

Misurazione e valutazione delle *performance*

Lezione 1

LA PRODUTTIVITÀ: DEFINIZIONI E MISURE

Marialisa Mazzocchitti

Università degli Studi «G. d'Annunzio» di Chieti-Pescara

Agenda

1. Introduzione del modulo
2. Nozioni di base
3. Produttività

Introduzione del modulo

Informazioni generali

- Obiettivo
 - Fornire i fondamenti teorici e gli elementi di base delle tecniche di misurazione della produttività e dell'efficienza
- Materiale
 - Laureti T., *L'efficienza rispetto alla frontiera delle possibilità produttive. Modelli teorici ed analisi empiriche*, Firenze University Press, Capitoli 1,2,4.
 - Materiale reso disponibile durante il corso
- Esame
 - Prova scritta

Nozioni di base

Processo Produttivo (1/2)

- Processo tecnico di trasformazione fisica degli input in output



- Elementi
 - Input: fattori produttivi necessari per l'ottenimento degli output
 - Trasformazione: nella materia, nella forma, nel tempo e nello spazio
 - Output: risultati del processo di trasformazione

Processo Produttivo (2/2)



- Poiché gli output sono un risultato desiderabile, più se ne ottiene a parità di input e meglio è
- Dall'altro lato gli input sono risorse preziose (hanno un costo) che devono essere impiegate con parsimonia (evitare gli sprechi)
- E' pertanto fondamentale misurare la capacità di un'unità decisionale di «spremere» quanto più possibile gli input per ottenere output

Unità decisionale

- Il soggetto che realizza un processo produttivo verrà chiamato **unità decisionale**
- Esempi: impresa, università, ospedale, ente pubblico locale...

Analisi delle prestazioni del processo produttivo (1/2)

- Misurazione e valutazione della capacità di un'unità decisionale nel trasformare input in output
- I motivi dell'analisi delle performance sono numerosi. Ad esempio...
 - Per un'impresa il monitoraggio costante di tutte le attività è fondamentale per conoscere la propria competitività generale ed eventualmente intervenire tempestivamente per correggere situazioni di criticità
 - Attraverso la valutazione dell'abilità produttiva delle imprese di un settore si ottengono informazioni utili circa l'efficienza dell'intero settore
 - In ambito pubblico, le analisi delle performance si rendono necessarie per promuovere una maggiore qualità e sicurezza dei servizi a fronte di un impegno corretto di risorse pubbliche
 - L'analisi delle performance può anche essere utilizzata per misurare gli impatti di interventi di policy
 - Ad esempio, nel caso di contributi erogati dallo Stato a favore delle imprese per effettuare investimenti, si può analizzare un campione di imprese e verificare la differenza tra imprese beneficiarie dell'intervento e non, oppure tra un periodo senza intervento e un periodo in cui l'intervento è stato attuato

Analisi delle prestazioni del processo produttivo (2/2)

- «Produttività» ed «Efficienza» sono i due concetti comunemente utilizzati per caratterizzare l'abilità di un'impresa nell'utilizzazione delle risorse e, dunque, impiegati nella valutazione della performance tecnica del processo produttivo reale
- Sono due concetti simili – tant'è che nella letteratura economica e statistica, i due termini «produttività» ed «efficienza» sono spesso impiegati come sinonimi – tuttavia essi si riferiscono a due differenti chiavi di lettura della performance di un processo produttivo
- Di conseguenza, diverse sono le loro misure empiriche e le indicazioni che se ne possono trarre riguardo ai caratteri del processo produttivo analizzato

Produttività

Una definizione di produttività

- Con riferimento a un'impresa (= unità decisionale), a un insieme di imprese e, in via estensiva, al complesso di un'intera economia, **la produttività è data dal rapporto tra i risultati conseguiti nel processo produttivo e i mezzi impiegati per realizzarli**. Essa misura la capacità dell'entità economica analizzata di trasformare risorse economiche in beni e servizi (Santeusano e Storti, 2002)
- Riprendendo la terminologia impiegata nella definizione di «processo produttivo», la produttività è definita come il rapporto fra output prodotto e input impiegato

Le ragioni dell'analisi empirica della produttività

- Lo studio della produttività può essere utile nell'interpretazione di fenomeni sia di tipo macro che microeconomico
 - Dal punto di vista macroeconomico i problemi inerenti la individuazione e quantificazione di misure di produttività sono affrontati da Stati o da Enti Pubblici
 - Obiettivo: valutare e confrontare la competitività di diversi sistemi economici o di diversi settori dell'economia
 - Dal punto di vista microeconomico i problemi inerenti la individuazione e quantificazione di misure di produttività sono affrontati da unità decisionali interessate al raggiungimento di condizioni ottimali di gestione
 - Obiettivo: nel caso delle imprese, conoscere con precisione l'andamento della propria impresa e mantenersi al corrente dell'evoluzione delle imprese nel proprio settore

