



Istituto  
nazionale  
di statistica

STATISTICHE IN BREVE

## MISURE DI PRODUTTIVITÀ

Anni 1980-2008

*L'Istat rende disponibili le serie storiche riferite a diverse misure di produttività per gli anni 1980-2008, riviste a partire dal 2005 per incorporare la revisione dei conti economici nazionali per gli anni 2005-2007 e la prima stima dell'anno 2008<sup>1</sup>. La metodologia di calcolo fa riferimento alle linee guida indicate nel Manuale per la misurazione della produttività pubblicato dall'OCSE<sup>2</sup>.*

*La produttività è genericamente definita come il rapporto tra una misura del volume di output realizzato e una misura del volume di uno o più input impiegati nel processo produttivo. In base a tale definizione si possono calcolare diverse misure di produttività.*

*In questa nota la misura di output adottata è il valore aggiunto, che viene utilizzato per stimare sia la produttività del lavoro sia la produttività totale dei fattori (PTF). Il calcolo della PTF trova la sua giustificazione teorica all'interno della cosiddetta "contabilità della crescita", la quale consente di scomporre la dinamica dell'offerta nei contributi derivanti dai fattori produttivi primari (lavoro e capitale) e dalla produttività totale dei fattori, che invece esprime una misura di efficienza nella combinazione dei fattori primari. Considerata la rilevanza economica di tali variabili, l'Istat diffonde anche le misure dei contributi dei fattori produttivi alla crescita del valore aggiunto e della produttività del lavoro.*

*Le misure di produttività sono calcolate per 28 settori di attività economica, corrispondenti alle 31 sezioni e sottosezioni definite dalla classificazione Ateco 2002 (versione italiana della NaceRev1.1), per 6 macrosettori e per il totale dell'economia. Dalle 31 sottosezioni sono escluse: l'Attività di locazione di beni immobili (gruppo 70.2 della sezione K); l'Attività svolta da famiglie e convivenze (sezione P); le Organizzazioni ed organismi extraterritoriali (sezione Q) e tutte le attività economiche che fanno capo al settore istituzionale delle Amministrazioni Pubbliche. Nell'anno di benchmark 2000, il settore così definito rappresentava il 74,4% del valore aggiunto complessivo a prezzi base e l'82,6% del totale delle ore lavorate.*

Direzione centrale comunicazione ed editoria  
Tel. + 39 06 4673.2243-2244

Centro di informazione statistica  
Tel. + 39 06 4673.3106

Informazioni e chiarimenti  
Direzione centrale della contabilità nazionale  
Massimiliano Iommi  
Tel. + 39 06 4673.3161

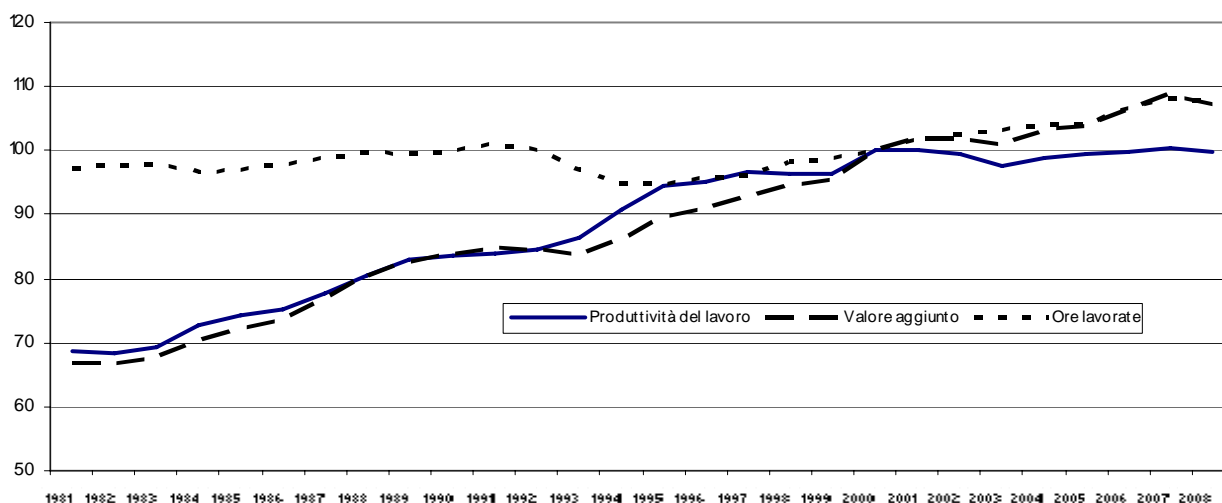
<sup>1</sup> [http://www.istat.it/dati/dataset/20090421\\_00/](http://www.istat.it/dati/dataset/20090421_00/)

