

# **Indice**

## **Introduzione**

**Capitolo Primo**-Rassegna sulla letteratura empirica: l'uso in sanità delle tecniche di frontiera non parametriche per la misurazione dell'efficienza

**Capitolo Secondo**-Efficienza e produttività negli ospedali del SSN Italiano: un'analisi non parametrica di dati panel

**Capitolo Terzo**-*Outcomes* di salute e efficienza in sanità: il caso delle Regioni Italiane

## **Conclusioni**

**Appendice**-Le metodologie di frontiera parametriche e non parametriche nella misurazione dell'efficienza

## **Bibliografia**

## Introduzione

Tra i *policy-maker* europei, ma non solo, c'è consenso sugli obiettivi che i Sistemi Sanitari Europei devono perseguire: accesso universale alle cure per tutti i cittadini, efficacia delle cure per migliori *outcomes* di salute, uso efficiente delle risorse, alta qualità dei servizi e migliori risposte ai bisogni di salute per i pazienti. Le risposte istituzionali a questi quesiti differiscono da Paese a Paese in relazione alla loro storia, cultura ed esperienze politiche.

In molti Paesi europei, non escluso l'Italia, è in atto da qualche tempo un processo di decentralizzazione a livello periferico di competenze e funzioni che consente ai livelli intermedi di governo di acquisire maggior autonomia, anche e soprattutto di natura fiscale. Questo è valido anche per l'Italia in cui ancora oggi, dopo il Dlgs 56/2000 con una legge delega del 2009 (l. 42/2009) si sta continuando il processo di decentramento in sanità, sostanzialmente nella forma di federalismo fiscale. Con l'aumento del potere delle Regioni in Italia, con il federalismo fiscale e le modifiche Costituzionali del 2001, la sanità cambia e cambia anche il ruolo delle Regioni nei suoi confronti.

Nei diversi Sistemi Sanitari gli ospedali giocano però un ruolo centrale nella distribuzione dei servizi sanitari. L'attenzione ad essi da parte di accademici, ricercatori e *policy-maker* è ancora poca, e ciò è attribuito alla considerazione secondo cui la riforma in questo livello è vista come una questione difficoltosa. Infatti, una difficoltà deriva dal fatto che la domanda che gli ospedali incontrano è in continuo cambiamento, e cambia a causa di cambiamenti epidemiologici nella popolazione, al cambiamento dei loro bisogni e all'evoluzione tecnologica, senza trascurare poi che l'ospedale è considerato una organizzazione complessa da gestire oltre che esso rappresenta per le popolazioni una sicurezza circa la possibilità di esercitare il diritto alla salute.

Ma l'interesse su di essi può essere sottolineato dal fatto che in primo luogo assorbono gran parte del budget pubblico destinato al settore sanitario, in Italia ma anche negli altri Paesi Europei; in secondo luogo le politiche ospedaliere determinano l'accesso ai servizi specialistici e di secondo livello, e l'evoluzione farmacologia e tecnologica fa sì che i servizi ospedalieri contribuiscano al miglioramento della salute della popolazione in modo uguale se non maggiore a qualsiasi altra organizzazione sanitaria che offre servizi sanitari. Se gli ospedali allora sono organizzati in modo inefficiente il loro impatto potenziale

positivo sulla salute può essere ridotto o anche negativo.

In molti Paesi europei le politiche di razionalizzazione dell'offerta dei servizi sanitari si riferiscono agli ospedali ed assumono diverse modalità. La riduzione della capacità ospedaliera è una di queste e le cure ospedaliere si stanno spostando in *setting* alternativi. In modo più pronunciato tali politiche stanno focalizzando la loro attenzione sulle circostanze acute ( di breve periodo), e dunque gli ospedali si stanno trasformando in luoghi deputati all'accettazione solo di pazienti che richiedono cure mediche e assistenza infermieristica relativamente intense, o diagnosi sofisticate o trattamenti intensi. Questo richiede una riorganizzazione interna e dunque una ricerca di strategie orientate a migliorarne le *performance*. Tale dimensione in Europa ha poco a che fare con la questione della massimizzazione dei profitti e al potere di mercato, questioni invece rilevanti negli USA. Nei Paesi Europei il sistema ospedaliero è in gran parte ancora di proprietà pubblica o comunque fortemente finanziato da risorse pubbliche, circostanza accompagnata da principi quali copertura universale delle cure e libero accesso al SS (Sistema Sanitario), organizzato spesso in Servizio Sanitario.

A partire dal 1990 nell'Europa centrale in generale il numero dei posti letto si è ridotto, accompagnato da un aumento delle dimissioni e una caduta del tasso di occupazione dei posti letto, senza che questo abbia comportato la chiusura di ospedali. Nel Regno Unito mentre il numero di posti letto per acuti e per pazienti psichiatrici è diminuito il numero dei posti letto per le cure infermieristiche ( *long-term care*) è aumentato, ed è avvenuto trasferendo i pazienti fuori dagli ospedali (Hensher e Edwards, 1999).

Il trasferimento delle cure di lungo periodo fuori dagli ospedali e la riduzione del tasso di occupazione dei posti letto per acuti ha permesso la riduzione della capacità ospedaliera, ma questa non è una strategia appropriata per tutti i Paesi, se non per quelli che hanno una dispersione della popolazione come è per la Norvegia, che può richiedere molti piccoli ospedali (Furnholmen e Magnussen, 2000).

Altri Paesi hanno usato medesime politiche sanitarie, come ad esempio la Germania, che ha ridotto del 7 % i posti letto tra il 1991 e il 1997, ma non tutti gli ospedali tedeschi sono stati chiusi ( Mossialos e Le Grand, 1999). Solo pochi Paesi hanno chiuso gran parte degli ospedali, come il Regno Unito e l'Irlanda, che hanno ridotto i loro ospedali di un terzo tra il 1980 e il 1990. Il Belgio ha implementato a partire dal 1982 una serie di strategie, tra le quali la fissazione di un tetto ai posti letto, e ha consentito ai fondi assicurativi sanitari di riclassificare i posti letto in assistenza infermieristica, rimborsandoli

con un terzo in meno di quanto rimborsava i posti letto per acuti. Nel 1989 poi decretò che gli ospedali accreditati avessero almeno 150 posti letto per chiudere i piccoli ospedali (Kerr e Siebrand, 2000). In Danimarca il cambiamento ha stimolato lo sviluppo di un mercato tra Contee, e la negoziazione coinvolgeva le Contee e non i singoli ospedali (Christiansen et al., 1999; van Mosseveld e van Son, 1999). In Francia tra il 1994 e il 1998 17000 posti letto sono stati chiusi, sia in ospedali pubblici che privati, e le agenzie regionali hanno aperto altri 15 nuovi ospedali, 7 unità di dialisi, 20 centri per le persone affette da Alzheimer e 60 centri per la cura contro il cancro (EU New in Brief, 2000; Swingedau, 2000).

Altri cambiamenti dei Sistemi Sanitari hanno riguardato la separazione tra finanziatori e fornitori, lasciando più autonomia agli ospedali. Tale autonomia ha accresciuto il potere di resistere alle chiusure da parte dei manager ospedalieri. Il ritiro poi delle risorse ha provocato strategie diverse dalla chiusura, come il fallimento nel mantenere le strutture e le attrezzature o l'accumulo di disavanzi.

Il cambiamento è stato difficile anche laddove la proprietà è diffusa e gli incentivi sono misti. In Svizzera, dove il finanziamento è diviso tra tassazione e fondi assicurativi e la proprietà decentralizzata tra Cantoni, Municipalities e proprietà privata, c'è stata una piccola riduzione della capacità (Minder et al., 2000). In Italia, sebbene in generale sia i posti letto che gli ospedali sono stati ridotti, questo è avvenuto in modo molto differente tra le regioni. In qualche Regione le difficoltà al cambiamento è stato attribuito a incentivi in competizione, con professionalità mediche che lavoravano sia nel settore pubblico che nel settore privato (Taroni, 2000). Ma anche in Italia si è attuata una politica di riduzione dei posti letti pubblici e una decentralizzazione delle cure ospedaliere verso il territorio, altre volte alla chiusura di ospedali pubblici e altre volte accorpamenti.

Le politiche di sostituzione dei servizi ha contribuito a ridurre i posti letto ma non alla chiusura degli ospedali. Queste strategie hanno portato all'aumento delle cure ambulatoriali come è accaduto in Norvegia, o un aumento degli impianti di riabilitazione come in Germania (Busse, 2000).

La chiusura è apparsa più probabile dove due o più ospedali sono stati sostituiti da nuovi impianti, spesso localizzati differentemente, offrendo visibili vantaggi per lo *staff* che ha beneficiato di più moderni impianti. In Spagna è stato possibile la chiusura di qualche vecchio e grande ospedale sostituito da nuovi impianti più moderni più piccoli e più accessibili (Rico et al., 2000).

Negli USA di converso il cambiamento è avvenuto principalmente attraverso i *mergers* tra piccoli ospedali *not-for-profit* (Arnould, 1997). Sebbene altamente regolata, la competizione nel settore ospedaliero USA a partire dal 1980 ha ridotto i prezzi e i costi. (Fergusson e Goddard, 1997). L'attività dei *merger* è continuata anche dopo gli anni 90, con un ritmo di circa 250 operazioni all'anno.

Operazioni di *merger* sono avvenute anche nel Regno Unito, dove alcuni ospedali sono stati accorpati e chiusi (Robinson e Dixon, 1999). In Francia la chiusura ha preceduto operazioni di *merger* tra ospedali indipendenti, ad esempio tutti gli ospedali di una città sono stati accorpati in un "*hospital trust*".

## Capitolo Primo

### **Rassegna sulla letteratura empirica: l'uso delle tecniche di frontiera non parametriche in sanità**

I lavori empirici si dividono in quelli che si sono occupati esclusivamente della stima dell'efficienza tecnica, a volte insieme alla efficienza di scala, da quelli invece che hanno stimato l'efficienza di scala accompagnata all'efficienza di scopo da quelli ancora che hanno trattato il cambiamento di produttività negli ospedali attraverso l'impiego dell'indice di *Malmquist* a quelli infine che hanno stimato gli effetti delle operazioni di *merger* sull'efficienza tecnica, di scala nonché sull'efficienza di costo. Altri ancora si sono occupati della qualità e della relazione con l'efficienza tecnica. Le risultanze nei diversi lavori non sempre risultano essere concordanti.

Nei suddetti lavori le tecniche di stima usate vanno da quelle di frontiera, sia parametriche che non parametriche, sia deterministiche che stocastiche, a quelle non di frontiera. Ma anche altre modalità, come l'uso di questionari o *studies design* sono stati impiegati per stimare gli effetti dei *mergers*. Questa disamina dei lavori empirici è prevalentemente concentrata sui lavori che hanno usato la *DEA*.

Per quanto riguarda la stima dei guadagni di efficienza derivanti dai *merger* nel settore ospedaliero Sinay e Campbell, (1995) nel loro lavoro, stimano i parametri di una funzione di costo di breve periodo, in cui il capitale è considerato un *input* fisso, usando un *SUR* e avvalendosi del lemma di Shepard. Le stime sono condotte per gli ospedali *merging* e per i controlli negli anni prima dei *merger*, tra il 1986 e il 1989. Il campione in questo periodo è costituito da 202 ospedali e 201 controlli. Lo studio valuta le economie di scala e di scopo derivanti dai *merger* tra il 1987 e il 1990. Gli autori concludono che negli anni ottanta le operazioni di *merger* tra ospedali sono stati motivati dai potenziali guadagni derivanti dalle efficienze in ospedali con diseconomie di scala. L'eliminazione delle diseconomie di scala ha richiesto di abbassare il volume di *output* a un livello più efficiente, e che spesso ha richiesto riduzione di *staff*. Mentre negli ospedali per acuti sono state evidenti economie di scopo derivanti dai *merger*. In contrasto ospedali

nella stessa area di mercato non sottoposti a *merger* hanno economie di scala e anzi hanno avuto bisogno di aumentare il loro volume di *output*. Concludendo gli ospedali che non sono stati sottoposti a *merger* sono capaci di diventare più efficienti aumentando il loro potere di mercato attraverso *merger* e consolidamenti. Harris et al., (2000) usano due modelli *DEA* (CRS e VRS) per investigare l'impatto di *merger* orizzontali sulla efficienza tecnica. L'analisi è condotta studiando l'efficienza prima e dopo l'anno del *merger* in un campione di 20 ospedali creati nel 1992 a seguito di *merger*. Gli anni di analisi vanno dal 1991 al 1993. Gli autori concludono che alcuni *merger* sono dovuti a strategie offensive, mentre altri sono dovuti a strategie difensive. La replica di tale studio per anni più recenti e su più periodi di tempo dovrebbe essere più prudente. Ferrier e Valdmanis (2004), strutturando uno studio casi-controlli su un panel data che va dal 1996 al 1998 estratti dall'AHAS, valutano il cambiamento di efficienza tecnica, di scala e tecnologico in tre gruppi, il gruppo di controllo, gli ospedali *merged* e il gruppo dei *pseudo-merged*. Gli autori attraverso il confronto degli score di efficienza derivanti dalla *DEA* e il valore dell'indice di *Malmquist* tra i casi e i controlli cercano di valutare se l'aumento in produttività degli ospedali è il risultato dei *merger* oppure è semplicemente dovuto all'aggiunta random di *input* e di *output*.

Con l'indice di *Malmquist* essi trovano che dal 1996 al 1997, gli ospedali accorpati, fanno peggio sia del gruppo di controllo che del gruppo *pseudo-merged*. E questo può essere associato alla non intera realizzazione di efficienza tecnica nel primo anno di accorpamento. Questo risultato è corroborato da un alto rapporto lavoro/capitale per gli ospedali accorpati. Nessun cambiamento tecnologico si osserva nel primo anno ma le inefficienze di scala aumentano durante questo periodo. Il gruppo dei controlli sperimenta un miglioramento dell'indice di *Malmquist*. Dal 1997 al 1998 tutti e tre i gruppi migliorano rispetto al periodo 1996-1997, relativamente all'indice. Comunque gli autori non trovano che gli ospedali *merged* performano meglio del gruppo di controllo e dello *pseudo* gruppo. Gli autori concludono, tra le altre cose, che ci sono potenziali guadagni di efficienza derivante sia dalle economie di scala che di scopo.

Passando alla valutazione della efficienza tecnica, di scala, di scopo e alla qualità, Ozcan et al., (1992) nel loro lavoro partono da alcuni quesiti: 1) gli ospedali *for-profit*, *not-for-profit* e gli ospedali governativi differiscono in modo significativo nella loro efficienza tecnica relativa? 2) quali *input* e quali *output* contribuiscono maggiormente alla loro inefficienza? Per rispondere a queste domande

implementano un modello *DEA* i cui *input* e *output* sono specificati nella tabella 2, successivamente con una tecnica econometrica controllano con quattro variabili che ritengono possono influenzare i confronti tra gli effetti di proprietà: 1) regione, 2) dimensione del mercato, 3) *system membership* e 4) dimensione degli ospedali. La variabile di controllo “regione” è importante inserirla per assicurarsi che le differenze di *performance* in strutture proprietarie diverse non siano semplicemente conseguenze di variazioni di regioni. Le differenze di *performance* sono anche attese dipendere dalle dimensioni di mercato, grandi città per esempio spesso offrono differenti *mix* di servizi ospedalieri di quanto non facciano le piccole. Così come grandi città hanno più ospedali e quindi diverso è il grado di competizione e quindi lo score di efficienza tecnica. Ma le *performance* sono influenzate anche dal fatto che gli ospedali siano o meno membri di un sistema nonché dalla loro dimensione e questo ha giustificato l’inserimento delle altre variabili di controllo, puntualizzando come gli ospedali *for-profit* tendono ad essere parte di un sistema più di qualsiasi altro ospedale (*not-for-profit* e governativo).

Il confronto tra gli *score* di efficienza è condotto confrontando le percentuali degli *score* su due livelli (efficienti e altamente inefficienti) e per ognuno per struttura proprietaria e all’interno del gruppo con la stessa struttura proprietaria usando un z-test. Ozcan e Luke, (1993) con 3000 ospedali per acuti generali urbani, appartenenti a tutte le *MSAs* negli USA nel 1987, esaminano, con la *DEA*, il contributo di alcune caratteristiche ( dimensione, appartenenza a un sistema, multi ospedale, proprietà, e *mix* di pagatori-contratti, *medicare*, *medicaid*) sulla efficienza tecnica. Gli autori concludono che gli ospedali governativi sono relativamente più efficienti dei *for-profit*, ma possono anche offrire un più basso livello di qualità, mentre per i *for-profit* non c’è nessuna evidenza che possano fornire un unico livello alto o basso di qualità. Esiste una relazione inversa tra pagamento del *Medicare* e efficienza, ma occorre indagare se questa relazione inversa sia dovuta ai vincoli finanziari del *Medicare* o al fatto che gli ospedali diventano dipendenti dal *Medicare*. La dimensione è positivamente relazionata all’efficienza, conformemente con le attese generali di effetti di scala positivi. Infine esiste una relazione positiva tra l’uso dei contratti e lo *score* d’efficienza.

Ehret,(1994) nel suo lavoro sugli ospedali USA usa due approcci per valutare la *performance* degli ospedali, i *ratios* e la *DEA*. L’autore conclude che le misure più robuste di *performance* sono quelle relative all’efficienza tecnica ottenute dalla *DEA*. Sulla base di queste, gli ospedali più efficienti sono quelli che usano una combinazione di capitale e

lavoro più bassa. Evidenziando come queste misure sono però più sensibili alla bassa qualità dei dati rispetto all'analisi *ratio*. Ozcan, (1995) analizzando gli ospedali di 319 *MSAs* in USA nel 1990, conclude che l'obiettivo principale degli ospedali deve essere l'eliminazione dell'eccesso di capacità. L'eccesso di capacità ha creato fragilità finanziaria e rischio di chiusura degli ospedali. Operazioni di *buyout* e *merger* stanno diventando comuni nella industria ospedaliera americana, ma anche alleanze non *profit*, infatti nel 1980 gli ospedali della *Twin Cities* hanno costituito 4 sistemi multiospedale nel tentativo di negoziare più efficacemente con le *HMO*. Il consolidamento è continuato nel 1990 sia tra *HMO* che tra *HMO* e ospedali. Questi *merger* hanno il potenziale di ridurre gli *slack* di *input*, e ridurre la forza lavoro senza ridurre la qualità. Burgess, Wilson (1996) nel loro lavoro su ospedali USA (1988) analizza gli effetti di quattro strutture proprietarie (private *profit*, private *non-profit*, *federal*, governativi e locali) sulla efficienza tecnica usando la *DEA*. Gli autori concludono che esistono differenze di efficienza tecnica ( essi distinguono tra inefficienza radiale, di *slack* e di scala) tra le diverse forme proprietarie ma non conoscono le fonti di tali differenze ( è il primo studio del genere) anche se in termini di inefficienza radiale gli ospedali VA sono più efficienti dei non federali e non *profit*. Gli ospedali VA hanno maggiore inefficienza di *slack* e di scala. Färe et al.,(1997) usano l'indice di *Malmquist* per stimare invece il cambiamento di produttività nel settore sanitario dei paesi OECD nel periodo dal 1974 al 1989, componendo l'indice in cambiamento in efficienza e tecnologico. Nel lavoro gli autori specificano due modelli, inserendo nel primo esclusivamente il settore ospedaliero e trovando per questo settore e con il loro modello un piccolo cambiamento di produttività, con eccezione della Danimarca che accumula un progresso del 15,4 % e degli USA che accumulano un progresso del 5%. Il livello di produttività è comunque più alto negli USA che non in altri paesi OECD, mentre al 1974 sia Italia che Finlandia giacevano sulla frontiera tecnologica. Il secondo modello si differenzia dal primo per la specificazione di *outcomes* di salute come *output*: la vita attesa delle donne a 40 anni e il reciproco del tasso di mortalità infantile. Con il modello completo gli autori trovano che per 10 Paesi si stima una rapida crescita, la Danimarca e gli USA né accumulano di più e tale crescita, secondo le stime degli autori, è dovuta solamente al cambiamento tecnologico. Giuffrida et al., (1999) usano la *DEA input-oriented* per indagare sia l'efficienza tecnica pura che l'efficienza di scala negli ospedali della Lombardia. Essi trovano che l'efficienza tecnica in media è pari al 81,81%. Stimando però anche un modello *output* trovano che l'orientamento avrebbe

poca influenza sulle stime, deducendo questo dal valore dell'indice di Spearman pari 0.976, indicando piccole discrepanze tra le due classifiche generate dai due modelli con orientamento opposto. Gli autori poi trovano che gli ospedali tra i 300 e 400 posti letto non mostrano significative inefficienze di scala, mentre gli ospedali a dimensione maggiore registrano rendimenti di scala decrescenti. McKillop et al., (1999) esaminano nel loro lavoro l'efficienza tecnica, di scala e la dimensione efficiente negli ospedali piccoli e grandi per acuti del Nord dell'Irlanda nel periodo 1986-1992. La loro domanda principale è se o meno le politiche di razionalizzazione della offerta ospedaliera per acuti nel Nord dell'Irlanda trovi nella evidenza empirica sostegno ai processi di espansione per i grandi ospedali e di chiusura/ristrutturazione per i piccoli ospedali. Essi usano la *DEA input-oriented* per misurare l'efficienza tecnica e un *mixer integer* programma per la stima della dimensione efficiente. Una specificazione non presente in tabella è che i primi tre *input* (*staff nursing, administrative staff, ancillary staff*) sono misurati con *FTE members*, mentre gli specialisti sono misurati dalla relativa spesa. L'analisi inoltre prevede la "window analysis" per superare il vincolo dell'esiguo numero degli ospedali (23), sicché la frontiera stimata è una frontiera triennale. Inoltre gli autori riportano un insieme di risultati piuttosto articolato, per i grandi ospedali nel periodo 1986-1989 il valore dello *score* medio di efficienza è pari a 0.969. L'efficienza tecnica pura in media cresce fino a raggiungere lo 0.991 nel periodo 1989-1992. C'è inoltre evidenza di una caduta della efficienza di scala, anche se la *window analysis* non rivela l'esistenza di un *trend* ben distinto. Per i piccoli ospedali nel periodo 1989-1989 l'efficienza media è pari a .9089 mentre nel periodo 1989-1992 dello 0.8423. dunque rispetto ai grandi ospedali i piccoli hanno in media una efficienza inferiore e decrescente. Anche per quanto riguarda l'efficienza di scala e l'efficienza tecnica pura il movimento è opposto a quello evidenziato per i grandi ospedali. La *window analysis* per questo gruppo evidenzia un *trend* di deterioramento in media nella efficienza tecnica generale e un più basso livello di partenza di questa misura. Per i grandi ospedali la maggior causa della inefficienza tecnica generale è l'inefficienza di scala, mentre per i piccoli le cause sono di inefficienza tecnica generale ed è dovuta sia a inefficienza tecnica pura che di scala. Per i grandi ospedali che presentano inefficienza dovuta a rendimenti di scala decrescenti, sarebbe indicata una ristrutturazione in piccoli ospedali, in particolare in due piccoli ospedali. I piccoli ospedali che sono inefficienti a causa di ritorni di scala decrescenti possono invece beneficiare di una riorganizzazione. Cellini et al., (2000) cercano di investigare se la competizione abbia

effetti positivi sulla efficienza ospedaliera. Il campione usato si riferisce agli ospedali Italiani accreditati (pubblici e privati ) nel 1996, dei circa 1789 ospedali presenti sul territorio quelli inseriti nel campione sono 1183. La loro metodologia prevede la soluzione di due modelli *DEA*, *input-oriented* e *output-oriented*, per derivarne l'efficienza e in un secondo stadio indagano le determinanti dell'efficienza con un modello econometrico. Essi trovano che in media l'efficienza tecnica è del 35%, mentre quella di scala è in media dell'11%. Solo 57 ospedali operano alla scala efficiente, mentre l'inefficienza di scala è legata alla dimensione relativamente piccola degli stessi. Nell'analisi di secondo stadio emergono numerosi risultati: gli ospedali Locali e Universitari sottoperformano rispetto alla efficienza generale. I coefficienti fissi relativamente alti per le A.O. (*Hospital Trust*) fanno propendere a favore di un buon risultato della separazione tra acquirenti e fornitori introdotta nel 1992. Emerge inoltre che di per se la forma proprietaria non è rilevante, le A.O. hanno la stessa *performance* dei privati accreditati. Inoltre la struttura dei mercati regionali sembra rilevante, la densità degli ospedali ha effetti negativi, e questo sembra derivare dal fatto che più alto è il numero degli ospedali più ogni ospedale incontra una domanda minore e quindi più bassa la sua efficienza. Fabbri(2000) applica la *DEA* agli ospedali dell'Emilia Romagna nel periodo 1994-1995. L'autore costruisce diversi modelli per cogliere separatamente prima l'efficienza tecnica nella produzione di attività assistenziale e poi in quella strettamente medica, concludendo che il miglior modello da usare è quello che coglie tutt'e due le componenti in linea con la considerazione dell'unitarietà della attività sanitaria di erogazione di trattamenti ospedalieri. Successivamente implementa 4 test di ipotesi ( 2 parametrici e 2 non parametrici) sulla tendenza centrale della distribuzione degli *score* di efficienza per verificare l'ipotesi appunto di un incremento di efficienza tra il 1995 e il 1994. In definitiva conclude che non c'è stato progresso tecnico nella produzione ospedaliera, e quindi il miglioramento tecnico è attribuibile esclusivamente alla riorganizzazione organizzativa indotta dalla riforma. L'incremento di efficienza è poi pronunciato e significativo nella produzione dei ricoveri ma non nella produzione delle giornate di degenza. I residui di inefficienza si concentrano nell'uso di personale amministrativo e infermieristico, mentre l'uso dei letti risulta essere pressochè efficiente. Per le ulteriori conclusioni vedi Fabbri(2000). McCallion,Glass,Jackson,Kerr,Mckillop(2000) nel loro lavoro, condotto su ospedali piccoli e grandi dell'Irlanda del Nord nel periodo 1986-1992, concludono che i grandi ospedali sono più efficienti dei piccoli nell'offrire i servizi, e che il deterioramento

dell'efficienza per i piccoli ospedali è dovuto in sostanza dal deterioramento della efficienza di scala nel tempo. Prior e Solà, (2000) trovano significative economie di scopo ( che loro indicano con il termine di “economie di diversificazione” distanziandosi da Panzar e Willing) negli ospedali Catalani usando dati che vanno dal 1987 al 1992. Gli autori usano una procedura in due *step*, in cui nella prima valutano una unità diversificata rispetto a una frontiera costruita con ospedali diversificati e specializzati, nel secondo *step* valutano le unità diversificate rispetto a due frontiere, una stimata con solo unità diversificate ed un'altra stimata con sole unità specializzate. Le diverse frontiere sono tutte stimate con la *DEA input-oriented*, e la presenza di economie di diversificazione è valutata attraverso il rapporto dei coefficienti di diversificazione ottenute con le frontiere delle sole specializzate e di sole diversificate. Le frontiere sono stimate per ogni anno al 1987 e al 1992. Gli autori concludono che l'obiettivo del loro lavoro era stabilire l'importanza delle economie di scala e di diversificazione negli ospedali Catalani, ma in ciò se non si pongono restrizioni qualitative nell'applicare la *DEA* si generano problemi nel tentativo di dare implicazioni di *policy*. Nonostante ciò si evidenzia un alto grado di efficienza tecnica e di scala. Athanassopoulos e Gounaris, (2001) nel loro lavoro su ospedali pubblici generali in Grecia (1992), usano la *DEA* come guida per gli ospedali pubblici a identificare il loro *mix* ottimale di risorse al fine di minimizzare i costi operativi. E per gli autori si tratta del *mix* ottimale di *input* e dunque tecnicamente efficiente. Gli autori, tra le altre cose, concludono che il loro studio conferma le grandi inefficienze, che possono essere affrontate con cambiamenti strutturali. Barbetta, Turati, Zago, (2001) valutano l'efficienza tecnica degli ospedali pubblici Italiani tra il 1995 e il 1998, adottando un approccio sia parametrico (COLS) che non-parametrico (*DEA*), valutano poi l'impatto della struttura proprietaria sulla efficienza. Gli autori trovano che gli ospedali pubblici sono più efficienti che i *not-for-profit*. Tale risultato è robusto per entrambe le metodologie. Giokas et al., (2001) usando metodi di stima parametrici e non, su ospedali greci (1992), conclude che è possibile avere risparmi potenziali nelle spese del 20%, la differenza tra costi attuali e costi efficienti è del 27% per gli ospedali generali e del 16% per gli ospedali teaching, gli ospedali inefficienti possono produrre lo stesso risultato se i costi giornalieri per paziente sono ridotti del 26%. Björkgren, Häkkinen, Linna (2001) usando un campione di unità di cure di lungo termine in Finlandia (1995) concludono che l'efficienza può essere migliorata attraverso una migliore allocazione delle risorse da parte del management. Crivelli et al., (2002) concludono, usando 886 *nursing home* in Svizzera nel

1998, che le economie di scala si esauriscono al disopra di 88 posti letto, e quindi l'effetto sui costi della dimensione devono essere tenuti in considerazione nella costruzione di nuovi ospedali. Fabbri (2002) applica la *DEA* a un campione di ospedali pubblici Italiani osservato nel 1999 per derivarne una misura di ET e ES, nonché valuta ciò che indica come "l'utilità sociale prodotta dalla esistenza dell'ospedale" analizzando il comportamento di mobilità ospedaliera, in alternativa a valutare la qualità in se delle prestazioni ospedaliere. I modelli *DEA* specificati sono due, uno che assume come *input* disponibili solo i letti, e l'altro che invece assume disponibili anche il fattore lavoro (medici, infermieri, altro personale), ma l'inviluppo della frontiera non viene influenzato. I risultati ottenuti sono molti, riportando solo quelli in media l'autore trova che, in media la produzione pubblica di dimessi potrebbe avvenire con il 40 % in meno di posti letto rispetto a quelli attualmente impiegati, invece con il secondo modello trova che la produzione potrebbe avvenire con il 36% in meno di posti letto e personale. Solo il 5% degli ospedali pubblici opera alla scala ottimale. Kittelsen e Magnussen, (2003), sugli ospedali Norvegesi dal 1991 al 1996, estendono il lavoro di Prior e Solà, (2000), esplorando l'esistenza di economie di scopo lungo tre specifiche dimensioni del *mix* produttivo, sicché sono poi i dati a determinare la classificazione tra ospedali specializzati o diversificati. Ovvero essi distinguono tra, *emergency care* versus *elective patients*, *medical patients* versus *surgical patients* e *outpatient* versus *inpatient patients*, per definire un modo alternativo di individuare gli ospedali specializzati. Gli autori poi usano la *DEA* per stimare una funzione di costo separata per le specializzate e le diversificate, e poi usano la misura di efficienza orientata all'*output* di Farrell per comparare i costi stimati per entrambe le tipologie di unità, concentrandosi sull'effetto convessità delle economie di scopo. Gli autori concludono che esistono evidenti economie di scopo per i pazienti chirurgici e per gli outpatient. Laine et al., (2005) nel loro lavoro analizzano la relazione tra qualità delle cure e efficienza tecnica. Il loro campione è costituito da centri ospedalieri e servizi per cure di lungo periodo in Finlandia nel 2002. Gli autori concludono che c'è una chiara associazione tra efficienza e indicatori di qualità, per le altre numerose conclusioni si rimanda al lavoro Preyra e Pink, (2006), usando dati per 210 ospedali per acuti e non-acuti dell'Ontario relativi a due anni, dal 1994 al 1996, concludono che ci sono grandi guadagni di scala inesplorati da cui possono derivare strategie di consolidamento. Il loro approccio usa una funzione di costo, dunque un approccio di tipo parametrico. In particolare usano una funzione di costo di breve periodo

di tipo quadratico con 4 categorie di *output*, cure primarie e secondarie, terziarie, cure ambulatoriali e per sub-acuti, e posti letto come *proxy* del capitale. Poichè non possono rigettare l'ipotesi di variabili dipendenti eteroschedastiche, usano il metodo della massima verosimiglianza corretto per l'eteroschedasticità per la stima dei parametri. Tutti i parametri stimati sono statisticamente significativi e diversi da zero. Successivamente stimano una funzione di costo di lungo periodo, esaminando il comportamento dei costi medi al variare del livello dell'*output*, assumendo che è impossibile ammettere che il numero ottimale dei posti letto rimanga lo stesso. I due autori concludono per l'evidenza a favore di guadagni di efficienza dovuti al consolidamento. I test per le economie di scopo consentono agli autori di accettare l'ipotesi di esistenza di complementarità di costo. E sia le economie di scala che di scopo risultano essere fortemente sensibili alle assunzioni delle reattività di risposta del capitale al cambiamento della dimensione ospedaliera che al *product mix*. Barbetta C., Turati G., Zago, (2007) usano sia tecniche parametriche (COLS) che non parametriche (DEA) per trovare evidenza di differenze di efficienza tra strutture pubbliche e private dopo l'introduzione dei DRG, nel periodo tra il 1995 e il 2000. Essi trovano una convergenza in media degli score di efficienza tra *not-for-profit* e ospedali pubblici. Nonché essi concludono che sembra che le differenze nelle *performance* economiche tra le due forme proprietarie in competizione sono più legate al *setting* istituzionale in cui esse operano che non agli effetti delle strutture di incentivi introdotte nelle due forme proprietarie. Kjekshus e Hagen, (2007) nel loro lavoro sugli ospedali Norvegesi (1992-2000) valutano l'impatto sulla efficienza della dimensione del *budget*, del sistema di pagamento ABF e dei *merger*, usando due modelli DEA (*crs* e *vrs*). La loro analisi si compone di due *step*, nella prima stimano gli score di efficienza e nel secondo usano la regressione lineare multipla per valutare l'effetto delle variabili d'interesse. Gli autori concludono che nel breve periodo non ci sono gli attesi effetti di *merger* sulla efficienza tecnica, mentre nel lungo periodo gli effetti sono statisticamente non significativi, con eccezione nel caso di centralizzazione di entrambi i servizi per acuti e amministrativi. Herr, (2008) nel suo lavoro per stimare l'efficienza tecnica usa una funzione di produzione stocastica (SFP) stimata con tecniche econometriche assumendo che la componente di inefficienza tecnica ( $u$ ) in questo modello sia distribuita secondo una v.c troncata sullo zero, per assicurare che l'efficienza sia  $\leq 1$ . Mentre per stimare l'efficienza di costo usa due funzioni di costo (SFC), di cui una è un modello translogaritmico, in cui è inserito un *interaction term* per catturare il diverso grado di

sostituibilità tra gli *input* e i possibili ritorni di scala crescenti e decrescenti. Per i determinanti dell'efficienza, il suo approccio segue quello di Deprins e Simar, (1989), assumendo quindi che tali componenti impattano direttamente sulla inefficienza. I fattori *z* che determinano l'inefficienza non influenzano la parte deterministica della frontiera di costo e tecnica. I modelli usati, sono “*normal-truncated normal*”, stimati con *MLE* (*maximum likelihood estimation*). Per una migliore comparabilità tra gli ospedali, i costi totali sono aggiustati sottraendo da essi i costi di ricerca e delle cure ambulatoriali. Questo consente di considerare solo gli ospedali che sono rimborsati dalle compagnie di assicurazione sanitarie. Gli *input* di prezzo dei dottori, infermieri e altro sono calcolati dividendo i costi di ogni gruppo con il suo numero di *full-time equivalent employees*. Il prezzo del capitale è ottenuto come il rapporto dei costi di tutte le esigenze mediche (farmaci, strumenti medicali, trapianti ecc.) e il numero dei posti letto esistenti. Le variabili esogene sono in tutti i modelli e sono inserite per misurare il loro effetto sulle efficienze. Il confronto avviene prima tra ospedali privati e *no-profit*. Una variabile *dummy* regionale consente di differenziare tra ospedali della Germania dell'est (incluso Berlino) e gli ospedali della Germania dell'ovest. L'autrice conclude, tra le altre cose, che gli ospedali privati e *no-profit* sono associati con un più basso livello di efficienza di costo e tecnica, e questo può essere spiegato a causa di una più lunga degenza negli ospedali privati. Schiavone, (2008) offre nel suo lavoro l'analisi di efficienza tecnica per gli ospedali pubblici Italiani nel periodo 2000-2004, rimandando alla tabella per l'indicazione degli *input* e *output* usati, si precisa che l'autore specifica quattro diversi modelli. Nel primo (OUT1) l'*output* è specificato come la somma ponderata di tutti i ricoveri per acuti, nel secondo (OUT2) la variabile di *output* è scomposta disaggregando i ricoveri per tipologia (medici e chirurgici) prescindendo dalla complessità e dal regime di erogazione, nel terzo modello (OUT3) i ricoveri sono distinti per regime di erogazione (ordinario e in *day hospital*) distinguendo per quelli ordinari anche tra ordinari medici e ordinari chirurgici, infine nel quarto modello (OUT4) i ricoveri in regime ordinario sono ulteriormente distinti in ricoveri ad alta complessità (con peso medio DRG >2,5) e altri, mantenendo solo per gli ultimi la distinzione tra tipologie e regime di erogazione (*day hospital*, ordinari ad alta complessità, altri ordinari medici, altri ordinari chirurgici). L'autore, attraverso l'analisi non parametrica, conclude, tra le altre cose, che tra il 2000 e il 2004 c'è un recupero di efficienza connessi sia alla componente tecnica che alla componente dimensionale. Clement, Valdmanis, Bazzoli, Zhao, Chukmaitov (2008) nel

loro lavoro usano una nuova metodologia per studiare l'efficienza e la qualità, ovvero usano una *DEA* sotto due assunzioni WDO e SDO, per valutare gli *output* desiderabili e gli *output* indesiderabili. Gli autori concludono che sotto l'hp di SDO l'espansione di tutti gli *output* di *patient care* è desiderabile, mentre sotto l'assunzione di WDO non è desiderabile l'espansione di tutti gli *output*, come ad esempio per i pazienti le cui condizioni sono aggiustate per il rischio e accompagnate da comorbosità.