Cenni storici sull'analisi empirica della produttività

- Il tema della produttività ha conosciuto una notevole diffusione a partire dalla fine della Seconda Guerra Mondiale. Sul perché di tale interesse non è difficile indagare: la ricchezza di un Paese dipende non solo dalla quantità delle proprie risorse, ma indubbiamente anche dalla capacità di impiegarle in maniera efficiente sia da un punto di vista economico che sociale (Biggeri e Bini, 2012)
 - NB: l'entità di riferimento è il sistema economico (contesto macroeconomico)
- I primi approcci alla misurazione della produttività si basano sulla costruzione di **indicatori parziali**, definiti come rapporto tra quantità prodotta e uno solo dei fattori produttivi utilizzati
- Solow (1957) pose le basi per lo sviluppo di **indicatori di produttività globali**, ottenuti rapportando il prodotto all'insieme dei fattori impiegati

Un indicatore di produttività

- Un indicatore di produttività è espresso da un rapporto in cui al numeratore è posta una misura dell'output ottenuto e al denominatore la misura di uno o più input impiegati nel processo produttivo

- Nel caso di un processo che produca un solo tipo di output utilizzando un solo tipo di input, la produttività è data semplicemente da

$$P = \frac{y}{x}$$

- Dove y è la quantità dell'unico tipo di output realizzato e x è la quantità dell'unico tipo di input utilizzato

Rappresentazione grafica (1/2)

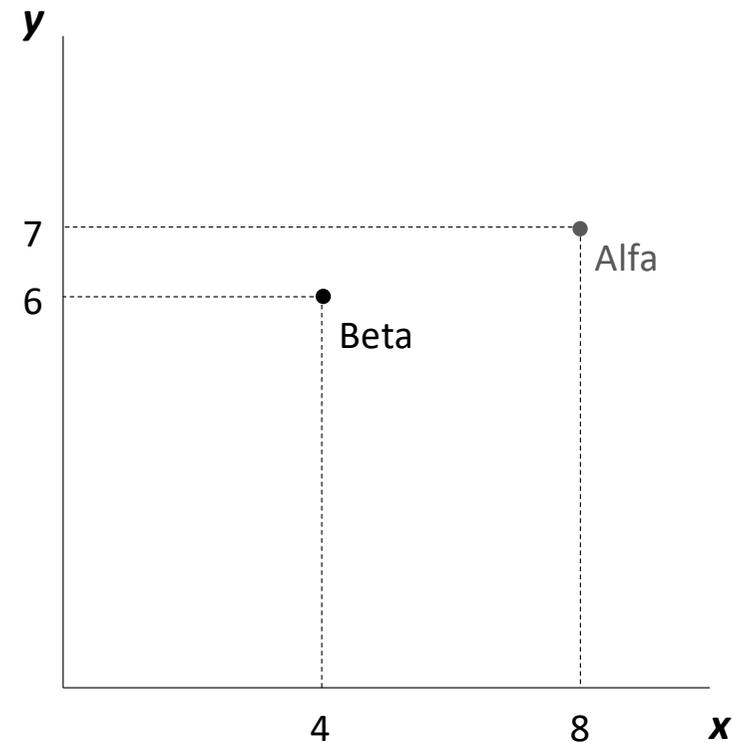
Pur non essendo realistico nella sua estrema semplicità, il caso di un processo che produca un solo tipo di output impiegando un solo tipo di input permette una rappresentazione grafica del concetto di produttività

Riportiamo su un grafico cartesiano un punto le cui coordinate sono date da:

- quantità dell'input (in ascissa)
- quantità dell'output (in ordinata)

Dati:

- Alfa (8,7)
- Beta (4,6)