<sup>2</sup> *Measuring Productivity. OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-Level and Aggregate Productivity Growth*, Parigi, OECD, disponibile sul sito <http://www.oecd.org/dataoecd/59/29/2352458.pdf>. Si vedano anche le Note informative a fine testo.

### Principali risultati<sup>3</sup>

Nel periodo 1980-2008 la produttività del lavoro ha registrato una crescita media annua dell'1,4 per cento, attribuibile ad un incremento medio annuo dell'1,7 per cento del valore aggiunto e ad uno dello 0,4 per cento delle ore lavorate (Figura 1, Tavola 2). All'interno di tale periodo si evidenziano due fasi in cui la dinamica della produttività del lavoro presenta andamenti fortemente differenziati: nel primo (anni 1980-1995) si registra una notevole crescita della produttività del lavoro (2,2 per cento in media d'anno) da ricondurre alla dinamica positiva del valore aggiunto (2 per cento in media d'anno) associata ad una riduzione delle ore lavorate (-0,2 per cento in media d'anno). Negli anni 1995-2008, invece, a seguito della ripresa delle ore lavorate (1 per cento in media d'anno) e dell'aumento del valore aggiunto più contenuto rispetto al periodo precedente (1,4 per cento in media d'anno), la crescita della produttività del lavoro ha subito un deciso rallentamento (0,4 per cento in media d'anno). Guardando gli anni più recenti, dopo un andamento negativo nel periodo 2000-2004 (-0,3 per cento in media d'anno), la produttività del lavoro è tornata a crescere fra il 2004 e il 2008 (0,2 per cento in media d'anno).

Figura 1- Produttività del lavoro, valore aggiunto e ore lavorate (numeri indice, 2000=100). Totale economia. Anni 1981-2008

