

Università di Torino
Scuola di Studi Superiori
A.A. 2011/2012

STATO e MERCATO

Privatizzazioni e regolazione

prof. Gilberto Turati

Privatizzazione e regolazione nell'ambito della sanità

C. Canta, M. Piacenza, G. Turati

**Riforme del SSN e dinamica dell'efficienza
ospedaliera in Piemonte**

Politica Economica, vol. 22, n. 2, pp. 157-191, 2006

OBIETTIVI DELLO STUDIO

- Illustrare le caratteristiche generali del settore sanitario, focalizzando l'attenzione sulla regolamentazione in Italia e in Piemonte
- Descrivere i possibili effetti delle riforme degli anni Novanta sull'efficienza nel settore sanitario
- Utilizzando metodi econometrici, stimare il grado di inefficienza nella produzione delle 22 ASL e 7 AO piemontesi nel periodo 2000-2004

1. CARATTERISTICHE DEL SETTORE SANITARIO

CARATTERISTICHE DEL SSN (Legge 833/78)

- universalità della copertura assistenziale
- prevalenza nella produzione dei servizi delle strutture pubbliche

LIMITI E PROBLEMI

- Mancanza di concorrenza
 - Copertura *ex post* delle spese
 - Finanziatore = erogatore
 - Evoluzione demografica →
- Gestione inefficiente
- Crescita domanda
- CRESCITA
SPESA
SANITARIA

1. CARATTERISTICHE DEL SETTORE SANITARIO

LE RIFORME DEGLI ANNI NOVANTA (MACRO E MICRO)

- Decentramento, regionalizzazione, razionalizzazione
- Riduzione dello sbilanciamento verticale e introduzione del "federalismo fiscale"
- Aziendalizzazione dei produttori ⇒ nuove forme di controllo di gestione, autonomia, responsabilità finanziaria
- Schema di pagamenti prospettici basato su una tariffa fissata ex ante per ogni **DRG-ROD** ⇒ introduzione di incentivi al contenimento dei costi
- Separazione fra ruolo di finanziatore e ruolo di erogatore del servizio ⇒ creazione di **quasi-mercati**
-  **Maggior attenzione nella gestione delle risorse?**

2. COSTRUZIONE DATABASE

- STRUTTURE IN ESAME: 22 ASL e 7 Aziende Ospedaliere
- PERIODO OSSERVATO: 2000-2004
- PRINCIPALI DATI RACCOLTI (fonte: Regione Piemonte)
 - personale
 - posti-letto (*proxy* per la variabile *capitale fisico*)
 - produzione ospedaliera (variabile *output*): numero ricoveri (quantità) per peso medio DRG (qualità)
 - dati di costo (suddivisi per destinazione)

2. COSTRUZIONE DATABASE

- STRUTTURE IN ESAME: 22 ASL e 7 Aziende Ospedaliere
- PERIODO OSSERVATO: 2000-2004
- PRINCIPALI DATI F
 - personale
 - posti-letto (*proxy* per la variabile *capitale fisico*)
 - produzione ospedaliera (variabile *output*): numero ricoveri (quantità) per peso medio DRG (qualità)
 - dati di costo (suddivisi per destinazione)

Test di robustezza
considerando
separatamente quantità
e qualità dei ricoveri

2. COSTRUZIONE DATABASE

Incidenza dei diversi fattori produttivi sui costi operativi totali per ASL e AO piemontesi

ASL					
	2000	2001	2002	2003	2004
Lavoro	36,0%	34,5%	33,3%	25,1%	25,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>	28,0%	26,7%	25,8%	19,5%	19,3%
Materiali e servizi	59,5%	62,2%	63,3%	72,1%	72,2%
<i>Materiali</i>	9,0%	8,6%	10,7%	7,2%	7,2%
<i>Farmaci</i>	2,7%	2,8%	3,1%	2,9%	3,1%
<i>Servizi operativi appaltati</i>	2,1%	2,2%	2,1%	1,7%	1,7%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	46,6%	49,1%	48,4%	61,5%	61,7%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>	1,4%	1,9%	2,3%	5,0%	5,6%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>	1,0%	1,9%	2,3%	1,9%	1,8%
Spese amministrative	2,3%	1,0%	1,1%	0,9%	1,0%
Ammortamenti	1,4%	1,5%	1,6%	1,2%	1,1%
Altri costi	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
AO					
	2000	2001	2002	2003	2004
Lavoro	59,4%	56,7%	56,4%	52,9%	53,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>	45,4%	43,2%	43,4%	41,0%	41,2%
Materiali e servizi	33,0%	36,1%	36,3%	40,1%	39,8%
<i>Materiali</i>	19,3%	20,1%	20,6%	21,1%	23,1%
<i>Farmaci</i>	6,5%	6,5%	6,9%	7,3%	8,3%
<i>Servizi operativi appaltati</i>	4,2%	5,2%	5,3%	5,0%	5,2%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	6,5%	7,1%	6,6%	9,9%	7,3%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
Spese amministrative	3,4%	2,1%	2,1%	2,2%	2,2%
Ammortamenti	2,8%	3,2%	3,4%	3,2%	3,1%
Altri costi	1,4%	1,8%	1,9%	1,6%	1,8%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

2. COSTRUZIONE DATABASE

Incidenza dei diversi fattori produttivi sui costi operativi totali per ASL e AO piemontesi

	ASL				
	2000	2001	2002	2003	2004
Lavoro	36,0%	34,5%	33,3%	25,1%	25,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>	28,0%	26,7%	25,8%	19,5%	19,3%
Materiali e servizi	59,5%	62,2%	63,3%	72,1%	72,2%
<i>Materiali</i>	9,0%	8,6%	10,7%	7,2%	7,2%
<i>Farmaci</i>	2,7%	2,8%	3,1%	2,9%	3,1%
<i>Servizi operativi appaltati</i>	2,1%	2,2%	2,1%	1,7%	1,7%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	46,6%	49,1%	48,4%	61,5%	61,7%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>			2,3%	5,0%	5,6%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>			2,3%	1,9%	1,8%
Spese amministrative				0,9%	1,0%
Ammortamenti				2,2%	1,1%
Altri costi				0,4%	0,6%
TOTALE					100,0%
					2004
Lavoro					53,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>					41,2%
Materiali e servizi					41,1%
<i>Materiali</i>					21,1%
<i>Farmaci</i>					7,3%
<i>Servizi operativi appaltati</i>					5,3%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	6,5%	7,1%	6,6%	9,9%	7,3%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
Spese amministrative	3,4%	2,1%	2,1%	2,2%	2,2%
Ammortamenti	2,8%	3,2%	3,4%	3,2%	3,1%
Altri costi	1,4%	1,8%	1,9%	1,6%	1,8%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

STRUTTURE DI COSTO DIVERSE

Consideriamo solo le voci di costo relative alla produzione di servizi ospedalieri

2. COSTRUZIONE DATABASE

Incidenza dei diversi fattori produttivi sui costi operativi totali per ASL e AO piemontesi

ASL					
	2000	2001	2002	2003	2004
 Lavoro	36,0%	34,5%	33,3%	25,1%	25,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>	28,0%	26,7%	25,8%	19,5%	19,3%
Materiali e servizi	59,5%	62,2%	63,3%	72,1%	72,2%
<i>Materiali</i>	9,0%	8,6%	10,7%	7,2%	7,2%
 Farmaci	2,7%	2,8%	3,1%	2,9%	3,1%
<i>Servizi operativi appaltati</i>	2,1%	2,2%	2,1%	1,7%	1,7%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	46,6%	49,1%	48,4%	61,5%	61,1%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>	1,4%	1,9%	2,3%	5,0%	5,6%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>	1,0%	1,9%	2,3%	1,9%	1,8%
Spese amministrative	2,3%	1,0%	1,1%	0,9%	1,0%
 Ammortamenti	1,4%	1,5%	1,6%	1,2%	1,1%
Altri costi	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
AO					
	2000	2001	2002	2003	2004
 Lavoro	59,4%	56,7%	56,4%	52,9%	53,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>	45,4%	43,2%	43,4%	41,0%	41,2%
Materiali e servizi	33,0%	36,1%	36,3%	40,1%	39,8%
<i>Materiali</i>	19,3%	20,1%	20,6%	21,1%	23,1%
 Farmaci	6,5%	6,5%	6,9%	7,3%	8,3%
<i>Servizi operativi appaltati</i>	4,2%	5,2%	5,3%	5,0%	5,1%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	6,5%	7,1%	6,6%	9,9%	7,1%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
Spese amministrative	3,4%	2,1%	2,1%	2,2%	2,2%
 Ammortamenti	2,8%	3,2%	3,4%	3,2%	3,1%
Altri costi	1,4%	1,8%	1,9%	1,6%	1,8%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