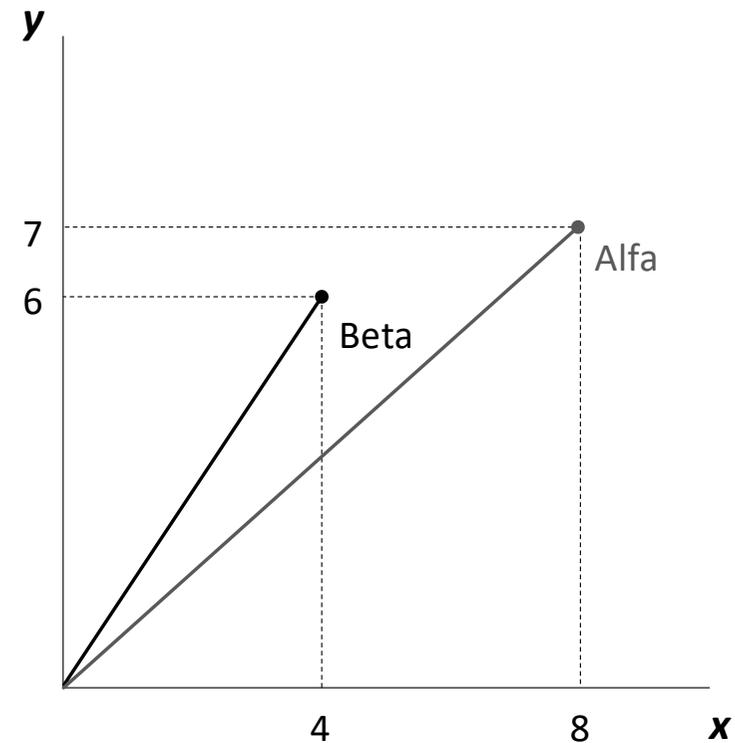
Rappresentazione grafica (2/2)

- L'inclinazione del raggio vettore che va dall'origine a questo punto misura la produttività
- Il processo Alfa ha una produttività pari a:

$$P_{Alfa} = \frac{y}{x} = \frac{7}{8} = 0.88$$

- Il processo Beta ha una produttività pari a:

$$P_{Beta} = \frac{y}{x} = \frac{6}{4} = 1.5$$



Analisi comparativa

- Le misure di produttività sono fatte essenzialmente per essere comparate nel tempo e nello spazio, poiché l'interesse di chi analizza la produttività concerne la valutazione dell'intensità della sua crescita o dell'entità dei suoi divari rispetto ad altre unità decisionali
- A questo fine abbiamo bisogno di confrontare la nostra misura della produttività con una o più misure analoghe relativa alla stessa unità decisionale in periodi precedenti (in modo da poter analizzare la variazione nel tempo), oppure con misure relative ad altre unità decisionali che realizzano lo stesso processo produttivo nel medesimo periodo di tempo (in modo da poter comparare la produttività nello spazio e misurarne i livelli relativi)

L'unità di misura

- **Attenzione!** La misura assoluta della produttività dipende dall'unità di misura con cui vengono misurati input e output e pertanto il suo valore non è di per sé interpretabile
 - Se nel caso della precedente rappresentazione grafica l'input fosse l'energia elettrica misurata in kw/h, convertendo l'unità di misura in w/h avremmo:

$$\bullet P_{Alfa} = \frac{y_{\alpha}}{x_{\alpha}} = \frac{7}{8000} = 0.00088$$

$$\bullet P_{Beta} = \frac{y_{\beta}}{x_{\beta}} = \frac{6}{4000} = 0.0015$$

L'indice di produttività (1/2)

- Più interessante è il confronto in termini relativi tra produttività misurate in due processi distinti (*). Tale confronto viene effettuato mediante l'**indice di produttività** che, a differenza della produttività, non risente dell'unità di misura in cui input e output vengono espressi.

- $${}_{Beta}IP_{Alfa} = \frac{P_{Beta}}{P_{Alfa}}$$

(*) Due processi distinti (es. Alfa e Beta) possono essere processi in atto in due imprese differenti ovvero misure in due momenti diversi del processo produttivo di una singola impresa

L'indice di produttività (2/2)

IP con input misurato in kw/h

$${}_{Beta}IP_{Alfa} = \frac{P_{Beta}}{P_{Alfa}} = \frac{\frac{y_{\beta}}{x_{\beta}}}{\frac{y_{\alpha}}{x_{\alpha}}} = \frac{\frac{6}{4}}{\frac{7}{8}} = 1.714$$

IP con input misurato in w/h

$${}_{Beta}IP_{Alfa} = \frac{P_{Beta}}{P_{Alfa}} = \frac{\frac{y_{\beta}}{x_{\beta}}}{\frac{y_{\alpha}}{x_{\alpha}}} = \frac{\frac{6}{4000}}{\frac{7}{8000}} = 1.714$$

Produttività parziale e globale (1/2)

- Nella realtà è davvero raro incontrare processi produttivi in cui viene immesso un unico tipo di input per ottenere un unico tipo di output
 - Processi produttivi multi-input e/o multi-output
- Dalla definizione di produttività possono derivare diverse sue misure. La distinzione principale è tra:
 - Misure di produttività parziale
 - Misure di produttività globale

Produttività parziale e globale (2/2)

Nel caso di un processo multi-input ...