Le analisi di cambiamento di *performance* produttiva attraverso l'indice di *Malmquist* costituiscono una parte dei lavori empirici che si sono esaminati. Maniadakis e Hollingsworth,(1997) nel loro studio usano tra gli *input* tre variabili strumentali IV-A,IV-B-IV-C, definendo la prima (IV-A) attraverso la combinazione del numero medio di posti letto e il numero di sale operatorie, la seconda (IV-B) è la combinazione dell'informazione per ogni ospedale della sua area misurata in metri quadrati, il suo volume misurato in metri cubici e la sua estensione misurata in ettari, infine la terza variabile strumentale (IV-C) è la combinazione per ogni ospedale di informazione sul consumo di combustibile e di energia elettrica misurata in Giga Jules e Kilo Watts rispettivamente. Queste variabili per gli autori riflettono l'aspetto infrastrutturale degli ospedali in termini di costruzione e macchinari. Molto della tecnologia ospedaliera è in dotazione delle sale operatorie e questo è catturato dalla prime due variabili strumentali IV-A,IV-B, che riflettono i macchinari e le tecnologie come il numero di unità di energia e di potenza consumata e è associata all'operare dei macchinari in ogni ospedale. Dal lato degli *output* tengono conto del *case\_mix* e della qualità. Quest'ultima è tenuta in considerazione usando dati su tre indicatori di *outcome*, e sono mortalità dopo 30 giorni dall'ammissione all'emergenza per: colpo apoplettico, infarto del miocardio e fratture del femore. Questi indici sono poi standardizzati per età, sesso, categoria di deprivazione e pre-esistente morbidità. Dunque le differenza tre gli ospedali è attribuibile alle differenza nella qualità dei servizi. Per tener conto delle differenze nel *case-mix* le variabili di *output*, indicate in tabella 4, sono pesate con il rapporto tra costi medi in ogni specialità per costo medio di tutte le specialità.

Gli autori nel loro lavoro specificano quattro diversi modelli,come può osservarsi nella tabella che segue:

<i>Variabile</i>	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>	<i>Model3</i>	<i>Model4</i>
		INPUTS		
DOC( <i>doctors</i> )	X	X	X	X
NUR( <i>nurse</i> )	X	X	X	X
OTH( <i>other</i> )	X	X	X	X
BEDS( <i>beds</i> )	X		X	
HCC( <i>capital charge</i> )	X		X	
IV-A		X		X
IV-B		X		X
IV-C		X		X
		OUTPUTS		
INP (n° <i>inpatient</i> )			X	X
DC(n° <i>case day</i> )			X	X
OUT(n° <i>outpatient</i> )			X	X
AE(n° <i>accident and emergency</i> )	X	X	X	X
AINP( <i>inpatient discharges aduste</i> )	X	X		
ADC( <i>day case adusted</i> )	X	X		
AOUT ( <i>outpatient adusted</i> )	X	X		
		OUTPUT QUALITY		
QUAL	X	X		

Giuffrida,(1998) nel suo lavoro, in cui esamina la produttività dell'offerta delle cure primarie nel Regno Unito dal 1990 al 1995, inserisce oltre a variabili di qualità anche *environmental factor* ( n° di morti dei residenti del FHSa in età 0-64 per tutte le cause, area del FHSa misurata in ettari). L'autore considera due modelli ( *full-model, reduced-model*) da cui deriva due ordini di risultati indicati in tabella 3. L'autore conclude che il confronto tra il 1990/91 e il 1994/95 può rispondere solo parzialmente alla questione del reale impatto della riforma del *NHS* nella parte relativa ai GP. Inoltre una delle assunzioni della riforma era che il *NHS* allocasse le risorse in modo inefficiente, l'autore, in disaccordo a questo, trova che le *FHSa* già nel 1990/1991, avevano un alto livello di efficienza relativa. Nel tempo però le *FHSa* migliorano l'efficienza tecnologica e pura, ma sperimentano una riduzione nella efficienza di scala. Maniadakis e Thanassoulis,(2000) valutano le *performance* degli ospedali per acuti nel Regno Unito (1991-96). Gli autori concludono che in un contesto di riforma del sistema sanitario sono utili continue analisi di *performance*. Staat, (2003) nel valutare l'efficienza delle strategie di trattamento dei medici di medicina generale in Austria tra il 1999 e il 2000 conclude che esistono grandi differenze di efficienza tra l'offerta dei servizi da parte dei medici di medicina generale (GP). Mentre la frontiera slitta a causa di un regresso tecnologico, l'efficienza individuale migliora. Le differenze non possono però essere spiegate solo perché alcuni GP sono più efficienti dal punto di vista dei costi solo perché gli altri non offrono tutti i servizi necessari ai loro pazienti. Maniadakis, Thanassoulis (2004) sviluppano un indice di

produttività applicabile quando i produttori sono minimizzatori di costi e i prezzi degli *input* sono conosciuti. Le unità di analisi sono gli ospedali. Nel lavoro decompongono il cambiamento generale di efficienza in efficienza tecnica e efficienza allocativa. Mentre il cambiamento di produttività è scomposto in cambiamento generale di efficienza e di costo. Afonso e Fernandes, (2008) nel loro lavoro sono interessati al fatto che i manager ospedalieri abbiano come obiettivo la massimizzazione dei servizi ospedalieri. Questo spinge gli autori a scegliere modelli *output-oriented*. Infatti specificano ben quattordici modelli. Il loro modello base (*Model I*) usa solo *input* e *output* (4 *input* e 5 *output*) di cui hanno informazioni e che garantiscono un panel bilanciato. Per testare poi l'effetto della riduzione degli *input* e degli *output* gli autori specificano il modello II ( 2 *input* 3 *output*). Poiché in Portogallo gli ospedali sono classificati in un modo (locali,distrettuali,e primo livello di distretto) che tiene conto del *case-mix* e dei fattori che influenzano i servizi resi, per tener conto di queste differenze gli autori derivano i loro modelli III e IV. L'instabilità del contesto ambientale e il regime di regolazione spinge gli autori a specificare altri due modelli ( modelli V ,VI, VII,VIII), poi i modelli XIII e XIV tengono conto solo degli ospedali che hanno il servizio di emergenza. Gli autori concludono che il settore ospedaliero rileva una positiva ma piccola crescita di produttività tra il 2000 e il 2004,mentre nel 2005 un piccolo regresso.

Tabella 1- *Valutazione guadagni di efficienza derivanti da merger*

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
Ferrier e Valdmanis (2004)	Ospedali USA (1996-1998)	DEA	N°staffed beds,FTE physician,FTE medical resident,FTE registered nurses, FTE other personnel.	Adjusted admission,totale n° of surgery, n° of emergency visits rooms	<b>Obiettivo:</b> generare una misura di efficienza e produttività per accertarsi che il <i>merger</i> tra ospedali, almeno nel breve periodo genera, guadagni in <i>performance</i> , e che questo non sia dovuto solo all'aggiunta casuale di <i>input</i> e di <i>output</i> al modello. <b>Principali risultati:</b> nel confronto tra casi e controlli trovano una debole evidenza che i casi performano meglio dei controlli. Nel 1997, anno successivo al <i>merger</i> , gli ospedali performano meglio sulla misura di efficienza generale e peggio sulla misura dell'efficienza di scala quando si confrontano le <i>performance</i> rispetto al 1996 ( anno pre- <i>merger</i> ). Gli ospedali merged performano meglio sia sui controlli che sui pseudo- <i>merger</i> . Gli ospedali merged hanno, in media, una <i>performance</i> simile sia nel 1997 che nel 1998. I risultati per i controlli e per gli pseudo- <i>merger</i> nel 1998 sono consistenti con gli score ottenuti nel 1997. In termini di

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
					dimesione di scala e di efficienza di scala lo scenario per gli ospedali <i>merger</i> è migliore se confrontato con il gruppo pseudo- <i>merger</i> . Per gli altri risultati rilevanti si rimanda al lavoro.
Harris II, Ozgen and Ozcan (2000)	Ospedali USA (1991-1993)	DEA	<i>Beds,service_mix, FTEs,other operational expenses</i>	<i>Case-mix adjusted amissions, outpatient visits</i>	<b>Obiettivo:</b> indagare il miglioramento di efficienza tecnica a seguito di operazioni di <i>mergers</i> tra gli ospedali considerati. <b>Principali risultati:</b> con il modello CRS 11 (55% del campione) ospedali mantengono invariato o migliorano la loro efficienza nell'anno del <i>merger</i> , mentre 12 ospedali (60% del campione) migliorano la loro efficienza dopo il <i>merger</i> . Lo score di ET medio è 0.812,0.803,0.852, rispettivamente per l'anno 1991,1992,1993. L'efficienza generale cambia dal 1991 al 1993 del 8,46%. Con il modello VRS, 13 ospedali (65% del campione) hanno lo stesso punteggio o migliorano nell'anno del <i>merger</i> e 13 dopo. Lo score medio di ET è 0.862,0.894,0.889 rispettivamente nel 1991,1992,1993. L'efficienza totale cambia dal 1991 al 1993 del 5.42%.
Kjekshus Hagen (2007)	Tutti gli ospedali per acuti non psichiatrici con DRG output in Norvegia (1992-2000)	DEA	<i>Cost efficiency: total costs deflated with 2000 price; Et: staff person years.</i> In entrambe: <i>expenses for medical equipment, medicines.</i>	In entrambe: <i>Inpatient adjusted with DRG e outpatient consultants</i>	<b>Obiettivo:</b> analizzare gli effetti sulla efficienza tecnica e di costo di sette ospedali merged. <b>Principali risultati:</b> i <i>merger</i> in generale presentano nessun significativo effetto sull'efficienza tecnica e un significativo effetto negativo sulla efficienza di costo. Mentre un effetto significativo su efficienza tecnica e di costo si fonda in un <i>merger</i> dove c'erano più ospedali coinvolti, e dove i servizi amministrativi e per acuti sono centralizzati.

Tabella 2- *Efficienza tecnica, di scala, di scopo e qualità*

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
Ahgren B. (2008)	Ospedali Svedesi	Questionari			<b>Obiettivo:</b> contribuire all'area degli studi degli effetti dei merges dei multisited ospedali. <b>Principali risultati:</b> un moderato aumento nella qualità, un piccola proporzione del personale ha avuto a che fare con i <i>mergers</i> , la percezione di un maggior incentivo economico ha sostenuto il cambiamento.
Barbetta,Turati,Zago (2007)	Strutture pubbliche e private Italiane	COLS,DEA			<b>Obiettivo:</b> valutare se lo schema d'incentivo introdotto dalle riforme abbia influenza sulla efficienza negli ospedali pubblici e privati. <b>Principali risultati:</b> convergenza in media degli score di efficienza tra no-for-profit e ospedali pubblici. Le differenze di efficienza tra i gruppi sia dovuto al <i>setting</i> istituzionale più che allo schema d'incentivo introdotto
Clement,Valdmanis,Bazzoli,Zhao,Chukmaïtov (2008)	Dieci Stati (2000)	DEA	<i>FTE registered nurses,FTE licensed pratical</i>	<i>Births,outpatient surgeries,eme</i>	<b>Obiettivo:</b> valutare l'efficienza e la qualità delle cure. <b>Principali risultati:</b> SDO model: lo

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
			nurses,FTE other;staffed beds	rgency room visits,outpatie nt visits,casemix adjusted admissions, acute myocardial infarction risk-adjusted mortality rate(RAMR),c ongestive heart failure RAMR,stroke fRAMR,gastro intestinal emmorragies RAMR,pneumonia RAMR, number of patient at risk at hospital or mortlity for: acute myocardial infarction, congestive heart failure, stroke, gastrointestin al emmorragies, pneumonia.	score di efficienza media è del 1.17 con una deviazione standard del 0.18 e un range del 1.00-1.86. approssimativamente il 33% degli ospedali è efficiente, posizionandosi sulla frontiera. WDO model: lo score medio di efficienza è del 1.06 con una deviazione standard del 0.11 e un range del 1.00-1.52. La maggioranza degli ospedali ha un miglior score nel WDO che nel SDO, e questo significa che migliorando il loro processo produttivo più ospedali possono usare la loro capacità di produrre addizionale output desiderabile e meno indesiderabile output. Gli output con poca qualità sono costosi.
Giuffrida,Lapecor ella,Pignataro, (1999)	Ospedali pubblici della Regione Lombardia (Italia) (1996)	DEA	Posti letto utilizzati,medici,infermieri,altro personale	Ricoveri ordinari con DRG medico e chirurgico,giornate di day hospital con DRG medico e chirurgico, altri quattro identici usando la tariffa DRG come peso.	<b>Obiettivo:</b> calcolare gli indici di ET per gli ospedali della Regione Lombardia. <b>Principali risultati:</b> l'ET media è del 81,8%, con bassa variabilità a meno della parte bassa della classifica. Negli ospedali con pl<300 c'è una elevata inefficienza di scala dovuto a scala di produzione inf a quella ottimale, tra i 300 e 400 pl gli ospedali non mostrano significative inefficienze di scala.
Cellini,Pignataro, Rizzo (2000)	Ospedali Italiani accreditati(pubblici e privati) nel 1999	DEA, Regression analysis (analisi dei determinati di efficienza)	<i>DEA:</i> input: medici,infermieri,altro personale, posti letto  <i>Regression:</i> var dip:indice di efficienza generale,indice di efficienza tecnica pura, indice di efficienza di scala var ind:9 dummy una per ogni tipo di ospedale ,porzione dei dimessi ospedalieri su quelli regionali,numero totale di ospedali per 1000 abitanti per regione,rapporto tra privati non accreditati e ospedali pubblici,	<i>DEA:Output:</i> Dimessi medici ordinari, dimessi chirurgici ordinari, dimessi in day hospital medici,dimessi in DH chirurgici,giornate di degenza mediche,giornate di degenza chirurgiche,	<b>Obiettivo:</b> indagare se la competizione abbia effetto sulla efficienza degli ospedali. <b>Principali risultati:</b> Dall'analisi dei determinati di efficienza emerge che gli ospedali Locali e Universitari sottoperformano rispetto alla efficienza generale. I coefficienti fissi relativamente alti epr le A.O. (Hospital Trust) fanno propendere a favore di un buon risultato della separazione tra acquirenti e fornitori introdotta nel 1992. Emerge inoltre che di per se la forma proprietaria non è rilevante, le A.O. hanno la stessa performance dei privati accreditati. Inoltre emerge che la struttura dei mercati regionali sembra rilevante, la densità degli ospedali ha effetti negativi

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
			rapporto tra posti letto nel privato e nel pubblici per regione, <i>Herfindahl index in the region</i> , share of population aged over 65, GDP per capita		
Halsteinli.,Kittelsen,Magnussen (2001)	Cure psichiatriche in Norvegia under 18 (1997-1999)	DEA	Tre different tipi di personale aggregati in: <i>college educated staff,university educated staff,administrative staff.</i>	Casi/pazienti con intervento,n° di interventi diretti,n° di interventi indiretti,nà di ore dirette di interventi e n° di ore indirette di intervento.	<b>Obiettivo:</b> offrire un analisi dell'efficienza produttiva <b>Principali risultati:</b> l'efficienza media è attorno il 70%, e la produttività attorno al 65%. Il settore presenta VRS, le grandi cliniche hanno una bassa efficienza di scala mentre le più piccole hanno una alta produttività. La composizione dello <i>staff</i> non è adeguata al tipo di trattamento in termini di bassa divisione del lavoro e dove personale clinico specializzato trasferisce i propri skills ad altro personale piuttosto che usarlo in <i>setting</i> clinico.
Herr(2008)	Ospedali generali della Germania (2001-2003)	SFP e SFC	Per SFP :n° di: <i>beds,doctors,nurse s,other staff.</i> Per SFC: prezzo per i dottori,per <i>nurses,per other staff, beds.</i>	Per SFP: n° di casi e n° di casi pesati;per SFC:costi totali aggiustati.	<b>Obiettivo:</b> occuparsi di come l'efficienza ospedaliera cambia con la struttura proprietaria, la struttura dei pazienti,e altri fattori esogeni, che non sono né gli <i>input</i> né gli <i>output</i> del processo produttivo. <b>Principali risultati:</b> dal 2001 al 2003 gli ospedali privati e no-profit sono in media meno costo efficiente e meno tecnicamente efficiente di quanto non lo siano gli ospedali di proprietà pubblica.
Hofmarcher,Paterson,Riedel(2002)	Ospedali di una provincia dell'Austria (1994-1996)	DEA with panel data	Spesa reale del lavoro per due gruppi medici e <i>staff</i> , posti letto come <i>proxy</i> di capitale.	<i>Model1: outpatient care-adjusted patient day, case-mix adjusted discharge</i> <i>Model2: LDF score.</i>	<b>Obiettivo:</b> osservare lo sviluppo dell'efficienza e della produttività del settore ospedaliero. <b>Principali risultati:</b> <i>model1:</i> il livello di efficienza media è del 96%. Il cambiamento di produttività cambia in modo sostanziale <i>model2:</i> l'efficienza media scende al 70 %. Il cambiamento di produttività è piuttosto modesto.
Hollingsworth,Parikin(2001)	Unità di cure neonatali nel Regno Unito(1990-1991)	DEA	Salari di dottori e infermieri,spese generali e altre variabili di costo	Giorni totali di cure e di cure intensive	<b>Obiettivo:</b> rianalizzare i dati usati da O'Neill et al per stimare i costi e le economie di scala per le cure neonatali in UK., usando un modello di regressione. Loro trovano che è possibile concludere sulla esistenza di economie di scala per l'intero campione di 49 unità delle cure neonatali. <b>Principali risultati:</b> significativo livello di inefficienza. Le economie di scala variano tra le unità, con 36 unità con IRS e 13 CRS.
Kittelsen,Magnussen (2003)	Ospedali Norvegesi (1992-1999)	DEA	Costi operativi.	Visite mediche d emergenza pesate con DRG, visite mediche elective pesate con DRG,visite mediche surgical emergency pesate con	<b>Obiettivo:</b> vedere se sulla frontiera ci sono economie o diseconomie di scopo, confrontare la produttività media e l'efficienza nei differenti quintili in tutte le dimensioni per veder o meno se ci sono o meno economie di scopo. <b>Principali risultati:</b> significative economie di scopo si trovano nei servizi medici e chirurgici e nella produzione di <i>out</i> e <i>inpatient</i> mentre nei casi elective e di emergenza si

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
				DRG, visite chirurgiche elective pesate con DRG, nascite pesate, outpatient, cure di lungo termine	hanno deboli economie di scopo. Contrariamente l'efficienza media è più bassa per i differenziati che per gli specializzati, in tutte le dimensioni, sebbene le differenze non sono molto grandi.
Laine,Soveri,Björkgren,Linna,Noro,Häkkinen(2005)	Cure di lungo periodo in Finlandia (2002)	DEA	Registered nurses,licensed practical nurses,aides,unit size	Case-mix weight ted inpatient day	<b>Obiettivi:</b> analizzarel'associazione tra qualità delle cure e efficienza. <b>Principali risultati:</b> le corsie in cui gli indicatori di qualità indica una meno attiva pratica infermieristica e più pazienti dipendenti- ad esempio con una maggiore disabilità fisica-performa più efficientemente rispetto al suo gruppo di riferimento.
McKillop,Glass,Kerr,McCallion (1999)	Ospedali per acuti del Nord Irlanda (1986-1992)	DEA	Nursing staff,administrative,staff,ancillary staff,pecialist and bed complement.	N° tot di inpatient e outpatient in 4 categorie: general surgery,genral medical,maternity, accident and emergency.	<b>Obiettivo:</b> verificare se l'evidenza empirica supporta la razionalizzazione delle politiche di razionalizzazione dell'offerta ospedaliera attraverso l'analisi di efficienza. <b>Principali risultati:</b> l'analisi supporta cautamente le politiche di espansione dei grandi ospedali e di chiusura/ristrutturazione di quelli piccoli, nonché l'espansione di grandi ospedali può non portare a sostanziali guadagni di efficienza.
Parkin,Hollingsworth (1997)	Ospedali per acuti Scozzesi (1991-1994)	DEA	N° medio di posti letto, n° tot infermieri, n° tot di personale professionale amministrativo, tecnico e clericale,personale medico non infermieristico senior e junior e dentistico,costo farmaci e il prezzo del capitale.	Dimessi acuti e chirurgici, pazienti incidentati e in emergenza, outpatient, dimessi ostetrici e ginecologici, dimessi di altre specialità.	<b>Obiettivo:</b> fornire un frame work per la validità della DEA attraverso una applicazione pratica al settore sanitario. <b>Principali risultati:</b> non ci sono risultati rilevanti ai fini di questa rassegna.
Pior,Solà (2000)	Ospedali catalani (1987-1992)	DEA	Health staff,other staff,beds,cost of purchased material.	Medicine-inpatient day, surgery inpatient day, obstretic and gynaecology inpatient day,paediatric inpatient day,psychiatric inpatient day,long stay in-patient day, intensive inpatient day,external visits.	<b>Obiettivo:</b> verificare se ci sono ragioni economicamente valide che supportano il processo di diversificazione o se predominano i vantaggi della specializzazione. <b>Principali risultati:</b> la maggioranza degli ospedali aumentano la loro efficienza e riducono i loro costi per via della diversificazione dell'output mix. I guadagni potenziali di produttività vanno dal 29% al 46%.
Preyra e Pink(2006)	Settore ospedaliero nella provincia dell'Ontario (1994-1996)	Funzione di costo multiprodotto	Cure primarie e secondarie: costo del capitale, lavoro non specializzato e procedure di routine. Cure terziarie e quaternarie: costo del capitale, lavoro specializzato, procedure non di routine.	Inpatient medici,chirurgici,pediatria e di ostetricia, come outpatient visite ambulatoriali e giorni per sub-acute divisi in lungo termine,croniche	<b>Obiettivo:</b> rispondere alla domanda:"potrebbe l'economia applicata individuare potenziali produzioni efficienti prima che i più grandi ospedali si stavano ristrutturando nella storia dell'occidente?". <b>Principali risultati:</b> le economie di scala e di scopo sono altamente sensibili alle assunzioni sulla reazione del capitale al cambiamento della dimensione dell'ospedale e dell'output mix.

<i>Publicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
Schiavone(2008)	Ospedali pubblici Italiani (2000-2004)	DEA	Personale medico,infermeristico e altro per il lavoro, posti letto come variabile proxy del capitale.	riabilitazione. ModelOUT1: Ricoveri per acuti pesati con DRG ModelOUT2:ricoveri disaggregati per tipologia (medici e chirurgici) prescindendo dalla complessità e dal regime di erogazione ModelOUT3:ricoveri distinti per regime di erogazione e quelli ordinari distinti a loro volta tra ricoveri medici e chirurgici ModelOUT4:ulteriore distinzione tra i ricoveri ordinari ad alta complessità (DRG>2,5)e altri, mantenendo per quest'ultimo la distinzione tra tipologia e regime di erogazione	<b>Obiettivi:</b> misurare l'ET degli ospedali pubblici e indagare le fonti di eterogeneità. <b>Principali risultati:</b> esiste un'ampia eterogeneità tra le regioni e all'interno di esse. Parte dei divari di efficienza è ascrivibile alla erogazione di prestazioni inappropriate, al livello di complessità e al ricorso al day hospital, nonché al rapporto tra personale e posti letto. Inoltre la divergenza è ascrivibile alla pressione della domanda sulle strutture di offerta a livello territoriale.
Weaver,Deolaliker (2004)	597 ospedali del Vietnam	Stima OLS di una funzione di costo	-	-	<b>Obiettivo:</b> rispondere attraverso le stime sulla questione delle economie di scala e di scopo per gli ospedali del Vietnam dopo le riforme del settore sanitario. <b>Principali risultati:</b> la misura della economia di scala è del 1.09 per gli ospedali centrali generali e del 1.05 per gli ospedali centrali specializzati, con una media di posti letto rispettivamente di 516 e 226 approssimativamente con ritorni di scala costante. La misura è al di sotto degli ospedali generali e specializzati regionali con una media di beds pari a 357 e 192 indicando grandi diseconomie di scala. La misura è del 1.16 e 0.89 per i distretti ospedalieri e gli altri ospedali ministeriali indicando modeste economie e diseconomie di scala. Per gli ospedali centrali e provinciali generali ci sono grandi economie di scopo.
Zamorano,Luis, Petraglia (2008)	85 centri di cure primarie (PPCs) nella regione Spagnola della Estremadura (2006)	SFA	N° totale di personale separato immedico e non medico, come variabile del lavoro, area di estensione ogni centro misurata in metri quadrati	N° di visite e consultazioni presso i medici di medicina generale,pediatra, infermieri e unità di emergenza.	<b>Obiettivo:</b> valutare se output aggiustato per qualche indicatore di qualità influenza l'ET e in che direzione. <b>Principale risultato:</b> l'output aggiustato per la qualità influenza l'ET in tre direzioni:1) una più grande proporzione della deviazione dall'output potenziale è spiegata

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
			come variabile <i>proxy</i> del capitale e n° prescrizioni per assistenza farmaceutica.	<b>Qualità:</b> n° visite/consultazione giornaliera per MMG, PED, INF, N°giorni di lavoro nei pasati 15 anni come variabile <i>proxy</i> dell'esperienza, n°test procapite diagnostici per ciascun centro nella zona di riferimento ospedaliera, raggiungimento dei target da parte del centro e infine le risposte positive a un questionario sulla qualità totale.	dall'inefficienza, 2) l'ET del settore è in media più bassa mentre la dispersione tra i centri è più alta, 3) i <i>rank</i> tra i centri sono influenzati.

Tabella 3- Valutazione performance attraverso l'indice di Malmquist

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
Afonso, Fernandes (2008)	Ospedali pubblici Portoghesi (2000-2005)	DEA e Malmquist	Dottori attivi, infermieri, altro personale, posti letto disponibili per <i>inpatient</i> ( <i>proxy</i> del capitale)	Numero episodi em ergenza, num visite <i>outpatient</i> , num <i>inpatient</i> pesati con ICM, num interventi chirurgici, giorni di ospedalizzazione	<b>Obiettivo:</b> misurare l'ET e addizionalmente esaminare l'eterogeneità e l'efficienza derivante dalla privatizzazione di qlace ospedale Portoghese. <b>Principali risultati:</b> <i>ModelI:</i> in media il settore ospedaliero rivela una positiva ma piccola crescita del livello di produttività tra il 2000 e il 2004, mentre nel 2005 c'è una insignificante caduta del TPF. È possibile concludere che il cambiamento di produttività è stato trascinato dal cambiamento di efficienza più che da quello tecnico. Data l'elevata numerosità dei modelli per gli altri risultati si rimanda al lavoro.
Giuffrida (1998)	Offerta delle cure primarie nel Regno Unito (1990-1995)	Indice di Malmquist-DEA	N° di unrestricted GPs, n° of practice nurses.	N° <i>patient registered, toll estimated resident population (0-4, 15-44, 65+ aged), n° non-deprived patients registered with GP, N° of GPs who received reimbursement for childhood immunisation, n° of GPs payed for ore, school booster, nana whi archived</i>	<b>Obiettivo:</b> esplorare la produttività dell'offerta di cure primarie tra il 1990-1995 in 90 FHSAs inglesi. <b>Principali risultati:</b> <i>Full-model:</i> il cambiamento di ET pura migliora del 0,34%. Nel periodo sotto considerazione l'offerta di cure primarie non solo diventa più efficiente, ma presenta un significativo miglioramento nella efficienza di scala. Nei cinque anni la frontiera di produzione si alza, segnando un cambiamento tecnico positivo dello 0,57% ma il risultato non è statisticamente significativo il risultato congiunto di questi cambiamenti produce un risultato netto positivo. Il maggior miglioramento nell'ET pura si concentra nei primi due anni e il miglioramento tecnologico è significativo solo tra il 1991 e il 1992.

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
				<p>80% target for cervical cytology, n° GPs who were minor surgery list, n° children who were in surveillance of GP, n° registered patient living FHSAs, total GPs.</p> <p>Quality: n° GPs with less than 2500 patient in their list, n° of general practices which satisfied minimum standard of the Statement of Fees and Allowance.</p>	<p>La maggioranza dei FHSAs, 68% nel 90/91 e l'82% nel 94/95 sono efficienti dal punto di vista della scala. Un gran numero di FHSAs opera con DRS.</p> <p><i>Reduced model:</i> da risultati simili al Full infatti il PTE aumenta in modo significativo del 1,12%, e anche l'ES presenta in piccolo e significativo miglioramento del 0,65%. Il cambiamento tecnologico presenta in piccolo regresso dello 0,25% che non è statisticamente significativo.</p>
Linna (1998)	Ospedali Finlandesi (1988-1994)	Indice <i>Malmquist DEA</i> , S FC	Vedi tabella Linna	Vedi tabella Linna	<p><b>Obiettivo:</b> scoprire se l'uso di dati panel migliora la stima di efficienza confrontata con l'uso di dati cross-section. L'altro obiettivo è determinare se la riforma ha avuto effetti sull'efficienza di costo delle cure ospedaliere in Finlandia.</p> <p><b>Principali risultati:</b> nelle stime SFC tutte le elasticità di costo sono positive e più grandi comparate alle stime cross-section. La stima dell'efficienza è più precisa. La stima del coefficiente del trend è negativo indicando una traslazione negativa nella frontiera di costo, ovviamente dovuto al cambiamento tecnologico. Con l'indice di <i>Malmquist</i> c'è un aumento della produttività tra il 1988 e il 1994. Durante 1988/1989 e il 1991/1992 c'è un sottile regresso nell'efficienza di costo. La componente di CT indica un continuo slittamento negativo nella frontiera, confermando i risultati prodotti dal modello SFC. Il range di efficienza media è tra lo 0.69 e 0.96. l'aumento dello score medio è maggiore che nel SFC model, suggerendo che il progresso parzialmente dovuto al cambiamento temporale della frontiera di costo.</p>
Maniadakis, Hollingsworth, (1997)	Ospedali Scozzesi (1992-1996)	Indice <i>Malmquist-DEA</i>	N° di: <i>doctors, nurses, other personnel</i> , posti letto annui come proxy del capitale e, costo del capitale e tre variabili strumentali	N° di <i>inpatient discharges</i> , n° di <i>case day</i> , n° di <i>outpatient attendante</i> e n° di <i>accident and emergency attendante</i> , quality.	<p><b>Obiettivo:</b> indicare se o meno la riforma raggiunge il suo target e testare l'ipotesi che la competizione nel settore sanitario aumenta l'efficienza e la produttività.</p> <p><b>Principali risultati:</b> l'ET media degli ospedali durante gli anni considerati è circa a 85%. Sembra che l'<i>output</i> aggiustato per <i>case-mix</i> e qualità non abbiano effetti significativi sullo score di efficienza. In generale l'inefficienza tecnica è dovuta a inefficienza tecnica pura e di scala. Tutti e quattro i modelli suggeriscono una decrescita di produttività tra il</p>

<i>Pubblicazione</i>	<i>Database</i>	<i>Metodi</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>	<i>Obiettivi e principali risultati</i>
					1992-1993 seguita da un progresso. Tra il 1992-1993 c'è un regresso tecnologico. tutti i modelli indicano un progresso nella ET nei primi due anni a cui segue però un regresso. Ma il regresso tecnico è meno che il progresso tecnico è quindi in generale c'è un progresso di produttività.
Maniadakis,Thana ssoulis(2000)	Ospedali Scozzesi (1991 -1996)	<i>Malmquist DEA</i>	Doctors,nurses,oth er personnel beds, cubic metres.	<i>A&amp;E attendance, adjusted patients,adjust ed day case,adjusted outpatient.</i>	<b>Obiettivo:</b> stabilire se la riforma ha raggiunto i suoi target, ad esempio se ha avuto effetto positivo sulla efficienza e sulla produttività. <b>Principali risultati:</b> esiste un regresso nella produttività nel primo anno dopo il 1991 (anno della riforma) e successivamente un progresso così che c'è un guadagno netto. Il cambiamento tecnologico conduce a una riduzione nell'uso degli <i>input</i> ma a un più alto costo di produzione dovuto a un effetto di prezzo degli <i>input</i> . I guadagni di efficienza sono principalmente dovuti a un miglioramento nella efficienza allocativa, e in secondo luogo a miglioramenti di efficienza tecnica nel primo anno dopo la riforma. Efficienza di scala non cambia in modo significativo. In generale la grandezza del cambiamento della <i>performance</i> diminuisce nel tempo.
Staat (2003)	Regione Austriaca (1999-2000)	<i>Malmquist DEA</i>	<i>Fees e hospital referrals</i>	<i>Treat an identical number cases, stadardized for case-mix.</i>	<b>Obiettivo:</b> <b>Principali risultati:</b> l'efficienza media dei GP è dell'84% per il primo periodo. La riduzione potenziale degli <i>input</i> è del 25% per i medici e del 35% per gli <i>hospital referrals</i> nel primo periodo. Dal punto di vista dinamico il cambiamento di produttività tra i primi due periodo è negativo, e l'indice di produttività è 1.05. Esiste un marcato decadimento della frontiera, a fronte di un sottile miglioramento della efficienza.

## Capitolo Secondo

### **Efficienza e produttività negli ospedali del SSN Italiano: un'analisi non parametrica di dati panel**

#### **1. Introduzione**

I processi di riforma del SSN italiano a partire dagli anni '90 hanno cambiato le condizioni in cui le organizzazioni sanitarie si sono successivamente trovate ad operare, relativamente agli anni '92 e '93 i d.lgs. 502/92 e 517/93 hanno introdotto, non solo un sistema di finanziamento che assicurerebbe obiettivi a livello macroeconomico di contenimento dei costi e promozione della equità, ma introdotto a livello micro un sistema d'incentivi dedicato alla promozione dell'efficienza e miglioramento della risposta ai consumatori attraverso la competizione tra providers. Poi il d.lgs. 229/99 ha introdotto l'equilibrio tra i vincoli economici, i principi di universalismo e equità di accesso, nonché esplicitamente un principio di economicità nell'impiego delle risorse. All'art 1 del 229 si afferma che il SSN assicura con le risorse pubbliche i livelli essenziali e uniformi di assistenza, caratterizzati da appropriatezza e efficacia, nonché tali livelli sono assicurati nel rispetto del principio di equità e qualità delle cure e dell'economicità delle risorse impiegate, all'art 3 comma 1 ter si sancisce che le aziende operano secondo criteri di efficacia, efficienza e economicità e all'art 6 ter si sancisce poi la modalità di determinazione del fabbisogno di personale. Dal 1995 in poi cambia il sistema di finanziamento per le strutture pubbliche e quelle private. Entrambe adottano il sistema DRG, un sistema di classificazione dei dimessi ma anche un sistema tariffario commisurato alle risorse economiche e fisiche assorbite da ogni singolo caso, abbandonando il sistema di finanziamento a piè di lista per le strutture pubbliche e il pagamento sulle giornate di degenza per quelle private. Al DRG spesso si associano diversi rischi, tra cui dimissioni precoci, e selezione del *case-mix* con cream-skimming e dumping. A questi rischi è associata poi la possibilità delle Regioni di

differenziarsi l'una dalle altre modulando il proprio sistema DRG, potendo apportare deroghe in diminuzione alle tariffe, e dal 2004 anche deroghe in aumento a condizione che la maggior spesa trovi specifica copertura nel bilancio Regionale. Le Regioni inoltre possono graduare le tariffe sulla base della tipologia della struttura ospedaliera e/o dei volumi prodotti. Queste circostanze hanno consentito una riflessione sull'uso dell'ICM piuttosto che dei pesi DRG come peso dell'*output* per tener conto della diversa complessità della casistica trattata a livello di singolo ospedale direttamente gestito da ASL. Il miglioramento della produttività a livello micro è una delle strade per ottenere il raggiungimento dell'obiettivo macro di riduzione dei costi, e soddisfare il citato principio di economicità introdotto dal d.lgs. 229. Se si considera che gli effetti di un'azione si manifestano nel tempo, questo implica mutamenti intertemporali di *performance* produttiva. Se da un lato, quindi, ci si aspetta che le riforme abbiano effetti sul lato organizzativo, e dunque sulla componente "efficienza" della *performance* (*catch-up effect*), agli investimenti in tecnologia si associano invece cambiamenti nella componente "tecnologica" ( *innovation effect*), e dunque sullo slittamento della frontiera efficiente nel tempo. Un modo per tener conto di queste componenti della produttività è l'uso dell'indice di *Malmquist*. Il lavoro presente compie una analisi di cambiamento delle *performance* degli ospedali italiani direttamente gestiti dalle ASL nel periodo 1999-2005. Con i dati del 1999 si stima un modello *DEA-VRS-I* per derivare l'efficienza tecnica di partenza degli ospedali. Per tener conto del fatto che la complessità della casistica trattata influisce sull'uso delle risorse, l'ICM è impiegato per ponderare i dimessi totali per ospedale. Gli score di efficienza nel 1999 si derivano risolvendo due modelli *DEA*, un primo usa i dimessi mentre un secondo i dimessi pesati con ICM medio per ospedale a gestione diretta. Si passa poi alla determinazione dell'indice di *Malmquist* per derivare gli eventuali cambiamenti di efficienza, assumendo che questo avvenga attraverso la riduzione proporzionale del vettore degli *input* usati.