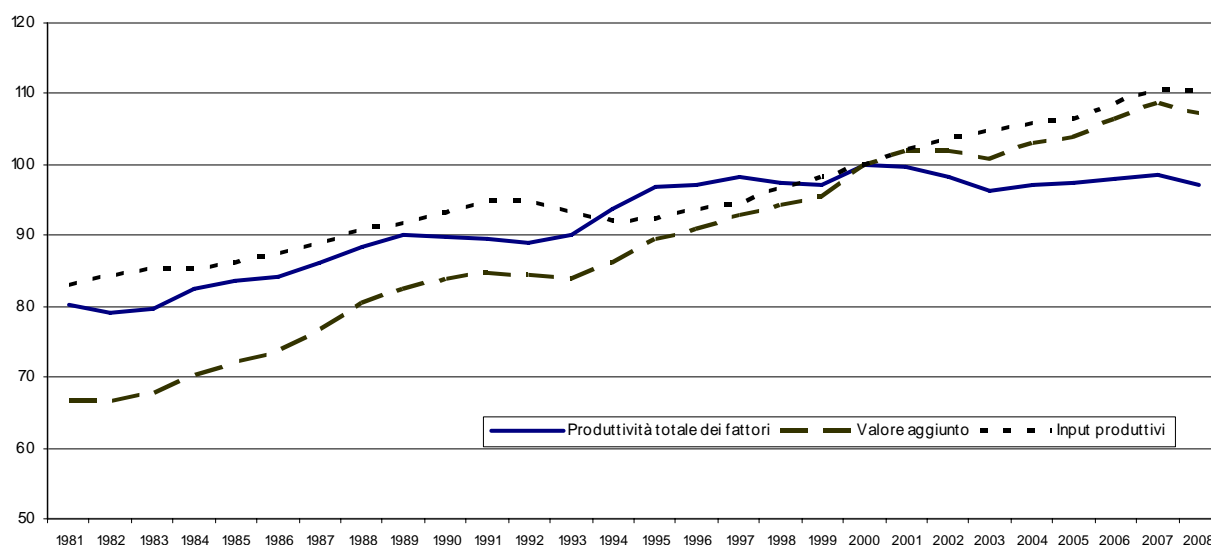


### La produttività totale dei fattori

Negli anni 1980-2008 la produttività totale dei fattori (PTF) ha registrato una crescita media annua dello 0,7 per cento (Tavola 1, Figura 2) a fronte di un incremento dell'1,7 per cento del valore aggiunto e dell'1,1 per cento degli input produttivi (lavoro e capitale). Anche nel caso della PTF si osservano tendenze molto diverse a seconda del periodo considerato: la crescita della PTF è stata piuttosto sostenuta fra il 1980 e il 1995 (1,2 per cento in media annua, risultato di un incremento del 2 per cento nella crescita dell'output e dello 0,8 per cento degli input produttivi), mentre ha registrato una stagnazione nel periodo 1995-2008 (dovuta ad una crescita sia dell'output che degli input produttivi pari all'1,4 per cento). Con riferimento agli anni 2000-2008, dopo un andamento fortemente negativo nel quadriennio 2000-2004 (-0,7 per cento in media d'anno), la PTF è risultata stazionaria nel quadriennio successivo.

<sup>3</sup> Eventuali differenze tra i tassi di variazione del valore aggiunto e della produttività del lavoro calcolati direttamente e quelli ottenuti come somma dei contributi dei fattori produttivi e della produttività totale dei fattori sono dovute ad arrotondamenti.

Figura 2 - Produttività totale dei fattori, valore aggiunto e input produttivi (numeri indice, 2000=100). Totale economia. Anni 1981-2008



### Contributi alla crescita della produttività del lavoro

Un altro modo per seguire l'evoluzione dell'economia italiana nel periodo in esame è analizzare il contributo alla dinamica della produttività del lavoro fornito dal capitale per ora lavorata e dalla PTF (Tavola 1, Figura 3). A fronte di una crescita media annua, tra il 1980 e il 2008, dell'1,4 per cento della produttività del lavoro, il capitale per ora lavorata ha contribuito per 0,7 punti percentuali (pari al 52 per cento della crescita complessiva). Tale contributo può essere a sua volta scomposto nell'apporto alla crescita fornito dal capitale Information and Communication Technology (ICT), pari a 0,1 punti percentuali (11 per cento), e nel contributo del capitale Non-ICT, pari a 0,6 punti percentuali (41 per cento) (Tavola 1). Il sostegno proveniente dalla PTF è stato di 0,7 punti percentuali (pari al 48 per cento della crescita della produttività del lavoro) (Tavola 1, Figura 3).