- Le misure di produttività parziale si costruiscono usando come
 - Numeratore, l'output prodotto
 - Denominatore, un solo tipo di input per volta
- Le più note sono:
 1. Produttività parziale del lavoro
 2. Produttività parziale del capitale
- La produttività globale (detta anche *produttività totale dei fattori*) è definita come rapporto tra:
 - Output prodotto
 - Complesso degli input impiegati nella produzione, considerati congiuntamente (cioè i fattori produttivi devono essere aggregati in una misura sintetica del complesso di risorse che essi rappresentano)

La produttività parziale del lavoro (1/17)

- La più comune misura di produttività è la **produttività parziale del lavoro** (P_L), definita come rapporto tra la produzione realizzata e la quantità di lavoro impiegato nel processo produttivo

$$P_L = \frac{Y}{L}$$

Dove Y è la quantità dell'unico tipo di output realizzato e L è la quantità dell'input lavoro immesso nel processo

- Esempio (processo solo multi-input)

Nel caso di una unità produttiva che realizza frigoriferi, il numero di frigoriferi prodotti per ora di lavoro è il classico esempio di produttività parziale del lavoro nel quale, oltre a considerare un solo input produttivo (il lavoro), viene considerato anche un solo output omogeneo (frigorifero)

La produttività parziale del lavoro (2/17)

- Il confronto nel tempo, per esempio tra l'anno corrente t e l'anno base s (in genere l'anno precedente), può essere fatto calcolando l'indice della variazione della produttività parziale nel modo seguente

$$IP_{L(s,t)} = \frac{Y_t/Y_s}{L_t/L_s} = \frac{Y_t/L_t}{Y_s/L_s} = \frac{IY_{(s,t)}}{IL_{(s,t)}}$$

Dove:

- $IY_{(s,t)}$ e $IL_{(s,t)}$ sono, rispettivamente, l'indice della variazione dell'output e quello della variazione dell'input di lavoro nel periodo considerato (da s a t)

La produttività parziale del lavoro (3/17)

- Esempio

		Anno s	Anno t
Output	Prodotto A		
	Quantità prodotte	21500	24600
Input	Addetti (n.)	75	80
	Ore di lavoro annue per addetto	1772	1760

1. Calcolo dell'indice della variazione della quantità prodotta

$$IY_{(s,t)} = \frac{24600}{21500} = 1.1442$$

2. Calcolo dell'indice della variazione dell'input di lavoro

$$IL_{(s,t)} = \frac{140800}{132900} = 1.0594$$

3. Calcolo dell'indice della variazione della produttività del lavoro

$$IP_{L(s,t)} = \frac{1.1442}{1.0594} = 1.0800$$

Aumento della produttività del lavoro dell'8%

La produttività parziale del lavoro (4/17)

- La produttività parziale del lavoro può essere calcolata anche quando il processo produttivo è multi-output. In questo caso occorre, però, procedere preliminarmente alla aggregazione di questi ultimi
 - Il modo più diretto di aggregare diversi output è quello di **esprimerli in termini monetari**, cioè di valutare l'output come «valore della produzione». Questo può comportare dei problemi...
- **Esempio**

Supponiamo di dover calcolare la variazione della produttività parziale del lavoro di un'azienda che produce due diversi tipi di elettrodomestici e che presenta i seguenti dati di produzione e input di lavoro

La produttività parziale del lavoro (5/17)

		Anno s	Anno t
Output	Prodotto A		
	Quantità prodotte	21500	24600
	Prezzo unitario (euro)	360	400
	Prodotto B		
	Quantità prodotte	14600	14000
	Prezzo unitario (euro)	270	275
Input	Addetti (n.)	75	80
	Ore di lavoro annue per addetto	1772	1760

La produttività parziale del lavoro (6/17)

Attenzione! Se l'aggregazione degli output in un unico indicatore avviene sulla base dei prezzi (come spesso accade), la variazione dei prezzi degli output influirà sul numeratore del rapporto e, di conseguenza, sulla misura della variazione della produttività parziale del lavoro

- In questi casi bisogna chiedersi quale sia la causa della variazione dei prezzi; in particolare, se questa sia collegata o meno ad una variazione delle qualità dei prodotti. Perché,
 - a. **Se le qualità dei prodotti sono rimaste immutate**, gli incrementi dei prezzi – che avranno delle ripercussioni sulla redditività dell'azienda – non possono entrare nella misura della variazione della produttività, quindi **l'indice di variazione dell'output dovrà essere calcolato al netto della variazione dei prezzi**
 - b. Se la variazione di prezzo è attribuibile al miglioramento di qualità, allora essa definisce un incremento di valore che deve essere a tutti gli effetti compreso nella variazione in volume dell'output

La produttività parziale del lavoro (7/17)