## **2. L'offerta dei servizi ospedalieri**

L'offerta dei servizi ospedalieri è garantita da strutture pubbliche e private accreditate for-profit e for-non-profit . Tra le strutture pubbliche rientrano le A.O. (Aziende Ospedaliere),

i presidi ospedalieri direttamente gestiti dalle ASL, una parte degli IRCCS (Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico) e altre. Le A.O. sono gli ospedali separati dalle ASL e costituite in aziende autonome con personalità giuridica e autonomia imprenditoriale, che possedevano i requisiti previsti dal d.lgs. 502/1992; successivamente il d.lgs. 229/1999 ha ristretto la possibilità di costituire nuove A.O. espandendo i requisiti necessari. Seguono gli ospedali che non siano A.O. e che hanno natura giuridica di presidio ASL. Essi mantengono autonomia direttiva, garantita dalla presenza di un dirigente medico e uno amministrativo e con autonomia economico-finanziaria, con contabilità separata seppur interna al bilancio ASL. Infine gli IRCCS possono avere personalità giuridica sia di diritto pubblico che privato. Essi hanno autonomia organizzativa, amministrativa, patrimoniale, contabile e gestionale e svolgono oltre che attività sanitaria di ricovero e cura anche attività di ricerca scientifica biomedica. Forniscono inoltre ai sensi del d.lgs. 229/1999 supporto tecnico e operativo agli organi e agli enti del SSN. Tra le strutture private, da cui le ASL possono acquistare servizi, rientrano le case di cura, gli IRCCS di natura privata e gli istituti qualificati presidi ASL (che possono essere sia di natura *for profit* che *non-for-profit*). Nel settore *for-profit* le principali strutture sono le case di cura accreditate e non. Queste sono assoggettate alla legge 132/1968 sull'assistenza ospedaliera e sono sottoposte a un limitato controllo del Ministero della Salute. Tra le organizzazioni *non-for-profit* un posto significativo è svolto dagli ospedali classificati presidi, che per effetto della legge 132/1968 possono essere solo gli enti ecclesiastici civilmente riconosciuti come ospedali generali (di zona ,provincia e regionali) oppure come ospedali specializzati per lungodegenti o per convalescenti. Tra le strutture *non-for-profit* rientrano anche alcune case di cura. Infine un'altra parte dell'offerta di servizi ospedalieri è assicurata da strutture private (*for e not-for profit*) inquadrati come istituti qualificati presidio ASL. Il riconoscimento di due circostanze, quali: una situazione epidemiologica mutata (aumento delle patologie croniche e degenerative, legate all'invecchiamento demografico, e aumento delle patologie sociali) e un riscontro di inefficienze nella gestione di questi servizi, ha spinto le politiche sanitarie da un lato a decentralizzare le cure dall'ospedale al territorio e dall'altro a progettare un diverso sistema economico incentivante, tradottosi nel superamento del finanziamento "a piè di lista" per gli ospedali pubblici e sulle giornate di degenza per quelli privati a favore di un sistema prospettico basato su DRG (Diagnosis Related Group). L'effetto di queste politiche si è concretizzato in una riduzione del numero degli ospedali pubblici (Tabella 1), realizzatosi

in accorpamenti finalizzati allo sfruttamento delle economie di scala e a una riduzione dei posti letto nelle strutture pubbliche, rimanendo pressochè inalterato il numero delle strutture private e in crescendo i posti letti delle case di cura private accreditate (Tabella 2). Per le strutture pubbliche ospedaliere la riduzione ha interessato maggiormente i presidi a gestione diretta ASL (Tabella 1 valori in parentesi ) a cui ha fatto fronte un modesto aumento delle A.O. Al 2003 comunque oltre il 72 % degli ospedali pubblici è costituito da ospedali direttamente gestiti da ASL e al 2006 il 67% degli ospedali pubblici era costituito dagli ospedali a gestione diretta, mentre il 15% da A.O., il restante 18% è rappresentato da altre strutture pubbliche . Nel 2007 nonostante la riduzione delle strutture a gestione diretta ASL il 41% (circa 3.224.080) dei ricoveri per acuti in R.O. (regime ordinario) è stato prodotto dalle medesime a fronte di una produzione del 24,9% (circa 1.955.661) da parte delle A.O., la differenza nettamente in positivo per queste strutture è confermata anche nei ricoveri per acuti in D.H. (*day hospital*), seguono le case di cura private accreditate con il 14,5 % dei ricoveri per acuti in R.O. Per quanto riguarda i posti letto nel 2006 a livello nazionale sono disponibili 4,5 posti letto per ogni 1.000 abitanti di cui 3,9 per acuti, che diventano nel 2007 rispettivamente 4,3 e 3,8. Nel 2007 i posti letto pubblici in D.O. erano distribuiti così: 49.533 nelle A.O., 83.630 nei presidi a gestione diretta, il restante dei 178.972 tra le altre strutture pubbliche. Il 41 % delle strutture di ricovero pubbliche aveva in dotazione un numero di posti letto compreso tra 120 e 400. nel decennio 1997-2007 la riduzione dei posti letto pubblici in D.O. è stata molto evidente con una riduzione rispetto al 1997 di 91.906 posti letto (Tabella 2). A livello regionale la distribuzione dei posti letto presenta una evidente disomogeneità territoriale, che va da oltre 5,5 posti letto per 1000 abitanti nel Lazio e nel Molise a meno di 4,5 posti letto per 1000 abitanti in Valle D'Aosta, Liguria, Umbria, e in molte regioni meridionali (Campania,Puglia,Basilicata,Sicilia). A fronte di una dimensione media di 285 posti letto per ospedale , esistono ancora più di 200 strutture pubbliche (circa 1/3) con meno di 120 posti letto, concentrate principalmente nel Sud-Centro Italia. Per quanto riguarda i posti letto in riabilitazione e lungodegenza, si rileva una notevole carenza di offerta, eccetto che in Piemonte, Lazio e provincia di Trento. Le politiche ospedaliere hanno poi provocato una riduzione dei posti letto in degenza ordinaria riconvertiti in posti letto in *day hospital*.

### **3. La letteratura empirica:una breve disamina**

L'analisi di efficienza nel settore sanitario è stata condotta in molti paesi europei e non, a diversi livelli (ospedaliero, cure primarie ecc) e con diversi approcci (*ratios*, metodologie di frontiera e non). Tra quelli di frontiera se ne distinguono due, quelli parametrici e quelli non parametrici. Ognuno dei quali presenta vantaggi e svantaggi. Tra quelli non parametrici la *DEA* ha rappresentato la metodologia più usata in questo settore per il vantaggio di poter accomodare nella sua modellistica condizioni così dette *multi-output*. Hollingsworth (2008) nel suo recente lavoro ha presentato una survey dei lavori empirici pubblicati che hanno riguardato l'uso della *DEA* in ambito sanitario. Pertanto il presente lavoro rimanda ad esso per quanto riguarda la survey dei lavori di efficienza in sanità. Si indicheranno alcuni lavori, relativamente più recenti, compiuti per l'Italia: Schiavone (2008) usa la *DEA* per misurare l'efficienza tecnica degli ospedali pubblici tra il 2000 e il 2004 e poi analizza le eterogeneità a livello regionale. L'autore trova che l'ET in media è del 0,685%. Le differenze di ET è attribuibile a eterogeneità regionali in termini di complessità delle prestazioni, attività aggiuntive rispetto ai ricoveri per acuti, prestazioni inappropriate ma anche grado di integrazione delle strutture ospedaliere e concentrazione della produzione. C'è un recupero potenziale legato sia a ET che alla dimensione degli ospedali. Barbetta, Turati, Zago (2007) usano sia tecniche parametriche (COLS) che non parametriche (*DEA*) per trovare evidenza di differenze di efficienza tra strutture pubbliche e private dopo l'introduzione dei DRG, nel periodo tra il 1995 e il 2000. Essi trovano una convergenza in media degli score di efficienza tra non-for-profit e ospedali pubblici. Nonché essi concludono che sembra che le differenze nelle *performance* economiche tra le due forme proprietarie in competizione sono più legate al *setting* istituzionale in cui esse operano che non gli effetti delle strutture di incentivi introdotte nelle due forme proprietarie. Giuffrida et al., (1999) usano la *DEA input-oriented* per indagare sia l'efficienza tecnica pura che l'efficienza di scala negli ospedali della Lombardia. Essi trovano che l'efficienza tecnica in media è pari al 81,81%. Stimando però anche un modello *output* trovano che l'orientamento avrebbe poca influenza sulle stime, deducendo questo dal valore dell'indice di Spearman pari 0.976, indicando piccole discrepanze tra le due classifiche generate dai due modelli con orientamento opposto. Gli autori poi trovano che gli ospedali tra i 300 e 400 posti letto non mostrano significative inefficienze di scala, mentre gli ospedali a dimensione maggiore registrano rendimenti di scala decrescenti. Fabbri(2000) applica la *DEA* agli ospedali dell'Emilia Romagna nel periodo 1994-1995.

Gli autori costruiscono diversi modelli per cogliere separatamente prima l'efficienza tecnica nella produzione di attività assistenziale e poi in quella strettamente medica, concludendo che il miglior modello da usare è quello che coglie tutt'è due le componenti in linea con la considerazione dell'unitarietà della attività sanitaria di erogazione di trattamenti ospedalieri. Successivamente implementano 4 test di ipotesi ( 2 parametrici e 2 non parametrici) sulla tendenza centrale della distribuzione degli score di efficienza per verificare l'ipotesi appunto di un incremento di efficienza tra il 1995 e il 1994. in definitiva concludono che non c'è stato progresso tecnico nella produzione ospedaliera, e quindi il miglioramento tecnico è attribuibile esclusivamente alla riorganizzazione organizzativa indotta dalla riforma. L'incremento di efficienza è poi pronunciato e significativo nella produzione dei ricoveri ma non nella produzione delle giornate di degenza. I residuo di inefficienza si concentrano nell'uso di personale amministrativo e infermieristico, mentre l'uso dei letti risulta essere pressochè efficiente. Per le ulteriori conclusioni Fabbri(2000) L'indice di *Malmquist* per la valutazione del cambiamento delle *performance* nel settore ospedaliero in particolare e anche nel settore sanitario in generale ha avuto un significativo uso, seppur non diffuso tanto quanto non sia stato quelli della *DEA*.

I lavori più recenti esaminati che hanno usato l'indice di *Malmquist* per indagare i cambiamenti di produttività ed efficienza, anche e maggiormente per altri paesi , sono: Afonso e Fernandes (2008), usano l'indice di *Malmquist* con orientamento all'*output* per analizzare il cambiamento di efficienza negli ospedali Portoghesi tra il 2000 e il 2005. Un piccolo miglioramento di produttività si verifica tra il 2000 e il 2004, anche se persistono , da un anno all'altro, significanti fluttuazioni a livello di score di efficienza individuali tra ospedali. Lyroudi et al.,(2006) usano l'indice di *Malmquist output-oriented* per analizzare le *performance* di 10 cliniche in Grecia nel periodo 2002-2003. I loro risultati sono su base mensile, e trovano che nel mese di dicembre 2002 l'efficienza media è 1,559 , segnalando come lo stesso livello si *output* potrebbe essere ottenuto con un 60% in meno di costi. Inoltre ci sono grandi differenze in efficienza tra un mese e l'altro, mentre il livello minimo di efficienza è tra luglio e agosto 2002. In generale trovano un miglioramento nella efficienza, indicando come la riorganizzazione del sistema sanitario stia apportando già suoi benefici. Gli autori fanno notare che in tre delle cliniche universitarie la stima della efficienza può essere sottostimata a causa del fatto che tra gli *output* essi hanno la conoscenza prodotta agli studenti. Maniadakis, Thanassoulis (2000), usano l'indice di *Malmquist* per valutare possibili cambiamenti di *performance* degli

ospedali per acuti in Scozia dopo l'implementazione della riforma del Sistema Sanitario avvenuta nel 1991. con l'introduzione del mercato interno. Essi trovano che nel primo anno dopo la riforma c'è un calo di produttività seguito successivamente da un netto miglioramento ,dovuto sia a un miglioramento nell'uso degli *input* che un miglioramento nei costi. Il progresso in produttività è dovuto in gran parte a un miglioramento nell'efficienza generale, causata da un miglioramento nella efficienza allocativa. Concludono che il mercato interno ha avuto in impatto positivo sulla produttività.

## 4. L'analisi empirica

### 4.1. *Dati di input e di output*

Il *dataset* utilizzato è stato costruito a partire dal database del Ministero della Salute e contiene dati relativi agli *input* e agli *output* delle strutture ospedaliere direttamente gestite dalle ASL (codice 1 del tipo-ist) nel periodo 1999-2005.

Gli *input* utilizzati sono i posti letto utilizzati, i reparti utilizzati, il numero dei medici, il numero degli infermieri, e altro personale. I primi due *input* sono usati come *proxy* del capitale impiegato, mentre il secondo gruppo come fattore lavoro. Altre variabili di *input*, come le spese sostenute per l'energia, i materiali ecc, non sono considerate in questo lavoro, a causa della difficoltà di disaggregarle a tale livello.

Gli *output* del modello si riferiscono al numero dei dimessi pesati con ICM medio (Hofmarcher, Paterson, Hiedel, 2002) e alle giornate di degenza. Con il primo si tiene conto contemporaneamente sia della componente medica che della diversa complessità medico/clinico e del diverso assorbimento di risorse. Con l'ICM (Indice di *case-mix*), diversamente dai pesi DRG, più comunemente usati per pesare i dimessi a un livello di disaggregazione maggiore, è possibile indicare in modo sintetico la complessità della casistica ospedaliera trattata. Con l'ICM l'attività di un ospedale infatti viene standardizzata per un indice tipo, costruito con a degenza media standard per DRG specifico. Pertanto valori di ICM superiori all'unità rappresentano complessità della casistica superiore alla media dello standard mentre valori di ICM inferiori all'unità indicano una casistica con complessità inferiore allo standard italiano. L'ipotesi di lavoro è che tale complessità influenza l'efficienza richiedendo maggior *input* quando  $ICM > 1$  e

viceversa minor *input* rispetto al livello di *input* usato per ottenere *output* con complessità pari allo standard (ICM=1).

Con il secondo *output* si vuole tener presente che la produzione dei dimessi ha richiesto un uso giornaliero di risorse per svolgere attività di assistenza. In questo lavoro non si è tenuto conto di almeno altre attività che gli ospedali compiono, le attività ad esempio svolte per compiere visite mediche specialistiche (*outpatient*) e l'attività di pronto soccorso. Questo è dipeso dal voler mantenere una coerenza di fondo con l'obiettivo del lavoro, ovvero quello di valutare l'efficienza del processo produttivo nella cura degli acuti. In Italia nel 1999 sul totale dei ricoveri, gli ospedali a gestione diretta e le aziende ospedaliere hanno realizzato circa il 76% dei ricoveri per acuti in regime ordinario, e circa l'80,8% di quelli in *day hospital*. Mentre hanno realizzato circa il 76,2% delle giornate di degenza totale nei ricoveri per acuti in regime ordinario e l'85,3% delle giornate di degenza totali nei ricoveri in *day hospital*.

Nel 2005 sono stati prodotti circa 12,1 milioni di ricoveri nei reparti per acuti, che rappresentano circa il 94% di tutti i ricoveri ospedalieri, di cui circa 8,2 milioni in regime ordinario e il restante in *day hospital*. Negli ospedali a gestione diretta e nelle aziende ospedaliere il volume di ricoveri per acuti è di circa il 72% del totale.

Dal dataset sono state eliminate le osservazioni con missing value e le osservazioni che contemporaneamente presentavano valori nulli in quattro dimensioni: posti letto utilizzati, reparti utilizzati, infermieri e dimessi.

Questa seconda eliminazione deriva dalla ipotesi che le unità con valori nulli non hanno svolto attività negli anni a cui i valori nulli si riferiscono o comunque i valori nulli sono dovuti a cause non conosciute, questo consente una eliminazione razionale delle osservazioni dal campione finale di analisi. In totale le osservazioni eliminate costituiscono circa l'1,8% delle osservazioni totali del campione di analisi iniziale. In definitiva dopo tale eliminazione le unità osservate variano, le 591 dell'anno 1999 diventano 567, e anche negli anni successivi c'è una riduzione delle osservazioni.

## ***4.2. Metodologia di analisi e modello DEA***

Prima di procedere a determinare il cambiamento di produttività, per l'anno 1999 un modello *DEA-VRS input-oriented* è stimato per derivare il livello di efficienza media da

cui il sistema degli ospedali pubblici a gestione diretta parte. La scelta *input-oriented* è legata alla constatazione che gli ospedali pubblici non possono rifiutarsi di curare, pertanto non possono controllare la domanda e quindi l'*output*, nonché non essendo organizzazioni for-profit il loro obiettivo non dovrebbe essere la crescita dei ricavi, e quindi possono cercare di ridurre i costi impiegando le risorse in modo ottimo dato i loro prezzi di acquisizione. Il modello finale deriva da una precedente analisi di sensitività condotta attraverso l'aggiunta progressiva di *input* e di *output* (Tabella 3). Tale modello è in definitiva risultato composto da due *output* ( dimessi-pesati e giornate di degenza) e cinque *input* (posti-letto-utilizzati, reparti-utilizzati, medici, infermieri e altro personale). Il modello *DEA* risolto è il seguente:

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \theta, \lambda \\
 & s.t. \\
 & \theta x_0 \geq X \lambda \\
 & y_0 \leq Y \lambda \\
 & e \lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Dove  $x_0$  e  $y_0$  sono rispettivamente il vettore degli *input* e degli *output* dell'unità sottovalutazione,  $X$  e  $Y$  sono le matrici degli *input* e degli *output*, mentre  $\theta$  e  $\lambda$  sono le variabili da determinare nel loro valore ottimo, infatti il modello *DEA* sopra risolto come una PL fornisce il vettore di soluzione ottime  $(\theta^*, \lambda^*)$ .

Con questo modello, in cui  $y$  ha due componenti, di cui una è l'*output* dimessi pesati con ICM medio, si tiene conto della diversa complessità dei casi trattati. Per esprimere un giudizio di influenza della complessità della casistica trattata sull'efficienza un secondo modello *DEA input-oriented* è stimato, sostituendo al primo i dimessi pesati con i dimessi non pesati, in modo da non tener conto della complessità della casistica.

La scelta di inserire nel modello *DEA* variabili come i posti letto utilizzati e i reparti utilizzati è un modo per avere un giudizio di efficienza considerando l'uso effettivo delle risorse, diversamente di quanto sarebbe stato considerando il posti letto disponibili e i reparti disponibili. Il metodo usato per derivare il cambiamento di *performance* nel tempo è l'indice di *Malmquist* stimato con modelli *DEA input-oriented* (Grafico 1), il miglioramento dinamico è dunque ottenuto attraverso la riduzione dei vettori di *input*.

Considerando una condizione multi-*inputs* e multi-*outputs*, in cui il vettore  $x \in \mathbb{R}^n$  è usato dagli ospedali a gestione diretta ASL nella produzione di un vettore di  $m$  *output*  $y \in \mathbb{R}^m$ , l'insieme delle possibilità produttive CRS è:

$$\Psi=(X,Y)=\{(x,y)|x \geq \sum \lambda_j x_j, y \leq \sum \lambda_j y_j, \lambda_j \geq 0\}$$

mentre l'insieme degli *input* è

$$X(y)=\{x \in \mathbb{R}^n | (x,y) \in \Psi\}$$

nello stesso periodo è possibile definire una tecnologia VRS aggiungendo all'insieme delle possibilità produttive il vincolo  $\sum \lambda_j = 1$ , oppure ottenere una IRS o un DRS aggiungendo i rispettivi vincoli  $\sum \lambda_j \leq 1$ ,  $\sum \lambda_j \geq 1$ .

Nel considerare due periodi  $t$  e  $t+1$ , possiamo considerare il cambiamento di *performance* che è intervenuto, considerando le componenti di cambiamento di efficienza (*catch-up effect*) e il cambiamento della frontiera efficiente (*frontier-shift effect* o *innovation*) dell'indice di *Malmquist*.

Che in termini di funzione di distanza all'*input* (Grafico 2):

$$[(OE/OG)/(OC/OB) \cdot (OF/OG)/(OA/OB)]^{1/2}$$

#### **4.2.1. Costruzione e decomposizione dell'indice di *Malmquist***

Per costruire l'indice di *Malmquist* usando la *DEA* si calcolano quattro funzioni di distanza (orientate all'*input* o all'*output*) sull'insieme delle possibilità produttive. Nel caso di orientamento all'*input*, per la medesima osservazione, le quattro funzioni di distanza si riferiscono rispettivamente alla massima contrazione proporzionale del vettore degli *input* al tempo  $t$  rispetto la frontiera CRS al tempo  $t$ , alla massima contrazione del vettore degli *input* al tempo  $t+1$  rispetto alla frontiera CRS al tempo  $t+1$ , alla massima contrazione del

vettore degli *input* al tempo t+1 rispetto alla frontiera al tempo t ed infine alla massima contrazione del vettore degli *input* al tempo t rispetto alla frontiera CRS al tempo t+1.

I relativi programmi lineari per ciascun anno (per frontiera *VRS input-oriented*) sono:

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \theta, \lambda \\
 & s.t. \\
 & \theta x_o^t \geq X^t \lambda \\
 & y_o^t \leq Y^t \lambda \\
 & e\lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \theta, \lambda \\
 & s.t. \\
 & \theta x_o^t \geq X^{t+1} \lambda \\
 & y_o^t \leq Y^{t+1} \lambda \\
 & e\lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Il primo programma è usato per derivare lo score di efficienza di ciascuna unità al tempo 1 e 2 rispetto alle relative frontiere, mentre il secondo deriva lo score di efficienza di ciascuna unità al tempo 1 e 2 ma relativamente a frontiere stimate con osservazioni rispettivamente al tempo 2 e 1. I due programmi si riferiscono a misure radiali, altre due versioni sono : non-radiali, non-radiali e non-orientati. Inoltre la frontiera stimata è CRS, ma è possibile stimare una frontiera VRS aggiungendo il vincolo di convessità. I limiti presenti nell'uso di programmi radiali è rappresentato dalla mancata considerazione di eventuali *slack*, questo influenza la score di efficienza.

L'indice di *Malmquist* può essere ulteriormente decomposto nella componente di cambiamento di efficienza per valutare il cambiamento di efficienza tecnica e di scala.

Fare et al (1994) propongono la decomposizione dell'indice di *Malmquist* in tre parti,

rispettivamente il cambiamento in efficienza pura, il cambiamento nell'efficienza di scala e il cambiamento tecnologico.

Altre decomposizioni sono proposte da Ray e Desli (1997), da Simar e Wilson(1998) e da Wheelock e Wilson, (1999).

In termini di funzione di distanza, una decomposizione, considerando al numeratore il 2° periodo e al denominatore il 1° è la seguente:

$$(OA/OB)/(OE/OG)*[(OC/OA)/(OE/OF)]^{1/2}$$

In cui la componente fuori parentesi quadra misura il cambiamento di efficienza tecnica (“*catch-up effect*”) mentre in parentesi quadra è misurato il cambiamento tecnologico (“*innovation effect*”). La componente fuori parentesi quadra può essere ulteriormente decomposta per derivare il cambiamento di efficienza di scala.

## ***5. Discussione delle statistiche descrittive***

Dal lato delle risorse impiegate fino al 2003 i posti letto in media diminuiscono, per poi tornare ad aumentare nei due anni successivi (Grafico 1), mentre la variabile “posti letto utilizzati” comincia a crescere già dal 2003. Per i medici si evidenzia invece un trend sempre in crescita, trend che vale anche per il personale infermieristico tranne che per il 2005 e così anche per la variabile “altro personale”. I reparti utilizzati in media sono tra 9 e 10 fino al 2003, mentre nel 2004 diventano 12 e nel 2005 13.

Dal lato degli *output* le giornate di degenza in media prima decrescono e poi crescono.

La stessa dinamica che si evidenzia per i posti letto, vale anche per i dimessi che in media diminuiscono fino al 2003 per poi aumentare nei due anni successivi (Grafico 1). Se invece si tiene conto, attraverso la ponderazione dei dimessi per l'ICM, della complessità media dei casi trattati, si nota che per i primi due anni (1999 e 2000) i dimessi pesati rimangono all'incirca costanti per diminuire nel 2001 e continuare questo trend fino al 2003 e poi aumentare nei due anni conclusivi (Grafico 1).

Ciò che si può vedere da una lettura complessiva delle tabelle è che sistematicamente i

dimessi pesati con ICM in media sono inferiori alla media dei dimessi non pesati, inoltre il campione di ospedali a gestione diretta ASL ha trattato una casistica la cui complessità in media è stata inferiore allo standard (rappresentato da un ICM uguale a 1). Questo ha sicuramente influenzato sulla efficienza tecnica attraverso la variabile “dimessi pesati” in quanto nel modello con dimessi pesati si ci aspetta una efficienza più bassa di quella che si stimerebbe nel modello che include semplicemente i dimessi non pesati. Questo, coerentemente con la posizione che casi più complessi richiedono più risorse, e che in una analisi di efficienza a parità di dimessi le unità con casistica più complessa non possono essere considerate inefficienti se usano più risorse, e quindi vale anche il contrario, che però va inteso che a parità di dimessi una complessità inferiore allo standard richiede meno risorse e dunque unità caratterizzate da complessità casistica più bassa a parità di dimessi devono impiegare meno risorse, e considerate relativamente inefficienti se usano le stesse quantità di risorse a parità di dimessi.

Continuando con la discussione delle statistiche descrittive, e andando ad indagare anno per anno (le singole tabelle), si può notare come mentre nel 1999 il 25% delle strutture disponeva in media di 94 posti letto (tabella 12) utilizzandone 88, negli anni successivi in media il 25% delle strutture disponevano rispettivamente di 83, 81, 81, 78, 77, 77 impiegandone invece nei successivi anni rispettivamente 80, 77, 77, 76, 75, 75. Sempre nel 1999 il 75% delle strutture direttamente gestite disponeva in media di 251 posti letto (sempre tabella 12), mentre negli anni successivi il numero di posti letto disponibili nel 75% delle strutture era di 241, 240, 241, 261, 233, 260 rispettivamente nel 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005.

## **6. Risultati e discussione**

I risultati si riferiscono a valori medi relativi rispettivamente al cambiamento medio di periodo dell'indice di *Malmquist* e al valore medio del cambiamento, e di efficienza e tecnologico. Nel primo anno il numero di unità da valutare sono 591, di cui 60 (circa il 10% delle osservazioni) si posizionano sulla frontiera (grafico 2) quando il modello stimato è il modello 1 (in cui i dimessi sono pesati con ICM), mentre quando il modello stimato è il modello 2 sono 63, si può dedurre che la complessità della casistica

ospedaliera trattata ha influenzato il numero di unità efficienti, seppur l'elevato valore dell'indice di Spearman suggerisce che la distribuzione degli score tra il modello 1 e il modello 2 non è significativamente cambiata. Questo risultato va letto con riguardo al fatto che a parità di *input*, l'*output* pesato è in media inferiore e quello non pesato (Tabella 5). Probabilmente questo può essere spiegato con il fatto che tra quelle efficienti con il modello 2 occorre avere meno *input* e tre di esse hanno continuato a non impiegarne di meno e quindi sono risultate inefficienti quando si è passati da un modello all'altro ( con dimessi pesati). Il numero di unità con un livello di efficienza superiore al 90% è superiore nel modello 1 che nel modello 2. Le unità pienamente efficienti producono circa il 14% della somma delle dimissioni totali per l'intero campione.

Il numero di ospedali a gestione diretta ASL presenti nel campione che nel 1999 registra un numero di posti letto inferiore o uguale a 120 sono 240, mentre gli ospedali con più di 450 posti letto sono 48.

Delle 60 unità pienamente efficiente 34 hanno tra 0 e 120 posti letto, mentre 11 delle 60 unità pienamente efficienti hanno un numero maggiore di 450 posti letto.

Il livello di efficienza medio da cui parte il campione di ospedali a gestione diretta ASL nel 1999 è del 76,8%, indicando che ci sono possibilità di guadagni di efficienza potenziale, inteso come recupero di inefficienza, di circa il 23,2 % .

Un elevato valore nell'indice di Spearman (0,937) suggerisce comunque che tra i due modelli non ci sono significative differenze nelle due classifiche, e questo sembra in contrasto con l'ipotesi che la complessità influenza l'efficienza, ma a ben vedere questo si riferisce alla distribuzione della efficienza tra le unità del campione, che rimane pressochè attribuita allo stesso modo tra le unità nel primo e nel secondo modello.

L'analisi degli outliers ha rivelato la presenza di osservazioni anomale presenti sulla frontiera (tabella 9, appendice B, unità 193), influenzando significativamente e la stima della frontiera e di conseguenza la misurazione della efficienza. In appendice B è riportata una tabella delle caratteristiche di *input* e di *output* dell'ospedale risultato un *outliers*. Gli ospedali che nel 1999 presentano una efficienza individuale superiore alla efficienza media del campione sono 282, mentre le restanti 309 si posizionano al disotto dello score medio.

Successivamente al 1999 il cambiamento di produttività stimato con l'indice di *Malmquist* (1999-2000) è pari a 1.051 (tabella 4), evidenziando un peggioramento potenziale nella produttività ( pari al 5,1%). Tale peggioramento è determinato sia da un peggioramento di

efficienza che da un peggioramento tecnologico Nel periodo tra il 2000 e il 2001 ancora si rileva un peggioramento potenziale della produttività, ( 1.076) rispetto al periodo precedente. In questo periodo il peggioramento, diversamente dal periodo precedente, è attribuito a un peggioramento di efficienza mentre la frontiera subisce un rally in avanti. Nel 2001-2002 si evidenzia ancora un peggioramento della *performance*, seppur lievemente inferiore ai due periodi precedenti, ma in modo inverso al periodo precedente, l'efficienza migliora (0.975) e il cambiamento tecnologico peggiora.. Questa volta il peggioramento in produttività è inferiore al periodo precedente, che però si rinvigorisce successivamente (2002-2003), per poi rallentare nei due successivi periodi. Appare notevole rilevare però che il peggioramento di efficienza nei primi due periodi è completamente recuperata nel terzo periodo.

Il peggioramento di produttività del 2002-2003 è trainato da un peggioramento della efficienza (sia in generale, sia tecnica pura che di scala, compensato da un miglioramento nella tecnologia. Più interessante è il miglioramento tecnico nel penultimo periodo (2003-2004). Un elemento di contraddizione, soprattutto per il periodo 2004-2005 e che le giornate di degenza, che nel modello sono state impiegate per considerare la componente assistenzialistica dei servizi ospedalieri, è accompagnata da valori in riduzione della variabili infermieri.

Leggendo i risultati derivanti dalla scomposizione dell'indice di *Malmquist* alla luce del trend medio delle variabili (grafico 2 ), si potrebbe pensare che dato il modello 1, il miglioramento di efficienza tecnica pura tra il 2001-2002 ( $Pec=0,987$ ) è presumibilmente ostacolato da dimessi pesati in diminuzione ma in media sia gli infermieri che i medici, nello stesso periodo riducono in modo evidente la loro crescita (in particolare gli infermieri), infatti il tratto lineare per entrambe le variabili nel periodo 2001-2002 presenta una pendenza in modo evidente molto più bassa di quanto non si possa osservare per gli altri tratti lineari delle medesime variabili negli altri periodi. Il guadagno di efficienza allora è legato a livelli più bassi di *output* ma impieghi ancora più bassi di medici e infermieri ? Nel penultimo periodo la dinamica cambia, infatti tra il 2003 e il 2004 i dimessi pesati aumentano in modo significativo mentre le due variabili (medici e infermieri) presentano crescita meno pronunciata.

Per tutto il periodo preso in esame si registra un peggioramento potenziale della produttività, come indicato dall'indice di *Malmquist*, mentre l'efficienza tecnica media, stimata con due *DEA*, a inizio periodo e a fine periodo, segnala una sostanziale staticità

(dallo 0.78071 del 1999 allo 0.76007 del 2005).

## 7. *Conclusioni*

I risultati trovati non possono prescindere dalla metodologia utilizzata, altre infatti possono essere impiegate per analizzare dati panel, le quali soprattutto provengono dai toolbox di analisi econometrica dei dati panel. La WHO nell'analizzare questi tipi di dati usa modelli panel di tipo “*fixed effect*” piuttosto che modelli “*random effects*” ( ma solo per effetto di test di specificazione di modelli panel). Lo svantaggio principale di questi ultimi due modelli è la difficoltà di accomodare condizioni multi-*output*, mentre il loro vantaggio è che, diversamente da altri modelli econometrici, non hanno bisogno che vengano specificate a priori le ipotesi di distribuzione delle componenti stocastiche. È pur vero però che nel caso di “*fixed effects*” si ammette che tra le unità vi siano differenze di efficienza e che i differenziali si considerano costanti nel tempo (“*constant time effects*”), questo può essere superato specificando un trend degli score che dipende dal tempo e usando modelli cosiddetti “*time varying effect*”. Usando l'indice di Malmquist è stato dunque più facile tener conto dell'*output-mix*, non c'è stato bisogno di specificare nulla sulle componenti stocastiche nonché nessuna forma funzionale né ipotesi di comportamento.

La scelta del modello *input-oriented* consente di cogliere in modo più corretto il quadro di incentivi per gli ospedali a gestione diretta, questo perché la fissazione del budget di produzione per questi ospedali per effetto della programmazione annuale delle ASL, fa ritenere che tali ospedali siano maggiormente orientati all'uso razionale delle risorse più che a espandere la produzione.

Dall'analisi del modello *DEA* implementato per il 1999 emerge che 54 unità si trovano sulla frontiera, ovvero all'incirca il 9% del campione.

Ma se non fosse intervenuto il d.lgs. citato di quanto sarebbe stato il guadagno di efficienza potenziale? Si può affermare che darebbe stato maggiore il livello di inefficienza da recuperare?

Compiendo un'analisi *DEA* all'estremo del periodo, cioè una analisi nel 1999 e una nel 2005, il valore medio di quest'ultima è dello 0.76, poco lontano da quello del 1999, segnalando che tra gli alti e i bassi il campione di ospedali a gestione diretta ha mantenuto

nel periodo 1999-2005 un livello di efficienza molto simile.

Ai fini delle intenzioni del d.lgs. 229/1999 il miglioramento di efficienza è presente solo in due periodi, 2001-2002 e 2003-2004.. In generale però sin dalla entrata in vigore del d.lgs. l'indice di *Malmquist* evidenzia un peggioramento della *performance* produttiva generale. E doveroso precisare che questa conclusione non è assimilabile a una conclusione propria della valutazione delle politiche pubbliche.