2004

Lavoro 85,4%

Farmaci 10,7%

Amm.ti 3,9%

2004

Lavoro 82,5%

Farmaci 12,6%

Amm.ti 4,9%

2. COSTRUZIONE DATABASE

Incidenza dei diversi fattori produttivi sui costi operativi totali - AO piemontesi

	2000	2001	2002	2003	2004
Lavoro	59,4%	56,7%	56,4%	52,9%	53,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>	45,4%	43,2%	43,4%	41,0%	41,2%
Materiali e servizi	33,0%	36,1%	36,3%	40,1%	39,8%
<i>Materiali</i>	19,3%	20,1%	20,6%	21,1%	23,1%
<i>Farmaci</i>	6,5%	6,5%	6,9%	7,3%	8,3%
<i>Servizi operativi appaltati</i>	4,2%	5,2%	5,3%	5,0%	5,1%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	6,5%	7,1%	6,6%	9,9%	7,1%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
Spese amministrative	3,4%	2,1%	2,1%	2,2%	2,2%
Ammortamenti	2,8%	3,2%	3,4%	3,2%	3,1%
Altri costi	1,4%	1,8%	1,9%	1,6%	1,8%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

	2000	2001	2002	2003	2004
Lavoro	59,4%	56,7%	56,4%	52,9%	53,1%
<i>Lavoro sanitario/totale costi operativi</i>	45,4%	43,2%	43,4%	41,0%	41,2%
Materiali e servizi	33,0%	36,1%	36,3%	40,1%	39,8%
<i>Materiali</i>	19,3%	20,1%	20,6%	21,1%	23,1%
<i>Farmaci</i>	6,5%	6,5%	6,9%	7,3%	8,3%
<i>Servizi operativi appaltati</i>	4,2%	5,2%	5,3%	5,0%	5,1%
<i>Costi per prestazioni esterne</i>	6,5%	7,1%	6,6%	9,9%	7,1%
<i>Costi per assistenza specialistica</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
<i>Costi per assistenza specialistica da privati</i>	0,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,0%
Spese amministrative	3,4%	2,1%	2,1%	2,2%	2,2%
Ammortamenti	2,8%	3,2%	3,4%	3,2%	3,1%
Altri costi	1,4%	1,8%	1,9%	1,6%	1,8%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Test di robustezza considerando solo l'80% del costo del lavoro e il 75% degli ammortamenti

2004
Lavoro 85,4%
Farmaci 10,7%
Amm.ti 3,9%

2004
Lavoro 82,5%
Farmaci 12,6%
Amm.ti 4,9%

2.1. COSTRUZIONE DATABASE: definizione input

Input per la produzione di servizi ospedalieri:
lavoro, farmaci, capitale (posti-letto)

$$\mathbf{CO} = \sum_{i=1..4} \mathbf{p}_i \mathbf{I}_i$$

I costi operativi (CO) rappresentano in media il 35% dei costi operativi totali per le ASL e il 65% dei costi per le AO

Proxy per i prezzi dei fattori produttivi

- lavoro sanitario (costo del lavoro sanitario / n° addetti ruolo sanitario)
- lavoro non sanitario (costo lavoro "non sanitario" / n° addetti "non san.")
- farmaci (costo dei farmaci / n° ricoveri)
- capitale (ammortamenti / n° posti letto)

2.1. COSTRUZIONE DATABASE: definizione input

Input per la produzione di servizi ospedalieri:
lavoro, farmaci, capitale (posti-letto)

$$CO = \sum_{i=1..4} p_i I_i$$

I costi operativi (CO) rappresentano in media il 35% dei costi operativi totali per le ASL e il 65% dei costi per le AO

Proxy per i prezzi dei fattori produttivi

- lavoro sanitario (costo del lavoro sanitario)
- lavoro non sanitario (costo lavoro "non san.")
- farmaci (costo dei farmaci / n° ricoveri)
- capitale (ammortamenti / n° posti letto)

Test di
robustezza con
gg. degenza per
evitare collinearità
con output

2.2. COSTRUZIONE DATABASE: statistiche descrittive

	Media	Dev. St.	Minimo	Mediana	Massimo
<i>Costo Operativo (10³ €)</i>					
Lavoro + Farmaci + Capitale	89.173	43.244	29.262	86.585	309.694
<i>Dati tecnici di produzione</i>					
Punti DRG totali (ordinari + day-hospital)	24.628	17.144	655	21.758	100.905
Ricoveri totali (ordinari + day-hospital)	22.072	13.237	639	19.728	68.715
Posti-letto totali (ordinari + day-hospital)	521	294	62	485	1.848
<i>Prezzi dei fattori</i>					
Prezzo lavoro sanitario (€/addetto)	46.285	2.112	41.841	46.380	55.572
Prezzo lavoro non sanitario (€/addetto)	25.630	1.135	22.053	25.654	28.867
Prezzo farmaci (€/ricovero)	483	553	99	354	4.369
Prezzo capitale (€/posto-letto)	8.051	3.715	3.016	7.170	22.859
<i>Quote di costo dei fattori</i>					
Lavoro sanitario	0,67	0,04	0,58	0,67	0,75
Lavoro non sanitario	0,20	0,03	0,14	0,20	0,30
Farmaci	0,09	0,03	0,03	0,09	0,20
Capitale	0,04	0,01	0,02	0,04	0,09
<i>Localizzazione delle strutture</i>					
Aerea urbana di Torino (%)	0,24	-	-	-	-

3. ASPETTI METODOLOGICI

STRUMENTO DI ANALISI: FRONTIERA STOCASTICA DI COSTO

$$CO_i = f(y_{it}, p_{kit}) + [v_{it} + u_{it}]$$

- v_{it} rappresenta il termine d'errore stocastico
- u_{it} rappresenta gli scostamenti dalla frontiera dovuti a X-inefficienza



Nel settore sanitario:

EFFICACIA = capacità migliorare lo stato di salute del paziente
dati certi quantitativi di input

≠

EFFICIENZA = capacità di erogare un certo n. di prestazioni
dati certi quantitativi di input



Utilizzando come variabile di output il numero di ricoveri (pesati per DRG), non si è controllato per efficacia delle prestazioni

3.1. LA FUNZIONE DI COSTO STIMATA: modello translogaritmico

$$\begin{aligned} \ln(\text{CO}_{it} / P_{Kit}) = & \beta_0 + \beta_Y \ln Y_{it} + \beta_{LS} \ln(P_{LSit} / P_{Kit}) + \beta_{LA} \ln(P_{LAit} / P_{Kit}) + \beta_F \ln(P_{Fit} / P_{Kit}) + \\ & + 1/2 \beta_{LALA} (\ln(P_{LAit} / P_{Kit}))^2 + 1/2 \beta_{FF} (\ln(P_{Fit} / P_{Kit}))^2 + \\ & + \beta_{YLS} \ln Y_{it} * \ln(P_{LSit} / P_{Kit}) + \beta_{YLA} \ln Y_{it} * \ln(P_{LAit} / P_{Kit}) + \\ & + \beta_{YF} \ln Y_{it} * \ln(P_{Fit} / P_{Kit}) + \beta_{LSLA} \ln(P_{LSit} / P_{Kit}) * \ln(P_{LAit} / P_{Kit}) + \\ & + \beta_{LSF} \ln(P_{LSit} / P_{Kit}) * \ln(P_{Fit} / P_{Kit}) + \beta_{LAF} \ln(P_{LAit} / P_{Kit}) * \ln(P_{Fit} / P_{Kit}) + \\ & + \beta_{URB} \text{DURB}_{it} + \beta_{\tau} \tau_t + [\mathbf{v}_{it} + \mathbf{u}_{it}] \\ & i = 1, \dots, 29 \quad t = 1, \dots, 5. \end{aligned}$$

- Y = numero di DRG prodotti
- P_{LS} , P_{LA} , P_F e P_K = rispettivamente prezzo lavoro sanitario, lavoro non sanitario, farmaci, capitale
- DURB = dummy che assume valore 1 se la struttura si trova a Torino
- τ = trend di tempo (valori compresi fra 1 e 5).

