 VCR* 0,905902272 □ 0,936296247 □ 0,980193731 □ 0,928542834 □ 0,958795389 □ 1 □ □ □ □ □ □ □ □

Tabella n. 15 –Indici statistici dei modelli stimati

mod1 CCR mod2 CCR mod3 CCR □ □ □ □ □ □ □ □ Media □ 42,78 □ Media □ 43,83 □ Media □ 42,13 □ □ Errore standard □ 3,47 □ Errore standard □ 3,78 □ Errore standard □ 3,97 □ □ Mediana □ 35,22 □ Mediana □ 35,22 □ Mediana □ 34,00 □ □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ □ Deviazione standard □ 21,08 □ Deviazione standard □ 22,97 □ Deviazione standard □ 24,12 □ □ Varianza campionaria □ 444,25 □ Varianza campionaria □ 527,46 □ Varianza campionaria □ 581,88 □ □ Curtosi □ 1,67 □ Curtosi □ 1,32 □ Curtosi □ 1,09 □ □ Asimmetria □ 1,53 □ Asimmetria □ 1,52 □ Asimmetria □ 1,40 □ □ Intervallo □ 79,05 □ Intervallo □ 79,05 □ Intervallo □ 87,06 □ □ Minimo □ 20,95 □ Minimo □ 20,95 □ Minimo □ 12,94 □ □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ □ Somma □ 1582,71 □ Somma □ 1621,55 □ Somma □ 1558,74 □ □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ □ Più piccolo(1) □ 20,95 □ Più piccolo(1) □ 20,95 □ Più piccolo(1) □ 12,94 □ □ Livello di confidenza(95,0%) □ 7,03 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 7,66 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 8,04 □ □ □ □ □ □ □ □ *mod1 VCR mod2 VCR mod3 VCR* □ □ □ □ □ □ □ □ Media □ 66,96 □ Media □ 80,63 □ Media □ 76,94 □ □ Errore standard □ 3,57 □ Errore standard □ 2,46 □ Errore standard □ 2,67 □ □ Mediana □ 67,33 □ Mediana □ 79,59 □ Mediana □ 74,07 □ □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ □ Deviazione standard □ 21,69 □ Deviazione standard □ 14,95 □ Deviazione standard □ 16,22 □ □ Varianza campionaria □ 470,35 □ Varianza campionaria □ 223,54 □ Varianza campionaria □ 262,99 □ □ Curtosi □ -1,30 □ Curtosi □ -1,42 □ Curtosi □ -1,33 □ □ Asimmetria □ 0,32 □ Asimmetria □ 0,06 □ Asimmetria □ 0,27 □ □ Intervallo □ 61,12 □ Intervallo □ 45,03 □ Intervallo □ 47,28 □ □ Minimo □ 38,88 □ Minimo □ 54,97 □ Minimo □ 52,72 □ □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ □ Somma □ 2477,56 □ Somma □ 2983,41 □ Somma □ 2846,67 □ □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ □ Più piccolo(1) □ 38,88 □ Più piccolo(1) □ 54,97 □ Più piccolo(1) □ 52,72 □ □ Livello di confidenza(95,0%) □ 7,23 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 4,99 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 5,41 □ □

Tabella n. 16 – Indici statistici dei modelli stimati

mod4 CCR mod5 CCR mod6 CCR □ □ □ □ □ □ □ □ Media □ 49,61 □ Media □ 50,56 □ Media □ 47,96 □ □ Errore standard □ 3,67 □ Errore standard □ 3,88 □ Errore standard □ 4,18 □ □ Mediana □ 44,04 □ Mediana □ 44,04 □ Mediana □ 42,82 □ □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ □ Deviazione standard □ 22,31 □ Deviazione standard □ 23,63 □ Deviazione standard □ 25,46 □ □ Varianza campionaria □ 497,85 □ Varianza campionaria □ 558,45 □ Varianza campionaria □ 647,97 □ □ Curtosi □ 0,29 □ Curtosi □ 0,03 □ Curtosi □ -