## Tabelle e grafici

Tabella 1- *Numerosità strutture di ricovero Italiane*

Anno	Totale strutture pubbliche	Case di cura accreditate	Case di cura private non accreditate	Totale strutture private	Totale strutture di ricovero
1997	942 (707)	537	111	<b>648</b>	<b>1590</b>
1998	846 (617)	535	108	<b>643</b>	<b>1489</b>
1999	813 (599)	531	106	<b>637</b>	<b>1450</b>
2000	784 (573)	536	104	<b>640</b>	<b>1424</b>
2001	777 (566)	530	102	<b>632</b>	<b>1410</b>
2002	755 (541)	531	92	<b>623</b>	<b>1378</b>
2003	746 (534)	535	86	<b>621</b>	<b>1367</b>
2004	672 (460)	542	82	<b>624</b>	<b>1296</b>
2005	669 (455)	553	73	<b>626</b>	<b>1295</b>
2006	654 (438)	563	66	<b>629</b>	<b>1217</b>
2007	655 (437)	542	74	<b>616</b>	<b>1271</b>

Fonte: Realizzata con "Annuari Statistici del SSN" dal 1997 al 2007

Tabella 2- *Numerosità posti letto*

Anno	Posti letto D.H. strutture pubbliche	Posti letto D.S. strutture pubbliche	Posti letto D.O. strutture pubbliche	Posti letto D.H. strutture accreditate	Posti letto D.S. strutture accreditate	Posti letto D.O. strutture accreditate
1997	21247		270878	819		57298
1998	21807		251505	878		56380
1999	22485		229773	1191		52150
2000	22837		218744	1228		49631
2001	23100		210110	1613		49704
2002	24291		204804	2042		49.876
2003	25560		199.869	2.488		50060
2004	25.875		191083	2918		49002
2005	26855		187357	2990		48140
2006	27462		181920	3289		48894
2007	22185	5823	178972	2485	1082	46454

Fonte: Realizzata con "Annuari Statistici del SSN" dal 1997 al 2007

Tabella 3- *Modelli DEA*

<i>Variabili</i>	<i>Model 1</i>	<i>Model 2</i>
<b>output</b>		
Dimessi (dim)		X
Dimessi pesati con ICM (dimpes)	X	
Giornate di degenza (giodeg)	X	X
<b>input</b>		
Posti letto utilizzati (plut)	X	X
Reaprti utilizzati (reput)	X	X
Medici (medici)	X	X
Infermieri (altro personale)		
Altro personale (altro personale san e non san)	X	X

Tabella 4 - I valori dell'indice di *Malmquist* e delle sue componenti

INDICE DI MALMQUIST E EFFICIENZA DI PARTENZA (valori medi)							
	1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
<i>Model 1</i>							
Efftech	0.773						
<i>Model 2</i>							
Efftech	0.768						
rho	0.937						
	(spearman)						
Eff	1.011	1.119	0.975	1.287	0.762	1.164	
Pte	1.027	1.039	0.987	1.026	0.852	1.115	
Sec	0.992	1.048	0.990	1.104	0.900	1.037	
Tc	1.040	0.971	1.079	0.862	1.390	0.905	
Malm	1.051	1.076	1.042	1.073	1.026	1.042	

Tabella 5 - *Analisi descrittiva delle variabili anno 1999*

Anno 1999					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	197.87	168.20	145	2	1467
posti letto ut	187.90	167.45	135	2	1584
altro personale	432.70	375.96	312	21	2978
medici	76.73	68.58	57	1	522
infermieri	201.10	184.37	136	12	1343
dimessi	7450.66	6371.30	5938	0	52574
giorn dege	52374.21	47926.82	36005	0	370718
giorn disp	67268.68	57705.30	48456	730	419125
dimessi pesati	6990.624	6686.21	5031	0	56780

Tabella 6 - *Analisi descrittiva delle variabili anno 2000*

Anno 2000					
	media	devst	mediana	min	max
posti letto	192.67	171.11	139	2	1296
posti letto ut	186.02	166.49	133	2	1236
altro personale	445.25	401.82	311	0	2994
medici	79.29	72.98	60	0	557
infermieri	206.75	195.27	135	0	1458
dimessi	7352.10	6361.90	5802	0	49589
giorn dege	51695.75	48616.16	35838	0	383525
giorn disp	67071.49	60271.70	47214	732	452065
dimessi pesati	6917.91	6658.41	4991	0	54052

Tabella 7 - *Analisi descrittiva delle variabili anno 2001*

Anno 2001					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	187.12	167.29	132	0	1282
posti letto ut	185.20	171.54	128	2	1212
altro personale	461.12	423.40	316	0	3140
medici	82.85	77.39	60	0	571
infermieri	215.50	208.76	140	0	1519
dimessi	7198.78	6214.88	5709	0	48603
giorn di dege	50434.62	47265.53	34506	0	358607
giorn disp	66398.91	61371.53	45750	730	443679
dimessi pesati	6756.50	6497.97	4805	0	52005

Tabella 8 - *Analisi descrittiva delle variabili anno 2002*

	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	185.59	167.73	132	0	1257
posti letto ut	178.42	161.74	124	2	1197
altro personale	469.48	436.59	319	0	3236
medici	86.03	79.75	62	0	578
infermieri	218.18	210.25	144	0	1580
dimessi	7053.46	6138.04	5683	0	48620
giorn di dege	49383.50	46838.52	33913	0	358684

	media	devstd	mediana	min	max
giorn disp	63666.03	58174.39	44593	730	436131
dimessi pesati	6607.77	6405.11	4752	0	51537

Tabella 9 - *Analisi descrittiva delle variabili anno 2003*

Anno 2003					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	183.77	168.27	133	6	1219
posti letto ut	180.69	175.54	121	2	1426
altro personale	493.00	463.53	327	0	3248
medici	92.28	85.73	64	0	589
infermieri	229.18	221.67	149	0	1574
dimessi	6933.46	6277.14	5422	103	47449
giorn deg	49111.70	48219.83	32540	1751	344909
giorn disp	63099.51	60834.39	43072	182	428865
dimessi pesati	6469.75	6509.40	4461	53	49821

Tabella 10 - *Analisi descrittiva delle variabili anno 2004*

Anno 2004					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	201.06	190.94	139	2	1219
posti letto ut	197.17	191.59	133	2	1191
altro personale	546.39	518.29	378	0	3334
medici	103.22	94.48	73	0	581
infermieri	253.37	251.22	167	0	1580
dimessi	7676.08	6969.02	5907	0	45126
giorn di dege	55175.15	54980.32	35314	0	330186
giorn disp	70343.17	69132.99	47946	732	414183
dimessi pesati	7192.99	7208.78	4979	0	46480

Tabella 11 - *Analisi descrittiva delle variabili anno 2005*

Anno 2005					
	media	devstd	mediana	min	max
posti letto	203.22	194.48	139	2	1590
posti letto ut	199.70	191.36	136	2	1526
altro personale	546.16	547.56	366	0	4912

medici	105.77	102.91	74	0	927
infermieri	250.33	259.00	170	0	2222
dimessi	7720.68	6960.47	5804	0	42727
giorn di dege	56462.68	55596.20	37701	0	331515
giorn disp	70689.26	67321.34	48423	730	423070
dimessi pesati	7265.77	7200.42	4920	0	44436

Tabella 12 - I e III quartile delle variabili

Variabile	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
posti letto	94-251	83-241	81-240	81-241	78-233	77-261	77-260
posti letto utilizzati	88-230	80-233.5	77-233	77-227	76-232	75-246	75-249
Altro personale	190.5-554.5	193.5-569	194-595	191-605	200-624	209-702	198-717
medici	31-101.5	30-104.5	30-108	32-116	34-122	37-148	36-148
Infermieri	82.5-259	82-261	82-272	82-294	85-303	88-330	84-324
dimessi	3022.5-9534.5	2751.5-9864.5	2895-9863	2855-9685	2513-9613	2774-10824	2800-10713
giornate di degenza	22468-65613	21266-66720	20823-65591	20085-64498	18708-62776	19175-69462	19431-71834
giornate disponibili	30950.5-83741	28990-84560.5	27742-83619	27742-79908	25733-78847	26596-88905	25916-90160
dimessi pesati	2771-8787.5	2556.5-8870.5	2550-8927	2452-8538	2222-8454	2440-9710	2378-10078

Tabella 13 - Score di efficienza per singolo ospedale-anno 1999 (model 1)

N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score
1	10003	0.7969398	198	80072	0.8578537	395	150131	0.8988764
2	10007	0.8867607	199	80079	0.7334605	396	150132	1.0000000
3	10010	0.6617696	200	80082	0.7857929	397	150139	0.5968011

N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score
4	10013	0.7697637	201	80085	0.9080178	398	150140	0.7223868
5	10017	0.8146640	202	80086	1.0000000	399	150141	0.7774841
6	10018	0.7881463	203	80089	0.8507018	400	150150	0.6914673
7	10019	0.7210325	204	80090	1.0000000	401	150153	0.6290891
8	10023	0.7431077	205	80091	1.0000000	402	150154	1.0000000
9	10028	0.8061916	206	80093	0.9535616	403	150158	0.7852992
10	10030	0.7260055	207	80095	0.8695652	404	150159	0.6782420
11	10037	0.7350239	208	80097	0.8453800	405	150160	0.6909895
12	10071	0.6983240	209	80099	1.0000000	406	150161	0.7564297
13	10072	0.8525876	210	80100	0.8778861	407	150162	0.7735747
14	10077	0.8340284	211	90601	0.7776050	408	150163	0.8447373
15	10079	0.7907639	212	90602	0.8390670	409	150164	0.6748549
16	10082	0.7275373	213	90603	0.7610929	410	150165	0.7833307
17	10085	0.8288438	214	90604	0.8304958	411	150166	0.8101102
18	10086	0.7231704	215	90605	0.7893283	412	150183	0.7749535
19	10087	1.0000000	216	90606	0.8533880	413	150187	0.7631840
20	10088	0.7435497	217	90607	0.8402655	414	150189	1.0000000
21	10091	0.6516781	218	90608	1.0000000	415	150191	0.7181844
22	10103	0.8171270	219	90609	0.6144393	416	160003	1.0000000
23	10104	0.6563833	220	90610	0.9501188	417	160007	1.0000000
24	10105	0.7083658	221	90612	0.8549932	418	160008	0.7289161
25	10106	0.6763612	222	90613	0.7949758	419	160009	0.8588114
26	10109	0.7338911	223	90614	0.6377144	420	160010	0.8737440
27	10111	0.6517630	224	90615	0.6122574	421	160011	0.9253262
28	10120	0.7750136	225	90616	0.7810059	422	160012	0.6739453
29	10123	0.6734460	226	90617	0.6892274	423	160013	0.7951654
30	10124	0.7199942	227	90618	0.8338197	424	160014	0.7594744
31	10125	0.7811890	228	90619	0.7986583	425	160015	0.6900359
32	10126	0.6888476	229	90620	0.8087343	426	160016	0.8202100
33	10152	0.9058792	230	90621	0.8515711	427	160017	0.6112469
34	10156	0.5886508	231	90622	0.7539204	428	160018	0.8729812
35	10164	0.7160759	232	90623	0.7660487	429	160022	0.6656017
36	10165	0.8359107	233	90624	0.8297378	430	160023	0.8463817
37	10166	0.7619628	234	90625	0.8598452	431	160024	0.5399276
38	10182	0.9046499	235	90626	0.8844079	432	160025	0.6423433
39	10591	1.0000000	236	90627	0.6623394	433	160026	0.7439369
40	20001	0.9214042	237	90629	0.8491848	434	160027	0.5000000
41	30039	1.0000000	238	90630	0.8005123	435	160028	0.5000000
42	30042	0.7076640	239	90631	0.7330303	436	160029	0.7598784
43	30044	0.6928566	240	90632	1.0000000	437	160030	0.7923302
44	30045	0.4817884	241	90634	1.0000000	438	160031	0.6791633
45	30047	0.5000000	242	100601	1.0000000	439	160033	0.8698678
46	30067	0.6343568	243	100801	0.7501313	440	160034	0.7829014

N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score
47	30079	0.6323111	244	100802	0.6753106	441	160036	0.6732193
48	30080	0.7542047	245	100803	0.6691649	442	160038	0.6559528
49	30083	0.7001820	246	100804	0.7794232	443	160039	1.0000000
50	30084	0.8166599	247	100805	0.5677947	444	160040	0.7683442
51	30189	0.8472422	248	100806	0.8040524	445	160041	0.8599931
52	30190	0.7291287	249	100807	0.7148474	446	160043	0.6362942
53	30191	0.6542790	250	110002	0.8464534	447	160047	0.9057971
54	30192	0.7313684	251	110003	0.6200012	448	160048	0.7571169
55	30193	0.8458090	252	110004	0.7597052	449	160050	0.7358352
56	30194	0.9182736	253	110005	0.9004142	450	160051	0.6955070
57	30203	0.7963686	254	110006	0.8605111	451	160052	0.6158015
58	30205	0.6768648	255	110007	0.6933851	452	160053	1.0000000
59	30228	0.7963051	256	110009	0.7805183	453	160054	0.6336333
60	30274	0.9203019	257	110019	0.8009612	454	160058	0.7378440
61	41001	0.9964129	258	110022	0.7508635	455	160059	0.7203573
62	41002	0.8460953	259	110025	0.8518613	456	160060	0.7348618
63	41004	0.9991008	260	110026	0.8286377	457	160061	0.6409846
64	41005	0.9144111	261	110028	0.7077642	458	160062	0.6441639
65	41006	0.8128099	262	110031	0.8152617	459	160063	0.7267442
66	41007	0.6375112	263	110032	0.7687577	460	160064	0.6244146
67	41011	0.7897647	264	110040	0.8468118	461	160065	0.7212926
68	42001	1.0000000	265	110041	0.7279080	462	160066	0.7590709
69	42003	1.0000000	266	110042	1.0000000	463	160067	0.6814310
70	42004	0.7490637	267	110044	1.0000000	464	160068	0.8433837
71	42005	0.8068420	268	110045	0.7351320	465	160072	0.6911805
72	42006	0.8602891	269	110046	0.9626492	466	160073	0.8433837
73	42007	0.7893283	270	110047	0.7204092	467	160074	0.9237875
74	42009	0.8010253	271	110048	0.5237522	468	160075	0.7542047
75	42010	0.6981778	272	110049	0.7293946	469	160076	0.9718173
76	42012	0.8333333	273	110056	0.7604563	470	160077	0.5502669
77	42014	0.7415647	274	110057	0.8338197	471	160144	0.9576709
78	50003	0.6966214	275	110058	0.7046720	472	170002	0.8375209
79	50004	0.7588981	276	110059	0.8020533	473	170004	0.8726765
80	50005	0.6971070	277	110060	1.0000000	474	170006	0.7285974
81	50006	0.8029549	278	110062	0.8172605	475	170007	1.0000000
82	50007	0.7479432	279	110064	0.7196315	476	170008	0.7874636
83	50008	0.7959249	280	110067	0.8834703	477	170011	0.6175508
84	50009	0.8078197	281	120002	0.6366183	478	170012	0.6276676
85	50010	0.8642295	282	120003	0.6483402	479	170013	0.6490978
86	50011	0.7208766	283	120004	0.6137982	480	170014	0.8060616
87	50012	1.0000000	284	120006	0.4278624	481	170015	0.7404665
88	50014	0.6012868	285	120007	0.7074137	482	170020	0.5455835
89	50016	0.7692308	286	120019	0.8774239	483	180003	0.7554582

N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score
90	50027	0.8085382	287	120020	0.6419721	484	180004	0.7409603
91	50028	0.7102273	288	120022	1.0000000	485	180005	0.6969127
92	50029	1.0000000	289	120026	0.6341958	486	180006	0.6487188
93	50030	0.9593246	290	120027	0.7597052	487	180007	0.7016559
94	50031	0.6648052	291	120030	1.0000000	488	180008	0.7023458
95	5003	0.8306338	292	120035	1.0000000	489	180009	0.7225956
96	50035	0.7952286	293	120036	0.7774841	490	180011	0.5755727
97	50038	0.8582954	294	120037	0.4441878	491	180013	0.8263780
98	50039	1.0000000	295	120040	0.5697681	492	180014	0.6844159
99	50040	0.7468818	296	120043	0.6942034	493	180015	0.9208103
100	50041	0.5790388	297	120044	0.7176690	494	180016	0.6248047
101	50042	0.7514842	298	120045	0.8236554	495	180032	1.0000000
102	50043	0.8328475	299	120046	0.7289692	496	180033	0.6800408
103	50044	0.7768197	300	120047	0.8460237	497	180034	0.7111870
104	50054	0.7542616	301	120048	0.7350779	498	180035	0.6345983
105	50055	0.6117705	302	120049	0.7845599	499	180040	0.7516536
106	50056	0.8521517	303	120051	0.6656903	500	180041	0.9214042
107	50057	1.0000000	304	120052	0.5557717	501	180055	1.0000000
108	50058	0.7178751	305	120053	0.6927127	502	180056	0.6075334
109	50059	0.9208951	306	120054	0.6529120	503	180057	0.6023008
110	50061	0.6537230	307	120055	0.7627183	504	180059	0.8840170
111	50064	1.0000000	308	120057	0.9302326	505	180060	0.9481369
112	50068	0.7439923	309	120058	1.0000000	506	180061	0.7478313
113	50069	0.8161267	310	120059	0.7182360	507	180062	0.7825338
114	50071	1.0000000	311	120061	0.9528347	508	180063	0.7572889
115	50072	0.6173983	312	120062	1.0000000	509	180064	0.7471608
116	50073	0.7843137	313	120063	0.8111616	510	180067	0.6452445
117	50075	0.7101264	314	120064	0.9623713	511	180068	0.4978096
118	50076	0.8197393	315	120065	0.8851908	512	180069	0.7558579
119	50084	0.7730365	316	120066	0.9149131	513	180070	1.0000000
120	50086	0.6338341	317	120200	0.7641755	514	180079	0.7053678
121	50087	0.6839945	318	120201	1.0000000	515	190103	0.7339450
122	50088	0.6880892	319	120202	0.7050694	516	190104	0.7719623
123	50089	0.8244703	320	120203	0.7330303	517	190105	0.7453231
124	50090	0.9209799	321	120204	0.7834535	518	190106	0.8163932
125	50091	0.8195378	322	120205	0.9358039	519	190107	0.8637816
126	50092	0.7145409	323	120206	0.5368551	520	190108	0.7499063
127	50093	0.8233841	324	120207	0.8959771	521	190112	0.7364855
128	50094	0.7847446	325	120208	0.7611509	522	190115	0.8686588
129	50095	0.7460460	326	120216	0.9106639	523	190116	0.8061266
130	50109	1.0000000	327	120217	0.8304958	524	190117	0.7043742
131	50111	0.7363770	328	120218	0.7042749	525	190118	0.7424456
132	50112	0.9038322	329	120219	1.0000000	526	190124	0.8538980

N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score
133	50113	0.7414547	330	120220	1.0000000	527	190125	0.8093234
134	50114	0.6956038	331	120221	0.7693491	528	190126	0.6965243
135	50115	0.8269931	332	120224	1.0000000	529	190128	0.8060616
136	50116	0.7462130	333	120225	0.7635336	530	190129	0.7004273
137	50117	0.7177720	334	120226	0.8174610	531	190131	0.9468800
138	50118	0.9043227	335	120228	0.8458806	532	190132	0.9632983
139	50126	0.7839448	336	120267	0.8910274	533	190136	0.9846396
140	50128	0.6697475	337	120271	0.8214902	534	190137	0.7405762
141	50138	0.7568304	338	130001	0.7777864	535	190138	0.4991514
142	50139	0.7525587	339	130002	0.6693888	536	190139	0.6070908
143	60002	0.7949758	340	130003	0.8756567	537	190142	0.7131142
144	60004	1.0000000	341	130004	0.5891016	538	190143	0.6617696
145	60005	0.7594168	342	130005	0.6646726	539	190149	0.5303633
146	60006	0.6892274	343	130006	0.8032129	540	190151	0.7599939
147	60007	0.7125552	344	130014	0.8761938	541	190152	0.7359976
148	60008	0.7517101	345	130015	0.8241985	542	190162	0.8996851
149	60009	0.7276432	346	130016	0.6797172	543	190163	0.6632179
150	60014	0.6528267	347	130017	0.9316192	544	190165	0.6688516
151	60016	0.6836672	348	130018	0.9624639	545	190167	1.0000000
152	60036	0.7562580	349	130019	0.6686280	546	190171	0.7409603
153	60037	1.0000000	350	130020	0.7823502	547	190172	0.5116660
154	60038	0.6501105	351	130026	1.0000000	548	190174	0.7301935
155	60039	0.8595496	352	130027	0.1666667	549	190175	0.8825346
156	70008	0.9768487	353	130028	0.9133254	550	190177	0.6093103
157	70009	0.8404068	354	130029	0.6446206	551	190178	0.7255315
158	70012	0.9129085	355	130030	0.8930964	552	190179	0.9438414
159	70027	0.6853540	356	130031	0.8095855	553	190180	0.5127942
160	70029	0.7136231	357	130032	0.9299730	554	190181	0.7222824
161	70030	0.8083421	358	130033	0.8563843	555	190182	0.5914010
162	70031	0.8733624	359	130037	0.6126700	556	190183	0.7460460
163	70033	1.0000000	360	130038	1.0000000	557	190184	0.7835762
164	70037	0.7669300	361	140001	0.9508415	558	190190	0.7910141
165	70039	0.7885813	362	140002	0.7400829	559	190191	0.5837030
166	70040	0.7357810	363	140003	0.6844627	560	190193	0.5751423
167	70041	0.8745846	364	140006	0.8607333	561	190195	0.7512584
168	70049	1.0000000	365	140007	0.8483923	562	190198	0.4503085
169	70058	0.8144649	366	140008	0.5624930	563	200001	0.7536931
170	70059	0.8844079	367	150003	0.7400281	564	200002	0.5053312
171	70090	0.8163265	368	150004	0.6164848	565	200003	0.5480653
172	70101	0.8753501	369	150005	0.6321912	566	200004	0.5938595
173	70102	0.8924587	370	150007	0.6051071	567	200005	0.6253518
174	70103	0.7843752	371	150008	0.5882699	568	200006	0.6784721
175	80002	0.7359435	372	150010	0.6740361	569	200008	0.4244662

N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score	N°Unità	cod.osp	score
176	80003	0.8819898	373	150012	0.6027001	570	200011	0.5517241
177	80004	0.9900010	374	150013	0.8012179	571	200012	0.7122507
178	80006	0.8327781	375	150031	0.6037918	572	200017	0.7749535
179	80013	0.7346459	376	150036	0.7417847	573	200018	0.4898359
180	80015	0.6954587	377	150039	0.7929585	574	200019	0.7859781
181	80021	0.8616975	378	150041	1.0000000	575	200020	0.5728033
182	80024	0.7966858	379	150043	0.7543754	576	200021	0.5378657
183	80031	1.0000000	380	150046	0.6499415	577	200022	0.6572461
184	80039	0.8065167	381	150050	0.8478888	578	200024	0.8280888
185	80040	0.6090876	382	150052	0.9095870	579	200025	0.7357269
186	80041	0.7413998	383	150055	0.6671559	580	200026	0.7358352
187	80042	0.8034710	384	150056	0.7496252	581	200028	0.7691716
188	80044	0.7639419	385	150057	0.7698822	582	200029	0.6491399
189	80045	1.0000000	386	150058	0.7735149	583	200030	0.5806864
190	80046	0.7409054	387	150060	0.6373486	584	200031	0.7888924
191	80049	0.8489685	388	150062	0.6485505	585	200033	0.5723771
192	80052	0.7893906	389	150064	0.7954184	586	200034	0.9300595
193	80053	1.0000000	390	150066	0.7701194	587	200035	0.6362942
194	80061	0.8075587	391	150067	0.6953136	588	200036	0.6091989
195	80065	0.8737440	392	150068	0.6677796	589	200038	0.5785363
196	80068	0.8072980	393	150069	0.7229612	590	200052	0.7810669
197	80069	0.8570449	394	150070	0.7572316	591	200053	0.7610350
mean		0.7733784						
dev.std		0.1266480						
min		0.1666667						

Grafico 1 - *Trend medio delle variabili*

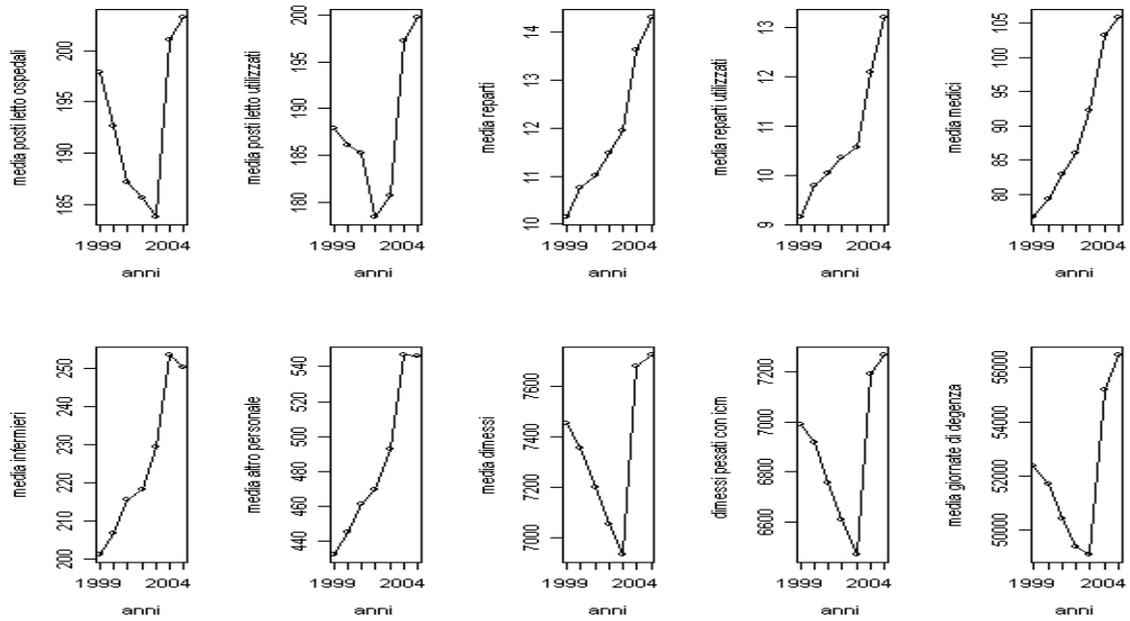


Grafico 2 - *Indice Malmquist input oriented*

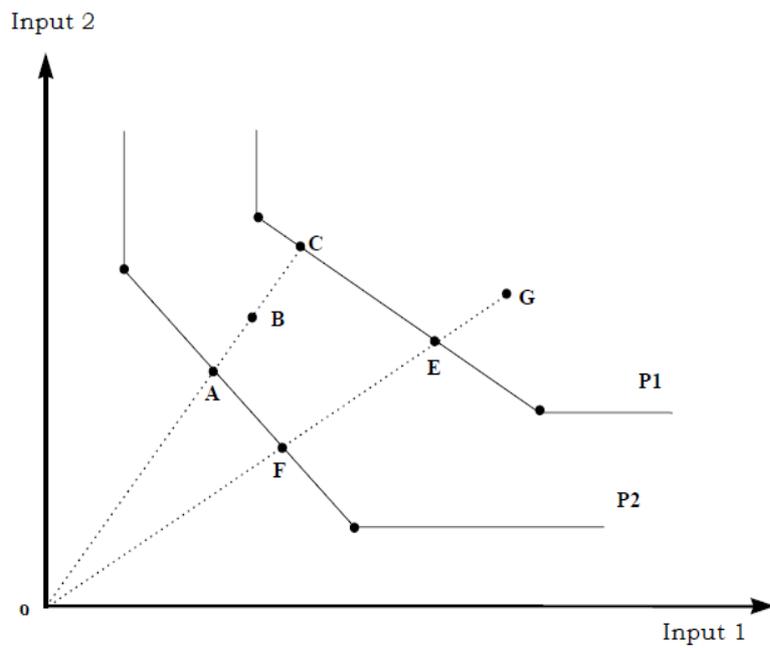


Grafico 3 -*Score di efficienza nel primo anno*

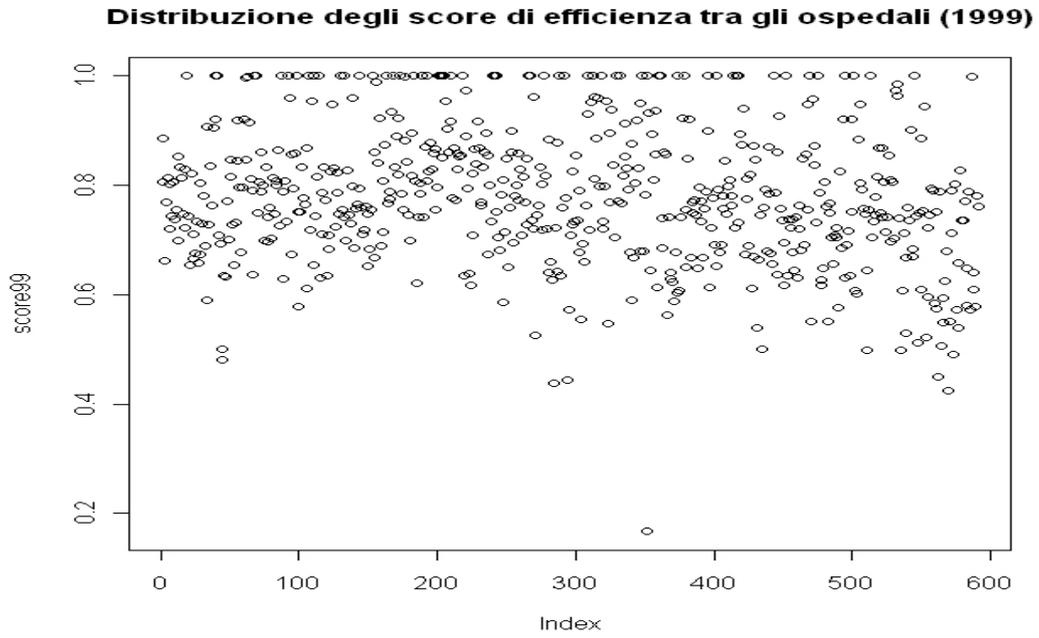
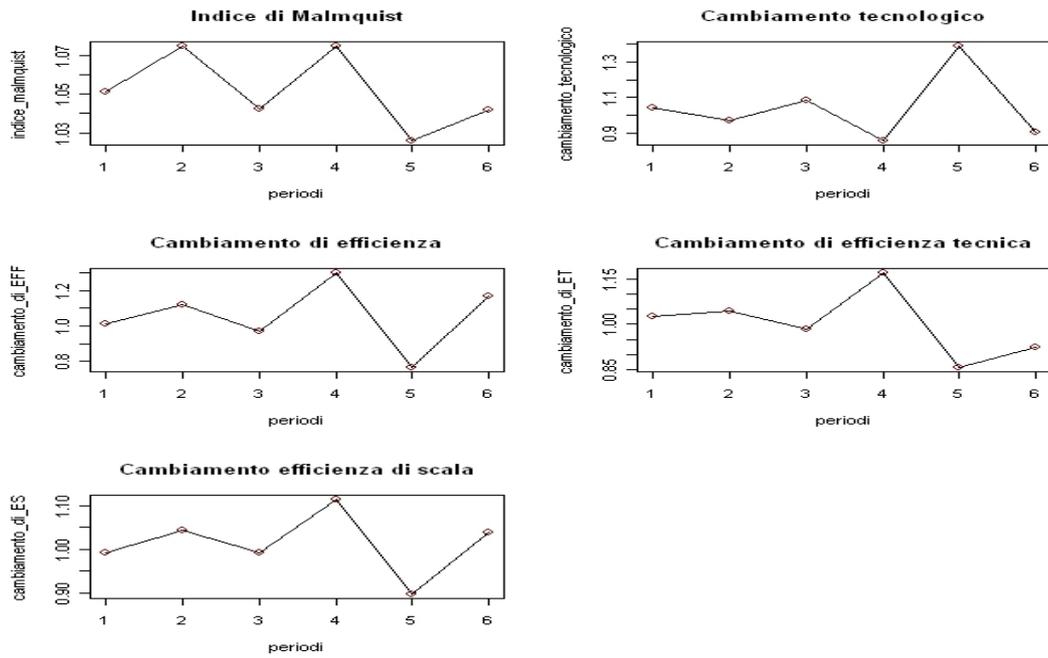


Grafico 4 - *Indice di Malmquist: andamento temporale*



## Appendice A

### L'analisi di *outliers*

L'analisi di *outliers* è stata svolta seguendo Wilson 1993 e poi messa a confronto con un boxplot degli score di efficienza esclusivamente per il modello 1.

[,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10] [,11] [,12]

[1,] 193 NA NA

[2,] 68 193 NA NA

[3,] 111 68 193 NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA

[4,] 183 111 68 193 NA NA NA NA NA NA NA NA NA

[5,] 378 183 111 68 193 NA NA NA NA NA NA NA NA

[6,] 61 378 183 111 68 193 NA NA NA NA NA NA

[7,] 92 61 378 183 111 68 193 NA NA NA NA NA

[8,] 309 92 61 378 183 111 68 193 NA NA NA NA

[9,] 572 309 92 61 378 183 111 68 193 NA NA NA

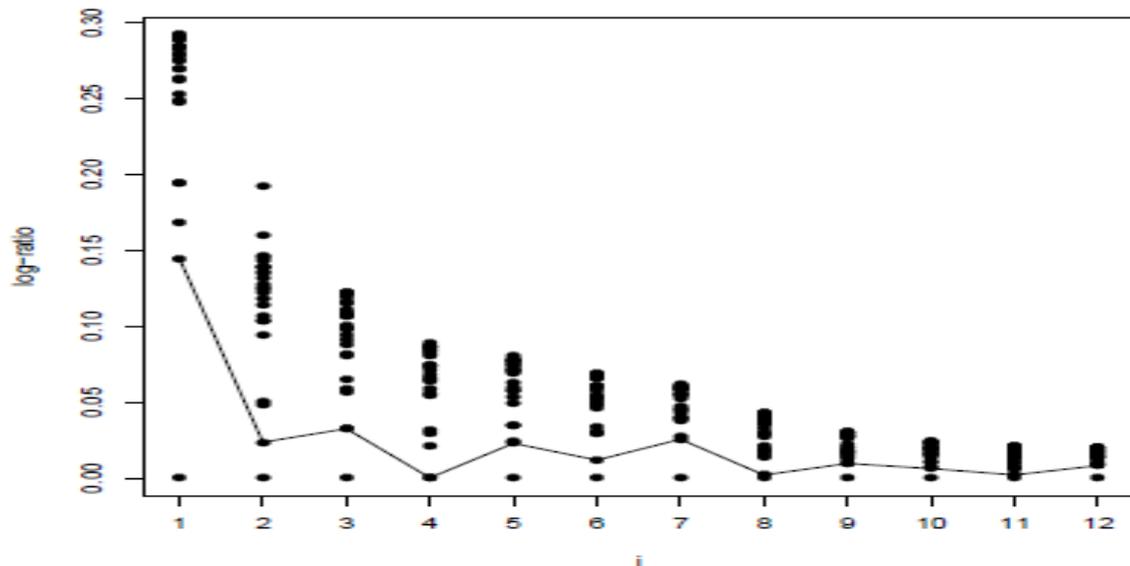
[10,] 563 572 309 92 61 378 183 111 68 193 NA NA

[11,] 563 351 572 309 92 61 378 183 111 68 193 NA

[12,] 563 351 572 40 309 92 61 378 183 111

VALORI DELLA STATISTICA:

[1] 0.7064069 [2] 0.5765527 [3] 0.4775841 [4] 0.4086047 [5] 0.3484103 [6] 0.3037461 [7] 0.2662382 [8]  
0.2393789 [9] 0.2155280 [10] 0.1950766 [11] 0.1771649 [12] 0.1605083



Con la procedura di Wilson(1993) possono essere individuati, sulla base dell'analisi grafica dei log-ratio, 4 gruppi di outliers  $i=1,2,5,7$ , in corrispondenza di questi gruppi la differenza dei valori minimi del log-ratio è grande, in 1 e 2 e poi in corrispondenza di 5 e 7 aumenta. Tra queste unità selezionate come outliers ( che con questa procedura significa le unità che hanno la più bassa probabilità di essere estratte dalla popolazione delle osservazioni) tutte appartengono alla frontiera tranne la 61. Con il box plot l'unità *outliers* è quella che rispetto al campione ha uno score in modo anomalo più basso di quello delle altre, e che corrisponde alla unità 352 ( score pari a 0.1666667). altre unità anomale che emergono dall'analisi del boxplot sono la numero con score inferiori a 0.5.

Tabella 9 -*Outliers vs Campione*

variabile	Campione (valori medi e sd)	outlier (cod. 080053)
ICM medio	0.925 ( $\pm 0,1371$ )	1.16
medici	75.97 ( $\pm 66$ )	520
operatori I e II cat	199 ( $\pm 178,4$ )	1339
posti letto r.o.	196,2 ( $164,6\pm$ )	1048
posti letto d.h.	14,7 ( $\pm 17,9$ )	99
Interventi chirurgici	11960,8 ( $\pm 12212,4$ )	58991
Dimessi totali	7384,91 ( $\pm 6245,9$ )	38860
dimessi chirurgici	2667,8 ( $\pm 2966,1$ )	17972
dimessi 1g	984,7 ( $\pm 1022,5$ )	6146
dimessi pesati	9448 ( $\pm 9370,8$ )	65925,12
dimessi chirurgici pesati	2550,9 ( $\pm 3095,3$ )	20847,52
dimessi 1 g pesati	908,4 ( $\pm 975,6$ )	7129,36
giornate degenza	51757,95 ( $\pm 46221,5$ )	364213
giornate degenza preoperatoria	9.161,97 ( $12.083,27$ )	92.834

## Capitolo Terzo

### ***Outcomes* di salute ed efficienza in sanità: il caso delle Regioni Italiane**

#### **1. Introduzione**

Il Sistema sanitario italiano è organizzato su tre livelli di governo: centrale, regionale e locale. A livello centrale la principale istituzione è il Ministero della Salute che ha il compito di fissare i LEA (Livelli Essenziali di Assistenza ) e gli obiettivi generali del sistema sanitario. Il livello regionale, soprattutto dopo l'insorgere di processi di decentramento, è divenuto il livello governativo nevralgico nella gestione, programmazione, organizzazione del sistema sanitario regionale e , con il federalismo sanitario, responsabile non solo dal lato della spesa ma anche delle entrate. In fine il livello locale è il livello maggiormente coinvolto nella organizzazione e gestione di servizi socio-assistenziali. Le Regioni attraverso le ASL e le A.O. devono garantire i LEA, fissati a livello centrale, ma sono anche il soggetto centrale nei processi di accreditamento per i privati che operano in sanità. Il ruolo delle Regioni inizia ad essere un aspetto importante sin dai tempi della legge 833/1978 quando ad esse è attribuita qualche responsabilità nella gestione degli ospedali nonché il ruolo di soggetto impegnato nella distribuzione delle risorse nelle neonate USL. Ma già da quegli anni il SSN fu caratterizzato da bassa qualità delle cure, un eccesso di burocratizzazione e una insufficiente *accountability* per il pubblico e quindi una insoddisfazione nei pazienti. Questi problemi rappresentano il punto di partenza di una nuova ondata di riforme, a partire dalle quali, ma anche a causa di riforme costituzionali (2001), le Regioni assumono un ruolo sempre più importante e decisivo in sanità. Con le riforme degli anni 92 e 93 (d.lgs 502/92 e il d.lgs.517/1993), anni in cui il potere delle Regioni in sanità diventa considerevole, sull'esempio delle esperienze inglesi, viene introdotto il cosiddetto "quasi mercato", nonché un processo di maggiore devoluzione di potere alle Regioni in materia sanitaria nonché la responsabilità

finanziaria in tale settore. In questo contesto le Regioni sono i soggetti preposti a regolamentare il mercato interno all'interno del loro territorio, devono monitorare il comportamento delle USL e delle Aziende Ospedaliere e nominare i loro general manager. Sono inoltre responsabili per il finanziamento pubblico delle cure sanitarie attraverso la quota capitaria ricevuta dallo Stato, ma sono anche responsabili del loro deficit che devono coprire o attraverso l'aumento delle loro imposte o aumentando la compartecipazione, nonostante il sistema sia ancora caratterizzato da un forte centralizzazione. Queste riforme non danno però i risultati attesi generando la convinzione della necessità di un'ulteriore riforma. Negli anni tra il 1997 e nel 2000 vengono lanciati due pacchetti di riforme che hanno ad oggetto il federalismo fiscale. Alle Regioni viene attribuita autonomia delle fonti finanziarie, trasferendogli una parte dell'IRPEF e istituendo l'IRAP dopo aver abolito i contributi alla sanità. Con il d.lgs 56/2000 la porzione di IRPEF destinata alla Regioni aumenta, invece le accise sulle benzine e la compartecipazione all'IVA iniziano a far parte delle fonti di finanziamento. Ulteriore elemento del d.lgs 56/2000 è l'istituzione di un fondo di perequazione la cui funzione è garantire uniformità di servizi per le Regioni più deboli. Per prevenire che le Regioni fornissero differenti livelli di cure sanitarie il Piano Sanitario Nazionale 1998-2000 fissa le guide linea e il pacchetto minimo che tutte le Regioni devono offrire ai loro assistiti. Con la legge delega 419/1998 il Parlamento chiede al Governo di ulteriormente regolare e razionalizzare il SSN, viene alla luce il d.lgs. 229/1999. Queste riforme da un lato rinforzano il ruolo dello Stato ma dall'altro lo indeboliscono riducendo il diretto governo del SSN da parte dello Stato a favore di una maggiore autonomia delle Regioni. Il federalismo fiscale tenta di chiarire le responsabilità delle Regioni trasferendo ad esse l'intera responsabilità nella offerta dei pacchetti base (LEA) sotto il vincolo di bilancio.

Più recentemente la legge delega 42/2009 ulteriormente sancisce la volontà di andare verso un federalismo fiscale in cui si assicurerebbe autonomia di entrata e di spesa alle Regioni (ma non solo ) in attuazione dell'art 119 della Costituzione, anche attraverso il superamento del criterio della spesa storica. Introduce poi due principi, della determinazione del costo e del fabbisogno standard, quale costo e fabbisogno, che valorizzando l'efficienza e l'efficacia, costituiscono gli indicatori rispetto ai quali comparare e valutare l'azione pubblica, nonché la definizione degli obiettivi di servizio cui devono tendere le amministrazioni regionali nell'esercizio delle funzioni riconducibili ai livelli essenziali delle prestazioni sanitarie (ma non solo). Di recente è disponibile lo

schema di decreto legislativo recante disposizioni relative alla determinazione dei costi e fabbisogni standard per le regioni a statuto ordinario con parere favorevole della commissione parlamentare per l'attuazione del federalismo fiscale. Tale schema prevede al capo IV che i costi standard siano computati a livello dei tre macrolivelli di assistenza sanitaria (assistenza collettiva, ospedaliera e distrettuale) e il cui valore sia dato per ciascun livello erogato in condizione di efficienza ed appropriatezza. L'interpretazione di efficienza che se ne dà in questo lavoro è di efficienza tecnica nella seconda e nella terza delle tre macroaree che assorbono la maggior percentuale di finanziamento (assistenza distrettuale e ospedaliera).