3.2. ANALISI DELL'INEFFICIENZA: ipotesi sulla distribuzione dei residui

- $v_{it} \sim \text{IN}(0, \sigma_v^2)$
- Si utilizza il modello ***time variant*** di **Battese & Coelli (1992)**:

$$u_{it} = u_i [\exp(-\eta(t-T))]$$

$$\text{con } u_i \sim \text{IN}^+(\mu, \sigma_u^2)$$



- $\eta = 0 \rightarrow$ l'inefficienza non varia nel tempo
- $\eta > 0 \rightarrow$ l'inefficienza si riduce nel tempo e $\downarrow$ anche i differenziali fra le diverse strutture
- $\eta < 0 \rightarrow$ l'inefficienza aumenta nel tempo e $\uparrow$ anche i differenziali fra le diverse strutture

4.1 STIMA E RISULTATI: test sulla forma funzionale

- **Likelihood Ratio (LR) Test** su restrizioni relative alla forma funzionale:

$$LR = -2 \{ \ln [L(H_0)] - \ln [L(H_1)] \}$$

- Sotto l'ipotesi nulla $LR \sim \chi^2$

Ipotesi nulla	Log-likelihood	Statistica	Decisione
Ho: specificazione Cobb Douglas $\beta_{YY} = \beta_{LSLS} = \beta_{LALA} = \beta_{FF} = \beta_{YLS} =$ $\beta_{YLA} = \beta_{YF} = \beta_{LSLA} = \beta_{LSF} = \beta_{LAF} = 0$	197,045	31,462	Ho rifiutata
Ho: omogeneità $\beta_{YY} = \beta_{YLS} = \beta_{YLA} = \beta_{YF} = 0$	199,283	26,986	Ho rifiutata
Ho: omoteticità $\beta_{YLS} = \beta_{YLA} = \beta_{YF} = 0$	200,366	24,820	Ho rifiutata



- Presenza di una tecnologia complessa (al variare della quantità prodotta varia il mix di fattori utilizzato)

4.2. STIMA E RISULTATI: i parametri del modello

Parametri	Regressori	Stime	Errori standard
β_0	Costante	-0,5074***	0,0811
β_Y	lnY	0,4011***	0,0468
β_{LS}	lnPLS	0,4897***	0,1785
β_{LA}	lnPLA	0,3109**	0,1786
β_F	lnPF	0,2011***	0,0311
β_{YY}	lnY ²	0,1532***	0,0320
β_{LSLS}	lnPLS ²	3,4312	5,4618
β_{LALA}	lnPLA ²	1,5858	5,0752
β_{FF}	lnPF ²	0,1494***	0,0350
β_{YLS}	lnY*lnPLS	-0,3438	0,2801
β_{YLA}	lnY*lnPLA	0,1606	0,2693
β_{YF}	lnY*lnPF	0,0842***	0,0217
β_{LSLA}	lnPLS*lnPLA	-2,4150	5,2531
β_{LSF}	lnPLS*lnPF	-0,3617*	0,2446
β_{LAF}	lnPLA*lnPF	0,2578	0,2400
β_{URB}	DURB	-0,0163	0,0728
β_τ	τ	0,0299***	0,0099
sigma-squared (σ^2)		0,0368***	0,0140
gamma (γ)		0,9690***	0,0124
mu (μ)		0,3179***	0,0765
eta (η)		0,0490***	0,0145

***significativo all'1%
 **significativo al 5%
 * significativo al 10%

4.2. STIMA E RISULTATI: i parametri del modello

Parametri	Regressori	Stime	Errori standard
β_0	Costante	-0,5074***	0,0811
β_Y	lnY	0,4011***	0,0468
β_{LS}	lnPLS	0,4897***	0,1785
β_{LA}	lnPLA	0,3109**	
β_F	lnPF	0,2011***	
β_{YY}	lnY^2	0,1532**	
β_{LSLS}	lnPLS^2	3,4317***	
β_{LALA}	lnPLA^2	1,5851	
β_{FF}	lnPF^2	0,1499	
β_{YLS}	lnY*lnPLS	-0,3439	
β_{YLA}	lnY*lnPLA	0,0000	
β_{YF}	lnY*lnPF	0,0000	
β_{LSLA}	lnPLS*lnPLA	-2,4150	5,2531
β_{LSF}	lnPLS*lnPF	-0,3617*	0,2446
β_{LAF}	lnPLA*lnPF	0,2578	0,2400
β_{URB}	DURB	-0,0163	0,0728
β_τ	τ	0,0299***	0,0099
sigma-squared (σ^2)		0,0368***	0,0140
gamma (γ)		0,9690***	0,0124
mu (μ)		0,3179***	0,0765
eta (η)		0,0490***	0,0145

***significativo all'1%

**significativo al 5%

* significativo al 10%

Non significative anche
dummy per ASL/AO e
per diverse classi
dimensionali in termini
di posti letto

4.3. STIMA E RISULTATI: progresso tecnico ed economie di scala



- Effetto del **progresso tecnologico** (*à la* Hicks) sui costi:
 $\beta_t = 0,0299$ l'introduzione di nuove tecnologie, nel caso del settore sanitario, fa $\uparrow$ i costi di produzione (priorità dell'efficacia dei trattamenti?, complessità dei casi trattati?)
- **Economie di scala** (calcolate a prezzi medi dei fattori): $1/\varepsilon_{c,y}$

	Numero medio DRG	Economie di scala
PICCOLE	13.028	3,295
MEDIE	23.410	2,542
GRANDI	51.483	1,945
IMPRESA MEDIA	24.628	2,493



Strutture fortemente sottodimensionate soprattutto le più piccole

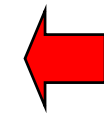
4.4. STIMA E RISULTATI: trend temporale dell'inefficienza

VALORI MEDI ANNUI

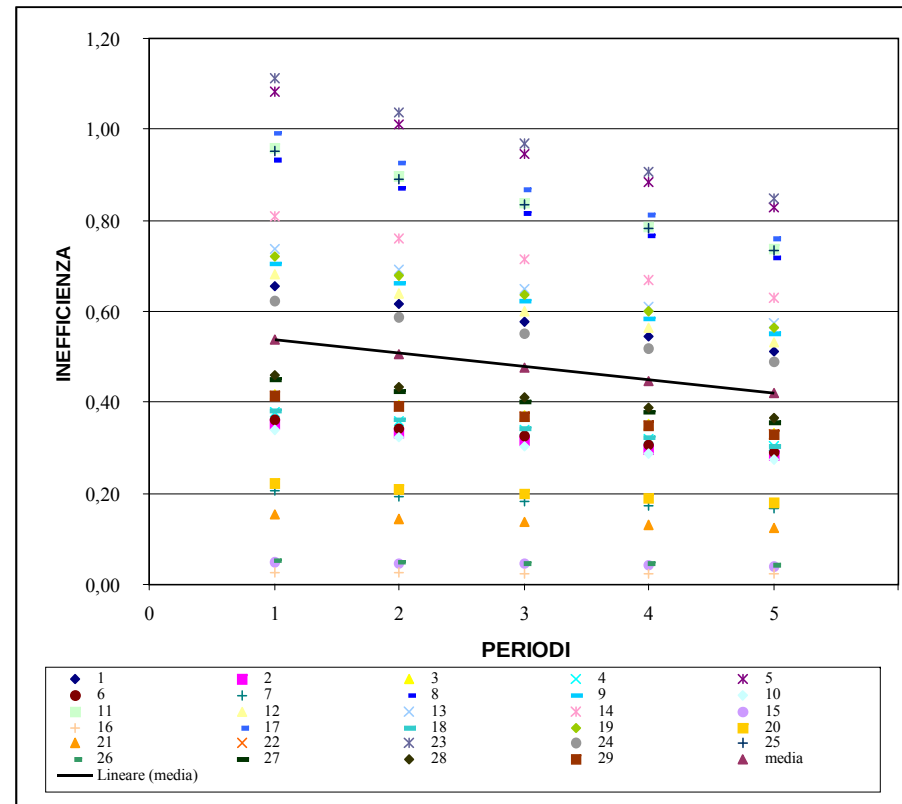
	Inefficienza Media	Deviazione Standard
2000	0,539	0,320
2001	0,506	0,298
2002	0,476	0,278
2003	0,448	0,260
2004	0,421	0,243



- Livelli elevati degli scores con progressiva riduzione nel tempo ($\eta = 0.5$)
- Forti divari tra strutture che tendono a ↓ nel tempo (DS↓)