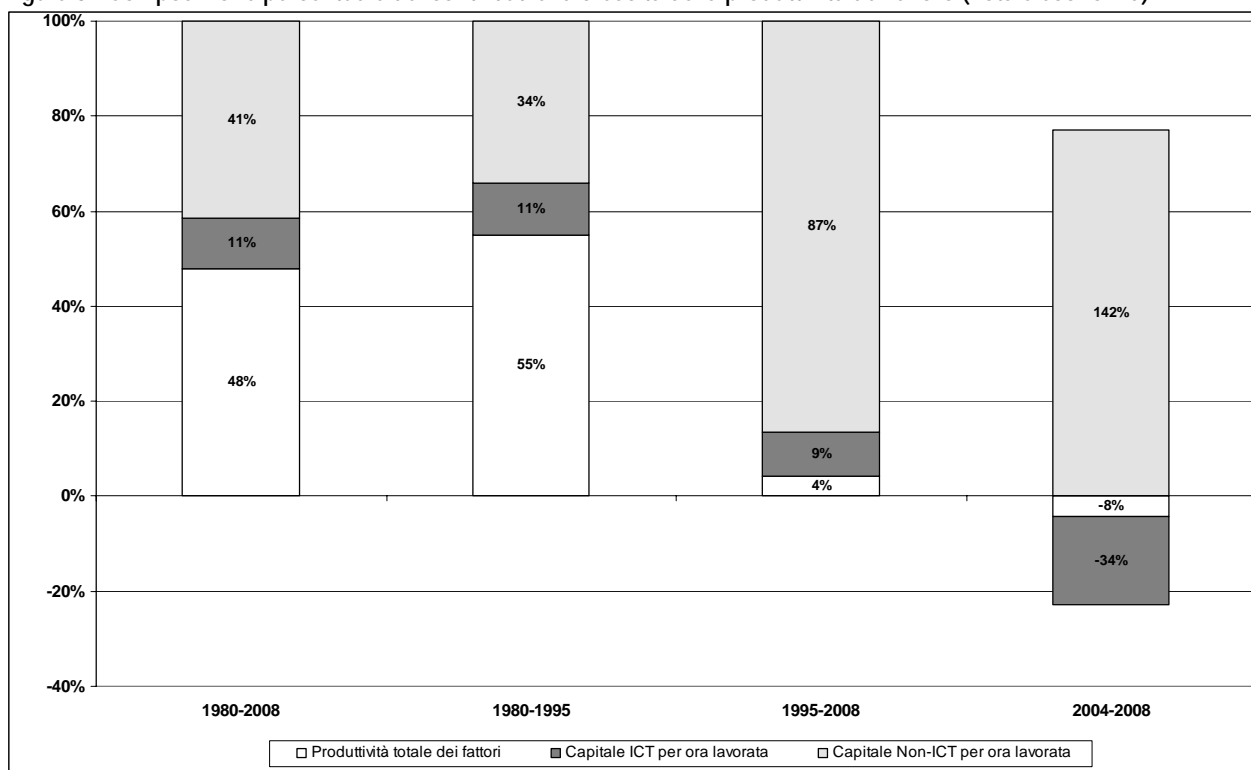
Tavola 1 - Contributi alla crescita della produttività del lavoro (medie annue)

	1980-2008	1980-1995	1995-2008	2000-2004	2004-2008
<b>Crescita della Produttività del lavoro</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,2</b>
Contributi di:					
Capitale per ora lavorata	0,7	1,0	0,4	0,4	0,2
ICT*	0,1	0,2	0,0	0,0	-0,1
Non ICT	0,6	0,8	0,4	0,4	0,3
PTF	0,7	1,2	0,0	-0,7	0,0

\* Per la definizione di capitale ICT e Non ICT si vedano le Note informative.

Come già notato, la crescita della produttività del lavoro è stata sostenuta (2,2 per cento) negli anni 1980-1995 e molto più bassa (0,4 per cento) nel periodo 1995-2008 (Tavola 1). Nel primo periodo la crescita è da attribuire prevalentemente al contributo della produttività totale dei fattori, pari a 1,2 punti percentuali (il 55 per cento), a fronte di un contributo di 1 punto percentuale del capitale per ora lavorata (il 45 per cento). Negli anni 1995-2008 la crescita della produttività del lavoro è stata invece trainata principalmente dall'accumulazione di capitale per ora lavorata, con un contributo di 0,4 punti percentuali (pari al 96 per cento della crescita della produttività del lavoro), mentre la PTF ha apportato un contributo marginale (4 per cento della crescita complessiva).

Figura 3 - Composizione percentuale dei contributi alla crescita della produttività del lavoro (Totale economia)



Analizzando più in dettaglio il periodo 2000-2008, l'andamento negativo della produttività del lavoro tra il 2000 e il 2004 (-0,3 per cento in media annua) è dovuto al contributo negativo della PTF (-0,7 punti percentuali), a fronte di un contributo positivo di 0,4 punti percentuali del capitale per ora lavorata. Nel quadriennio 2004-2008, invece, la PTF cessa di fornire un contributo negativo alla crescita, cosicché, pur in presenza di un più basso contributo del capitale per ora lavorata (0,2 per cento in media annua), si registra una lieve ripresa della crescita della produttività del lavoro (0,2 per cento in media annua). (Tavola 1, Figura 3).