- Supponiamo che, nel caso oggetto di analisi, le qualità dei prodotti siano rimaste immutate (*caso a.*) e che gli incrementi dei prezzi possano essere attribuiti al normale adeguamento dei prezzi dell'azienda all'andamento generale dei prezzi, o comunque alla sua capacità di vendere i propri prodotti a prezzi più elevati indipendentemente dalla qualità degli stessi
- L'indice di variazione dell'output dovrà essere calcolato al netto della variazione dei prezzi utilizzando, ad esempio, l'**Indice di Laspeyres delle quantità o delle variazioni in volume**

$$IY_{(s,t)} = \frac{\sum_{h=1}^N p_{hs} q_{ht}}{\sum_{h=1}^N p_{hs} q_{hs}}$$

Dove:

- p_{hs} è il prezzo del generico prodotto h nell'istante iniziale
- q_{ht} è la quantità del generico prodotto h nell'istante finale
- q_{hs} è la quantità del generico prodotto h nell'istante iniziale

Questo indice non è altro che una misura della variazione del valore della produzione a prezzi costanti

La produttività parziale del lavoro (8/17)

- Calcoliamo la variazione della produttività del lavoro con i dati riportati nella precedente tabella

1. Calcolo dell'indice della variazione della quantità prodotta, o del volume dell'output $IY_{(s,t)}$

$$IY_{(s,t)} = \frac{(24600 \cdot 360) + (14000 \cdot 270)}{(21500 \cdot 360) + (14600 \cdot 270)} = \frac{8856000 + 3780000}{7740000 + 3942000} = \frac{12636000}{11682000} = 1.0816$$

L'indice $Y_{(s,t)}$ della variazione dell'output è pari a 1.081, il che significa che la produzione è aumentata dell'8.16%

2. Calcolo dell'indice della variazione dell'input di lavoro

$$IL_{(s,t)} = (80 \cdot 1760) / (75 \cdot 1772) = 1.0594$$

3. Calcolo dell'indice della variazione della produttività del lavoro

$$IP_{L(s,t)} = 1.0816 / 1.0594 = 1.021$$

Dall'anno s all'anno t la produttività parziale del lavoro è aumentata del 2.1%

La produttività parziale del lavoro (9/17)

- Un appropriato indice della variazione aggregata dell'output può essere definito anche in modo diverso dal precedente, ponderando le quantità prodotte, invece che con i prezzi unitari, con il fabbisogno unitario di ore di lavoro nel periodo base
- In questo caso l'indice della variazione dell'output può essere definito nel modo seguente:

$$IY_{(s,t)} = \frac{\sum_{h=1}^N l_{hs} q_{ht}}{\sum_{h=1}^N l_{hs} q_{hs}}$$

Dove l_{hs} è il numero di ore di lavoro necessarie per realizzare una unità del generico prodotto h nel periodo base

La produttività parziale del lavoro (10/17)

- Calcoliamo la variazione della produttività del lavoro con i dati riportati nella precedente tabella e considerando che, nel periodo base, per realizzare una unità di prodotto A occorrono 4 ore di lavoro, mentre per realizzarne una del prodotto B ne occorrono 2.8.

1. Calcolo dell'indice della variazione dell'output ponderato con il fabbisogno unitario di ore di lavoro $IY_{(s,t)}$

$$IY_{(s,t)} = \frac{(24600 \cdot 4) + (14000 \cdot 2.8)}{(21500 \cdot 4) + (14600 \cdot 2.8)} = \frac{98400 + 39200}{86000 + 40880} = \frac{137600}{126880} = 1.084$$

La produzione è aumentata dell'8.4%: una variazione dell'output leggermente maggiore della precedente (8.16%). Un po' maggiore sarebbe, di conseguenza, anche l'indice della variazione della produttività parziale del lavoro

2. Calcolo dell'indice della variazione dell'input di lavoro

$$IL_{(s,t)} = (80 \cdot 1760) / (75 \cdot 1772) = 1.0594$$

3. Calcolo dell'indice della variazione della produttività del lavoro

$$IP_{L(s,t)} = 1.0845 / 1.0594 = 1.024$$

Dall'anno s all'anno t la produttività parziale del lavoro è dunque aumentata del 2.4%

La produttività parziale del lavoro (11/17)