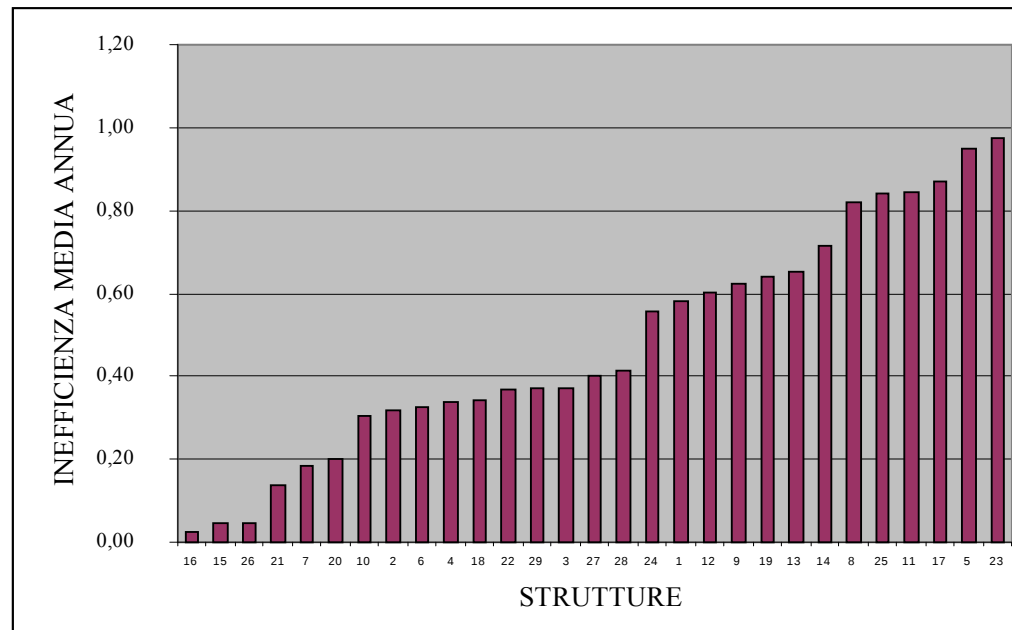


ANDAMENTO NEL TEMPO DELL'INEFFICIENZA



4.4. LA STIMA E I RISULTATI: variabilità dell'inefficienza fra strutture

RANKING DELLE UNITA' PRODUTTIVE



- Forte variabilità cross-section con possibile presenza di outliers
- Necessità di indagare più a fondo su possibili cause inefficienza (es. modello Battese & Coelli, 1995)

4.5. LA ROBUSTEZZA DEI RISULTATI

I RISULTATI DEI NUOVI MODELLI CONFERMANO

- Caratteristiche tecnologiche del processo di produzione:
 - elasticità rispetto al prezzo dei fattori (migliorano)
 - spostamento temporale della frontiera ($\uparrow$ costi)
 - rendimenti di scala (forti economie)
- Analisi dell'inefficienza:
 - dinamica (trend decrescente)
 - livelli (più contenuti ma sempre elevati, media 36%)
- *Jackknifing*
- *Funzione di costo variabile (posti letto input fisso)*

CONCLUSIONI

- Riduzione nel tempo del grado di inefficienza media $\Rightarrow$ effetto delle riforme?
- Elevati margini di miglioramento dell'efficienza di costo
- Presenza di una tecnologia complessa, che può giustificare in parte l'alto grado di inefficienza (soprattutto la componente legata all'inefficienza allocativa e alla difficoltà per il manager di ottimizzare il mix di input? Oppure all'inefficienza tecnica a causa del processo di "de-ospedalizzazione"?)
- Forti economie di scala (calcolate sulla qualità e la quantità di prestazioni, ma non immediato il passaggio alla dimensione ottima dell'ospedale $\rightarrow$ ASL/AO multipresidio)

Gian Paolo Barbetta, Gilberto Turati,
Angelo Maria Zago,

**Behavioral differences between public and private
not-for-profit hospitals in the Italian NHS**

Health Economics, 16(1), 75-96, 2007

Outline of the paper

- Behavior of public/private providers in health care markets: theory and evidence
- The Italian NHS: change in the reimbursement scheme as a natural experiment to test for differences in behavior
- The empirical analysis
- Conclusions

Behavior of producers in health care markets

- Theoretical results inconclusive:
 - NPO more efficient → NDC
 - NPO less efficient → lack of residual claimants
- Empirical results inconclusive:
 - no systematic differences in efficiency
 - difference between public and private providers:
soft budget constraint for public hospitals

The Italian NHS: reimbursement schemes

- Role of private producers (both FPO and NPO) in the hospital industry only marginal
- before 1995:
 - public hospitals: full ex-post payment → *soft budget constraint*
 - private hospitals: bed-day rate → *increase average length of stay*
- in 1995: introduction of DRG-based payment system

The Italian NHS: reimbursement schemes

- introduction of new system to be completed in all regions in 1997, both for public and private hospitals
- Aim: increase producers efficiency
- Drawbacks:
 - discharge patients earlier (↓ quality)
 - discharge & readmit
 - upcoding
 - cream-skimming

The empirical analysis

- Two testable propositions:

$H_0(A)$: differences in hospitals technical efficiency characterizing different ownership structures disappeared after the introduction of the DRG-based payment system.

$H_0(B)$: hospitals technical efficiency increased following the introduction of the DRG-based payment system;

The empirical analysis

- Use **output distance function** to measure productive efficiency
- Need to estimate a “best practice” frontier
- Use two alternative methodologies to validate results (non parametric DEA, parametric COLS, parametric SFA)
- Test if mean efficiency levels are statistically different

The empirical analysis

A parametric output distance function from Coelli and Perelman (2001)

$$\begin{aligned}\ln D_{Oft} = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^M \alpha_i \ln y_{ift} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \alpha_{ij} \ln y_{ift} \ln y_{jft} \\ & + \sum_{h=1}^K \beta_h \ln x_{hft} + \frac{1}{2} \sum_{h=1}^K \sum_{k=1}^K \beta_{hk} \ln x_{hft} \ln x_{kft} \\ & + \sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^M \delta_{hi} \ln x_{hft} \ln y_{ift}\end{aligned}$$

The empirical analysis

Homogeneity of degree 1 in prices imposes $D_o(x, \varpi y) = \varpi D_o(x, y)$

Choose $\varpi = 1/y^M$

$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{D_{oft}}{y_{Mft}} \right) &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^M \alpha_i \ln \left(\frac{y_{ift}}{y_{Mft}} \right) \\ &+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \alpha_{ij} \ln \left(\frac{y_{ift}}{y_{Mft}} \right) \ln \left(\frac{y_{jft}}{y_{Mft}} \right) \\ &+ \sum_{h=1}^K \beta_h \ln x_{hft} + \frac{1}{2} \sum_{h=1}^K \sum_{k=1}^K \beta_{hk} \ln x_{hft} \ln x_{kft} \\ &+ \sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^M \delta_{hi} \ln x_{hft} \ln \left(\frac{y_{ift}}{y_{Mft}} \right) \end{aligned}$$

The empirical analysis

Impose equality of cross-partial derivatives and re-write equation

$$\begin{aligned} -\ln y_{Mft} = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^M \alpha_i \ln \left(\frac{y_{ift}}{y_{Mft}} \right) \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \alpha_{ij} \ln \left(\frac{y_{ift}}{y_{Mft}} \right) \ln \left(\frac{y_{jft}}{y_{Mft}} \right) \\ & + \sum_{h=1}^K \beta_h \ln x_{hft} + \frac{1}{2} \sum_{h=1}^K \sum_{k=1}^K \beta_{hk} \ln x_{hft} \ln x_{kft} \\ & + \sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^M \delta_{hi} \ln x_{hft} \ln \left(\frac{y_{ift}}{y_{Mft}} \right) \\ & + R_f + Y_t - \ln D_{Oft} \end{aligned}$$

The empirical analysis

COLS

$$D_O = \exp\{-\varepsilon_{\max} - \varepsilon_f\}$$

SF

$$\varepsilon = v + D_O.$$

The empirical analysis

- Sample of more than 500 hospitals for the years 1995-2000
- Two sub-periods: 1995-1997 before DRG, 1998-2000 after DRG
- Two models: 1) in-patient days 2) discharged patients [other outputs: DH and emergency rooms treatments; inputs: beds, physicians, nurses, other medical staff]

Data

Table I. Descriptive statistics

	NFP	PUB	All
<i>Inputs</i>			
Beds	402 (410)	277 (299)	282 (305)
Beds for DH	24 (34)	27 (38)	27 (38)
Physicians	146 (170)	107 (132)	108 (134)
Nurses	354 (416)	273 (319)	276 (324)
Teaching staff	3 (5)	1 (3)	1 (3)
Other personnel	33 (62)	24 (51)	25 (51)
<i>Outputs</i>			
Inpatient days	117 726 (119 941)	75 355 (87 419)	77 030 (89 290)
Discharged patients	15 599 (14 890)	10 429 (10 855)	10 634 (11 086)
DH treatments	10 215 (17 530)	9460 (18 826)	9484 (18 785)
Emergency room treatments	24 609 (23 001)	39 452 (143 475)	38 901 (140 885)
No. Obs.	126	3060	3186

Note: Mean values; standard deviation in parentheses.