0,16 □ Asimmetria □ 1,08 □ Asimmetria □ 1,05 □ Asimmetria □ 0,96 □ Intervallo □ 75,43 □ Intervallo □ 75,43 □ Intervallo □ 83,77 □ Minimo □ 24,57 □ Minimo □ 24,57 □ Minimo □ 16,23 □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ Somma □ 1835,73 □ Somma □ 1870,84 □ Somma □ 1774,52 □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più piccolo(1) □ 24,57 □ Più piccolo(1) □ 16,23 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 7,44 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 7,88 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 8,49 □ **mod4 VCR mod5 VCR mod6 VCR** □ Media □ 71,57 □ Media □ 82,02 □ Media □ 77,82 □ Errore standard □ 3,54 □ Errore standard □ 2,48 □ Errore standard □ 2,70 □ Mediana □ 71,28 □ Mediana □ 81,72 □ Mediana □ 77,61 □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ Moda □ 100,00 □ Deviazione standard □ 21,51 □ Deviazione standard □ 15,08 □ Deviazione standard □ 16,43 □ Varianza campionaria □ 462,80 □ Varianza campionaria □ 227,36 □ Varianza campionaria □ 269,91 □ Curtosi □ -1,53 □ Curtosi □ -1,47 □ Curtosi □ -1,44 □ Asimmetria □ 0,06 □ Asimmetria □ -0,13 □ Asimmetria □ 0,13 □ Intervallo □ 59,93 □ Intervallo □ 44,18 □ Intervallo □ 47,28 □ Minimo □ 40,07 □ Minimo □ 55,82 □ Minimo □ 52,72 □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ Massimo □ 100,00 □ Somma □ 2648,26 □ Somma □ 3034,73 □ Somma □ 2879,23 □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ Conteggio □ 37,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più grande(1) □ 100,00 □ Più piccolo(1) □ 40,07 □ Più piccolo(1) □ 55,82 □ Più piccolo(1) □ 52,72 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 7,17 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 5,03 □ Livello di confidenza(95,0%) □ 5,48 □

Tabella n. 17 – Stime di efficienza tecnica con l’analisi parametrica

ATO Efficienza complessiva con la DEA Efficienza pura con la DEA Efficienza Tecnica (TE) con la Cobb-Douglas Efficienza Tecnica (TE) con la Translog □ ATO 3 – TORINESE □ 1 □ 1 □ 0,9405 □ 0,9514 □ ATO 2 - NAPOLI VOLTURNO □ 1 □ 1 □ 0,9531 □ 0,9589 □ ATO 2 – CATANIA □ 1 □ 1 □ 0,9391 □ 0,9536 □ ATO 3 - SARNESE VESUVIANO □ 0,91 □ 1 □ 0,9357 □ 0,9473 □ ATO 4 – LAZIO MERIDIONALE LATINA □ 0,824 □ 1 □ 0,9335 □ 0,9469 □ ATO 4 – SPEZZINO □ 0,653 □ 1 □ 0,9323 □ 0,9414 □ ATO 1 – PALERMO □ 0,623 □ 0,762 □ 0,9315 □ 0,9470 □ ATO 4 – SIRACUSA □ 0,574 □ 0,882 □ 0,9377 □ 0,9514 □ ATO 2 – TERNI □ 0,463 □ 0,912 □ 0,9233 □ 0,9372 □ ATO 4 – SELE □ 0,46 □ 0,664 □ 0,9375 □ 0,9486 □ ATO 1 – VITERBO □ 0,44 □ 0,703 □ 0,9360 □ 0,9401 □ ATO 3 - MEDIO VALDARNO □ 0,438 □ 0,692 □ 0,9357 □ 0,9418 □ ATO 5 – ENNA □ 0,412 □ 1 □ 0,9247 □ 0,9384 □ ATO 7 – TRAPANI □ 0,411 □ 0,796 □ 0,9330 □ 0,9512 □ ATO 2 – CATANZARO □ 0,395 □ 0,765 □ 0,9358 □ 0,9472 □ ATO 8 – RAGUSA □ 0,379 □ 0,841 □ 0,9366 □ 0,9452 □ ATO 2 - BASSO VALDARNO □ 0,376 □ 0,729 □ 0,9260 □ 0,9426 □ ATO 9 – AGRIGENTO □ 0,365 □ 0,674 □ 0,9353 □ 0,9401 □ ATO AV - ALTO VENETO □ 0,352 □ 1 □ 0,9362 □ 0,9453 □ ATO 5 – LAZIO MERIDIONALE FROSINONE □ 0,352 □ 1 □ 0,9345 □ 0,9435 □ ATO 5 - REGGIO CALABRIA □ 0,34 □ 0,608 □ 0,9257 □ 0,9328 □ ATO 1 - TOSCANA NORD □ 0,33 □ 0,719 □ 0,9242 □ 0,9411 □ ATO 3 – MESSINA □ 0,327 □ 0,608 □ 0,9253 □ 0,9395 □ ATO 1 – COSENZA □ 0,325 □ 0,648 □ 0,9367 □ 0,9451 □ ATO 6 – OMBRONE □ 0,323 □ 0,653 □ 0,9358 □ 0,9437 □ ATO 6 – CALTANISSETTA □ 0,318 □ 0,796 □ 0,9343 □ 0,9458 □ ATO 1 - CALORE IRPINO □ 0,316 □ 0,55 □ 0,9153 □ 0,9320 □ ATO 3 – CROTONE □ 0,312 □ 0,862 □ 0,9366 □ 0,9513 □ ATO UNICO BASILICATA □ 0,298 □ 0,601 □ 0,9256 □ 0,9391 □ ATO 5 – TERAMANO □ 0,268 □ 0,714 □ 0,9346 □ 0,9457 □ ATO 1 – PERUGIA □ 0,262 □ 0,599 □ 0,9356 □ 0,9458 □ ATO 3 – FOLIGNO □ 0,249 □ 0,808 □ 0,9266 □ 0,9473 □ ATO 6 – CHIETINO □ 0,237 □ 0,927 □ 0,9311 □ 0,9418 □ ATO 3 - PELIGNO ALTO SANGRO □ 0,228 □ 1 □ 0,9322 □ 0,9465 □ ATO 4 - VIBO VALENTIA □ 0,225 □ 0,897 □ 0,9397 □ 0,9482 □ ATO 5 - ASTIGIANO MONFERRATO □ 0,219 □ 0,724 □ 0,9307 □ 0,9424 □ ATO UNICO MOLISE □ 0,21 □ 0,683 □ 0,9324 □ 0,9459 □ **Efficienza media 0.43 0.80 0.93 0.94** □