- Nel caso in cui la qualità dei beni sia effettivamente migliorata (*caso b.*), bisogna ricorrere ad un indice della variazione della quantità e della qualità dell'output ma occorre, innanzitutto, chiedersi in che misura la variazione di prezzo osservata sia espressione di tale variazione qualitativa e in che misura sia invece a essa estranea. Perché
 - i. La **variazione di prezzo attribuibile al miglioramento di qualità** definisce infatti un incremento di valore che deve essere a tutti gli effetti **compreso nella variazione dell'output**
 - ii. L'eventuale **variazione aggiuntiva dei prezzi**, essendo estranea al processo che ha determinato il cambiamento qualitativo, **deve essere esclusa da questa misura**
- In altri termini, la variazione di prezzo può essere scomposta in due parti:
 1. La quota di incremento di prezzo del prodotto da attribuire al miglioramento della sua qualità (*sub i.*) può essere intesa come **l'extra costo che si sarebbe dovuto sostenere nel periodo base per produrre il nuovo prodotto al posto del vecchio** (con la tecnologia allora disponibile)
 2. La quota restante (*sub ii.*), da escludere dalla misurazione della variazione dell'output, è di conseguenza quella corrispondente alla **differenza tra il prezzo praticato per il nuovo modello e quello risultante dalla sola variazione del costo unitario di produzione**

La produttività parziale del lavoro (12/17)

- Denotato con p'_{hs} il prezzo ipotetico del nuovo modello del prodotto h nell'anno base, l'indice di variazione del prezzo di tale prodotto dal periodo base a quello corrente p_{ht}/p_{hs} può essere scomposto in due componenti moltiplicative nel modo seguente

$$\frac{p_{ht}}{p_{hs}} = \frac{p_{ht}}{p'_{hs}} \cdot \frac{p'_{hs}}{p_{hs}}$$

Dove:

- $\frac{p_{ht}}{p'_{hs}}$ misura la pura variazione di prezzo che si è determinata nel periodo considerato (*sub ii*)
- $\frac{p'_{hs}}{p_{hs}}$ esprime la variazione di qualità del bene h (*sub i*)

La produttività parziale del lavoro (13/17)

- L'indice della variazione della quantità e della qualità dell'output h , congiuntamente considerate, che indichiamo con $I\acute{q}_h$, è dunque dato dalla seguente espressione:

$$I\acute{q}_h = \frac{q_{ht}}{q_{hs}} \cdot \frac{p'_{hs}}{p_{hs}}$$

- **Esempio**

Calcoliamo la variazione della produttività del lavoro con i dati riportati nella precedente tabella e considerando che nell'anno t sia stato introdotto un nuovo modello del prodotto A e che ciò contribuisca a spiegare una parte del suo incremento di prezzo

Supponiamo che tale aumento dovuto al cambiamento di modello sia stato stimato direttamente, valutando quale sarebbe stato l'extra costo per introdurre, a parità di tecnologia, il modello nuovo al posto di quello vecchio nell'anno base, e che sia risultato pari a 35.00 €.

Il prezzo stimato del nuovo modello nell'anno base (p'_{hs}) è dunque 395.00 €

La produttività parziale del lavoro (14/17)

1. Considerando che in relazione al prodotto A la variazione di prezzo è spiegata in parte dalla variazione della qualità del prodotto e che la qualità del prodotto B sia rimasta immutata, si esegue il calcolo dell'indice della variazione dell'output

$$IY_{(s,t)} = \frac{(24600 \cdot 395) + (14000 \cdot 270)}{(21500 \cdot 360) + (14600 \cdot 270)} = \frac{9717000 + 3780000}{7740000 + 3942000} = \frac{13497000}{11682000} = 1.1554$$

2. Calcolo dell'indice della variazione dell'input di lavoro

$$IL_{(s,t)} = (80 \cdot 1760) / (75 \cdot 1772) = 1.0594$$

3. Infine, il nuovo indice della variazione della produttività del lavoro è:

$$IP_{L(s,t)} = 1.1554 / 1.0594 = 1.091$$

Tenuto conto del cambiamento di qualità dell'output (del prodotto A), dall'anno s all'anno t la produttività parziale del lavoro dell'azienda è cresciuta del 9.1%

La produttività parziale del lavoro (15/17)

- I cambiamenti di carattere qualitativo possono riguardare, non solo l'output, ma anche i fattori produttivi, in particolare il lavoro
- Se nel periodo considerato si è verificata una variazione della composizione dell'occupazione a vantaggio di categorie di occupati a più elevata qualificazione (per esempio più tecnici e meno operai comuni), la misura della variazione dell'input di lavoro non dovrebbe registrare la sola variazione del numero delle ore complessivamente lavorate, ma **dovrebbe comprendere anche la ipotizzata variazione di composizione qualitativa** altrimenti la effettiva variazione dell'input di lavoro (sia qualitativa che quantitativa) verrebbe sottovalutata e di conseguenza verrebbe sopravvalutata la variazione della produttività
- L'indice di variazione dell'input dovrà essere calcolato impiegando il seguente indice

$$IL_{(s,t)} = \frac{\sum_{i=1}^Q h_{it} w_{is}}{\sum_{i=1}^Q h_{is} w_{is}}$$

Dove: h_{it} = ore del lavoro-qualifica i impiegate nell'anno t ; h_{is} ore del lavoro-qualifica i impiegate nell'anno s
 w_{is} = retribuzione oraria del lavoro-qualifica i nell'anno s