The empirical analysis

- Decrease in the average length of stay, for both public/private NPO:
 - before DRG: 8.16 NPO 7.41 Pub
 - after DRG: 7.52 NPO 7.26 Pub

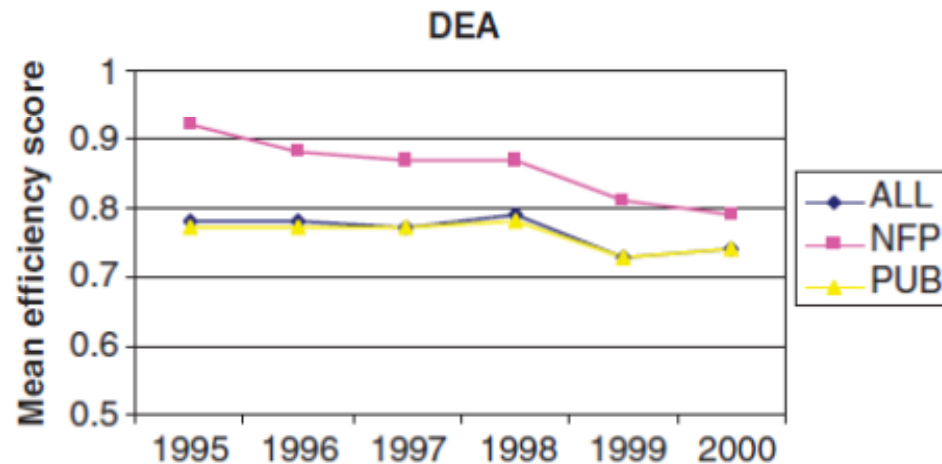
Table II. ALOS by years and type of hospitals

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Before DRG	After DRG
All hospitals	7.80 (1.81)	7.41 (1.81)	7.10 (1.75)	7.02 (1.77)	7.37 (2.25)	7.42 (2.50)	7.44 (1.81)	7.27 (2.20)
NFP	8.80 (1.53)	8.08 (1.21)	7.61 (1.31)	7.39 (1.57)	7.71 (1.78)	7.46 (1.61)	8.16 (1.42)	7.52 (1.64)
Public	7.76 (1.81)	7.39 (1.82)	7.08 (1.77)	7.00 (1.77)	7.35 (2.27)	7.41 (2.53)	7.41 (1.82)	7.26 (2.22)

Note: Mean values; standard deviation in parentheses.

The empirical analysis

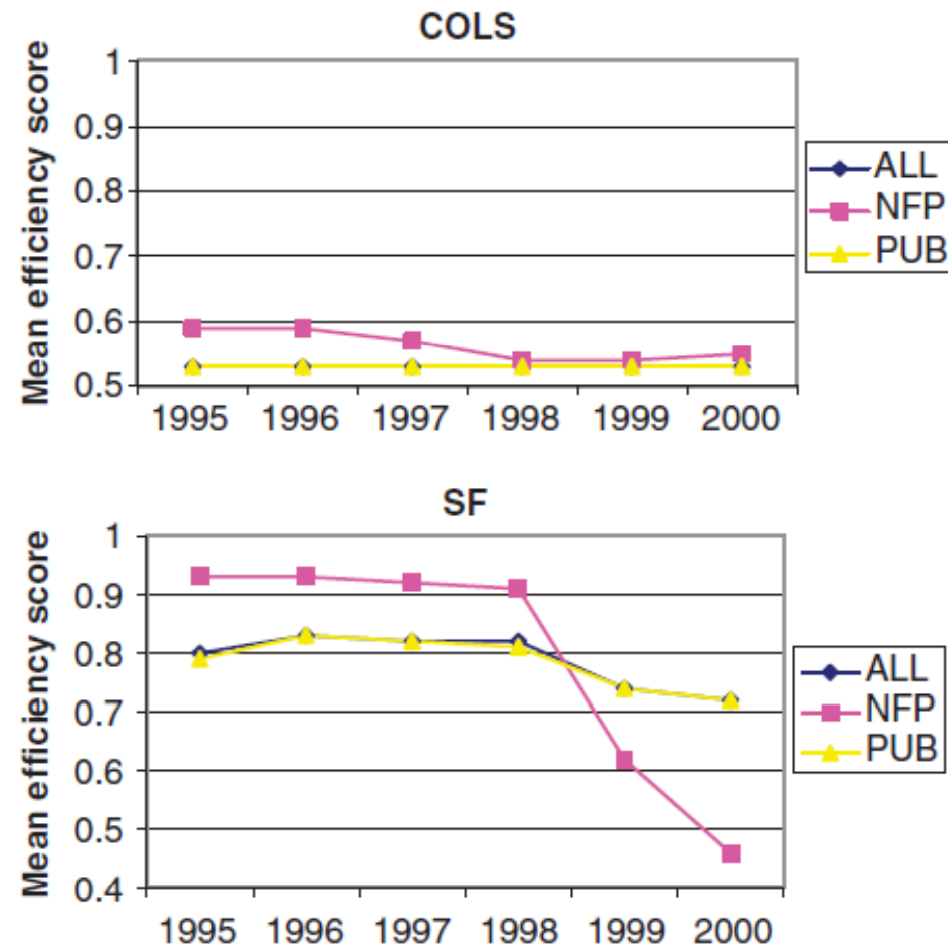
- Efficiency scores DEA
 - NPO better than public producers in both models
 - differences statistically significant
 - decline in efficiency in 1999 and 2000



The empirical analysis

- Efficiency scores COLS/SF
 - NPO better than public producers only in the sub-period 1995-1997
 - sharp decline in efficiency after DRG, especially for private producers (SF)
 - differences between producers statistically significant, before and after the introduction of the new payment system

The empirical analysis



The empirical analysis

Table VI. Efficiency scores by year and ownership type: output distance function (COLS and SF estimates)

Methodology	Type	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Before DRG	After DRG	Test ^b	
										MW	KS
SF	NFP	0.93 (0.03)	0.93 (0.03)	0.92 (0.03)	0.91 (0.05)	0.62 (0.41)	0.46 (0.46)	0.92 (0.03)	0.60 (0.42)	4.14 [0.00]	2.17 [0.00]
	PUB	0.79 (0.21)	0.83 (0.15)	0.82 (0.18)	0.81 (0.21)	0.74 (0.28)	0.72 (0.31)	0.82 (0.18)	0.76 (0.27)	3.03 [0.00]	2.29 [0.00]
	MW ^a	3.57 [0.00]	3.04 [0.00]	2.77 [0.00]	2.21 [0.03]	0.49 [0.63]	1.73 [0.08]	5.41 [0.00]	0.85 [0.40]	—	—
	KS ^a	1.85 [0.00]	1.80 [0.00]	1.53 [0.02]	1.54 [0.02]	0.77 [0.59]	1.51 [0.02]	2.71 [0.00]	1.51 [0.02]	—	—
COLS	NFP	0.70 (0.07)	0.68 (0.08)	0.68 (0.07)	0.65 (0.07)	0.61 (0.05)	0.63 (0.06)	0.68 (0.07)	0.63 (0.06)	2.89 [0.00]	1.45 [0.03]
	PUB	0.61 (0.09)	0.60 (0.07)	0.61 (0.08)	0.61 (0.09)	0.61 (0.09)	0.61 (0.09)	0.61 (0.08)	0.61 (0.09)	0.16 [0.87]	1.20 [0.11]
	MW ^a	2.85 [0.00]	2.40 [0.02]	2.30 [0.02]	1.54 [0.12]	0.34 [0.73]	1.14 [0.25]	4.42 [0.00]	1.58 [0.11]	—	—
	KS ^a	1.46 [0.03]	1.34 [0.05]	1.50 [0.02]	0.98 [0.30]	0.72 [0.67]	0.93 [0.35]	2.25 [0.00]	1.28 [0.08]	—	—

Note: Mean values; standard deviation in parentheses.

^a Mann–Whitney test for equality of means and Kolmogorov–Smirnov test for equality of distributions between different types of hospitals; *p*-values in parentheses.

^b Mann–Whitney test for equality of means and Kolmogorov–Smirnov test for equality of distributions before and after DRG introduction; *p*-values in parentheses.

The empirical analysis

- $H_0(A)$: *differences in hospitals technical efficiency characterizing different ownership structures disappeared after the introduction of the DRG-based payment system* → **fail to reject, differences in efficiency statistically significant only before the introduction of the new payment system**
- $H_0(B)$: *hospitals technical efficiency increased following the introduction of the DRG-based payment system* → **rejected, decline in efficiency statistically significant**

The empirical analysis

Table VII. Second stage analysis (Tobit models)

Dep. Var.: EFF scores	SF		COLS – w/o FE			COLS – FE		
DRG	–0.04*** (0.010)			–0.02*** (0.007)			–0.03*** (0.007)	
DRG*PUB		–0.03*** (0.010)	0.004 (0.02)		–0.017** (0.007)	–0.0004 (0.014)	–0.02*** (0.007)	–0.015 (0.014)
DRG*NFP		–0.214*** (0.041)	–0.167*** (0.046)		–0.144*** (0.028)	–0.124*** (0.032)	–0.15*** (0.028)	–0.14*** (0.032)
PREXP	0.04*** (0.005)	0.04*** (0.005)	0.04*** (0.005)	0.025*** (0.004)	0.026*** (0.004)	0.026*** (0.004)	0.02*** (0.003)	0.02*** (0.003)
PREXP*DRG			–0.004** (0.002)			–0.001 (0.001)		–0.001 (0.001)
No. obs.	2572	2572	2572	2572	2572	2572	2572	2572
Log- <i>L</i>	–569.20	–559.30	–556.89	279.96	289.96	290.94	307.22	317.55
LR test ^a		19.80	24.63	~	20.01	21.97	20.66	21.38

MLE. Asymptotic *t*-ratios in parentheses. Regional fixed effects included in all regressions. Level of significance: ***1%, **5%, *10%.