## **2. Motivazione e breve letteratura**

La sanità è uno dei più importanti settori in cui le Regioni sono coinvolte, rappresentando la voce di bilancio con maggior incidenza sulla spesa totale e sul Pil. Secondo l'OECD la spesa sanitaria totale in percentuale al Pil espressa in US\$ PPP in Italia era nel 2000 pari all'8,1% mentre nel 2009 era pari al 9,5% (grafico 1 e tabella 1), la spesa pubblica sanitaria in percentuale alla spesa sanitaria totale è del 72,5% nel 2000 e del 77,3% nel 2009 (grafico 2 e tabella 1)

Questi dati mostrano che la spesa sanitaria sta avendo una dinamica che preoccupa molti Governi Europei, ma a una spesa sanitaria elevata, e a una stimata inefficienza di spesa, potrebbe non coincidere una stimata inefficienza tecnica, soprattutto quando gli *input* usati sono costosi. E pur vero però che uno stato di salute peggiore, che richiederebbe maggior uso di risorse, può essere causato da condizioni ambientali non favorevoli come da fattori socio economici e comportamentali altrettanto non favorevoli. Tra le determinanti degli *outcomes* di salute, nella letteratura di natura epidemiologica, non è di solito indicata solo la spesa sanitaria, anzi ad essa si accompagnano numerosi altri fattori di natura non finanziaria. Efficienza e miglior stato di salute sono alcuni degli obiettivi che un Sistema Sanitario deve perseguire. Precedenti ricerche si sono occupate della efficienza della spesa pubblica, in termini di confronti cross-country, ed in particolare dell'efficienza della spesa sanitaria (Joumard et al.,2008), altri hanno considerato quali variabili esterne al sistema sanitario stesso, influenzano l'inefficienza nella produzione degli *outcomes* di salute (Afonso e Aubyn, 2006), altri ancora più strettamente hanno indagato la relazione

tra spesa sanitaria e *outcomes* di salute, altri studi hanno si sono occupati dell'influenza dei fattori strutturali sull'efficienza (Janlov 2007).

Spinks, Hollingsworth (2009) usando dati OECD e WHO analizzano criticamente le sottostanti questioni teoriche nell'uso della *DEA* nel confronto cross-country di efficienza tecnica nella produzione di salute. E questo implica che le conclusioni ai fini di *social policy*, prima ancora che di *health policy*, possono essere basate su informazioni ingannevoli. Avendo scelto come *output* la sola aspettativa di vita alla nascita, la scelta coerente del modello è un *output-oriented*, ovvero massimizzare i guadagni di salute più che mantenerli costanti e minimizzare gli *input* usati (che si avrebbe con modelli *input-oriented*). Per analizzare dati panel usano l'indice di *Malmquist*. Per testare la validità interna del modello eseguono un confronto tra i *rank* ottenuti da due modelli stimati nel 1995 e nel 2005, in alta correlazione di *rank* suggerisce loro che l'*output* non presenta una grande variazione nei 5 anni. Per la validità esterna invece usano prima i dati OECD e poi i dati WHO per 191 paesi, che usano diversi fonti e metodi per collezionare la spesa sanitaria totale pro capite, e i dati sulla scolarizzazione, usano anche il DALE come variabile di *output*. Anche per questa validità usano l'indice di correlazione di Spearman. L'analisi descrittiva delle variabili mostra un piccolo incremento in media tra l'aspettativa di vita (OECD) e il DALE (WHO), c'è invece grande variazione nella spesa sanitaria. I risultati con i due dataset non convergono, con i dati OECD risulta un peggioramento di ET mentre con i dati WHO un miglioramento. Con i dati OECD la tecnologia con cui i paesi producono salute è in declino come con i dati WHO, differenza c'è in TFP (0.956 con OECD e 1.014 con WHO). La *DEA* ben promette nell'indicare ottimi indicatori di politiche sociali, ma occorre superare alcune questioni metodologiche e di assunzioni poste. Esse è trainata dai dati, assume pochi dubbi che un ristretto set di *inputs* sia responsabile della produzione di *outputs*, il che contrasta con l'incertezza sottostante gli *inputs* che producono salute. Ci possono essere problemi nell'usare in combinazione fattori socio-economici di upstream e midstream producendo risultati inaccurati quando gli effetti di upstream possono includere quelli di *mid* e *downstream*. Inoltre la *DEA* assume che gli *input* e gli *output* siano isotonici, ovvero che quando gli *input* aumentano, l'efficienza diminuisce e viceversa per gli *output*, e questo non è il caso per alcuni *output* come la mortalità e di alcuni *input* come il fumo. Ci sono associazioni più complesse tra alcol e mortalità. Alcune soluzioni sono state proposte per rendere le variabili non isotoniche, es. sottrarre il loro valore da grandi numeri, o trasportarli dall'altro lato del modello, non esiste

però un chiaro protocollo. I valori dell'indice di *Malmquist* differiscono se si inseriscono i dati per un periodo anno per anno o solo gli anni di fine periodo. Tutto questo suggerisce cautela nell'uso di questa tecnica. Joumard et al.,(2008) nel loro lavoro affrontano 3 questioni ovvero discutono dei pro e dei contro di vari indicatori di salute, suggeriscono che spesa sanitaria, stili di vita, educazione inquinamento e reddito sono importanti fattori dietro il miglioramento dello stato di salute e infine derivano l'efficienza relativa di alcuni paesi nel trasformare le risorse sanitarie in longevità usando differenti metodi quali la *DEA* e i panel data regression. Nella prima parte del lavoro concludono che la mortalità infantile e indicatori di longevità come l'aspettativa di vita, nonostante le loro debolezze nel non tener conto di morbidità e disabilità, nonché la circostanza che non tutte le morti sono legate alla qualità delle cure sanitarie (come nel caso di mortalità prematura) costituiscono i migliori indicatori dello stato di salute. Il loro lavoro si inserisce in un filone di ricerca sulla efficienza della spesa pubblica, con un approccio di settore. Scegliendo i settori che assorbono gran parte delle risorse lo studio è accompagnato da altri in settori quali l'educazione primaria e secondaria, affrontando il settore sanitario notano due cose: 1) il settore sanitario è caratterizzato da un mix di spesa pubblica e privata, rendendo difficile definire in modo separato l'impatto delle due componenti sullo stato di salute, 2) i micro dati non sono correnti, sia in sanità che nell'educazione, rendendo le analisi empiriche non sempre solide. Il lavoro è estremamente ampio lasciando grandi spazi di riflessione. Janlov (2007) risolve due modelli *DEA*, rispettivamente con *output* intermedi (*activity model*) e *outcomes* di salute (*outcomes model*), per stimare l'efficienza tecnica di 21 cantoni Svizzeri, misurata come efficienza di costo. In un secondo stadio gli score di efficienza sono usati come variabili dipendenti in un modello di regressione multipla con alcuni fattori strutturali che possono essere usati per spiegare le differenze in efficienza. In entrambi i modelli l'*input* considerato sono i costi medi per abitante nelle cure primarie e specializzate, mentre le differenze sono negli *output* del modello. Nell'*activity model* gli *output* sono il consumo medio dei punti DRG per abitante nelle cure specializzate e i contatti medi pesati per abitanti nelle cure primarie, leggermente maggiori sono gli *outcomes* nell'*outcomes model* ovvero, appartengono alle seguenti dimensioni, mortalità evitabile legata alle cure sanitarie, il tasso di sopravvivenza al cancro dopo 5 anni, cure per diabete, per infarto, cardiache e mortalità neonatale. Nel modello *activity* i punti DRG consumati sono pesati con età, diagnosi, malattie e uso delle risorse, per

risolvere il problema che i pazienti assegnati a un DRG rappresentano un gruppo con un uso omogeneo di risorse. Anche per la cura le primarie l'aggiustamento è legato a considerazioni d'uso delle risorse, un 40% delle risorse per le visite e 1/3 per i contatti telefonici. Un ulteriore aggiustamento è legato alla locazione rurale, da cui dipende un meccanismo di equalizzazione che tiene conto delle differenti strutture di costo dei cantoni legati a fattori strutturali. Tra questi la proporzione tra il numero di ammissioni acquistate e vendute, il rapporto tra la spesa in cure primarie e la spesa in cure specializzate, la proporzione di offerta privata, il tipo di schema di rimborso, gli effetti di scala, un indice medio di equalizzazione. In generale la potenza esplicativa del modello di regressione multipla risulta bassa, indicando una bassa influenza dei fattori strutturali sugli score di efficienza. Afonso e Aubyn,(2006) stimano un modello semi-parametrico nella produzione di salute in paesi OECD usando un approccio a due-stadi. Nel primo stadio stimano un modello *DEA output-oriented* per poi regredire gli score ottenuti su variabili non discrezionali quali in PIL procapite, il livello di educazione e il comportamento di salute (come obesità e abitudine al fumo), usando sia un modello Tobit sia una single e double bootstrap procedura. Gli *input* usati per stimare la frontiera di produzione sono le risorse impiegate (dottori, infermieri, posti letto e attrezzature diagnostica) dai paesi, mentre gli *output* usati aspettativa di vita e mortalità infantile, successivamente trasformato in ISR (tasso di sopravvivenza infantile), in modo da inserirlo direttamente nel modello *DEA output oriented*. Un terzo *output* usato è il *PYLN* (*Potential Years of Life Not Lost*), calcolato attraverso una trasformazione del *PYLL* (*Potential Years Lost Life*) che indica il numero di anni di vita persi dovuti a tutte le cause prima dei 70 anni. I problemi di dimensionalità della *DEA* sono risolti attraverso l'ACP e riconducendosi a 1 fattore di *output* e 3 di *input* partendo da 3 variabili di *output* e 5 di *input*. Attraverso la loro analisi gli autori presentano che le inefficienze del settore sanitario sono strettamente legate a variabili che, almeno nel breve e medio termine, sono sotto il controllo del governo. La tecnica bootstrap gli autori la usano sia per tener conto del fatto che gli score *DEA* sono distorti sia per il fatto che le variabili ambientali sono correlate sia alle variabili di *output* che di *input*. Retzlaff-Roberts et al., (2004), precisando che l'efficienza tecnica è ottenuta quando l'*output* è massimizzato dato il livello di *input* e/o quando l'*input* è minimizzato dato il livello di *output*, nel loro lavoro si pongono la domanda di quanto efficientemente differenti paesi OECD usano le loro risorse per migliorare gli *outcomes* di

salute. Gli autori perseguono la via di se è o meno più di beneficio per un Paese perseguire il miglioramento dello stato di salute o il contenimento delle risorse o dei costi, cercando di derivare implicazioni di *policy*. Il modello *DEA* utilizzato incorpora anche variabili ambientali che rimangono fissi per ogni paese, e che in totale conta 4 *input* sanitari, 3 variabili ambientali e 1 *output*, risolto sia con orientamento all'*input* che all'*output*. I risultati del modello *output-oriented* mostra come in media tra i paesi OECD il tasso di mortalità infantile può essere ridotto del 14,5 % mentre l'aspettativa di vita migliorata del 2,1%. I risultati con il modello *input-oriented* mostra invece che in media i paesi possono ridurre del 14% l'uso delle loro risorse senza aumentare la mortalità infantile e mantenendo fisse le variabili ambientali, mentre potrebbero ridurre in media del 21% le loro risorse senza alterare l'aspettativa di vita e le variabili ambientali. In conclusione gli autori sostengono che il loro lavoro ha almeno due implicazioni di *policy*: primo, quale percorso, via riduzione degli *input* o via miglioramento di *output*, offre maggiori guadagni potenziali di efficienza tecnica, secondo, quale *output* offre il maggior guadagno potenziale. Hollingsworth, Wildman (2003) nel loro lavoro restimano l'efficienza per i 191 paesi OECD usando i dati del WHO Report 2000 rispecificando il modello panel, in modo da tener conto di variazioni di efficienza nel tempo e impiegando anche una metodologia non-parametrica. La scelta di usare due metodologie è guidata dalla considerazione che gli autori fanno sulla strettezza analitica derivante dall'uso di una sola metodologia. Difatti mostrano che la metodologia *DEA* è più di un semplice modo di attribuire un *rank* di efficienza ai paesi, l'indice di *Malmquist* poi consente di tener conto di movimenti della frontiera. Evans DB, Tandon A, Murray CJL, Lauer JA, (2001) stimano un "fixed-effect" panel per 191 paesi OECD, modificato per tener conto dell'assunzione che lo stato di salute della popolazione non è nullo anche in assenza di sistema sanitario.

### **3. Dati e variabili**

C'è un'esteso consenso sui principali fattori (*input*) che influenzano lo stato di salute della popolazione. Tra questi: 1) le risorse sanitarie, che possono essere misurate in termini monetari ( ad esempio la spesa sanitaria, che a livello regionale italiano è indicata nei grafici 3-4-5) e/o in termini fisici (numero di medici, numero di infermieri, numero

attrezzature tecnico-diagnostiche ecc); 2) lo stile di vita ( consumo di alcol, consumo di sigarette ecc), e 3) fattori socio-economici-demografici ( stato di occupazione, reddito procapite, struttura della popolazione, educazione, inquinamento ecc), sono stati usati in lavori empirici. In questo studio le risorse sanitarie a cui si fa riferimento sono misurate in termini fisici, insieme a variabili che fanno da *proxy* a stili di vita e fattori socio-economici-demografici. I dati utilizzati provengono dal data-base dell'ISTAT che contiene i dati sul sistema sanitario suddiviso in dieci capitoli (contesto socio-demografico, mortalità per causa, stili di vita, prevenzione, malattie croniche e infettive, disabilità e dipendenze, codizoinio di salute e speranza di vita, assistenza sanitaria, attività ospedaliera per patologia, health resources). Le variabili selezionate sono indicate in tabella 1.

Tabella1- *Descrizione variabili*

Variabili	Descrizione
<i>Risorse sanitarie regionali</i>	
Risorse umane	
Personale SSN (assistenza ospedaliera)	Personale (medico,odontoiatrico e infermieristico) in servizio presso le ASL e le A.O.
MMG (assistenza territoriale)	Medici di medicina generale
PLS (assistenza territoriale)	Pediatri di libera scelta
MGM (assistenza territoriale)	Medici di titolari di guardia medica
Dotazione di posti letto e risorse tecniche	
Posti letto ordinari (assistenza ospedaliera)	Posti letto ospedalieri ordinari in istituti di cura pubblici e privati, per acuti, lungodegenza e riabilitazione
Posti letto in <i>day-hospital</i> (assistenza ospedaliera)	Posti letto ospedalieri in <i>day hospital</i>
Posti letto in geriatria (assistenza ospedaliera)	Tasso posti letto in geriatria per 10000 abitanti di 65 anni e più
Attrezzature (camere iperbariche,T.A.C.,apparecchi per emodialisi ecc) (assistenza territoriale e ospedaliera)	Risorse tecniche in strutture extraospedaliere e in istituti di cura pubblici e privati accreditati
Ambulatori e laboratori (assistenza territoriale)	Ambulatori e laboratori per ASL (pubblici e privati accreditati)
<i>Fattori di contesto</i>	
<i>Stile di vita</i> (consumo di tabacco e obesità)	
Numero di sigarette consumate	Numero medio giornaliero di sigarette consumate da fumatori di età x e genere g
Obesità	Persone di età x e genere g obese per 100 persone di età x e

Variabili	Descrizione
	genere g
Consumo di alcol	Persone di età x che consumano alcool più di una volta a settimana per 100 persone di età x
<i>Contesto socio-economico-demografico</i> (inquinamento, educazione demografia)	
Inquinamento urbano	Raccolta di rifiuti urbani (Kg per capita)
Scolarizzazione	Percentuale di popolazione di genere g con titolo di studio scuola media inferiore
Indice di invecchiamento	$(Pop_{65+}) / (Pop_{0-14}) * 100$
Tasso disoccupazione	Tasso di disoccupazione 15-64
Reddito pro-capite familiare	
Incidenza povertà	La % delle persone povere sulla popolazione totale
<i>Stato di salute</i>	
Tasso mortalità infantile	Decessi di età 0 anni e genere g per 10.000 nati vivi
Aspettativa di vita a 1 anno F	Numero medio di anni che rimangono da vivere ai sopravvissuti a 1 anno di vita al sesso femminile
Aspettativa di vita a 1 anno M	Numero medio di anni che rimangono da vivere ai sopravvissuti a 1 anno di vita al sesso maschile
Aspettativa di vita a 65 anni F	Numero medio di anni che rimangono da vivere ai sopravvissuti a 65 anni di vita al sesso femminile
Aspettativa di vita a 65 anni M	Numero medio di anni che rimangono da vivere ai sopravvissuti a 65 anni di vita al sesso maschile

#### 4. Metodologia di analisi

La metodologia usata prevede l'impiego di un modello *DEA slacked-based* con orientamento all'*input* e tecnologia VRS per derivare una misura di efficienza tecnica relativa. Il suddetto modello consente di derivare una misura non radiale di efficienza in cui il vettore degli *input* (*output*) nel modello *input-oriented* (*output oriented*) non è riscalato in modo da ottenere una riduzione (espansione) proporzionale del vettore stesso, bensì la riduzione è tale per cui la proporzione tra le componenti di *input* (*output*) del vettore non rimanga inalterata, diversamente da quanto accade nel caso di misura radiale di efficienza in cui c'è una riduzione proporzionale del vettore degli *input* mantenendo inalterata la proporzione tra le componenti stesse.

Nella prima fase si risolve un modello *DEA-VRS input-oriented* nella forma di involuppo da cui si ottiene il vettore ottimo  $\theta^*$  e nella seconda fase si risolve il seguente modello:

$$\max w = es^- + ws^+$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad s^- &= \theta^* x_0 - X\lambda \\ s^+ &= \lambda Y - y_0 \\ s^+, s^-, \lambda_n &\geq 0 \end{aligned}$$

da cui si ottiene il vettore ottimo  $(s^{+*}, s^{-*}, \lambda^*)$ . Nella seconda fase si massimizza la somma degli eccessi di *input* ( $s^-$ ) e delle carenze di *output* ( $s^+$ ) mantenendo  $\theta = \theta^*$ . Quando la soluzione è  $s^{+*} = 0, s^{-*} = 0$  si ha la soluzione di *zero-slack*, ovvero l'unità sotto valutazione è pienamente efficiente.

Nel secondo stadio gli score di efficienza ( $\theta^*$ ) sono regrediti su un vettore  $z$  di variabili ambientali, socio-demografiche- economiche e di comportamento. Il modello stimato è :

$$\theta^* = zB + \varepsilon$$

dove  $z$  è il vettore degli *environmental factors*,  $\theta^*$  è il vettore degli score di efficienza Regionale ottenuto nelle prima fase, e  $\varepsilon$  è il vettore degli errori. Essendo la variabile dipendente ( $\theta^*$ ) definita sull'intervallo  $[0,1]$  il modello econometrico più adatto è un "censored" che può essere stimato come un Tobit in cui si specificano di volta in volta le assunzioni sulla distribuzione degli errori. In piccoli campioni le stime risultano distorte per due ragioni, in primo luogo gli errori  $\varepsilon$  risultano serialmente correlati, secondo le variabili non discrezionali (vettore  $z$ ) è correlato con gli errori, e questo perchè le variabili non discrezionali (esterne al sistema sanitario regionale) sono correlate con gli *output* e con gli *input*. Questi problemi sono stati affrontati da Simar e Wilson, (2007) proponendo una procedura bootstrap in una strategia a due stadi. In questo studio si sono stimati preliminarmente diversi modelli Tobit, con diverse assunzioni sulla distribuzione degli errori ("normal", "exponential", "log-logistic"). Questo ha consentito di tener presente la distribuzione degli score, generalmente non normale. Ma lo studio è preparatorio ad ulteriori analisi seguendo S.W. (2007).

## 5. Risultati preliminari

L'analisi *DEA* del primo stadio ha fornito i risultati riportati in Tabella 2, mentre le analisi di secondo stadio rispettivamente nelle Tabelle 3 e 4. Può osservarsi (Tabella 2) che le Regioni, a cui si attribuisce una bassa capacità di controllo della spesa, a causa di elevati deficit sanitari (Campania, Sardegna ecc), sembrano invece tecnicamente efficienti, mostrando livelli efficienti di risorse, mentre per alcune Regioni sembra che la situazione sia inversa (es. Emilia Romagna). L'analisi degli *slack* mostra che selezionando tra le Regioni più inefficienti tecnicamente, alcune possono ridurre le loro inefficienze riducendo ulteriormente il "tasso di personale negli istituti di cura pubblici e privati accreditati" (es. Emilia Romagna) mentre altre (es. Lazio) possono ottenere guadagni potenziali di efficienza agendo in senso ulteriormente riduttivo sul tasso di "posti letto ospedalieri ordinari". Si può però affermare che tali risultati sono strettamente influenzati dall'unità di misura delle variabili. In stime successive condotte in questo studio, che abbiano utilizzato valori assoluti delle variabili e non tassi, si evidenzia difatti una situazione completamente diversa. Alcune Regioni, completamente efficienti dal punto di vista tecnico, nei modelli con variabili misurate in tassi, risultano di gran lunga inefficienti nel modello con valori assoluti (ad es Campania, Sicilia, Puglia).

I risultati del secondo stadio invece differiscono a seconda del modello preso in considerazione. Nel caso dei modelli in cui la componente di errore sia specificata come una esponenziale, in tutte le versioni, dalla più completa a quella meno completa, le stime risultano sempre non statisticamente significative. Nelle diverse specificazioni del modello con componente di errore loglogistic invece la situazione si ribalta e le stime appaiono statisticamente significative. Essendo in questa prima fase interessati solo ed esclusivamente ad ottenere delle indicazioni di influenza degli *environmental factor* sulla efficienza, e giammai affrontare problemi di tipo econometrico, seppur soprattutto tale circostanza attribuisce al lavoro la qualifica di preliminare, le indicazioni cercate derivano da tali ultimi modelli. In particolare il modello preso in considerazione è il "Model 5 LogLogistic" dal quale è evidente come, seppur molto esigua, l'influenza delle variabili scelte, sulla efficienza, è negativa tranne che per la variabile "numero medio componenti famiglia".

## **6. Conclusioni preliminari**

Dai risultati può preliminarmente concludersi che le Regioni a bassa capacità di controllo di spesa siano invece tecnicamente efficienti (es. Campania), potendo confermare che le possibili discrasie sin dall'inizio sollevate, ovvero che l'inefficienza di spesa potrebbe essere causata dagli alti costi di *input* incontrati da queste regioni, più che da una vera e propria inefficienza tecnica, sono di fatto una realtà (secondo le evidenze empiriche di questo studio). La coincidenza tra inefficienza di spesa (intesa come bassa capacità di controllo della spesa) e inefficienza tecnica sembra invece confermata per la Regione Lazio, di cui è noto il disavanzo. Non tutte le Regioni poi possono ottenere guadagni potenziali di efficienza riducendo le stesse risorse, e questo è utile in fase di disegno di politiche sanitarie regionali. La selezione del SSR di riferimento pienamente efficiente per ogni altro SSR inefficiente, come è il caso del SSR della Valle d'Aosta per la Campania e per altri SSR inefficienti, può essere legato a una questione di dimensione del SSR stesso. Più in dettaglio le popolazioni regionali hanno più o meno la stessa aspettativa di vita (*output* del modello *DEA*) in quasi tutte le Regioni ma le stesse sono dotate di SSR di dimensioni totalmente diverse, in termini di livelli di risorse umane e fisiche impiegate. E' innegabile che il SSR Campano sia più grande di quello della Valle d'Aosta nonostante sia i campani che i valdostani abbiano simili aspettative di vita. E di questo la metodologia *DEA* ne risente in modo evidente a causa della sua natura deterministica.

Per il secondo stadio in prima istanza si può osservare che l'efficienza regionale nella produzione degli *outcomes* di salute è influenzata da fattori di contesto in modo incerto (tenuto conto delle evidenze non univoche tra i diversi modelli stimati), seppur con diversa intensità (valori dei parametri stimati) e in diverse direzioni (segno dei parametri stimati). Tale circostanza porterebbe a concludere che la capacità/abilità di un sistema sanitario regionale nell'essere efficiente è determinata in modo incerto da fattori esterni al sistema stesso (che in contesto *DEA* sono anche definiti *input* non-discrezionali), ma questo invece è chiaramente legato alle discrasie dell'analisi di secondo stadio. In presenza di evidenze empiriche non chiare non può concludersi pertanto che condizioni di contesto svavorevoli (ipotesi del lavoro) richiedano un maggior uso di risorse (o viceversa) per mantenere lo stesso livello di salute della popolazione, rimanendo ai fini di indicazioni di *policy* la necessità di non poter concludere che Regioni con fattori di contesto più svavorevoli siano meno efficienti di quanto sembrerebbero rispetto ad altre Regioni. E' pur vero che le evidenze trovate sono strettamente condizionate sia dalle variabili di contesto scelte per l'analisi sia dalla specificazione del modello econometrico da stimare, sia, come

in tutti i problemi di stima econometrico, dalle assunzioni e ultima analisi dalle problematiche indicate da S.W. (2007). È altrettanto vero che non è affatto unanime il consenso su quale misura degli *outcomes* di salute sia più adeguata, e in questo lavoro seguendo Joumard et al., (2008) si sono usate quali misure degli *outcomes* di salute il tasso di mortalità infantile e l'aspettativa di vita. In assenza di riconosciute misure di *outcomes* di salute Spinks, Hollingsworth (2009) indicano un framework concettuale di determinanti socio-economiche di salute, che è basato su evidenze scientifiche, è che può costituire un valido strumento nella scelta delle variabili ai fini di questa analisi. Tale aspetto conferisce punto di partenza per ulteriori sviluppi di questo studio a livello regionale italiano. Occorre precisare che il seguente studio è compiuto per ricercare se o meno i fattori socio-economici-demografici che stanno dietro lo stato di salute della popolazione sono di per sé fattori che agevolano o meno la capacità dei sistemi sanitari stessi di essere efficienti nell'uso delle proprie risorse. Non dunque un'analisi se o meno le differenze strutturali delle Regioni, e non dei sistemi sanitari regionali in sé, generano maggior o minor efficienza dei sistemi regionali. Difatti le differenze di natura strutturale per le Regioni sono logicamente determinate dalle scelte di *policy* Regionale, in cui confluiscono non solo le politiche sanitarie ma tutte le politiche Regionali ( su istruzione, trasporti, economiche ecc) le influenzano e/o sono influenzate.

## Tabelle e grafici

Tabella 2 -*Spesa sanitaria*

Anno	Spesa sanitaria totale in % al PIL (US\$ PPP)	Spesa sanitaria pubblica in % alla spesa sanitaria totale (US\$ PPP)
2000	8,1	72,5
2001	8,2	74,6
2002	8,3	74,5
2003	8,3	74,5
2004	8,4	76
2005	8,7	76,2
2006	8,9	76,6
2007	9	76,4
2008	9,1	77,2
2009	9,5	77,3

Tabella 3 -*Efficienza tecnica delle Regioni nella produzione aggregata di outcomes di salute nel 2006*

Regione	Efficienza tecnica dei SSR
Piemonte	0,9890
Valle d'aosta	0,9990
Lombardia	0,9990
Trentino A.A.	0,9480
Veneto	0,9450
Friuli	0,9990
Liguria	1,0000
Emilia romagna	0,8420
Toscana	0,9800
Umbria	1,0000
Marche	1,0000
Lazio	0,7920
Abruzzo	0,9240
Molise	1,0000
Campania	1,0000
Puglia	0,9900
Basilicata	0,9900
Calabria	1,0000
Sicilia	0,9900
Sardegna	0,9730

Tabella 4 -Ulteriori riduzioni nelle risorse sanitarie dopo l'eliminazione delle inefficienze tecniche dei SSR nel 2006

SLACK DI INPUT						
Regione	variabile					
	Tasso personale SSN	Tasso p.l. ospedalieri ordinari	Tasso p.l ospedalieri day-hospital	Tasso p.l ospedalieri geriatria	Risorse tecniche	Risorse tecniche extraospedaliere
Piemonte	0,000	2,096	0,000	0,000	5913,641	112,018
Valle d'aosta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lombardia	1,608	1,791	0,000	0,000	0,011	0,000
Trentino A.A.	23,857	6,126	0,000	0,000	1464,973	0,000
Veneto	0,000	0,874	0,000	1,157	8005,230	0,000
Friuli	3,367	1,474	2,902	0,000	1,748	3,368
Liguria	0,000	0,000	0,000	0,000	0,092	0,000
Emilia romagna	0,148	0,000	0,000	0,000	7008,360	0,000
Toscana	0,000	2,550	0,000	0,000	5371,410	181,517
Umbria	0,000	0,000	0,000	0,000	9,512	0,000
Marche	6,550	0,000	0,000	0,000	0,000	4,107
Lazio	0,000	3,059	0,820	0,000	5199,811	0,000
Abruzzo	2,508	2,080	0,000	0,000	0,000	41,445
Molise	6,126	8,772	1,319	0,000	1,961	1,770
Campania	0,000	0,000	2,140	0,000	0,000	9,070
Puglia	0,000	2,390	0,000	0,000	11,509,604	1,179
Basilicata	0,000	0,000	0,000	0,000	3,8154,43	0,000
Calabria	0,000	0,000	0,000	0,000	1,604	0,000
Sicilia	0,000	7,085	5,860	0,000	3,815	4,040
Sardegna	0,000	5,767	0,000	0,000	364,648	0,000

Tabella 5 -Influenza delle variabili di contesto sulla efficienza (Modelli Tobit Exponential)

Model 1 Exp (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media)

	value	Std.error	z	p
intercetta	5,85E-001	9,762	0,060	0,952
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	-2,51E-005	0,069	0,000	1,000

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
popolazione con almeno licenza media(var2)	-8,53E-003	0,085	-0,100	0,920

*Model 2 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,484	9,945	0,049	0,961
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	0,002	0,088	0,032	0,974
popolazione con almeno licenza media(var2)	-0,007	0,086	-0,087	0,930
numero medio giornaliero di sigarette (var3)	-0,015	0,289	-0,052	0,959

*Model 3 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,908	10,906	0,083	0,934
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	0,004	0,090	0,048	0,962
popolazione con almeno licenza media(var2)	-0,013	0,103	-0,124	0,901
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	-0,014	0,289	-0,047	0,962
persone obese 18+ F eM(var4)	-0,018	0,190	-0,093	0,926

*Model 4 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	9,55E-001	11,985	0,079	0,936
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	4,083E-03	0,092	0,043	0,965
popolazione con almeno licenza media(var2)	-1,30E-002	0,104	-0,124	0,901
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	-1,38E-002	0,289	-0,047	0,962
persone obese 18+ F eM var(4)	-1,84E-002	0,204	-0,090	0,928
indice di invecchiamento var(5)	-6,72E-005	0,007	-0,009	0,933

*Model 5 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento,numero medio componenti famiglia)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,871	13,814	0,063	0,950
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	3,46E-003	0,105	0,032	0,974
popolazione con almeno licenza media(var2)	-1,24E-002	0,114	-0,108	0,914
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	-1,32E-002	0,293	-0,045	0,964
persone obese 18+ F eM var(4)	-1,93E-002	0,215	-0,089	0,929
indice di invecchiamento var(5)	1,72E-005	0,010	0,001	0,990
numero medio componenti famiglia(var6)	3,08E-002	2,529	0,012	0,990

*Model 6 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento,numero medio componenti famiglia,stranieri residenti)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	3,30E-003	4,96E-002	0,066	0,947
popolazione con almeno licenza media(var2)	-4,54E-003	6,22E-002	-0,073	0,942
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	2,63E-004	6,59E-003	0,039	0,968
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	3,64E-008	1,96E-006	-0,018	0,985

*Model 7 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento,numero medio componenti famiglia,stranieri residenti,rifiuti urbani kg pro capite)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	3,97E-003	5,01E-002	0,079	0,937
popolazione con almeno licenza media(var2)	-3,17E-003	6,35E-002	-0,050	0,960
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	7,25E-004	7,81E-003	0,092	0,926
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	-4,25E-004	1,99E-003	-0,002	0,998
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	-4,20E-004	3,80E-003	-0,110	0,912

*Model 8 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM, indice di invecchiamento, numero medio componenti famiglia, stranieri residenti, rifiuti urbani kg pro capite, tasso consumo farmaci)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	4,45E-003	5,38E-002	0,083	0,934
popolazione con almeno licenza media(var2)	-3,00E-003	6,39E-002	-0,047	0,963
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	9,45E-004	1,18E-002	0,080	0,936
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	2,82E-008	2,38E-006	0,118	0,991
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	-3,92E-004	3,96E-003	-0,099	0,921
tasso consumo farmaci(var9)	-2,74E-003	1,10E-001	-0,024	0,980

*Model 9 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM, indice di invecchiamento, numero medio componenti famiglia, stranieri residenti, rifiuti urbani kg pro capite, tasso consumo farmaci, spesa sanitaria famiglie procapite)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	5,19E-003	9,31E-002	0,055	0,956
popolazione con almeno licenza media(var2)	-4,01E-003	1,22E-001	-0,032	0,974
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	9,36E-004	1,18E-002	0,079	0,937
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	2,92E-008	2,38E-006	0,012	0,990
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	-3,95E+000	3,98E-003	-0,099	0,921
tasso consumo farmaci(var9)	-3,00E-003	1,14E-001	-0,026	0,979
spesa sanitaria famiglie procapite(var10)	5,98E-005	6,17E-003	0,009	0,992

*Model 10 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM, indice di invecchiamento, numero medio componenti famiglia, stranieri residenti, rifiuti urbani kg pro capite, tasso consumo farmaci, spesa sanitaria famiglie procapite, spesa sanitaria pubblica corrente)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	6,09E-003	1,03E-001	0,059	0,953
popolazione con almeno licenza media(var2)	-4,47E-003	1,24E-001	-0,036	0,971
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	9,30E-004	1,18E-002	0,078	0,937
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	1,36E-007	5,74E-006	0,024	0,981
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	-3,46E-004	4,66E-003	-0,074	0,941
tasso consumo farmaci(var9)	-4,80E-003	1,44E-001	-0,033	0,973
spesa sanitaria famiglie procapite(var10)	7,74E-005	6,23E-003	0,012	0,990
spesa sanitaria pubblica corrente(var11)	-3,63E-006	1,77E-004	-0,020	0,984

*Model 11 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F

eM, indice di invecchiamento, numero medio componenti famiglia, stranieri residenti, rifiuti urbani kg pro capite, tasso consumo farmaci, spesa sanitaria famiglie procapite, spesa sanitaria pubblica corrente, spesa delle famiglie)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	5,31E-003	1,05E-001	0,095	0,960
popolazione con almeno licenza media(var2)	-2,68E-003	1,31E-001	-0,020	0,984
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	9,54E-004	1,18E-002	0,080	0,936
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	-2,05E-007	1,02E-005	-0,020	0,984
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	-2,59E-004	5,12E-003	-0,050	0,960
tasso consumo farmaci(var9)	-6,17E-003	1,47E-001	-0,418	0,967
spesa sanitaria famiglie procapite(var10)	-6,59E-005	7,16E-003	-0,009	0,993
spesa sanitaria pubblica corrente(var11)	-2,30E-005	5,07E-004	-0,045	0,964
spesa delle famiglie(var12)	9,61E-005	2,36E-003	0,040	0,968

Tabella 6- *Influenza delle variabili di contesto sulla efficienza (Modelli Tobit LogLogistic)*

*Model 1* LogLogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	4,61E-001	0,488	0,944	3,45E-001
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	0,00E+000	0,003	-0,274	7,84E-001
popolazione con almeno licenza media(var2)	-5,00E-003	0,004		1,70E-001

*Model 2* LogLogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	4,61E-001	0,488	0,943	3,45E-001
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa	-8,60E-004	0,004	-0,214	8,30E-001

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
sanitaria totale (var1)				
popolazione con almeno licenza media(var2)	-5,74E-003	0,004	-1,369	1,71E-001
numero medio giornaliero di sigarette (var3)	-7,59E-005	0,001	-0,005	9,95E-001

*Model 3* LogLogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	8,42E-001	0,548	1,534	1,25E-001
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	0,00E+000	0,004	0,075	9,40E-001
popolazione con almeno licenza media(var2)	-1,04E-002	0,005	-2,010	4,43E-002
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	-1,13E-003	0,012	-0,093	9,26E-001
persone obese 18+ F eM(var4)	-1,23E-002	0,008	-1,575	1,15E-001

*Model 4* LogLogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM, indice di invecchiamento)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	8,91E-001	0,625	1,427	1,54E-001
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	1,93E-004	0,004	0,046	9,63E-001
popolazione con almeno licenza media(var2)	-1,07E-002	0,006	-1,954	5,97E-002
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	-1,48E-003	0,012	-0,120	9,05E-001
persone obese 18+ F eM var(4)	-1,30E-002	0,009	-1,461	
indice di invecchiamento var(5)	5,65E-005	0,000	-0,170	8,65E-001

*Model 5* LogLogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM, indice di invecchiamento, numero medio componenti famiglia)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	8,62E-001	0,659	1,307	1,91E-001
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria	-5,89E-005	0,004	-0,013	9,90E-001

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
totale (var1)				
popolazione con almeno licenza media(var2)	-1,06E-002	0,006	-1,859	6,29E-002
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	-1,31E-003	0,012	-0,107	9,15E-001
persone obese 18+ F eM var(4)	-1,35E-002	0,010	-1,411	1,58E-001
indice di invecchiamento var(5)	-2,67E-005	0,000	-0,068	9,46E-001
numero medio componenti famiglia(var6)	1,31E-002	0,091	0,143	8,86E-001

*Model 6* LogLogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM, indice di invecchiamento, numero medio componenti famiglia, stranieri residenti)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	-3,16E+009	8,11E-003	-3,90E+011	0,000
popolazione con almeno licenza media(var2)	4,10E+009	1,01E-002	4,05E+011	0,000
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	-1,33E+008	1,07E-003	-1,24+11	0,000
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	-2,15E+005	3,27E-007	-6,59E-011	0,000