La produttività parziale del lavoro (16/17)

	Anno s	Anno t
Qualifica 1 - dirigenti		
Numero ore di lavoro	5300	6000
Costo unitario (euro)	62	63.2
Qualifica 2 – impiegati e quadri		
Numero ore di lavoro	41200	44100
Costo unitario (euro)	27.1	27.8
Qualifica 3 – operai		
Numero ore di lavoro	86400	90700
Costo unitario (euro)	16.5	17

La produttività parziale del lavoro (17/17)

- Calcolo dell'indice $IL_{(s,t)}$

$$IL_{(s,t)} = \frac{(6000 \cdot 62) + (44100 \cdot 27.1) + (90700 \cdot 16.5)}{(5300 \cdot 62) + (41200 \cdot 27.1) + (86400 \cdot 16.5)} = \frac{372000 + 1195110 + 1496550}{328600 + 1116520 + 1425600} = \frac{3063660}{2870720} = 1.0672$$

L'indice $IL_{(s,t)}$ della variazione dell'input è pari a 1.0672, il che significa che l'input è aumentato del 6.72%: una variazione leggermente maggiore della precedente (5.94%)

La produttività parziale del capitale (1/4)

- In modo del tutto analogo agli indici di produttività parziale del lavoro, possono essere definiti e calcolati altri indici di produttività parziale, riferiti al capitale o agli input intermedi (per esempio, l'energia, le materie prime, o l'insieme dei consumi intermedi)
- Indicato con K l'input di capitale, la **produttività parziale del capitale** P_K è data dalla seguente espressione

$$P_K = \frac{Y}{K}$$

- L'indice della variazione della produttività parziale del capitale dall'anno base s all'anno corrente t è il seguente

$$IP_{K(s,t)} = \frac{Y_t}{K_t} / \frac{Y_s}{K_s} = \frac{Y_t}{Y_s} / \frac{K_t}{K_s} = \frac{IY_{(s,t)}}{IK_{(s,t)}}$$

- Misure semplici della produttività parziale del capitale possono essere ottenute rapportando la produzione (in termini fisici) a una misura dell'impiego dei macchinari in termini di ore-macchina

La produttività parziale del capitale (2/4)

- **N.B.** Il capitale rilevante ai fini della misura della produttività è costituito dall'insieme dei beni durevoli impiegati dall'impresa per realizzare il processo produttivo: fabbricati, impianti, macchinari, mezzi di trasporto. La misura della produttività parziale del capitale richiede pertanto una più completa misura dell'input di capitale. Questa misura è in genere costituita dal **valore dello stock di capitale**
 - **Attenzione!** Poiché l'output è costituito da un fenomeno di flusso (produzione realizzata in un periodo di tempo), a rigore anche l'input di capitale dovrebbe essere valutato come flusso di servizi resi dal capitale impiegato nel processo produttivo
 - Data la difficoltà di misurare il flusso dei servizi del capitale, **nelle analisi empiriche in genere si ricorre all'ipotesi che tale flusso sia proporzionale allo stock**

La produttività parziale del capitale (3/4)

- Detta ipotesi richiede che lo stock di capitale venga «corretto» per tenere conto del suo grado di **utilizzo**, altrimenti l'eventuale variazione nel tempo di quest'ultimo invece di riflettersi, come dovrebbe, sulla variazione dell'input di capitale effettivamente impiegato nel processo produttivo si rifletterebbe impropriamente sulla variazione della produttività
- Indicato con u il grado di utilizzazione degli impianti ($0 \leq u \leq 1$), la **produttività parziale del capitale corretta per il grado di utilizzazione** diventa:

$$P_K = \frac{Y}{K \cdot u}$$

- Mentre il corrispondente **indice della variazione della produttività** dall'anno base s all'anno corrente t diventa:

$$IP_{K(s,t)} = \frac{Y_t}{K_t u_t} / \frac{Y_s}{K_s u_s} = \frac{IY_{(s,t)}}{IK_{(s,t)} \cdot Iu_{(s,t)}}$$

La produttività parziale del capitale (4/4)