^aTest equality of DRG*PUB and DRG*NFP. Critical values χ^2 (1).

The empirical analysis

- How to explain the drop in efficiency?
- Two change in our sample period:
 - reimbursement scheme
 - de-hospitalization
- What about de-hospitalization? At the aggregate level:
 - Nr. of beds ↓, nr. of workers per bed ↑
 - potential output ↓, partial reduction in inputs

Conclusions

- Public and private NPO producers **behave differently**, and **respond differently** to change in payment schemes
- Following introduction of DRG payment system, decline in productive efficiency for both public and private producers
- Need to control for other changes in the industry to evaluate the “pure” effect of DRG-PPS

M. Piacenza, G. Turati, D. Vannoni

**Restructuring Hospital Industry to Control Public
Health Care Expenditure: The Role of Input
Substitutability**

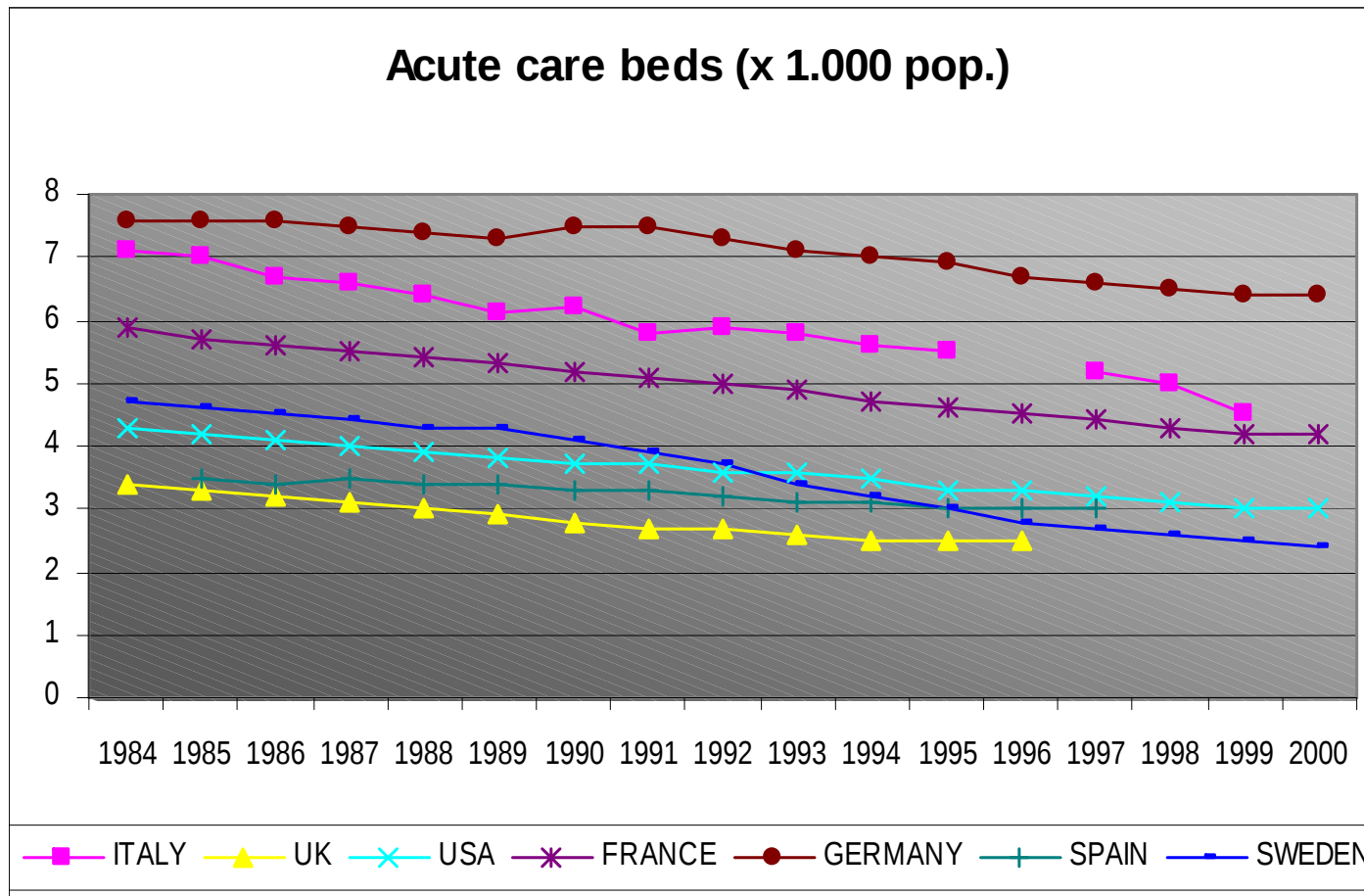
Economic Modelling, vol. 27, n. 4, 881-890, 2010.

Motivations

- How to control health spending growth and increase the effectiveness of expenditure? At the macro level, several policies at play:
 - Introduce incentives for producers
 - Introduce co-payments for patients
 - Reduce resources devoted to hospital acute care
 - Increase resources devoted to long term care, diagnostic and preventive care,...

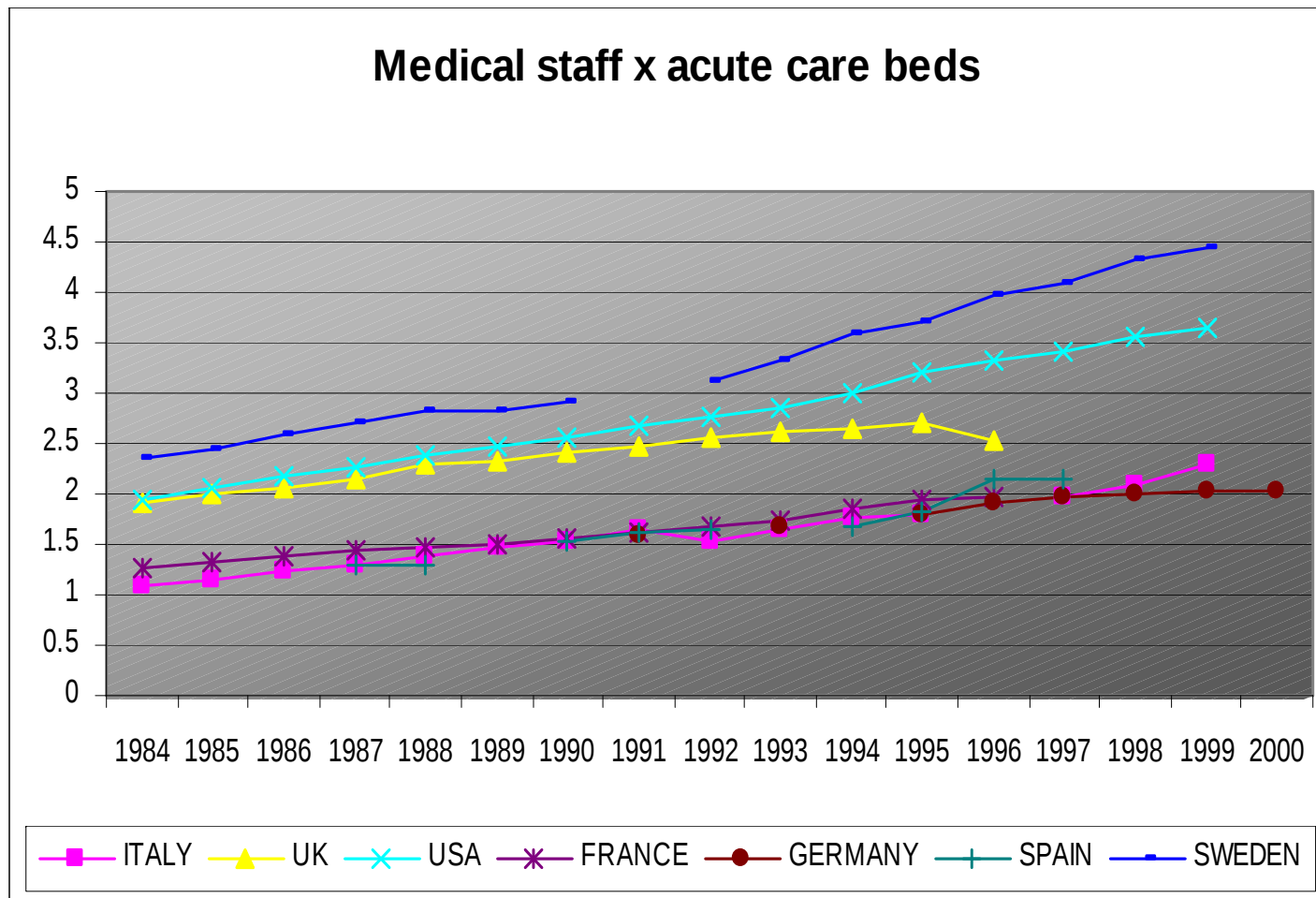
Motivations

Downsizing of the hospital industry, common to the three worlds of welfare capitalism...