*Model 7* Loglogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale, popolazione con almeno licenza media, numero medio giornaliero di sigarette, persone obese 18+ F eM, indice di invecchiamento, numero medio componenti famiglia, stranieri residenti, rifiuti urbani kg pro capite)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	-3,25E+009	8,15E-003	-3,99E+011	0,000
popolazione con almeno licenza media(var2)	3,89E+009	1,04E-002	3,75E+011	0,000
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	-2,01E+008	1,27E-003	-1,58E+011	0,000
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	-2,21E+005	3,31E-007	-6,66E+011	0,000
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	6,18E+007	6,18E-004	1,00E+011	0,000

*Model 8 Exp* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento,numero medio componenti famiglia,stranieri residenti,rifiuti urbani kg pro capite,tasso consumo farmaci)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	-1,80E+009	8,79E-003	-2,04E+011	0,000
popolazione con almeno licenza media(var2)	4,39E+009	1,04E-002	4,14E+011	0,000
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	4,42E+008	1,93E-003	2,29E+011	0,000
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	-1,24E+005	3,97E-007	-3,14E+011	0,000
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	1,43E+008	6,45E-004	2,22E+011	0
tasso consumo farmaci(var9)	-7,97E+009	1,80E-002	-4,41E+011	0,000

*Model 9 LogLogistic* (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento,numero medio componenti famiglia,stranieri residenti,rifiuti urbani kg pro capite,tasso consumo farmaci,spesa sanitaria famiglie procapite)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	-4,98E+009	1,51E-002	-3,30E+011	0,000
popolazione con almeno licenza media(var2)	8,63E+009	1,96E-002	4,40E+011	0,000
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	4,80E+008	1,94E-003	2,48E+011	0,000
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	-1,29E+005	3,97E-007	-3,24E+011	0,000
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	1,53E+008	6,46E-004	2,37E-004	0,000
tasso consumo farmaci(var9)	-6,74E+009	1,87E-002	-3,61E+011	0,000
spesa sanitaria famiglie procapite(var10)	-2,60E+008	1,00E-003	-2,60E+011	0,000

*Model 10* Loglogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento,numero medio componenti famiglia,stranieri residenti,rifiuti urbani kg pro capite,tasso consumo farmaci,spesa sanitaria famiglie procapite,spesa sanitaria pubblica corrente)

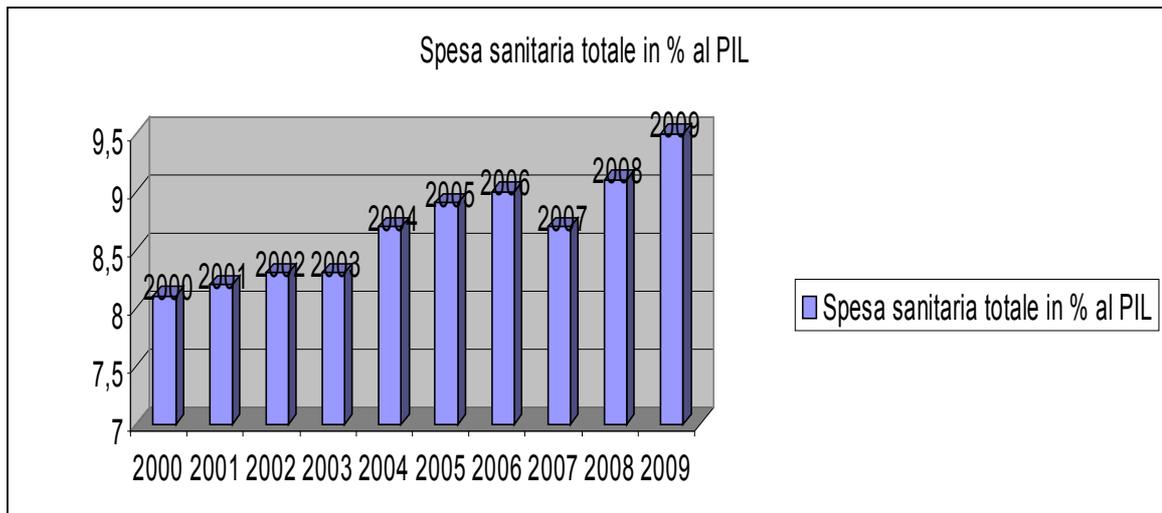
	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	-2,53E+009	1,67E-002	-1,52E+011	0,000
popolazione con almeno licenza media(var2)	7,38E+009	2,00E-002	3,70E+011	0,000
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	4,59E+008	1,94E-003	2,37E+011	0,000
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	1,66E+005	9,45E-007	1,76E+011	0,000
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	2,94E+008	7,65E-004	3,85E+011	0,000
tasso consumo farmaci(var9)	-1,27E+010	2,36E-002	-4,96E+011	0,000
spesa sanitaria famiglie procapite(var10)	-2,11E+008	1,01E-003	2,09E+011	0,000
spesa sanitaria pubblica corrente(var11)	-1,00E+007	2,91E-005	-3,44E+011	0,000

*Model 11* LogLogistic (con spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale,popolazione con almeno licenza media,numero medio giornaliero di sigarette,persone obese 18+ F eM,indice di invecchiamento,numero medio componenti famiglia,stranieri residenti,rifiuti urbani kg pro capite,tasso consumo farmaci,spesa sanitaria famiglie procapite,spesa sanitaria pubblica corrente,spesa delle famiglie)

	<i>value</i>	<i>Std.error</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
intercetta	0,00E+000	0,000	nan	nan
spesa pubblica sanitaria corrente su spesa sanitaria totale (var1)	-2,61E+009	1,70E-002	-1,53E+011	0,000
popolazione con almeno licenza media(var2)	7,56E+009	2,13E-002	3,55E+011	0,000
numero medio giornaliero di sigarette(var3)	0,00E+000	0,000	nan	nan
persone obese 18+ F eM var(4)	0,00E+000	0,000	nan	nan
indice di invecchiamento var(5)	4,61E+008	1,94E-003	2,38E+011	0,000
numero medio componenti famiglia(var6)	0,00E+000	0,000	nan	nan
stranieri residenti(var7)	1,34E+005	1,66E-006	8,09E+010	0,000

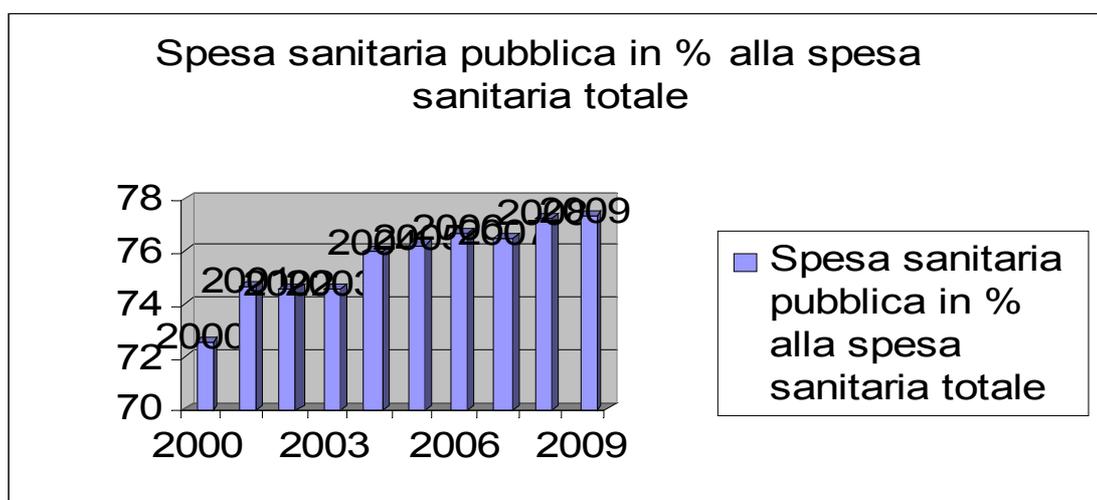
	value	Std.error	z	p
rifiuti urbani kg pro capite (var8)	3,02E+008	8,39E-004	3,60E+011	0,000
tasso consumo farmaci(var9)	-1,18E+010	2,42E-002	-4,88E+011	0,000
spesa sanitaria famiglie procapite(var10)	2,25E+008	1,17E-003	-1,93E+011	0,000
spesa sanitaria pubblica corrente(var11)	-1,18E+007	8,29E+005	-1,43E+011	0
spesa delle famiglie(var12)	8,98E+006	3,86E-004	2,33E+010	0,000

Grafico 1 -Spesa sanitaria totale in% al PIL ((US\$ PPP))



Fonte: OECD Data 2010

Grafico 2- Spesa sanitaria pubblica in % alla spesa sanitaria totale ((US\$ PPP))



Fonte: OECD Data 2010

Grafico 3 -Percentuale spesa pubblica sanitaria corrente su spesa totale nelle Regioni Italiane

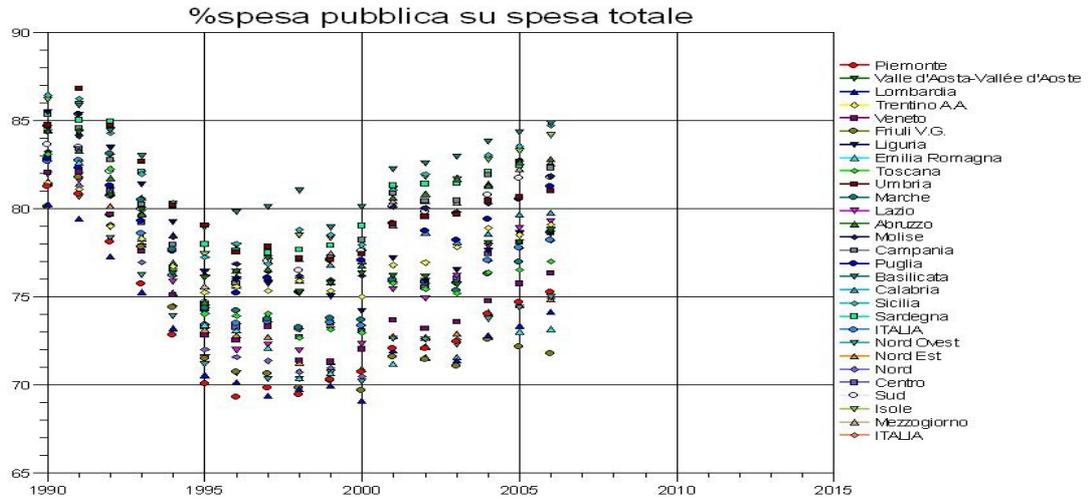


Grafico 4- Spesa sanitaria pubblica corrente nelle Regioni Italiane(in miliardi di lire fino al 1997 e in milioni di euro dal 1998)

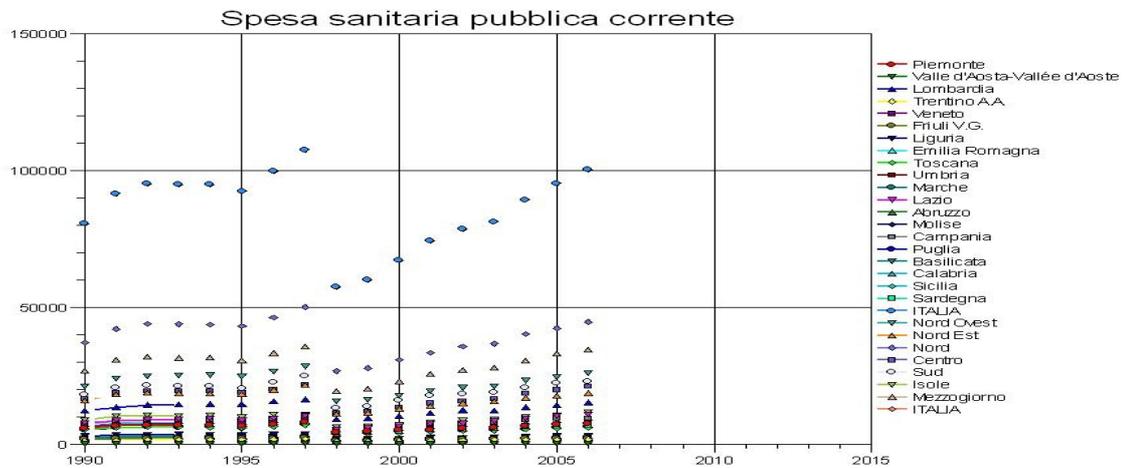
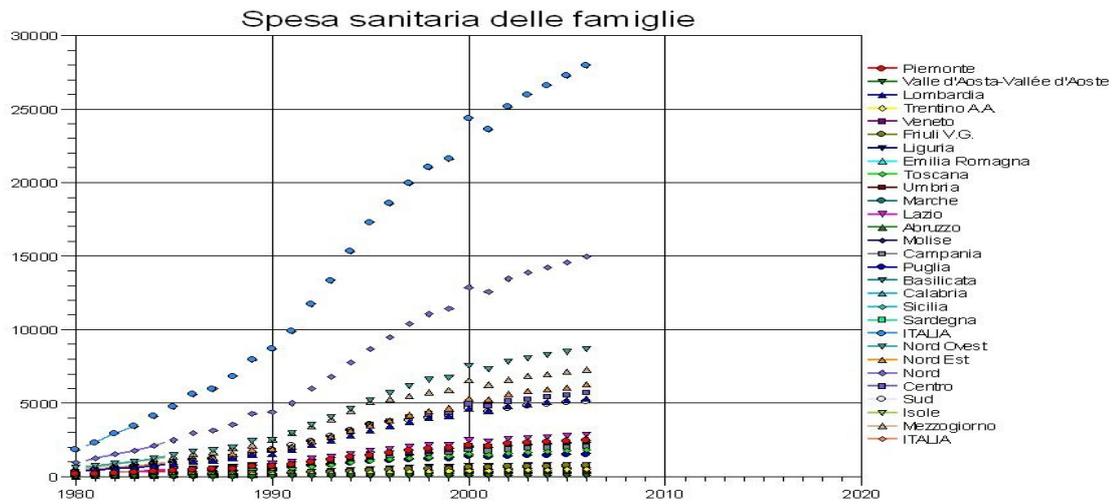
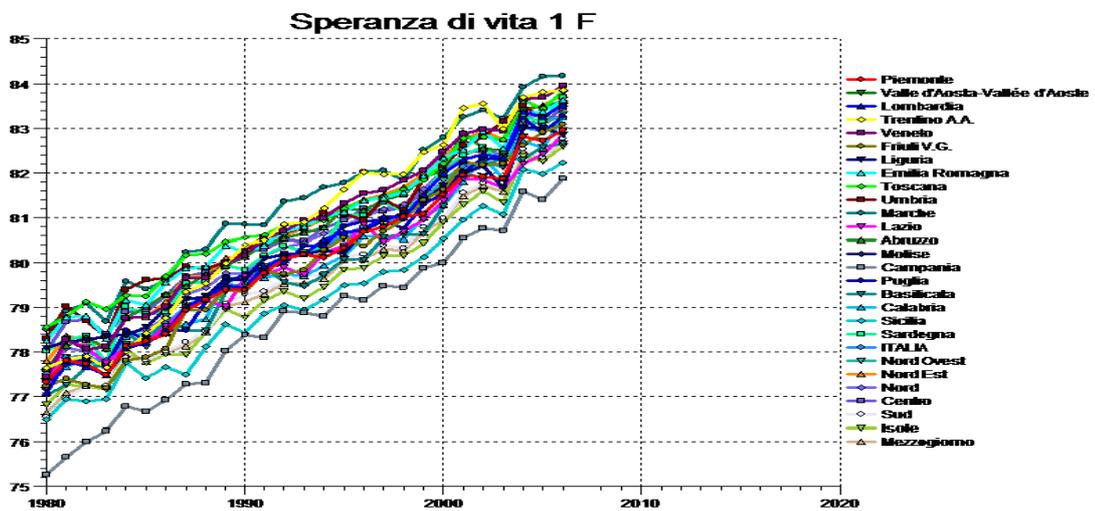


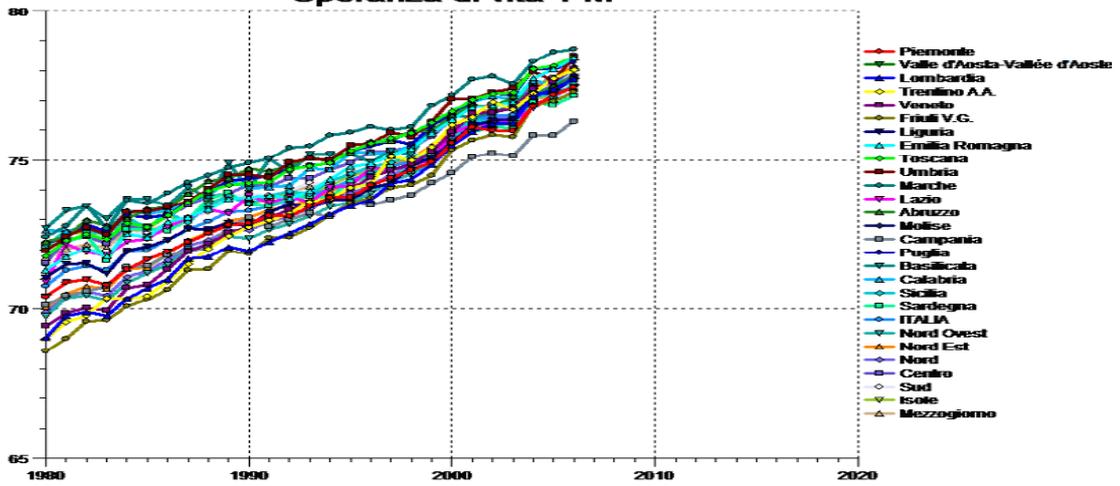
Grafico 5- Spesa sanitaria delle famiglie nelle Regioni Italiane(in milioni di euro correnti)



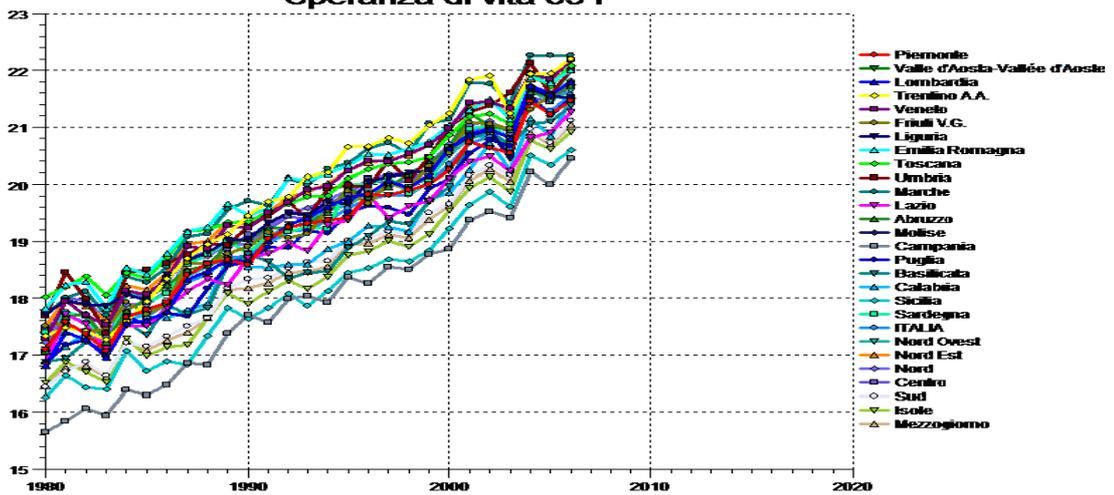
Grafici 6,6.1,6.2,6.3- Speranza di vita ( 1 e 65 anni per maschi e femmine) nelle Regioni Italiane:dinamica temporale



Speranza di vita 1 M



Speranza di vita 65 F



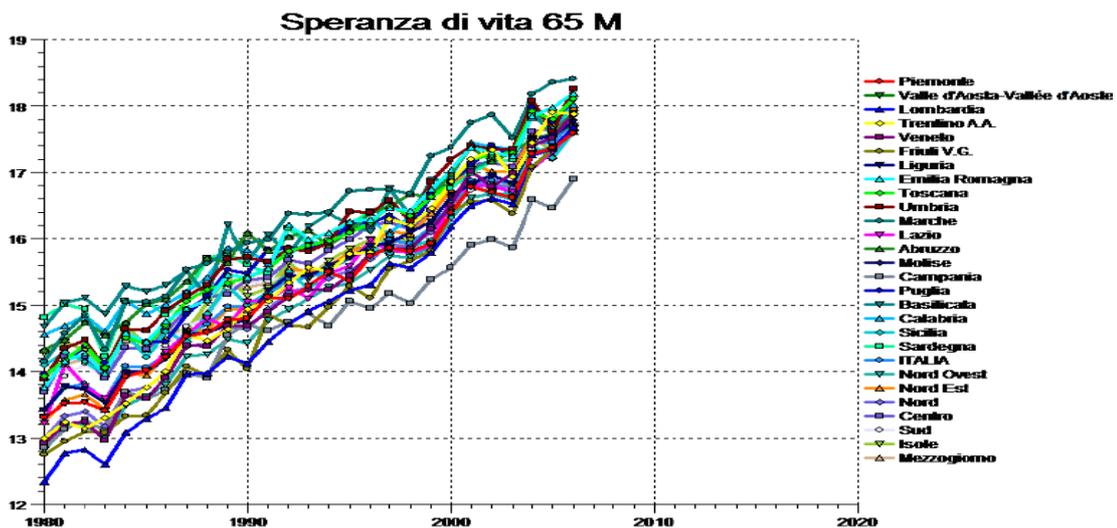
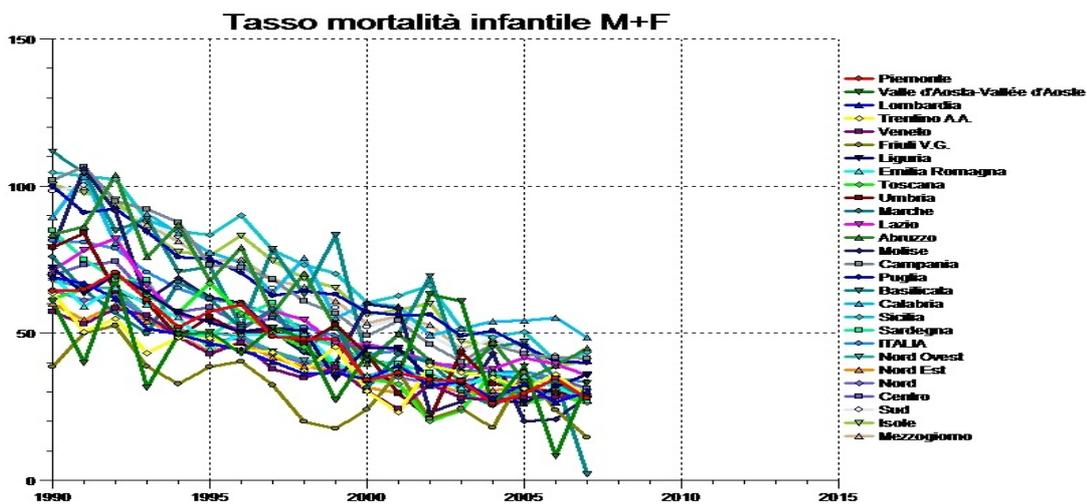
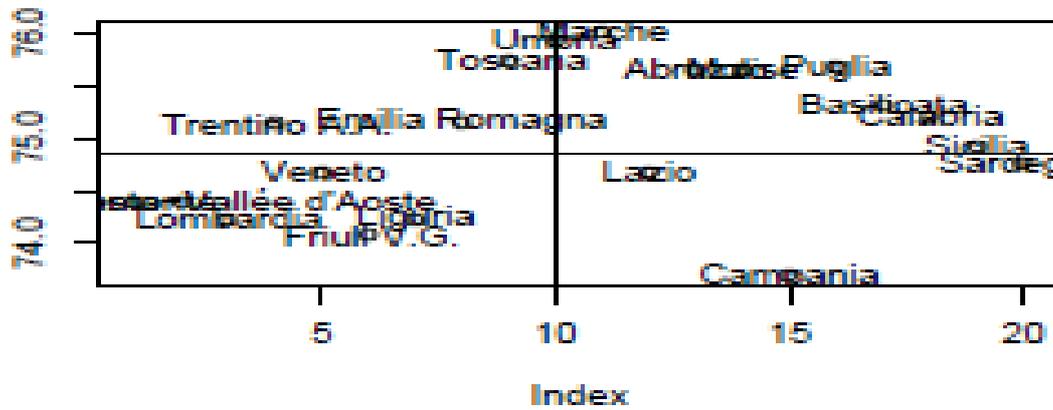


Grafico 7- *Tasso di mortalità infantile nelle Regioni Italiane: dinamica temporale*

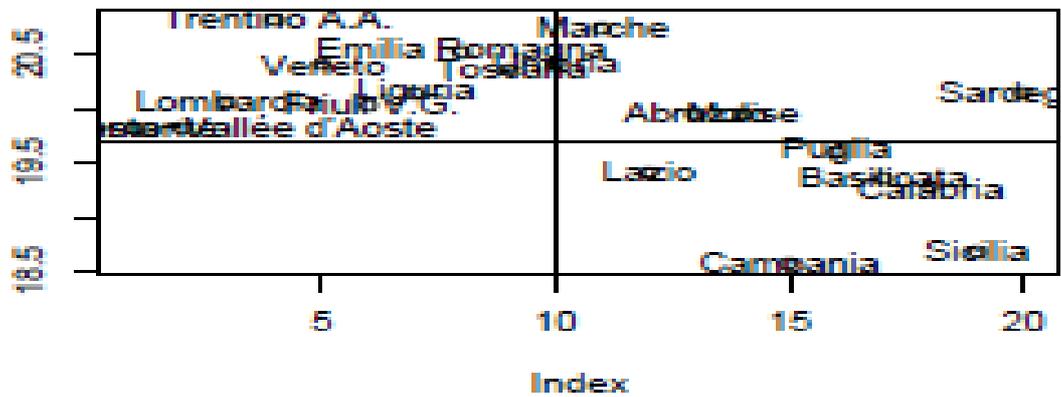




### Speranza di vita a 1 anno per i maschi



### Speranza di vita a 65 anni per le femmine



Le risorse fisiche sanitarie nelle Regioni italiane

Grafico 9-MMG

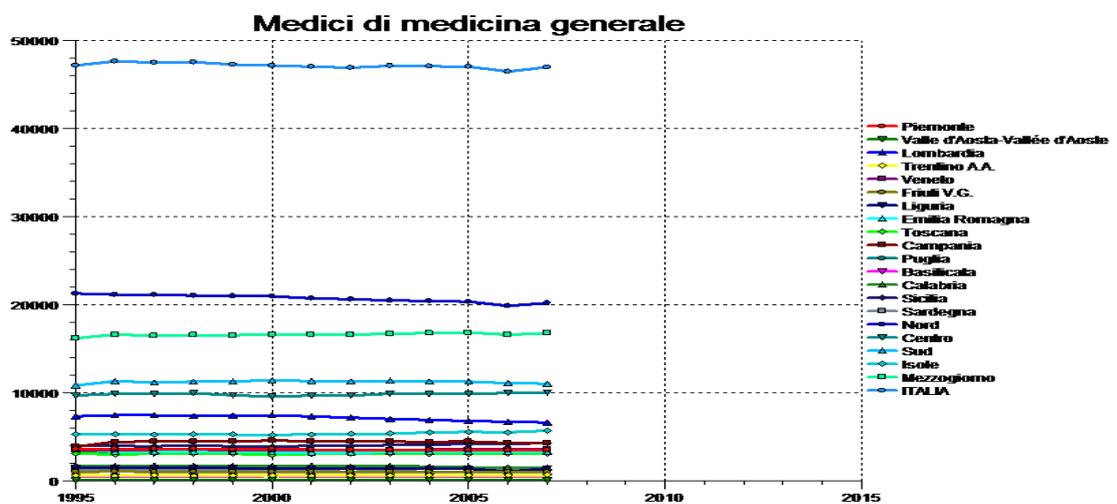


Grafico 10-PLS

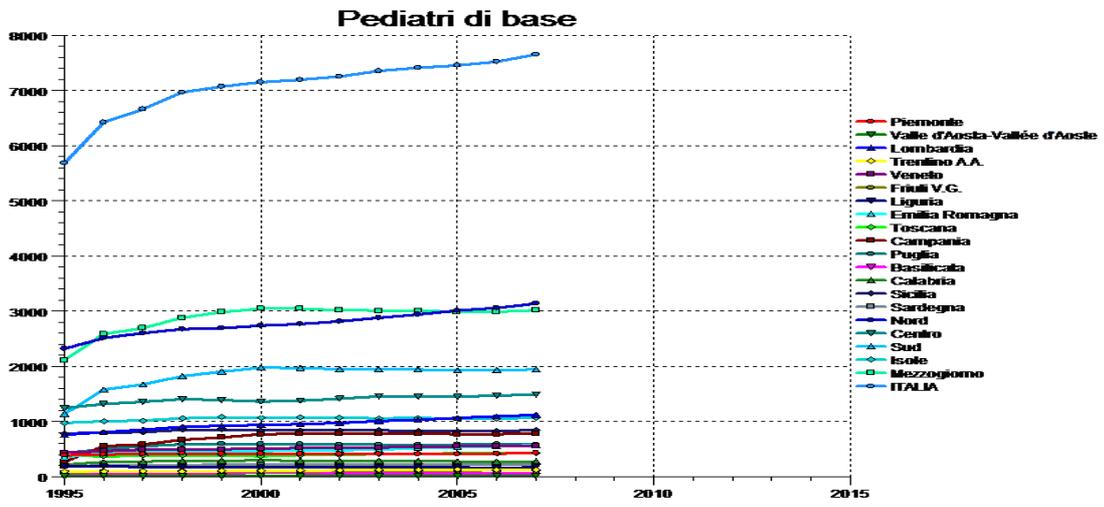


Grafico 11-MGM

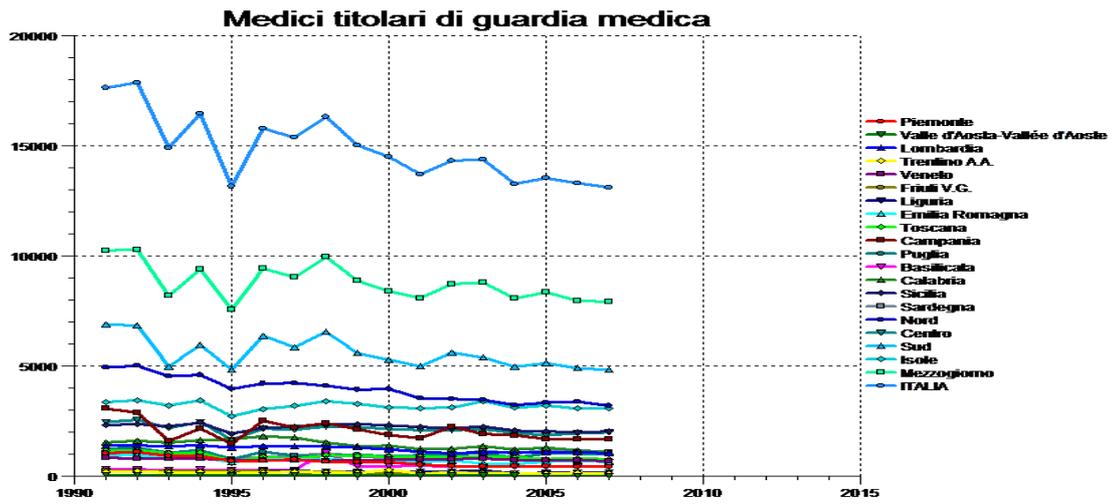


Grafico 12-Ambulatori e Laboratori per ASL

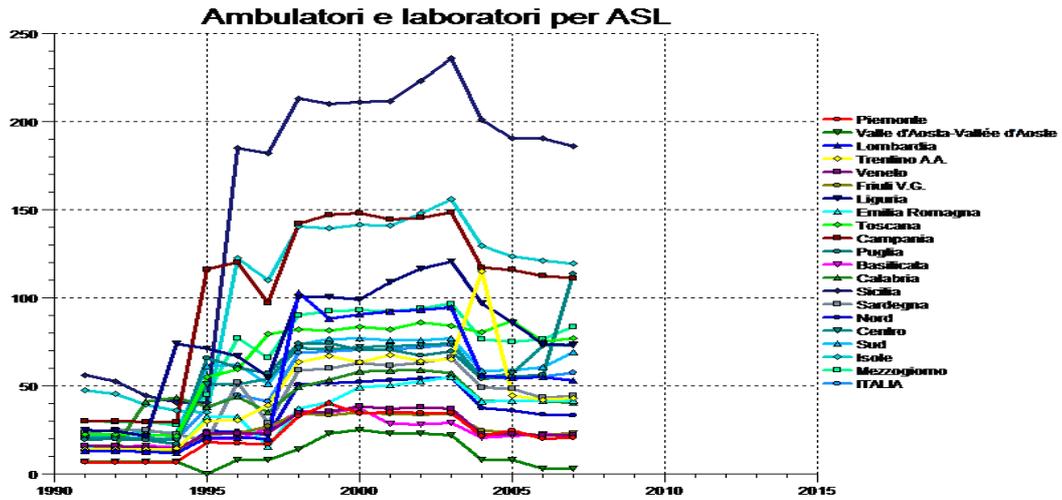


Grafico 13-Tasso personale infermieristico in istituti di cura pubblici e privati accreditati

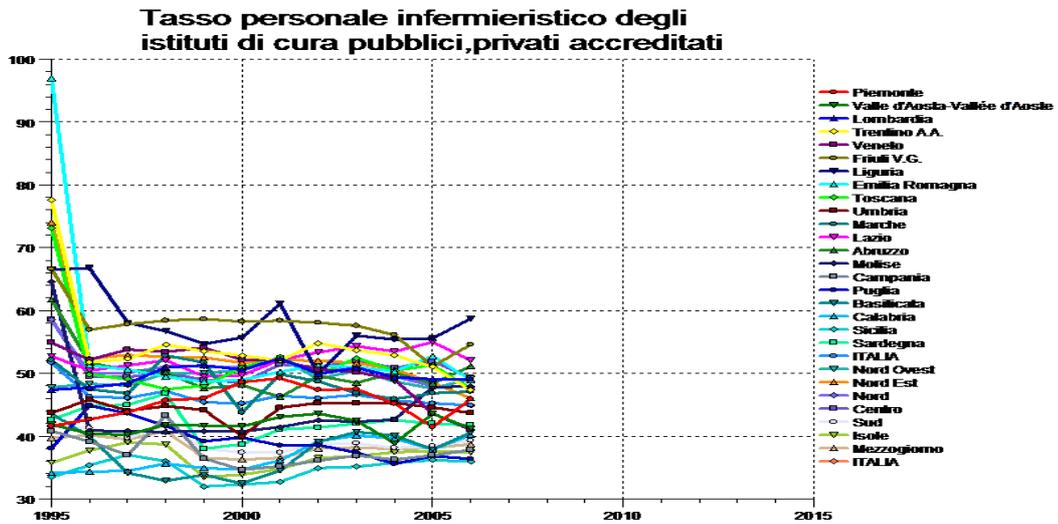


Grafico 14-Tasso medici in istituti di cura pubblici e privati accreditati

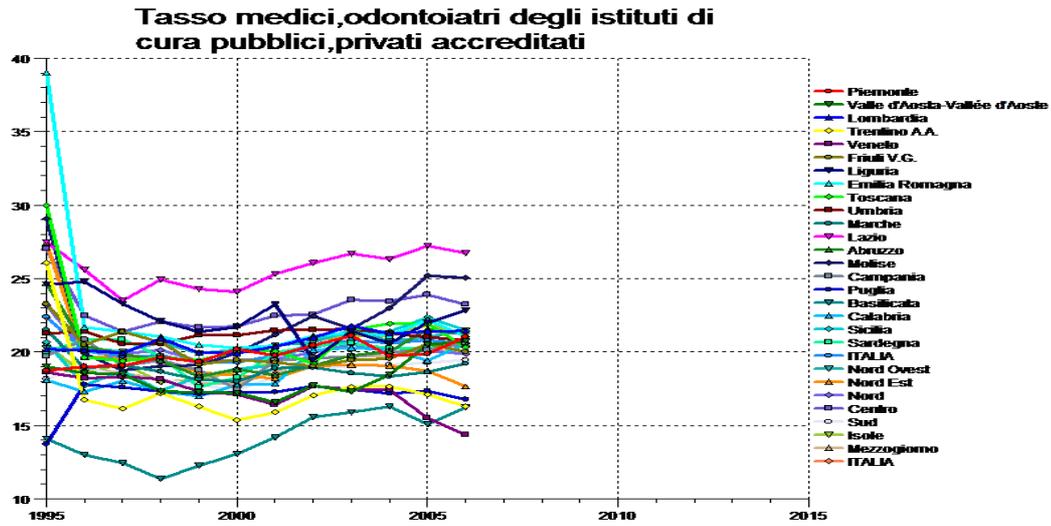


Grafico 15-Tasso personale riabilitativo in istituto di cura pubblici e privati accreditati

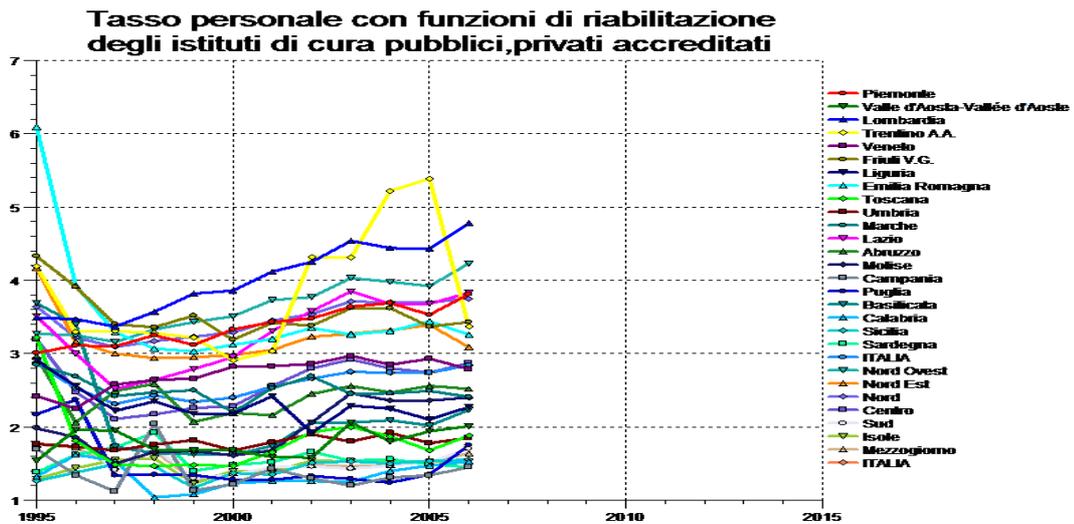


Grafico 16-Tasso posti letto ospedalieri ordinari

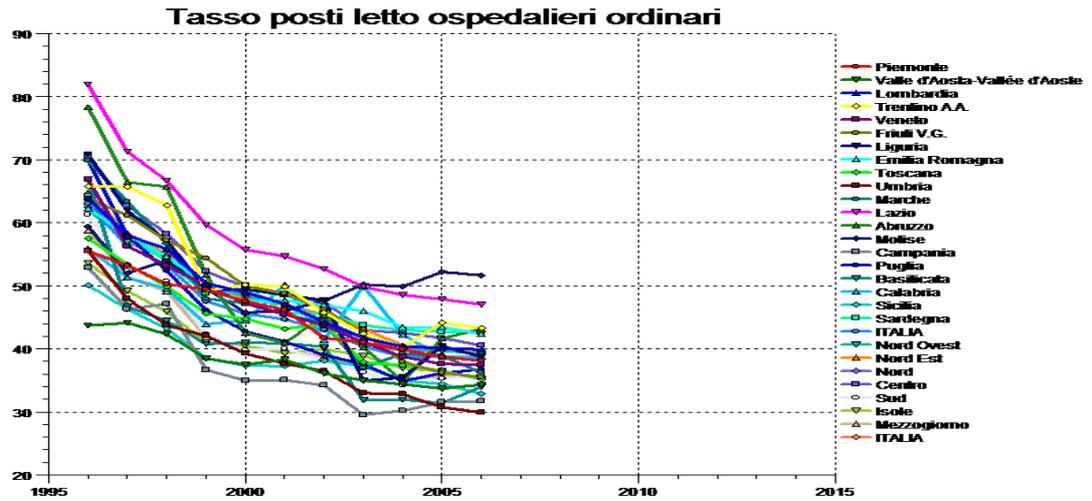


Grafico 17-Tasso posti letto ospedalieri D.H.