- Assegnare un valore allo stock di capitale impiegato nel processo produttivo è tuttavia reso difficile dal fatto che nei bilanci delle aziende il valore dei beni capitali è la risultante di un coacervo di valori sorti in tempi diversi. Esprimere lo stock di capitali a prezzi costanti è pertanto un'operazione particolarmente complessa che può essere eseguita correttamente solo ricostruendo in modo accurato l'iter di formazione di tutte le sue componenti
- Anche per il calcolo dell'indice di variazione dello stock di capitale si presenta la necessità di comprendervi anche gli incrementi di valore derivanti dagli eventuali miglioramenti di qualità
 - I metodi visti in precedenza per la valutazione delle variazioni qualitative dell'output possono essere utilmente impiegati anche per calcolare correttamente l'incremento di capitale impiegato nel processo produttivo

Le misure di produttività globale (cenni)

- Si parla di produttività globale quando si misura la produttività con riferimento a tutti i fattori che concorrono alla realizzazione del processo produttivo
- Le misure di produttività globale presentano problemi pratici e analitici maggiori rispetto a quelle di produttività parziale
- Oltre ai problemi di misurazione degli output e degli input, la costruzione di un indice della produttività globale richiede che venga risolto anche il problema dell'aggregazione di input diversi
 - Questo problema viene solitamente risolto ipotizzando che il processo di produzione sia caratterizzato da un particolare tipo di relazione tra output e input. Si fa cioè riferimento in modo più o meno esplicito all'esistenza di una particolare funzione di produzione
- Sono misure di produttività globale:
 - Indice di Solow
 - Indice di Kendrick
 - Indice di Fisher
 - Indice di Törnqvist

Riferimenti bibliografici (1/2)

- Aigner D., Chu S.F., 1968, On estimating the industry production function, «American Economic Review», vol. 58, n. 4, pp. 826-839
- Aigner D., Lovell C.A.K., Schmidt P., 1977, Formulation and estimation of stochastic production function models, «Journal of Econometrics», vol. 6, n. 1, pp. 21-37
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W., 1984, Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis, «Management Science», vol. 30, n. 9, pp. 1078-1092
- Biggeri L., Bini M., Coli A., Grassini L., Maltagliati M., 2012, Statistica per le decisioni aziendali, Pearson
- Bracalente B., Cossignani M., Mulas A., 2009, Statistica Aziendale, McGraw-Hill
- Charnes A., Cooper W., Rhodes E., 1977, Measuring the efficiency of Decision Making Units, «European Journal of Operation Research», vol. 2, n. 6, pp. 429-444
- Debreu G., 1951, The coefficient of resource utilization, «Econometrica», vol. 19, n. 3, pp. 273-292
- Deprins, D., Simar, L., Tulkens, H., 1984, Measuring labor-efficiency in post offices, in Marchand M., Pestieau P., Tulkens H. (a cura di), «The performance of public enterprises: concepts and measurement», North Holland, Amsterdam
- Farrell M.J., 1957, The measurement of productive efficiency of production, «Journal of the Royal Statistical Society», Series A, General, vol. 120, pp. 253-281
- Frank R.H., 2010, Microeconomia, McGraw-Hill
- Koopmans T.C., 1951, Analysis of production as an efficient combinations of activities, in Koopmans T.C. (a cura di), «Activity analysis of production and allocation», Wiley, New York

Riferimenti bibliografici (2/2)

- Santeusano, A., Storti, G., 2002, *Statistica economica*, Edizioni C.U.S.L
- Laureti T., 2006, *L'efficienza rispetto alla frontiera delle possibilità produttive. Modelli teorici ed analisi empiriche*, Firenze University Press
- Maietta O.W., 2008, *L'analisi dell'efficienza. Tecniche di base ed estensioni recenti*, Edizioni Scientifiche Italiane
- Meeusen W., Van De Broeck J., 1977, Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error, «*International Economic Review*», vol. 18, n. 2, pp. 435-444
- Nisticò A., Prosperetti L., 1991, *Produzione e produttività*, in Marbach G., «*Statistica economica*», Utet, Torino
- Petretto A., 1986, L'approccio econometrico per la misurazione dei risultati delle imprese pubbliche locali, «*Politica economica*», a. II, n. 2, pp. 203-224
- Rapacciuolo C., 2004, *Misure di efficienza tecnica in due settori*, CSC Working Paper n. 50
- Thanassoulis E., 2001, *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software*, Kluwer Academic Publishers
- Thiry B., Tulkens, H., 1988, *Allowing for technical inefficiency in parametric estimates of production functions with an application to urban transit firms* (No. 1988041). Université catholique de Louvain, Center for Operations Research and Econometrics (CORE).
- Varian H. R., 2007, *Microeconomia*, settima edizione, Cafoscarina

Grazie per l'attenzione!

Marialisa Mazzocchitti

Mail: m.mazzocchitti@unich.it

Skype: marialisa_mazzocchitti