OECD Health data

... but (especially in Europe) only limited to # beds



OECD Health data

➔ generating significant changes in L/K ratio...

Policy issue: is the change in input-mix justifiable on economic grounds?

Several factors at play:

- ↑ patients turnover & ↓ average length of stay → higher need of labour
- Technological change → higher need of labour
- ↑ quality of services → more staff per patient is shown to be positively related to different dimensions of quality (perceived by nurses, ↓ effective mortality rates, ..., *e.g. Aiken et al. 2002, IJQHC*)
- Inefficiency: wrong choice of *input-mix* due to a large process of de-hospitalisation based only on crude beds x pop. ratios with no empirical validity (*Bloor and Maynard 2003*)

Aim of this paper

- Characterise the production technology of hospital services (in particular, *inputs substitutability*), by estimating different *cost function models* for a sample of Italian public producers
- Test the hypothesis that observed variations in input-mix can be justified on technological grounds, i.e. on the basis of technical possibility of inputs substitution (evidence from *Allen, Morishima* and *Shadow elasticities*)
- Intuition: inputs highly substitutable → change in *input-mix* justifiable on economic grounds

The Italian case: reforming NHS during the '90s

- At the beginning of the '90s: health expenditure out of control, deficits bail-out, financial crisis
- During the '90s, all reforms aimed at ↓ inefficiencies in public spending:
 - at the micro-level → introduction of DRG based reimbursement system
 - at the macro-level → move toward fiscal federalism to “solve” the problem of soft budget constraint
- As in other countries, massive policy change in favour of the *de-hospitalisation*, to increase appropriateness and to control health expenditure

Sample structure

- # hospitals in Piedmont: 22 directly managed by Local Health Units (ASL) + 7 independent firms (AO)
- 5 years: from 2000 to 2004
- Data (source: Regione Piemonte)
 - # nurses and physicians (*medical* staff, *MS*)
 - # other workers (*administrative* staff, *AS*)
 - # beds (*K*)
 - # patients (total) and DRG weights
 - # in-patients & out-patients days
 - production costs (distinct by source)

Model specification: variables

- Dependent variable: Hospital Costs (Labour + Drugs + Capital)
- 1 output and “severity of illnesses” index:
 - total # patients (Y)
 - average DRG weight ($DRGW$)
- 4 inputs prices:
 - P_{MS} : total MS costs / # MS workers
 - P_{AS} : total AS costs / # AS workers
 - P_D : Costs for drugs (D) / # in-patients & out-patients days
 - P_K : Capital depreciation expenses / # beds
- time trend (T): technological change

Model specification: variables

	Mean	St. Dev.	Min	Median	Max
<i>Operating Hospital Cost (10^3 €)</i>					
Labor + Drugs + Capital cost	88,990	42,985	29,262	86,495	309,694
<i>Production data</i>					
Total number of patients (Y)	22,072	13,237	639	19,728	68,715
Average DRG weight ($DRGW$)	1.12	0.20	0.64	1.06	1.93
<i>Input prices</i>					
Medical Staff (€ per MS worker)	46,181	2,133	41,665	46,319	55,572
Administrative Staff (€ per AS worker)	26,544	1,841	22,053	26,310	31,170
Drugs (€ per day)	63	31	21	57	200
Capital (€ per bed)	8,051	3,715	3,016	7,170	22,859
<i>Input cost-shares</i>					
Medical Staff (S_{MS})	0.67	0.04	0.57	0.67	0.75
Administrative Staff (S_{AS})	0.20	0.03	0.14	0.20	0.30
Drugs (S_D)	0.09	0.03	0.03	0.09	0.20
Capital (S_K)	0.04	0.01	0.02	0.04	0.09

Model specification: functional form and methodology

- ✓ Given the *complexity* of hospital services production process underlying cost minimization, we do not impose *a priori* restrictions on the functional form and estimate
 - a *General* model (Pulley and Braunstein 1992)
 - and four nested models:
 - *Composite*
 - *Quadratic*
 - *Generalised Translog*
 - *Standard Translog*
- ✓ Estimation of *NLSUR system* (cost function + input-share equations) and *LR tests* to select the model *best fitting* the data

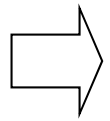
Model specification:

General cost function

$$C^{(\phi)} = \left\{ \exp \left[\left(\alpha_0 + \sum_i \alpha_i Y_i^{(\pi)} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} Y_i^{(\pi)} Y_j^{(\pi)} + \sum_i \sum_r \delta_{ir} Y_i^{(\pi)} \ln P_r \right)^{(\tau)} \right] \right. \\ \left. \cdot \exp \left[\sum_r \beta_r \ln P_r + \frac{1}{2} \sum_r \sum_l \beta_{rl} \ln P_r \ln P_l \right] \right\}^{(\phi)}$$

- ϕ , π , and τ represent **Box-Cox transformations**
- The **Composite** specification can be derived from the **General** model by imposing the *restrictions* on Box-Cox parameters $\pi = 1$ and $\tau = 0$
- To obtain the *functional forms usually adopted* in the literature:
Quadratic : $\pi = 1$, $\tau = 0$ and $\delta_{ir} = 0 \quad \forall i$ and $\forall r$
Generalised Translog : $\phi = 0$ and $\tau = 1$
Standard Translog : $\phi = 0$, $\tau = 1$ and $\pi = 0$

$$C^{(\phi)} = \left\{ \exp \left[\left(\alpha_0 + \sum_i \alpha_i Y_i^{(\pi)} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} Y_i^{(\pi)} Y_j^{(\pi)} + \sum_i \sum_r \delta_{ir} Y_i^{(\pi)} \ln P_r \right)^{(\tau)} \right] \right. \\ \left. \cdot \exp \left[\sum_r \beta_r \ln P_r + \frac{1}{2} \sum_r \sum_l \beta_{rl} \ln P_r \ln P_l \right] \right\}^{(\phi)}$$



Example: Standard Translog : $\phi = 0$, $\tau = 1$ and $\pi = 0$

$$\ln C = \left\{ \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln Y_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \ln Y_i \ln Y_j + \sum_i \sum_r \delta_{ir} \ln Y_i \ln P_r + \right. \\ \left. + \sum_r \beta_r \ln P_r + \frac{1}{2} \sum_r \sum_l \beta_{rl} \ln P_r \ln P_l \right\}$$