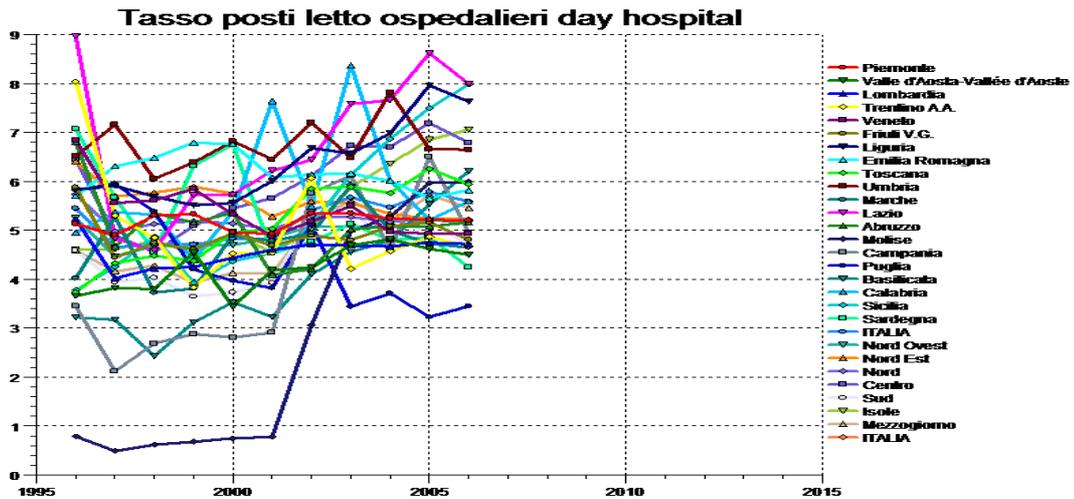


Grafico 18-Tasso posti letto ospedalieri in geriatria

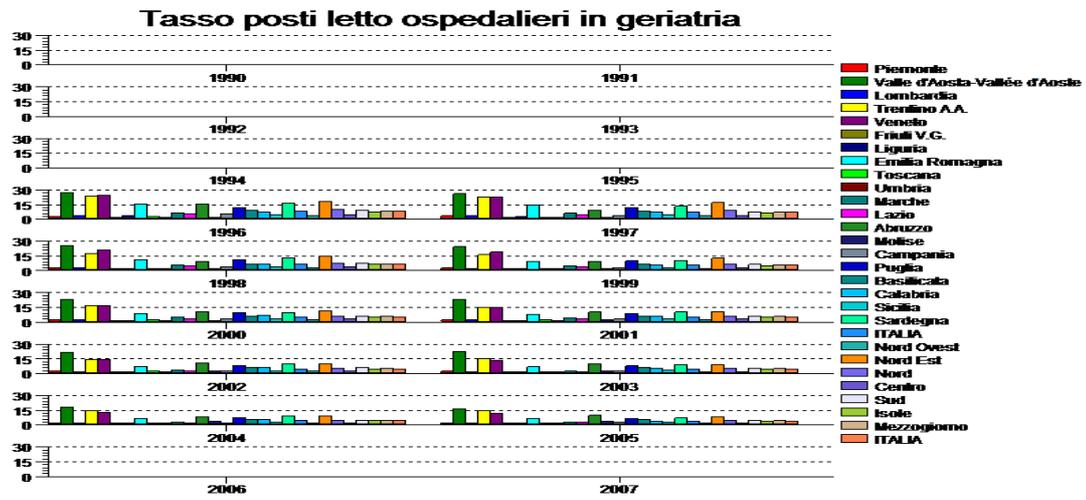


Grafico 19-Tasso personale tecnico-sanitario

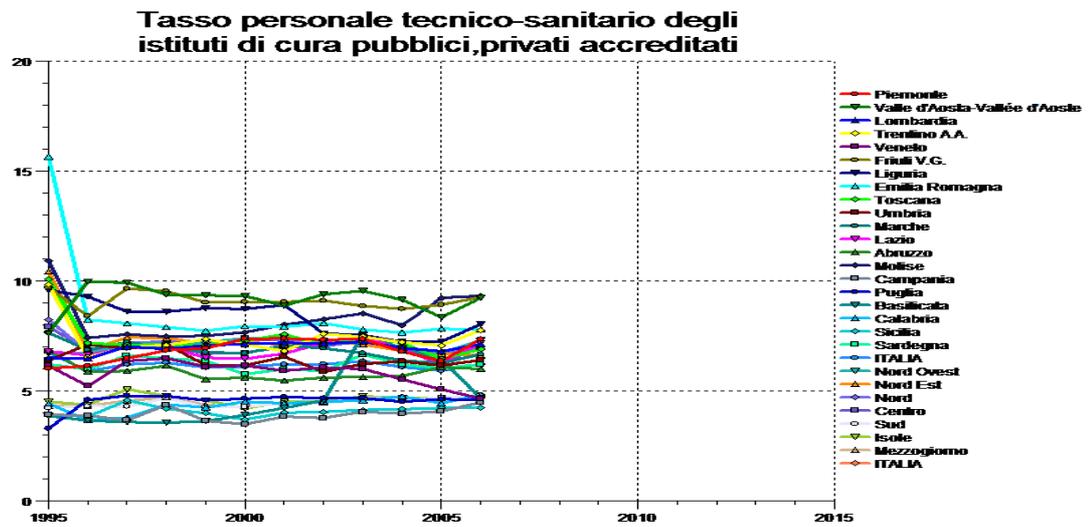


Grafico 20-Camere iperbariche in istituti pubblici e privati accreditati

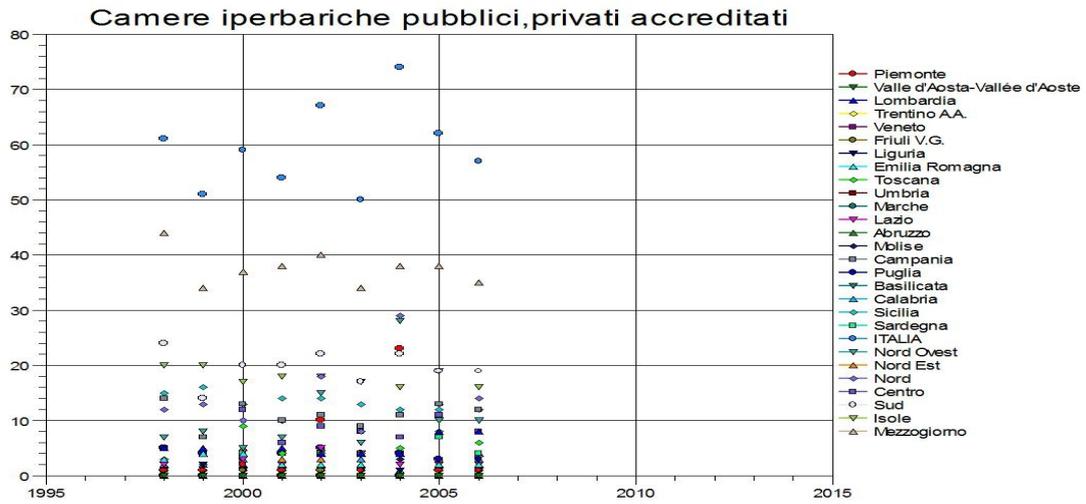


Grafico 21-Camere iperbariche extraospedaliere

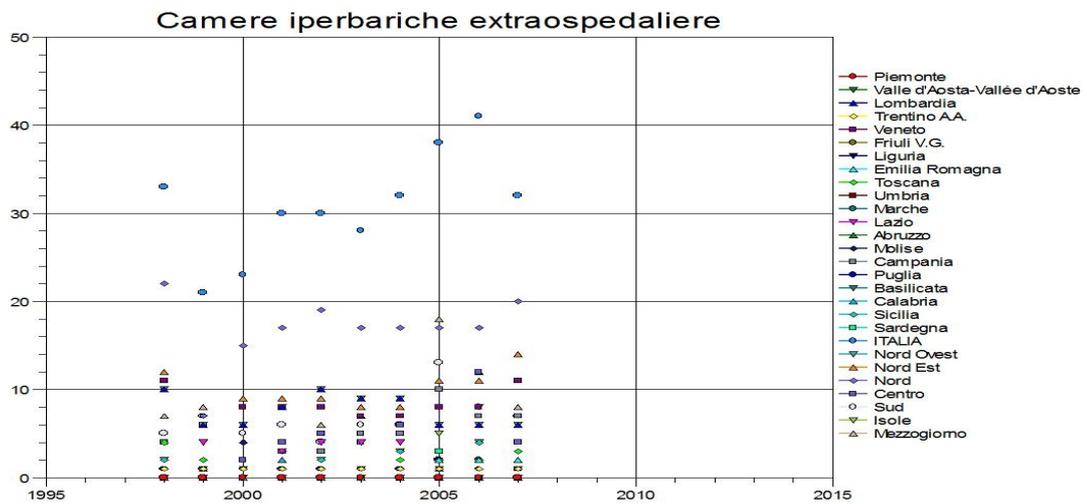


Grafico 22-T.A.C.

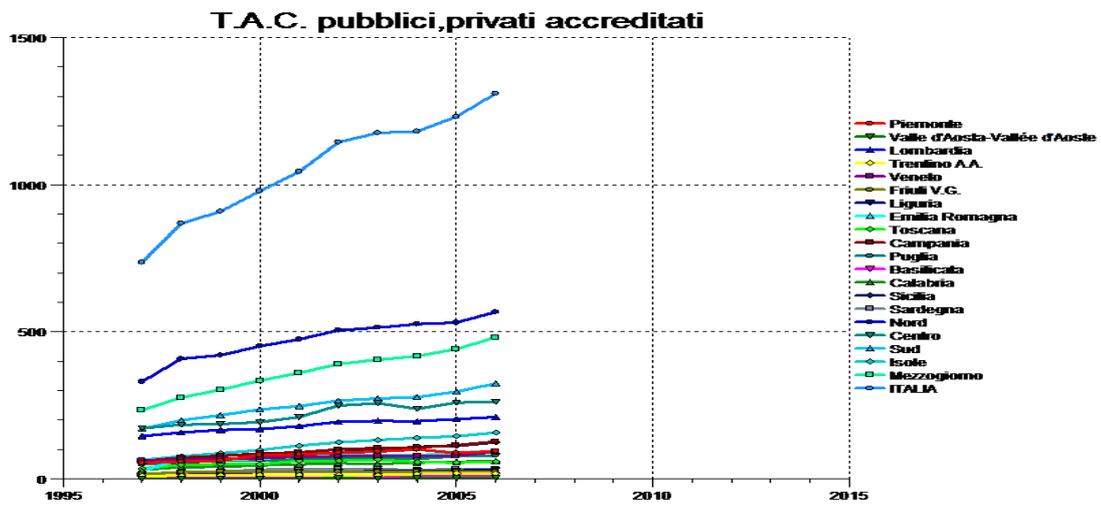


Grafico 23-T.A.C. extraospedaliere

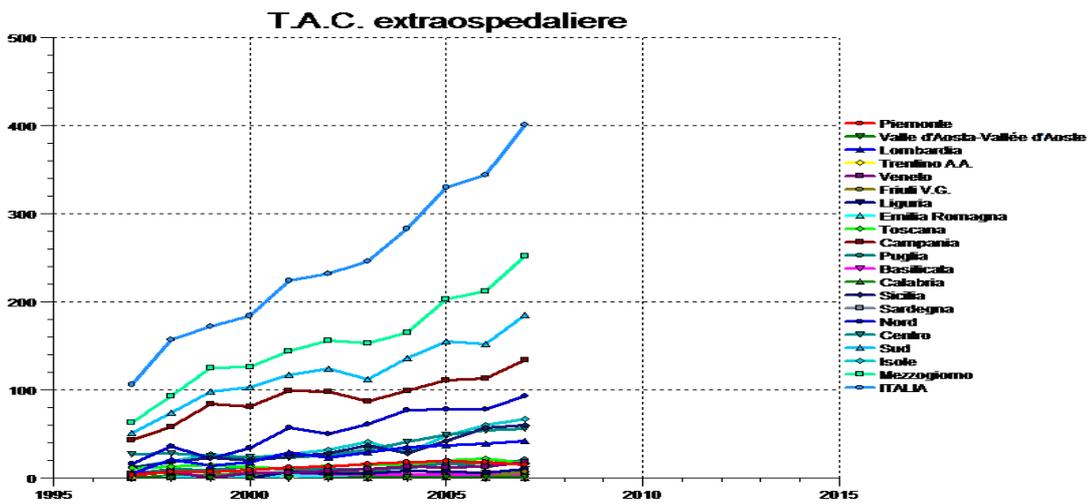


Grafico 24-Acceleratori lineari

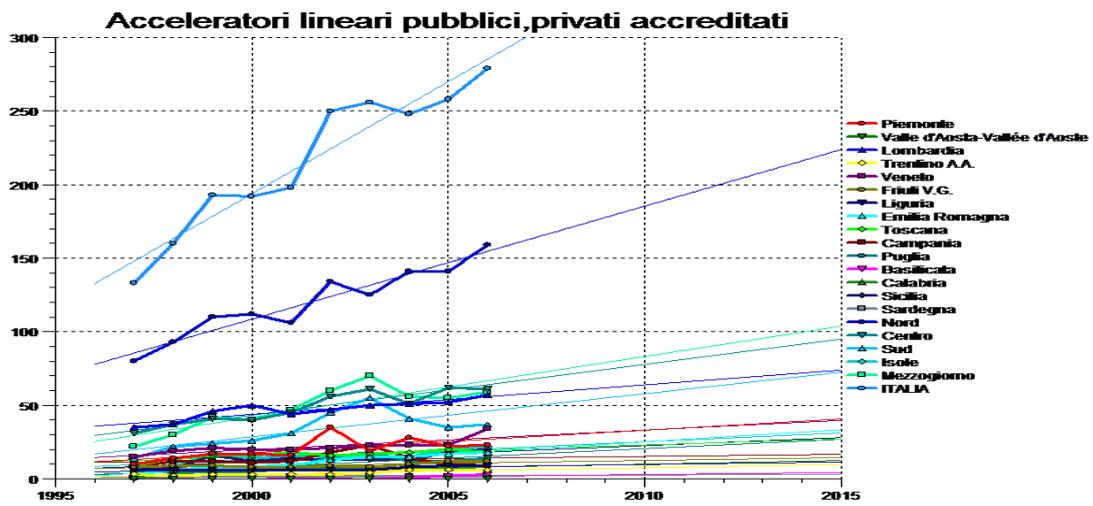
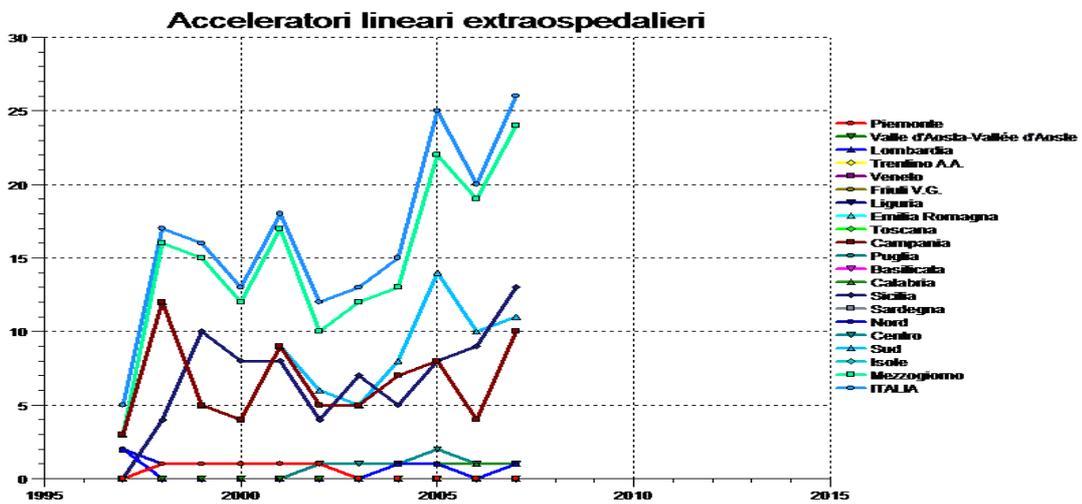


Grafico 25-Acceleratori lineari extraospedalieri



Le variabili socio-economiche-demografiche

Grafico 26-Popolazione residente

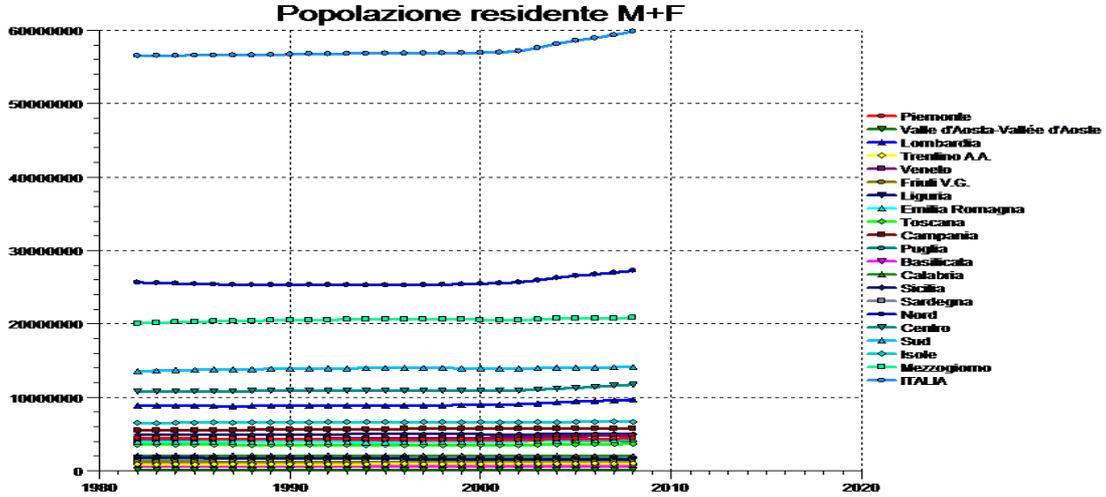


Grafico 27-Indice invecchiamento

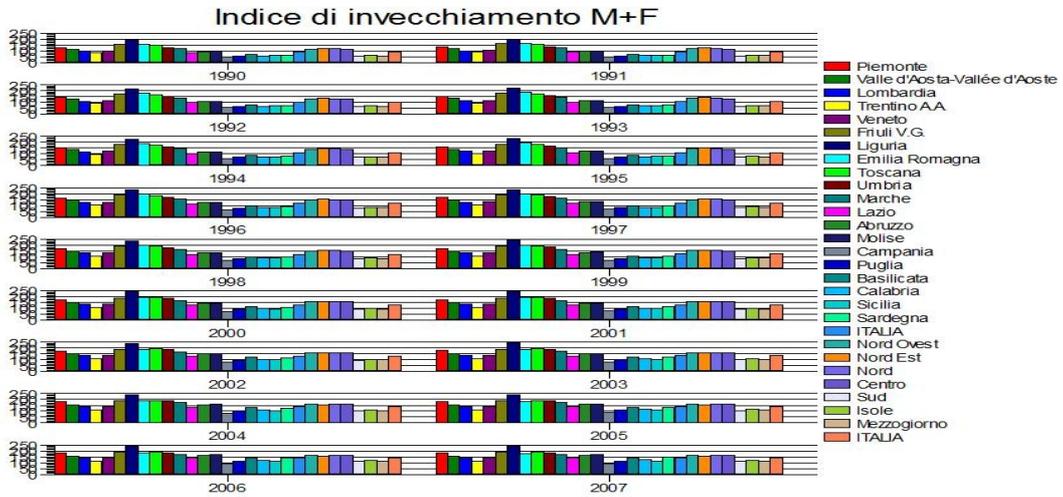


Grafico 28-Stranieri residenti

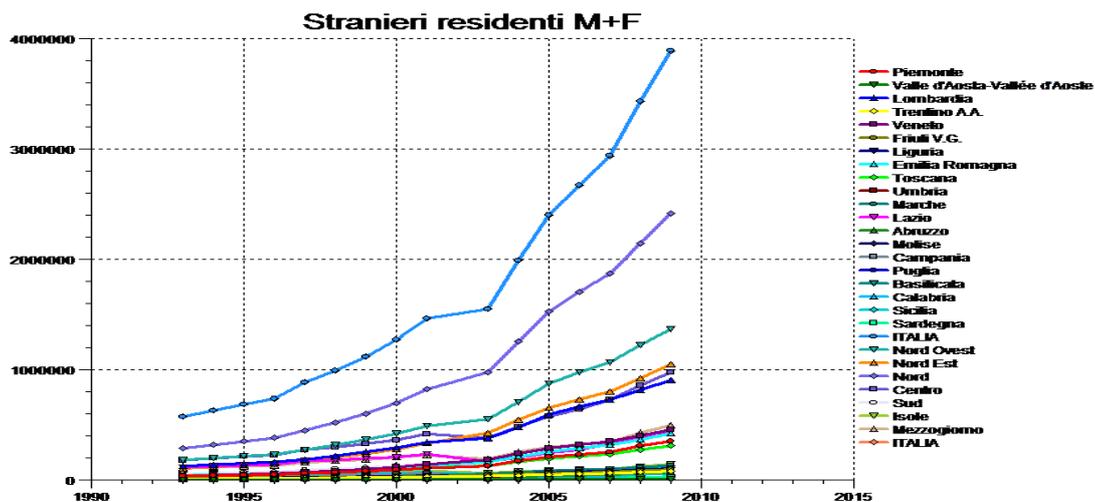


Grafico 29-Numero medio giornaliero sigarette

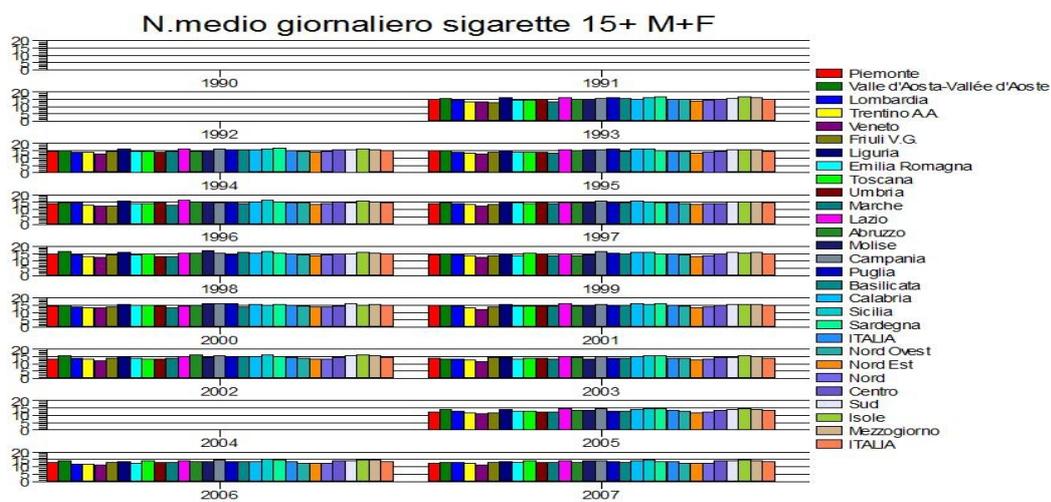


Grafico 30-% popolazione con almeno licenza media

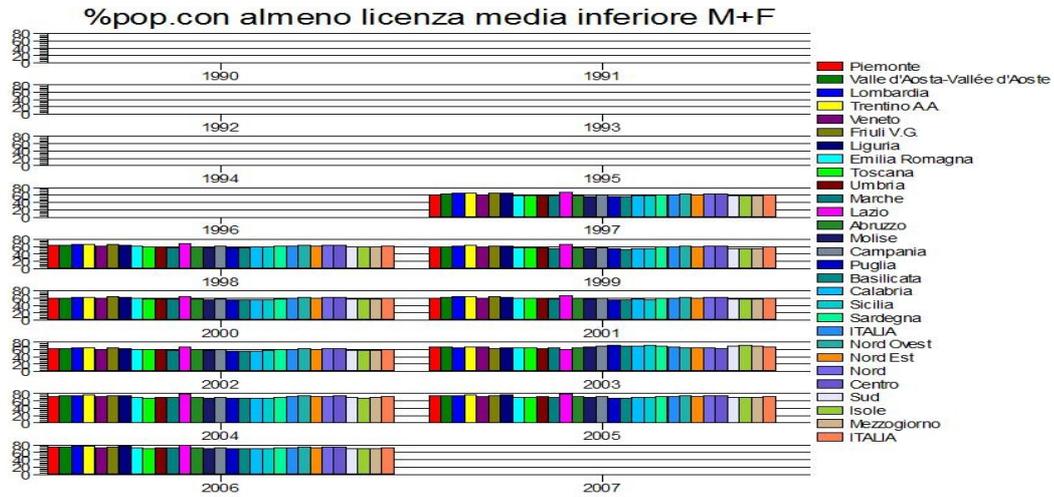


Grafico 31-% persone obese

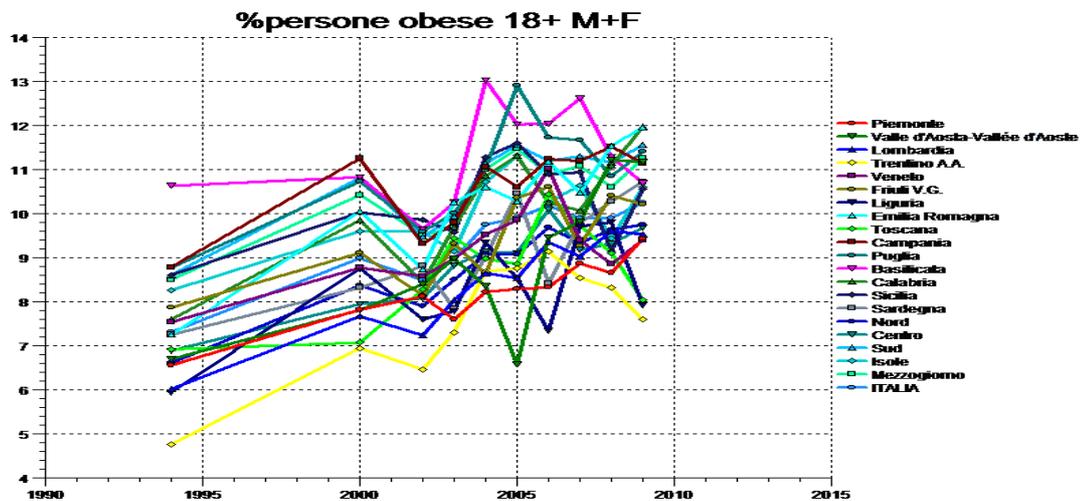
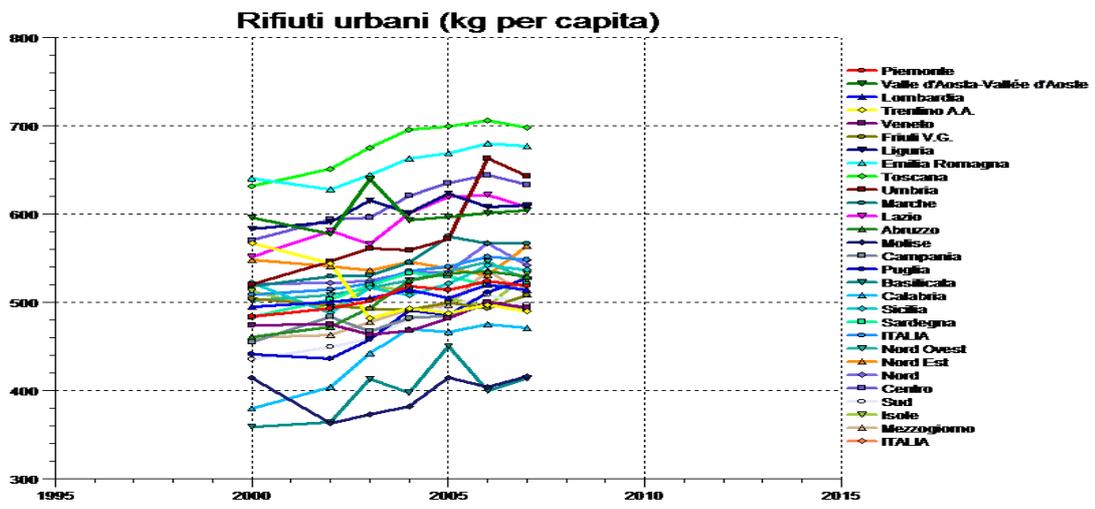


Grafico 32-Rifiuti urbani



I grafici dal 3 in poi sono di fonte ISTAT (tranne il grafico 8)

## Conclusioni

Il lavoro di tesi è sostanzialmente il tentativo di dare un contributo ad alcune questioni in sanità ancora aperte e di non facile soluzione, e a cui, come già sottolineato nell'introduzione, l'attenzione è ancora insufficiente. Tra queste 1) l'individuazione dei determinanti della spesa sanitaria, 2) i determinanti di salute, 3) il finanziamento della sanità pubblica, 4) la razionalizzazione della rete ospedaliera e lo sviluppo dei servizi di assistenza territoriale sono gli aspetti tenuti in considerazione. Con il primo lavoro si è cercato di dare un contributo alla questione della razionalizzazione della rete ospedaliera, senza trascurare la consapevolezza dei rischi e delle accortezze necessarie prima di dare indicazioni di *policy*. Il secondo lavoro anche se non direttamente, ha affrontato l'aspetto dell'efficienza nell'uso delle risorse, che non sia la spesa, nella produzione degli *outcomes* di salute misurati a livello regionale.

Guardando al lavoro di tesi in una ottica unitaria sia il primo che il secondo lavoro sono dei confronti, compiuti, con l'approccio di sub-livello per il lavoro sugli ospedali e a livello superiore per quello sui sistemi sanitari regionali. Entrambi hanno però come oggetto di analisi il sistema sanitario le cui parti sono le singole organizzazioni sanitarie piuttosto che i singoli, seppure non isolati, sistemi sanitari regionali. Il primo approccio usato nel primo lavoro, in letteratura, ma anche in questa tesi, è trattato con variabili intermedie di *output*, aggiustate per la complessità della casistica ospedaliera, ma questo approccio ha lo svantaggio di non poter considerare l'impatto sullo stato di salute della popolazione, seppur le attività sono svolte efficientemente. Il passaggio a questa seconda dimensione avviene con il secondo lavoro, che diversamente dal primo usa variabili di *outcomes* di salute. Questo passaggio non è libero da difficoltà, infatti lo stato di salute della popolazione è strettamente legata all'influenza di altri fattori legati ad esempio al contesto socio-economico e/o a comportamenti individuali. La seconda difficoltà è che i guadagni di salute non sono solo da intendersi solo come aumento di longevità ma anche in una migliore qualità della vita (es. meno disabilità e meno morbidità).

Le misurazioni adottano l'approccio di frontiera, e in entrambi i lavori la metodologia impiegata si fonda sulla PL. Il vantaggio di questo approccio è attribuito al fatto di poter analizzare processi produttivi multi-*input-output* per i quali la relazione tra *input* e *output* è di difficile individuazione a causa della complessità stessa della attività svolta. Tali

vantaggi sono controbilanciati dallo svantaggio di non poter considerare errori stocastici, ovvero deviazioni dalla frontiera che non siano attribuiti esclusivamente alla inefficienza, tale ultima possibilità è invece caratteristica fondamentale degli approcci parametrici di tipo stocastico, come lo *SFA* (*Stochastic Frontier Analysis*), nonché alla sensibilità di osservazioni anomale (*outliers*). In particolare poi diverse sono le modalità di derivazione della frontiera, nella *DEA* per esempio la frontiera è costituita dalle migliori osservazioni esistenti, ed è per questo definita anche approccio di "*best practices*", mentre nei modelli econometrici la frontiera è una linea di tendenza media, che poi con alcune strategie è fatta diventare frontiera che avvolge tutte le osservazioni in un insieme convesso. La frontiera regionale è una frontiera di outcome, misurati da indicatori tradizionali dello stato di salute (tasso di mortalità e aspettativa di vita). In alternativa frontiere di outcome possono prevedere l'uso di altri indicatori di outcome, quali i *DAILY*, *QUALY*, *PYYL*, non disponibili a livello regionale italiano.

I due lavori, letti separatamente, consentono di sostenere che esiste una non stretta relazione tra sub settori del sistema sanitario o che ci sono problemi di coordinamento tra sub-livelli. Occorre però precisare che i due studi differiscono per le variabili usate, per gli ospedali si sono infatti considerati variabili di *output* mentre per le Regioni variabili di *outcomes* di salute.

## Appendice

### **Le metodologie di frontiera parametriche e non parametriche nella misurazione dell'efficienza**

Le metodologie utilizzate in sanità per la misurazione dell'efficienze e per i cambiamenti di produttività si distinguono in tecniche di frontiera e non di frontiera ( a seconda che la misurazione dell'efficienza sia ottenuta rispetto a una frontiera o meno, ad esempio la *ratios analysis* è un tipo di analisi non di frontiera), tecniche parametriche e non parametriche ( a seconda che la forma funzionale della relazione tra *input* e *output* è specificata o meno), deterministiche e stocastiche ( a seconda che prevedono l'inserimento di una componente stocastiche diversa da quella utilizzata per caratterizzare l'inefficienza), in contesto multi *inputs-outputs* o meno (il caso più rilevante è multi *output*, in quanto costituisce alle volte un vincolo nella scelta della metodologia).

Qui si presenteranno alcune tecniche di frontiera di tipo parametrico e non parametrico , stocastico e non, in particolare usando il criterio di parametrico e non ( le tecniche si accavallano quando si usano altri criteri es l'*OLS* è parametrico, ma nonostante abbia un termine di errore stocastico e di tipo deterministico) abbiamo:

1. *OLS, COLS, MOLS, MLE* (parametrico- deterministico)
2. *SFA*(parametrico- stocastico)
3. *DEA, FDH* (non parametrici- deterministici),

tra le tecniche impiegate nel caso di analisi di dati panel si riconoscono:

1. *DEA-Malmquist*
2. *SFA* per dati *panel*
3. panel "*fixed effect*" (preferito dal WHR 2000), e "*varing effect*".

Il metodo *OLS* (*ordinary least square*) è l'utilizzo di una semplice regressione multipla in cui la componente di errore è interpretata essere totalmente attribuita alla inefficenza. Il

modello impiegato è:

$$y_i = f(x_i; \beta) \exp \{v_i\}$$

dove le stime *BLUE* di  $\beta$  con il metodo *OLS* sono:

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T y$$

da cui l'efficienza tecnica dopo aver stimato i parametri  $\beta$  è uguale a :

$$ET_i = y_i / f(x_i; \beta) = \exp \{v_i\}$$

nonostante l'approccio sia econometrico la frontiera di produzione  $f(x_i; \beta)$  è deterministica, per questo la metodologia è fatta rientrare negli approcci deterministici parametrici.