Tabella n. 18 – Matrice di correlazione

Correlazione DEA CCR □ DEA VCR □ TE-CD □ TE-Tlg □ DEA-CCR □ 1 □ 0,54 □ 0,43 □ 0,49 □ DEA-VCR □ 0,54 □ 1 □ 0,38 □ 0,47 □ TE-CD □ 0,47 □ 0,38 □ 1 □ 0,81 □ TE-Tlg □ 0,49 □ 0,47 □ 0,81 □ 1 □

Tabella n. 19 – Statistiche descrittive

Minimo Media Mediana Massimo Deviazione Standard □ Volume erogato m3 □ 6308 48647,51 31344 250000 53940,48 □ Rete idrica □ 588 3903,46 3244 9871 2358,47 □ Rete fognaria □ 492 1917,16 1541 6618 1253,76 □ Costi operativi □ 35,05 69,81 69,14 115,52 15,21 □ Numero di addetti □ 53 351,70 285 1438 297,05 □

Tabella n. 20 - Stima degli Ols (Cobb-Douglas)

	<i>coefficient</i>	<i>standard-error</i>	<i>t-ratio</i>
β_0	0.43	0.86	0.50
β_1 (COP)	-0.86	0.28	-0.30
β_2 (RI)	0.60	0.12	0.47
β_3 (RF)	0.72	0.26	0.27
β_4 (AD)	0.30	0.11	0.26

sigma-squared	0.17
log likelihood	- 0.17

Tabella n. 21 – Stime ML dei parametri (Cobb-Douglas)

	<i>coefficient</i>	<i>standard-error</i>	<i>t-ratio</i>
β_0	0.44	0.1	0.44
β_1 (COP)	-0.86	0.1	-0.86
β_2 (RI)	0.60	0.1	0.60
β_3 (RF)	0.72	0.1	0.72
β_4 (AD)	0.30	0.1	0.30
σ^2	0.15	0.1	0.15
γ	0.50	0.1	0.50

log likelihood	- 0.17
-----------------------	---------------

Tabella n. 22 - Stima degli Ols (Translog):

	<i>coefficient</i>	<i>standard-error</i>	<i>t-ratio</i>
β_0	0.16	0.18	0.89
β_1 (COP)	-0.92	0.28	-0.32
β_2 (RI)	0.53	0.12	0.43
β_3 (RF)	0.59	0.25	0.23
β_4 (AD)	0.15	0.15	0.10
β_5	0.15	0.28	0.56
β_6	0.39	0.17	0.21
β_7	-0.27	0.27	-0.98
β_8	0.34	0.31	0.11
β_9	0.89	0.44	0.20

σ^2	0.13
log likelihood	-0.10

Tabella n. 23 - Stima ML dei parametri (Translog):

	<i>Coefficient*</i>	<i>standard-error</i>	<i>t-ratio</i>
β_0	0.16	0.1	0.16
β_1 (COP)	-0.92	0.1	-0.92
β_2 (RI)	0.53	0.1	0.53
β_3 (RF)	0.59	0.1	0.59
β_4 (AD)	0.15	0.1	0.15
β_5	0.15	0.1	0.15
β_6	0.39	0.1	0.39
β_7	-0.27	0.1	-0.27
β_8	0.34	0.1	0.34
β_9	0.89	0.1	0.89
σ^2	0.1	0.1	0.1
γ	0.5	0.1	0.5
μ	-0.17	0.1	-0.17

<i>log likelihood</i>	-0.10
-----------------------	--------------

(*) significativo al 95%