R E S U L T S

REGRESSORS ^a	PB _G MODEL	PB _C MODEL	SQ MODEL	GT MODEL	ST MODEL
<i>Constant</i>	1.004***	0.995***	1.003***	-0.021	0.982***
<i>Y</i>	0.717***	0.638***	0.683***	0.622***	0.638***
<i>DRGW</i>	0.391***	0.479***	0.553***	0.367***	0.441***
$\ln P_{MS}$	0.658***	0.658***	0.661***	0.660***	0.658***
$\ln P_D$	0.100***	0.101***	0.095***	0.098***	0.100***
$\ln P_K$	0.046***	0.046***	0.043***	0.044***	0.046***
<i>TREND</i>	0.003	0.002	0.004	0.011	0.008
Y^2	-0.321	-0.113	-0.136**	-0.241	0.187*
$DRGW^2$	0.322	0.031	0.002	-0.141	-0.560
$Y DRGW$	0.526	0.613***	0.587***	0.272	0.214
$Y \ln P_{MS}$	-0.013	-0.011	0	-0.016*	-0.010
$Y \ln P_D$	0.019***	0.018***	0	0.021***	0.017***
$Y \ln P_K$	0.012**	0.011**	0	0.012**	0.010*
$DRGW \ln P_{MS}$	-0.025**	-0.024*	0	-0.035**	-0.034**
$DRGW \ln P_D$	0.037***	0.037***	0	0.048***	0.048***
$DRGW \ln P_K$	0.012	0.012	0	0.015	0.015
$\ln P_{MS} P_{AS}$	0.010	0.007	-0.004	0.005	0.006
$\ln P_{MS} P_D$	-0.046***	-0.046***	-0.043***	-0.044***	-0.044***
$\ln P_{MS} P_K$	-0.029***	-0.028***	-0.023***	-0.027***	-0.027***
$\ln P_{AS} P_D$	-0.010	-0.009	0.001	-0.004	-0.006
$\ln P_{AS} P_K$	0.004	0.002	0.007	0.006	0.003
$\ln P_D P_K$	-0.012**	-0.012***	-0.017***	-0.014***	-0.013***
<i>Box-Cox ϕ</i>	-0.446*	-0.260	-0.260	0	0
<i>Box-Cox π</i>	1.219***	1	1	0.563***	0
<i>Box-Cox τ</i>	0.015	0	0	1	1
<i>System log-likelihood</i>	1406.581	1402.422	1315.912	1385.590	1377.424
<i>System R^{2b}</i>	0.863	0.859	0.832	0.849	0.858
<i>- Cost function R^2</i>	0.921	0.918	0.916	0.918	0.916
<i>- S_{MS} equation R^2</i>	0.514	0.507	0.446	0.528	0.512
<i>- S_D equation R^2</i>	0.769	0.771	0.581	0.766	0.782
<i>- S_K equation R^2</i>	0.571	0.592	0.073	0.518	0.570

Model selection

Similar results across models, but LR tests always in favour of the ***General*** model

Table 5. Comparing *Generalised Composite* (PB_G) against restricted models by LR tests

Restricted model ^a	χ^2 -statistic	P-value
PB _C MODEL ($\pi = 1, \tau = 0$)	8.318	0.016
SQ MODEL ($\pi = 1, \tau = 0, \delta_{Yr} = \delta_{DRGW_r} = 0$ for all r)	181.338	0.000
GT MODEL ($\phi = 0, \tau = 1$)	41.983	0.000
ST MODEL ($\phi = 0, \pi = 0, \tau = 1$)	58.314	0.000

^a The restrictions with respect to PB_G model are reported in parentheses.

R E S U L T S

Allen elasticities (1 factor, 1 price)	PB _G MODEL	PB _C MODEL	SQ MODEL	GT MODEL	ST MODEL
MS, K	0.02 (0.27)	0.09 (0.25)	0.17 (0.25)	0.06 (0.26)	0.10 (0.26)
MS, D	0.31 (0.13)	0.31 (0.12)	0.32 (0.12)	0.31 (0.12)	0.33 (0.13)
MS, AS	1.08 (0.30)	1.05 (0.30)	0.87 (1.23)	1.04 (0.28)	1.05 (0.30)
D, K	-1.62 (1.16)	-1.56 (1.01)	-3.30 (0.59)	-2.26 (0.85)	-1.94 (1.00)
D, AS	0.50 (0.57)	0.52 (0.54)	1.06 (0.38)	0.78 (0.47)	0.67 (0.53)
K, AS	1.39 (1.33)	1.22 (1.18)	1.85 (0.95)	1.66 (1.06)	1.38 (1.22)
Morishima elasticities (2 factors, 1 price)	PB _G MODEL	PB _C MODEL	SQ MODEL	GT MODEL	ST MODEL
MS, K	0.13 (0.13)	0.14 (0.11)	0.18 (0.10)	0.15 (0.11)	0.15 (0.12)
K, MS	0.26 (0.18)	0.30 (0.17)	0.34 (0.17)	0.28 (0.18)	0.31 (0.18)
MS, D	0.26 (0.05)	0.20 (0.05)	0.31 (0.06)	0.29 (0.06)	0.29 (0.06)
D, MS	0.45 (0.09)	0.44 (0.09)	0.44 (0.09)	0.45 (0.09)	0.46 (0.09)
MS, AS	1.04 (0.28)	1.01 (0.28)	1.00 (0.43)	1.03 (0.26)	1.02 (0.28)
AS, MS	0.95 (0.25)	0.93 (0.25)	0.81 (0.86)	0.92 (0.24)	0.93 (0.25)
D, K	0.05 (0.10)	0.07 (0.11)	0.03 (0.11)	0.05 (0.12)	0.05 (0.12)
K, D	0.06 (0.13)	0.08 (0.08)	-0.03 (0.07)	0.04 (0.08)	0.06 (0.08)
D, AS	0.92 (0.29)	0.90 (0.28)	1.04 (0.22)	0.99 (0.25)	0.95 (0.29)
AS, D	0.28 (0.09)	0.29 (0.09)	0.38 (0.08)	0.34 (0.09)	0.33 (0.09)
K, AS	1.10 (0.40)	1.04 (0.38)	1.20 (0.29)	1.16 (0.32)	1.09 (0.38)
AS, K	0.19 (0.18)	0.16 (0.15)	0.25 (0.13)	0.22 (0.14)	0.20 (0.17)
Shadow elasticities (2 factors, 2 prices)	PB _G MODEL	PB _C MODEL	SQ MODEL	GT MODEL	ST MODEL
MS, K	0.14 (0.12)	0.15 (0.10)	0.19 (0.10)	0.16 (0.10)	0.16 (0.12)
MS, D	0.28 (0.05)	0.29 (0.05)	0.33 (0.06)	0.31 (0.06)	0.31 (0.06)
MS, AS	1.02 (0.27)	0.99 (0.27)	0.95 (0.53)	1.01 (0.25)	1.00 (0.28)
D, K	0.06 (0.10)	0.07 (0.09)	0.01 (0.09)	0.05 (0.10)	0.06 (0.10)
D, AS	0.50 (0.14)	0.50 (0.14)	0.59 (0.11)	0.55 (0.13)	0.54 (0.15)
K, AS	0.36 (0.21)	0.36 (0.18)	0.41 (0.15)	0.39 (0.16)	0.37 (0.20)

Results

- *Economies of scale and strong impact of DRG*
- *Allen (1 factor-1 price), Morishima (2 factors-1 price) and Shadow (2 factors-2 prices) elasticities of substitution suggest all inputs are substitutes (except $\text{Allen}_{D,K}$), but substitution possibilities are in general very limited*
- Example: $\text{Morishima}_{MS,K} = 0.13$ (*General model*) $\rightarrow$ a 10% increase in P_K implies only a 1,3% change in x_{MS}/x_K

Results

Complementarity by scaling down the average producer

- Substitution possibilities increase with size and DRG (complexity) but remain rather limited

	Scaling procedure for the output (Y)	Scaling procedure for DRG weight ($DRGW$)					
		$\lambda_{DRGW} = 0.50$		$\lambda_{DRGW} = 1$ (average value)		$\lambda_{DRGW} = 2$	
MS, K	$\lambda_Y = 0.25$	-1.20	(1.52)	-0.34	(0.51)	0.26	(0.32)
	$\lambda_Y = 0.50$	-0.42	(0.54)	-0.05	(0.22)	0.26	(0.23)
	$\lambda_Y = 1$ (average value)	0.00	(0.24)	0.14	(0.12)	0.26	(0.16)
	$\lambda_Y = 2$	0.23	(0.16)	0.26	(0.11)	0.28	(0.16)
	$\lambda_Y = 3$	0.39	(0.19)	0.34	(0.15)	0.30	(0.19)

Discussion

- Previous estimates confirmed:
 - *Jensen and Morrissey (1986), Rev. Ec. Stat.*
Medical staff with beds = 0.247
Nurses with beds = 0.189
 - *Bilodeau et al. (2002), South. Ec. Jour.*
Labor with drugs = substitutes ($0 < \sigma < 1$)
 - *Okunade (2003), South. Ec. Jour.*
Medical staff and capital = 0.5 - 0.7

Discussion

- Notice that all previous studies:
 - based on non-European data (where share of public expenditure lower than European countries)
 - results rely on a-priori imposition of specific functional forms

Discussion

- Cost Minimization Hyp.:

one equation frontier estimation would imply poor estimates of input substitutability → Eakin and Kniesner (1988) estimated both frontier & cost function with similar results

- Regulatory distortion?

the policy of ↓ # of beds could potentially distort our results

→ unconstrained estimates of Morishima substitution elasticities should be higher for r, k (change in p_k) pairs and lower for k, r pairs (change in p_r): shadow elasticities should not be affected

Conclusions and policy implications

- The policy of simply downsizing the hospital industry and reducing # beds based on crude ratios could have had (unexpected) effects on health expenditure in Italy as in other countries
- Efficiency in producing hospital services probably worsened because of the *wrong input-mix*
- An effective control of expenditure needs to be based on the *whole restructuring* of the hospital industry, and not only focused on beds downsizing