Per rendere la metodologia *OLS* più vicina a un'analisi di frontiera e non di tendenza centrale, una prima strategia usata è il metodo *COLS* (*correct ordinary least square*) [Winstein, 1957] secondo cui:

COLS = OLS + il massimo residuo positivo

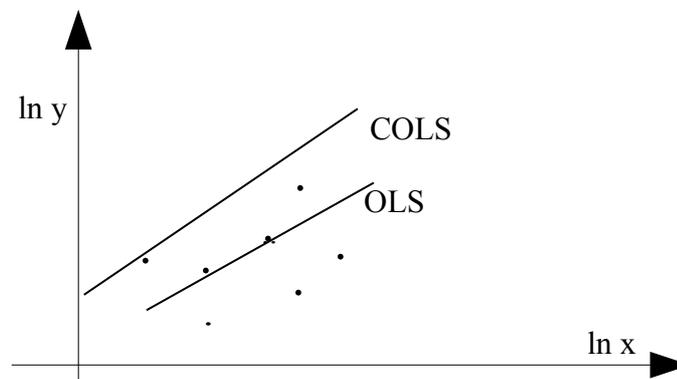
$$\beta^{COLS} = \beta^{OLS}$$

$$\beta_i^{COLS} = \beta_i^{OLS} + \text{massimo residuo positivo}$$

$$v_i^{COLS} = v_i^{OLS} - \text{massimo residuo positivo}$$

$$ET_i = \exp \{v_i^{COLS}\} \leq 1$$

Fig 2.1- *COLS* vs *OLS*



Il *MOLS* è un'altra strategia usata [Richmond, 1974] che assume invece che:

$$v_i \sim N[0, \sigma_v^2] \leq 0$$

$$\text{MOLS} = \text{OLS} + E(v_i)$$

$$\beta^{\text{MOLS}} = \beta^{\text{OLS}}$$

$$\beta_i^{\text{MOLS}} = \beta_i^{\text{OLS}} - E(v_i)$$

$$v_i^{\text{MOLS}} = v_i^{\text{OLS}} + E(v_i)$$

da cui data l'assunzione su  $v$ :

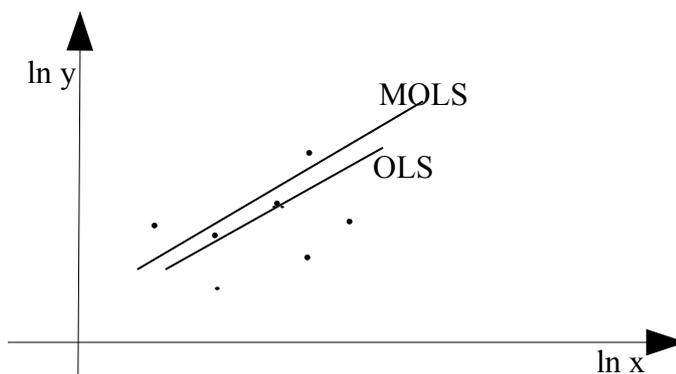
$$E(v_i) = \sqrt{-2/\pi} \sigma_v^2 = -0,6336 \sigma_v$$

$$ET_i = \exp \{v_i^{\text{MOLS}}\} \leq 1$$

la frontiera *MOLS* è parallela a quella *OLS* ma non comprende tutte le osservazioni poiché è possibile che :

$$\sqrt{v_i^{\text{MOLS}}} > \sqrt{-2/\pi} \sigma_v^2$$

Fig 2.2- *MOLS vs OLS*



Infine la terza tecnica *MLE* [Greene 1980] assume che:

$$v_i \sim N[0, \sigma_v^2]$$

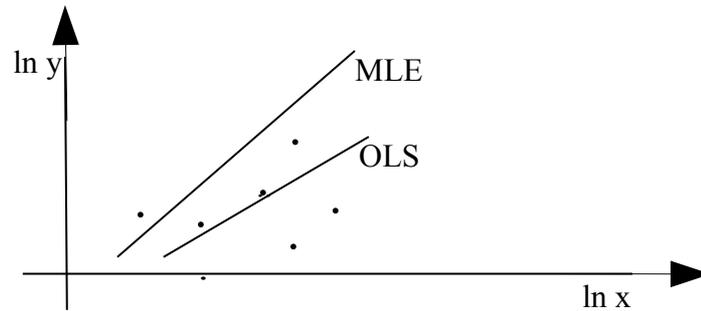
$$\ln L = -(1/2)(\ln 2\pi + \ln \sigma_v^2) - 1/2 \sum (v_i/\sigma_v)^2$$

e massimizzando  $\ln L$  ottiene le stime di  $\beta_i^{\text{MLE}}$  di  $v_i^{\text{MLE}}$  e quindi

$$ET_i = \exp \{v_i^{\text{MLE}}\} \leq 1$$

in questo caso la frontiera ottenuta non è necessariamente parallela a quella *OLS*.

Fig 2.3 -MLE vs OLS



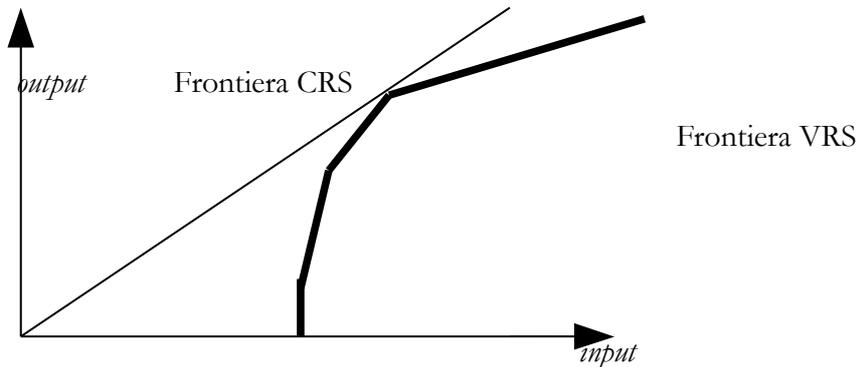
La *DEA* (*Data envelopment analysis*) è la metodologia non parametrica capace di accomodare situazioni multi-*output* in maniera diretta. Si fonda sulla PL ed è una metodologia capace di affrontare con la sua abbondante modellistica questioni rilevanti per i manager di organizzazioni non solo per loro, ma anche per ricercatori ed analisti. Rendimenti di scala, economie di scopo, cogestione, *output-input* indesiderabili, ruolo di fattori non direttamente controllabili, vincoli sugli *input* e sugli *output*, sono solo alcuni delle questioni che è possibile affrontare con la modellistica *DEA* e pertanto di interesse per la sanità, nonché per tutti quei settori in cui le organizzazioni perseguono più obiettivi e/o generano/producono più *outcomes/outputs*.

I modelli *DEA* hanno inoltre altre caratteristiche, possono essere di due tipi, la forma envelopment e la forma multiplier (sfruttando il duale della PL si passa da una all'altra) e possono offrire misure di efficienza diverse (radial e non radial, che corrispondono rispettivamente al concetto di efficienza alla Farrell o alla Kopmans).

Al seguito si presenteranno i modelli *DEA* base (con tecnologia *CRS* e *VRS*) insieme alle strategie che consentono di trattare fattori non discrezionali non direttamente controllabili ma che influenzano l'efficienza.

Il modello base *CRS* prevede che la frontiera stimata sia caratterizzata secondo una accezione economica da rendimenti di scala costanti (Fig 2.4)

Fig 2.4- Modello DEA-CRS



il relativo programma (nella versione envelopment) è:

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & s.t. \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \quad \quad Y\lambda \geq y_i \\
 & \quad \quad \lambda_j \geq 0
 \end{aligned}$$

la frontiera *VRS* (Fig. 1) è ottenuta aggiungendo al programma sopra il vincolo di convessità  $\sum \lambda_j = 1$ .

Il passaggio dalla forma envelopment a quella multiplier può essere ottenuta seguendo la tabella di corrispondenza tabella 2:

vincoli	variabili duali	vincoli	variabili duali
$v x_o = 1$	$\theta$	$\theta x_o - X\lambda \geq 0$	$v \geq 0$
$-vX + uY \leq 0$	$\lambda$	$Y\lambda \geq y_o$	$u \geq 0$

E quindi il programma nella forma multiplier:

$$\begin{aligned}
 & \max u y_o \\
 & s.t. \quad v x_o = 1 \\
 & \quad \quad -vX + uY \leq 0 \\
 & \quad \quad v, u \geq 0
 \end{aligned}$$

Mentre la forma envelopment fornisce informazioni sui valori ottimi di  $\theta$  e  $\lambda$ , la forma *multiplier* da i valori ottimi di  $v$  e  $u$ . Nella forma *envelopment*  $\theta$  da una misura radiale di

efficienza<sup>1</sup> (alla Farrel ), ovvero il fattore con cui riscalare il vettore degli *input* ( *output*) nell'orientamento all'*input* (*output*) del modello *DEA*, che in senso economico rappresenta la riduzione (espansione) proporzionale del vettore degli *input* (*output*) dato il livello di *output* (*input*) e  $\lambda$  è usato per individuare i *peer group*, ovvero la proporzioni con cui le unità efficienti del campione sono impiegate per costruire l'unità virtuale di riferimento per l'unità sotto valutazione. I valori invece di  $u$  e  $v$  sono i pesi da dare agli *input* (*output*), ovvero il contributo che ogni *input* (*output*) fornisce al processo produttivo nella misurazione dell'efficienza che invece si ottengono risolvendo il modello nella versione multiplier. Si può affermare che  $u$  e  $v$  sono dei pesi attribuiti alle componenti rispettivamente degli *input* e degli *output* (o anche viceversa).

I modelli *DEA* vengono impiegati anche per indagare l'efficienza di scala. Per stimare l'efficienza di scala è possibile percorrere diverse strade, una delle quali è quella indicata di seguito.

Con modelli *CRS* vale il seguente teorema: sia  $(x_o, y_o)$  un punto sulla frontiera efficiente, impiegando un modello *CRS* nella forma di involuppo, da cui si ottengono le soluzioni ottime  $(\lambda_1^* \dots \lambda_n^*)$ , i ritorni di scala in questo punto possono essere determinati con le seguenti condizioni:

1. se  $\sum \lambda^* = 1$  prevalgono ritorni di scala costanti
2. se  $\sum \lambda^* > 1$  prevalgono ritorni di scala decrescenti
3. se  $\sum \lambda^* < 1$  prevalgono ritorni di scala crescenti.

L'assunzione di questo teorema è che il punto  $(x_o, y_o)$  giace sulla frontiera.

Usando un modello *BCC*, il programma duale di un problema *input-oriented* è:

$$\begin{aligned}
 & \max z = u y - u_o \\
 & \text{s. t. } v x_o = 1 \\
 & -v X + u Y - u_o e \leq 0 \\
 & v \geq 0, u \geq 0, u_o \text{ free in sign}
 \end{aligned}$$

E vale il seguente teorema: assumendo che il punto  $(x_o, y_o)$  sia sulla frontiera valgono le seguenti condizioni in questo punto:

---

<sup>1</sup>La misura non radiale di efficienza, usata per l'efficienza alla Kopmans, si può ottenere stimando il modello additivo che prevede variabili di *slack* di *input* (*output*)

3. se  $u_o^* < 0$  prevalgono ritorni di scala crescenti;
4. se  $u_o^* > 0$  prevalgono ritorni di scala decrescenti;
5. se  $u_o^* = 0$  prevalgono ritorni di scala costanti.

Altro modo è quello di stimare l'efficienza tecnica per tutte le unità sia sotto assunzioni *CRS* che *VRS*, ottenuti i valori di efficienza si considera il rapporto tra gli *score VRS* e *CRS* giungendo a individuare sulla base del rapporto se ci siano rendimenti di scala costante, crescenti o decrescenti.

Per tener conto di fattori che influenzano l'efficienza, ma che non sono strettamente considerati *input* e non sono sotto lo stretto controllo dei manager, è possibile, anche in questo caso, procedere in modi differenti .

Nel caso in cui il valore delle variabili ambientali può essere ordinato dal più piccolo al più grande rispetto all'effetto sull'efficienza può essere impiegato il modello BM (Banker-Morey, 1986a).

Il modello B-M versione *input-CRS* è:

$$\begin{aligned} & \min \theta - \epsilon (\sum s_i^- + \sum s_r^+) \\ & \text{i appartiene a D, } r=1 \\ \text{s. t. } & \theta x_{io} = \sum x_{ij} \lambda_j + s_i^- , \text{ i appartiene a D} \\ & x_{io} = \sum x_{ij} \lambda_j + s_i^- , \text{ i appartiene a ND} \\ & y_{ro} = \sum y_{rj} \lambda_j - s_r^+ , r=1, \dots, s. \end{aligned}$$

tutte le variabili, eccetto  $\theta$ , sono vincolate a essere non negative.

I simboli D e ND si riferiscono al set di *input* “discrezionali”, e “non discrezionali” rispettivamente. Come si nota dal sistema dei vincoli (primo vincolo), la variabile  $\theta$  è applicata esclusivamente al *set* D. La variabile  $\epsilon$  significa che le variabili di *slack* ( $s$ ) sono mantenute nel secondo *stage* dove la loro somma è massimizzata in modo da non interferire il precedente valore di  $\theta$  ottenuto nel primo stage di minimizzazione in cui si ottiene il valore  $\theta^* = \theta$ . Inoltre gli *slack*  $s_i^-$  con  $i$  appartiene a ND sono esclusi dalla funzione obiettivo, e gli *input ND* non entrano direttamente nella misura di efficienza, che può però esserne influenzata attraverso i vincoli (secondo vincolo)

L'interpretazione del modello deriva dal “principio di complementarità degli *slack*” della PL. Se il secondo vincolo è soddisfatto strettamente all'ottimo, allora questi  $x_{io}$  non influenzano la valutazione.

Un modo alternativo è quello di usare una strategia che prevede tre stadi:

1. dividere il campione ad esempio in due sotto-campioni pubblico/privato e risolvere un modello *DEA* per ogni sotto campione;
2. proiettare tutti i punti osservati sulla loro rispettiva frontiera;
3. risolvere una sola *DEA* usando I punti proiettati e valutare ogni differenza nell'efficienza media dei due sottocampioni.

La terza strada prevede di includere direttamente gli *environmental factor* nel programma LP. L'inclusione può avvenire considerando gli *environmental factor* o come *input*, oppure come *output* o come variabile neutra e può essere assunta discrezionale o meno. Non trattando il caso in cui gli *environmental factor* sono considerati *output*, semplicemente perchè quanto vale per il caso di *environmental factor* trattati come *input*, a meno di invertire gli *output* e considerarli *input*, I casi possibili possono essere:

1. non-discrezionali e variabili neutrali;
2. *input* discrezionali;
3. *input* non discrezionali.

In fine un quarto modo prevede due stadi, in un primo stadio si risolve un modello *DEA* per poi passare a un secondo stadio in cui gli *score* di efficienza sono regrediti sull'*environmental factor*. Il segno del coefficiente dell'*environmental factor* indica la direzione dell'influenza, mentre la forza della relazione può essere sottoposta a test delle ipotesi standard. Il secondo stadio può essere usato per correggere gli *score* di efficienza usando i coefficienti stimati. Il vantaggio fondamentale di questo ultimo quarto modo è la facilità di calcolo. E' da notare che essendo gli *score* di efficienza compresi tra 0 e 1 è raccomandato usare non la regressione OLS ma qualche altro modello, come il truncated regression model. Altri vantaggi del secondo stadio qui presentato sono: 1) usare più variabili, 2) usare sia variabili continue che categoriali, 3) nessuna assunzione sulla direzione dell'influenza delle variabili categoriali, 4) fare test delle ipotesi per vedere se le variabili hanno una significativa influenza sull'efficienza.

L'*FDH*(*Free Disposal Hull*) è una ulteriore metodologia di tipo non parametrico con cui è possibile misurare l'efficienza. La valutazione di efficienza è, nell'*FDH* influenzata, diversamente da quanto accade nella *DEA*, solo dai punti osservati. Ovvero punti come Q

in figura FDH1 non sono permessi in quanto essi sono derivati, e quindi ipotetici, e non osservati. Un esempio grafico dell'insieme costruito con la *FDH* è in figura FDH2, in cui si considerano cinque DMU con due *inputs* ( $x_1, x_2$ ), e che producono un singolo *output*  $y=1$ .

Figura 2.5- *FHD1*

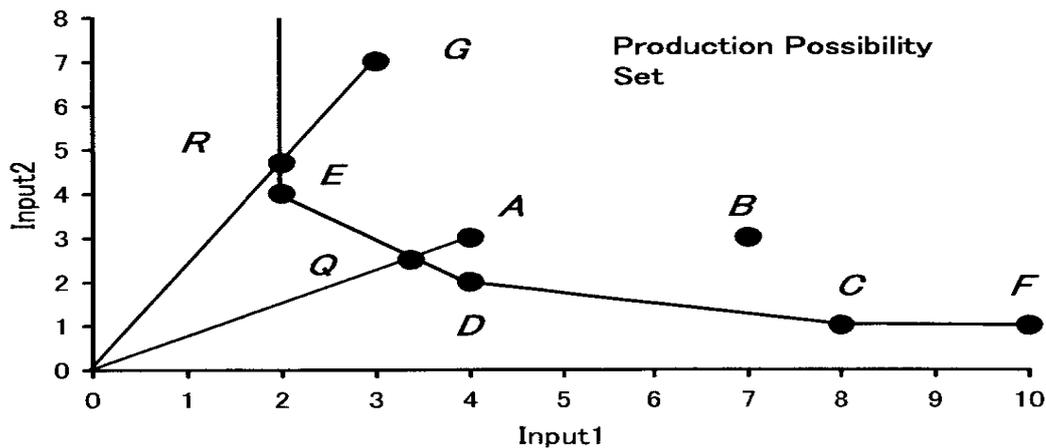
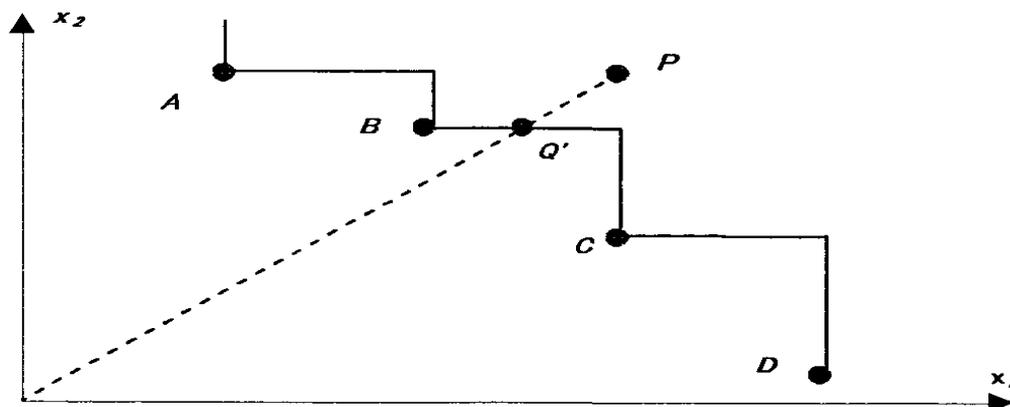


Figura 2.6- *FDH2*



La frontiera FDH può essere stimata risolvendo il seguente programma:

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 & \text{s. t. } \theta x_0 - X\lambda \geq 0 \\
 & \quad y_0 + Y\lambda \leq 0 \\
 & \quad e\lambda = 1, \lambda_j \text{ appartiene a } \{0,1\}
 \end{aligned}$$

dove  $\lambda_j$  appartiene a  $\{0,1\}$ , significa che i  $\lambda$  sono vincolati ad essere dicotomici, che

insieme al vincolo  $e\lambda=1$  permette di selezionare solo le *performance* osservate (Bowlin et al,1984), in modo che i più dominanti tra i non-dominati fossero scelti per le valutazioni di efficienza. In termini della figura FDH2 significa che per valutare P si sarebbe scelto A piuttosto che B o C. Questo modo di valutare l'efficienza è però dipendente dalla unità di misura impiegata un modo per superare questo è usare una misura radiale rappresentata da  $\min\theta=\theta^*$ . Questo però come notato da Tulkens e associati consente di individuare il punto Q' (figura FDH2) guadagnando *slack* incustoditi da Q' a B. In altre parole gli *slack* diversi da zero sono ignorati o, equivalentemente, la efficienza debole è sufficiente. Come è stato possibile notare, la differenza principe tra un modello FHD e un modello *DEA* è la non convessità dell'insieme di produzione ( e delle sue sezioni, all'*input* e all'*output*) nella FDH.

L'indice di *Malmquist* è un metodo che consente di comparare le *performance* delle organizzazioni sanitarie tra di loro e nel tempo. Tale metodo è stato per primo suggerito da Malmquist, (1953), poi sviluppato come indice di produttività da Caves,Christensen e Diewert, (1982) e poi ulteriormente sviluppato da Fare,Grosskopf, Lovell, (1994) come misura di *performance* con la *DEA*. Il *Malmquist-DEA* calcola l'efficienza con la *DEA* sia con l'orientamento all'*input* che all'*output*, con un modello *CRS* (o *VRS*), in 4 passi:

1. calcola la frontiera al tempo t e confronta lo *score* di efficienza,  $\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)$ , delle organizzazioni sanitarie al tempo t;
2. calcola la frontiera al tempo t+1 e confronta lo *score* di efficienza,  $\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})$ , delle organizzazioni sanitarie al tempo t+1;
3. confronta lo *score* di efficienza al tempo t,  $\theta_o^t(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})$ , con la frontiera al tempo t+1;
4. confronta lo *score* di efficienza al tempo t+1,  $\theta_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)$ , con la frontiera al tempo t.

Sicché l'efficienza è definita come la media geometrica degli *score* di efficienza come precedentemente calcolati, o più precisamente l'indice è la media geometrica di altri due indici.

$$M_o = \sqrt{\left( \frac{\theta_o^t(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^t(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \frac{\theta_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)}{\theta_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \right)}$$

Dove  $M_0$  indica il cambiamento di efficienza tra il periodo  $t$  e il periodo  $t+1$ , in cui:

se  $M_0 > 1$ , l'efficienza è decrescente dal periodo  $t$  al periodo  $t+1$ ;

se  $M_0 = 1$ , l'efficienza è invariata dal periodo  $t$  al periodo  $t+1$ ;

se  $M_0 < 1$ , l'efficienza è crescente dal periodo  $t$  al periodo  $t+1$ .

Una caratteristica fondamentale dell'indice *Malmquist DEA* è che la misura di efficienza generale può essere scomposta in due componenti, una che misura il cambiamento nell'efficienza tecnica (*catching-up effect*) è l'altra il cambiamento tecnologico (innovazione). La decomposizione è:

$$M_0 = \frac{\theta_0^t(x_0^t, y_0^t)}{\theta_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \sqrt{\left( \frac{\theta_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) \theta_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)}{\theta_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) \theta_0^t(x_0^t, y_0^t)} \right)}$$

La quantità fuori la radice misura il cambiamento di efficienza tecnica dal periodo  $t$  al periodo  $t+1$ . Cioè misura quanto l'unità esaminata si è avvicinata alla frontiera. La quantità in sotto radice misura il cambiamento nella frontiera di produzione dal periodo  $t$  al periodo  $t+1$ . Nell'orientamento all'*input* se il valore dell'indice e delle sue componenti sono  $<1, =1, >1$ , allora c'è rispettivamente progresso, nessun cambiamento, o regresso nella efficienza generale.

L'analisi delle singole componenti rivelerà se ad esempio il progresso nella efficienza generale è dovuta a entrambe le componenti o solo a una di esse.

Per avere la versione *VRS* dell'indice *Malmquist DEA* occorre inserire al modello il seguente vincolo:  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$

Fare el alt propongono una estensione della decomposizione dell'indice di *Malmquist* che distingue tre fonti di cambiamento di produttività: 1)efficienza tecnica pura ( o nell'acronimo inglese *PTEC- Pure Technical Efficiency Change*); 2) cambiamento tecnologico (nell'acronimo inglese *TC-Technological Change*); 3)cambiamento di efficienza di scala ( nell'acronimo inglese *SEC-Scale Efficiency Change*).

L'indice assume dunque la seguente formulazione:

$$M = PTEC \times SEC \times TC$$

In termini di score le tre grandezze divengono:

$$PTEC = \theta_{VRS}^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1}) / \theta_{VRS}^t(x_o^t, y_o^t)$$

$$TEC = \{ [\theta_{CRS}^t(x_o^{t+1}, y_o^{t+1}) / \theta_{CRS}^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})] * [\theta_{CRS}^t(x_o^t, y_o^t) / \theta_{CRS}^{t+1}(x_o^t, y_o^t)] \}^{1/2}$$

$$SEC = SE^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1}) / SE^t(x_o^t, y_o^t)$$

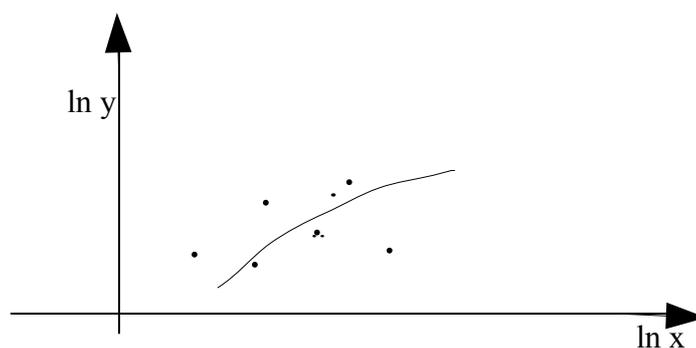
Lo SFA (*Stochastic frontier analysis*) consente di stimare la frontiera efficiente sia con dati cross-section che con dati panel previa specificazione della relazione funzionale tra gli *input* e l'*output*. Diversamente dagli approcci deterministici, applicabili sempre con dati cross-section che panel, qui il termine di errore ha due componenti di cui una è considerata quella relativa alla inefficienza tecnica.

In questo conteso le tecniche di stima *COLS*, *MOLS* non funzionano bene mentre la *MLE* è la tecnica usata per stimare la frontiera [Aigner, Lovell & Schmidt, 1977; Meeusen & van den Broeck 1977; Battese & Coelli 1977].

Il modello di riferimento per le frontiere parametriche di produzione di tipo stocastico è:

$$y_i = f(x_i; \beta) + v_i - u_i$$

Fig 2.7- SFA



Il termine di errore  $v$  tiene conto di errori di misurazione e altri fattori sconosciuti che influenzano l'*output*, Aigner, Lovell & Schmidt, (1977) assumono che essi siano (i.i.d.) come una normale con media nulla e varianza costante, allo stesso tempo sono indipendenti da  $u$  che a loro volta sono considerati (i.i.d.) come una variabile esponenziale o half-normal. Ovviamente la componente  $v$  può essere positiva o negativa

in modo che la frontiera stocastica dell'*output* (ma può esistere anche una frontiera di costo) vari intorno alla parte deterministica della frontiera  $\exp(x_i B)$  (vedi fig 2.7).

Con questo approccio, dopo aver specificato la forma funzionale scelta e stimati i parametri del modello, è possibile stimare, data una certa assunzione sulla distribuzione dell'efficienza tecnica, l'efficienza tecnica appunto direttamente usando questa formulazione matematica :  $TE = \exp(-u_i)$ . Ovvero assumendo  $u$  (i.i.d.) come un half-normal allora:

$$E[\exp(-u_i)] = 2[1 - \Phi(\sigma_s \sqrt{\gamma})] \exp(-\gamma \sigma_s^2 / 2) \quad \text{eq. 2.1}$$

Lo stimatore ML della efficienza tecnica media è ottenuto sostituendo lo stimatore ML dei parametri nella equazione eq. 2.1

Oltre a stimare l'efficienza tecnica media è possibile stimare l'efficienza tecnica individuale richiamando il fatto che  $Te_i = \exp(-u_i)$ . Questo valore è sconosciuto, ciò che si conosce sono i parametri  $B$  della frontiera e la differenza  $e_i = v_i - u_i$ . Il miglior predittore allora di  $u$  e l'attesa condizionale di  $u$  data  $e$ . I primi a derivare questo primo risultato furono Jondrow, Lowell, Materov e Schmidt, (1982) così:

$$E[u_i | e_i] = -\gamma e_i + \sigma_A \{ \phi(\gamma e_i / \sigma_A) / 1 - \Phi(\gamma e_i / \sigma_A) \} \quad \text{eq.2.2}$$

dove  $\sigma_A = \sqrt{\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2}$ ;  $\phi(\cdot)$  è la funzione di densità di una normale standardizzata e  $e_i = \ln(y_i) - x_i B$ . Un predittore operativo di  $u$  richiede di sostituire i parametri sconosciuti della eq 2.2 con gli stimatori *ML*.

Jondrow et al., (1982) suggeriscono che l'efficienza tecnica della  $i$ -esima unità può essere stimata usando  $1 - E[u_i | e_i]$ .

Battese e Coelli indicano che il miglior predittore di  $\exp(-u_i)$  è ottenuto usando la seguente:

$$E[\exp(-u_i) | e_i] = [1 - \Phi(\sigma_A + \gamma e_i / \sigma_A) / 1 - \Phi(\gamma e_i / \sigma_A)] \exp(\gamma e_i + \sigma_A^2 / 2) \quad \text{eq 2.3}$$

questo predittore da un valore differente di quello in eq 2.2. essendo un caso speciale del risultato generale che il valore atteso di una funzione non lineare di una variabile casuale non è uguale alla funzione delle attese delle variabili casuali { es  $E[g(x)] \neq g(E[x])$  per  $g(\cdot)$

funzione non lineare}. Anche in questa caso il predittore della efficienza tecnica può essere ottenuto sostituendo i parametri sconosciuti della eq 2.3 con le loro stime ML.

I modelli *Panel "fixed effect"* e *"varying effect"* usati nella stima di efficienza si differenziano dallo SFA in quanto in questi modelli non occorre fare ipotesi sul termine di efficienza, qui la stima della efficienza è legata al parametro  $\alpha_i$  del modello:

$$y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \mu_{it}$$

che nel caso "fixed effect" è costante nel tempo, e quindi l'ipotesi è di efficienza costante nel tempo seppur differente tra unità e unità, mentre nel caso "varying effect" il parametro  $\alpha_i$  è specificato come funzione del tempo come ad esempio:

$$\alpha_i = \theta + \theta t + \theta t^2$$

in cui è possibile cogliere il movimento della efficienza nel tempo. Lo specifico livello di inefficienza per ogni unità nel caso fixed è calcolata come:

$$\mu_i = \check{\alpha} - \check{\alpha}_i$$

dove  $\check{\alpha} = \max(\check{\alpha}_i)$  e

e invece l'ET calcolata come:

$$ET_i = E[Y_{it} | \mu_i, X_{it}] / E[Y_{it} | \mu_i = 0, X_{it}]$$

## **Bibliografia**

Afonso A., Fernandes S. (2008), "Assessing Hospital Efficiency :Non-parametric Evidence for Portugal", School of Economics and Management, Technical University of Lisbon, *Working Paper 07/2008/DE/UECE*.

Afonso A., St. Aubyn M.(2005). "Non-parametric Approaches to Education and Health Efficiency in OECD Countries," *Journal of Applied Economics*.

Afonso A. , St. Aubyn M.(2006), "Relative Efficiency of Health Provision: a *DEA* Approach with Non-discretionary Inputs", *ISEG-UTL Economics Working Paper*, No. 33/2006/DE/UECE.

Aletras V., Kontodimopoulos N.,Zagouldoudis A.,Niakas D. (2007), "The short-term effect on technical and scale efficiency of establishing regional health systems and general management in Greek NHS hospitals", *Health Policy*.

Anderson G.F., Hurst J., Hussey S.P., Jee-Hughes M.(2000), "Health spending and outcomes: trends in OECD countries", *Health Affairs* .

Arocena P. ,García-Prado A. (2007), "Accounting for quality in the measurement of hospital performance:evidence from Costa Rica", *Health Economics*.

Athanossopoulos A., Gounaris C. (2001), "Assessing the technical and allocative efficiency of hospital operations in Greece and its resources allocation implication", *European Journal of operational Research*.

Babazono Hillman (2004), "A comparison of international health outcome and health care spending: " *Journal of Technology Assesment Health Care*.

Barbetta G., Turati G., Zago A. (2007), "Behavioral Differences Between Public and

Private not-for-Profit Hospitals in the Italian National Health Service”, *Health Economics*.

Berta P., Callea G., Martini G., Vittadini G.(2008), ”The impact of upcoding, cream skimming, and readmissions on hospitals’ efficiency : the case of Lombardy”, *Working Paper n°6, CRISP*.

Canta C., Piacenza M., Turati G. (2005), ”Riforme del Servizio Sanitario Nazionale e dinamica dell’efficienza ospedaliera in Piemonte”. *Ceris-Cnr*.

Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K.(2007), ”Data envelopment analysis. A comprehensive text with models, applications, references and *DEA*-solver software”, second edition, Springer.

Destefanis S., Pavone A. (1996), “L’analisi dell’efficienza nell’ambito dell’approccio FDH: un’estensione e un’applicazione per gli ospedali di zona”, *ISTAT, Quaderni di Ricerca*.

Dlgs 502/92 “Riordino della disciplina in materia sanitaria , a norma dell’art 1 della Legge 23 ottobre 1992 , n .421”.

Dlgs 517/93 “Modificazioni del dlgs 502/1992, recante riordino della disciplina in materia sanitaria , a norma dell’art i della Legge 23 ottobre 1992,n. 421 ”.

Dlgs 229/1999”Norme per la razionalizzazione del Servizio sanitario nazionale , a norma dell’art 1 della legge 30 novembre 1998,n.419”

Dlgs 56/2000 “ Disposizione in materia di federalismo fiscale, a norma dell’art 10 della legge 13 maggio 1999,133”.

Euroepan Observatory on Health Care System(2001), ”Health Care in Transition:Italy”.

Euroepan Observatory on Health Care System(2004), ”Configuring the hospital for the 21th century”, *Brief Policy*.

Evans D.B., Tandon A, Murray C.J.L., Lauer J.A. (2001), " The Comparative Efficiency of National Health Systems in Producing Health: An Analysis of 191 Countries", GPE Discussion Paper Series: No. 29. World Health Organisation: Geneva.

Fabbri D. (2000), "Efficienza tecnica e produzione ospedaliera: una valutazione con Data Envelopment Analysis delle prestazioni ospedaliere nel periodo della riforma", Dipartimento di Scienze Economiche, UNIBO.

Fare R., Grosskopf S., Lindegren B, Poullier J.P. (1997), "Productivity growth in health care delivery", *Medical care*.

Fare R., Grosskopf S., Lovell C.A.K. (1994), " Production Frontiers", Cambridge University Press, Cambridge.

Fare R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. (1994), " Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries", *American Economic Review*.

Farrel M.J.(1957), "The measurement of productive efficiency", *Journal of The Royal Statistical Society*.

Fattore G., Torbica A.(2006), "Inpatient reimbursement system in Italy: How do tariffs relate to costs?", *Health Care Management Sciences*.

Ferrier G.D., Valdmanis V.D.(2004), "Do mergers improve hospital productivity?", *Journal Operational Research Society*.

Giuffrida A. (1999), "Productivity and efficiency changes in primary care: a Malmquist index approach", *Health Care Management Science*.

Grosskopf S., Self S., Zaim O., (2010), "Estimating the efficiency of the system of healthcare financing in achieving better health", *Applied Economics*.

Grosskopf S.(1993), "Efficiency and productivity", in "The measurement of Productive

Efficiency:Technique and Applications”. Eds H.O Fried, C.A.K.Lovell and S.Schimidt , Oxford University Press.

Gupta S., Verhoeven M. (2001), “The Efficiency of Government Expenditure – Experiences from Africa”, *Journal of Policy Modelling*.

Kathuria V., Sankar D. (2005), "Inter-state disparities in health outcomes in rural india: an analysis using stochastic production frontier approach", *Development policy review*.

Hofmarcher M., Paterson I., Hiedel M. (2002) ”Measuring Hospital Efficiency in Austria:a DEA approach”, *Health Care Management Science*.

Hollingsworth B. , Wildman J. (2003), "The efficiency of health production:re-estimating the WHO panel data using parametric and non-parametric approaches to provide additional information". *Health Economics*.

Janlov N. (2007), "Swedish Health Care Performance:Quantity versus Quality".

Joumard I., André C., Nicq S. (2010) "HEALTH CARE SYSTEMS: EFFICIENCY AND INSTITUTIONS ", *ECO/WKP*.

Joumard I., André C., Nicq S., Chatal O. (2008), "Health status determinants:lifestyle, environment, health care resources and efficiency ", *ECO/WKP*.

Linna M.,Nordblad A.,Koivu M. (2003), "Technical and cost effincency of oral health care provision in Finnissh health centres" , *Social sciences and Medicine*.

Lozzi M. (2008), ”L’assistenza ospedaliera in Italia”,BI,*Occasional Paper*.

Lyroudi K., Glaveli N., Koulakiotis A., Angelidis D. (2006), ”The productive performance of public hospital clinics in Greece:a case study”,*Health Services Management Sciences*.

Malmquist S.(1953), " Index number and indifference surface", *Trabajos de Estadística*.

Maniadakis N., Hollingsworth B. (1997), "Measuring and analysing the impact of the internal market on hospital efficiency and productivity using a Malmquist index approach",

Maniadakis N., Thanassoulis E. (2000), "Assessing productivity changes in UK hospitals reflecting technology and input price", *Applied Economics*.

Maniadakis N., Thanassoulis E. (2004), "A cost Malmquist productivity index", *European Journal of Operational Research*

Ministero della Salute, Relazione sullo stato sanitario del paese. Biennio 2005-2006.

OECD Health Data 2010-Selected Data <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=HEALTH>

Ozcan Y.A.(2007), "Health Care Benchmarking and Performance Evaluation. An assessment using Data Envelopment Analysis (DEA)", Springer.

Puig-Junoy (1998), "Measuring Health Production Performance in the OECD", *Applied Economic*

Rapporto annuale sull'attività di ricovero ospedaliero. Dati SDO 2005, Ministero della salute.

Rebba V., Rizzi D. (2003), "The role of demand and weight restrictions in DEA measurement of hospital efficiency".

Retzlaff-Roberts D, Cyril F. Chang , Rubin R.M. (2004), "Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries ".

Salute e Territorio, Anno XXIII, Marzo-Aprile 2002.

Schiavone A.(2008), "L'efficienza tecnica degli ospedali pubblici italiani", B.I., Occasional paper

Spinks J., Hollingsworth B. (2009), "Cross-Country comparisons of technical efficiency of health production : a demonstration of pitfalls", *Applied Economics*.

Staat M. (2003), "The Efficiency of Treatment Strategies of General Practitioners :A Malmquist Index Approach", *The European Journal Health Economics*.

Tediosi F., Gabriele S., Longo F. (2009), "Governing decentralization in health care under tough budget constraint: What can we learn from the Italian experience?", *Health Policy*.

Wilson P. (1993), "Detecting outliers in deterministic non-parametric frontier model with multiples outputs", *Economics Statics*.

WHO (2000), "Health system :improving performance", WHO Report

WHO (2003), "Measuring hospital performance to improve the quality of care in Europe: a need for clarifying the concept and defining the main dimension", Barcellona, Report on WHO Workshop.