### Analisi settoriale

L'analisi settoriale evidenzia che il rallentamento della crescita della produttività del lavoro tra il periodo 1980-1995 e quello 1995-2008 è diffuso in tutti i settori, ma è particolarmente pronunciato in quello dell'*Agricoltura, silvicoltura e pesca* (che negli anni 1995-2008 ha registrato una crescita media annua dello 2,5 per cento, in netto calo rispetto al 6,8 per cento del periodo 1980-1995) e dell'*Industria in senso stretto* (con una crescita media annua dello 0,8 per cento, a fronte del 3,4 per cento del periodo precedente) (Tavola 2). Mostrano segni negativi anche il settore dell'*Intermediazione monetaria e finanziaria; attività immobiliari ed imprenditoriali*, (-0,9 per cento negli anni 1995-2008, ma comunque in ripresa rispetto al -3,5 per cento registrato nel periodo 1980-1995), quello delle *Costruzioni* (-0,8 per cento e +0,5 per cento rispettivamente) e delle *Altre attività di servizi* (-1,1 per cento e +0,4 per cento rispettivamente).

**Tavola 2 Produttività del lavoro – dinamiche settoriali (tassi di crescita in media annua)**

	1980-2008	1980-1995	1995-2008	2000-04	2004-2008
Agricoltura, silvicoltura e pesca	4,8	6,8	2,5	1,3	0,5
Industria in senso stretto	2,2	3,4	0,8	-0,1	0,9
Costruzioni	-0,1	0,5	-0,8	-0,3	-1,8
Commercio, riparazioni, alberghi e ristoranti, trasporti e comunicazioni	1,1	1,5	0,7	-0,1	0,6
Intermediazione monetaria e finanziaria; attività immobiliari ed imprenditoriali	-2,3	-3,5	-0,9	-1,4	-0,2
Altre attività di servizi	-0,3	0,4	-1,1	-0,5	-1,5
<b>Totale</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,2</b>

Analizzando il periodo 2000-2008, l'analisi settoriale mostra come l'inversione di tendenza nell'andamento della produttività del lavoro tra il periodo 2000-2004 e il periodo successivo sia dovuta principalmente alle dinamiche dell'*Industria in senso stretto* e del *Commercio, riparazioni, alberghi e ristoranti, trasporti e comunicazioni*, che segnano tassi di crescita positivi negli anni 2004-2008 (rispettivamente pari a 0,9 per cento e 0,6 per cento) dopo aver registrato invece una dinamica negativa nel quadriennio precedente. All'inversione di tendenza ha contribuito anche il settore dell'*Intermediazione monetaria e finanziaria, attività immobiliari ed imprenditoriali*, che presenta segno negativo in entrambi i periodi, ma con un andamento in ripresa negli ultimi anni (-0,2 per cento nel 2004-2008 contro -1,4 per cento nel 2000-2004) (Tavola 3). In tutti i settori l'evoluzione della produttività del lavoro è da ricondurre principalmente alla dinamica della PTF, mentre la crescita del capitale per ora lavorata ha subito un rallentamento che ha coinvolto tutti i comparti, tranne quelli dell'*Agricoltura* e del *Commercio, riparazioni, alberghi e ristoranti, trasporti e comunicazioni*.

**Tavola 3 Produttività del lavoro, capitale per ora lavorata e produttività totale dei fattori (tassi di crescita in media annua)**

	Produttività del lavoro		Capitale per ora lavorata		Produttività totale dei fattori	
	2000-04	2004-08	2000-04	2004-08	2000-04	2004-08
Agricoltura, silvicoltura e pesca	1,3	0,5	2,2	2,3	0,5	-0,3
Industria in senso stretto	-0,1	0,9	1,7	1,2	-0,7	0,5
Costruzioni	-0,3	-1,8	2,5	0,6	-1,0	-2,0
Commercio, riparazioni, alberghi e ristoranti, trasporti e comunicazioni	-0,1	0,6	1,9	1,9	-0,7	0,1
Intermediazione monetaria e finanziaria; attività immobiliari ed imprenditoriali	-1,4	-0,2	0,6	-0,4	-1,6	-0,1
Altre attività di servizi	-0,5	-1,5	2,5	0,2	-1,3	-1,6
<b>Totale</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>1,3</b>	<b>0,8</b>	<b>-0,7</b>	<b>0,0</b>

## Note informative: definizioni e stime

In questa parte della nota si descrive la metodologia di calcolo utilizzata dall'Istat per la stima delle misure di produttività; si illustra il quadro teorico di riferimento, ovvero il modello di contabilità della crescita; ed infine si presentano alcuni approfondimenti e chiarimenti relativi all'interpretazione e all'utilizzo delle misure di produttività.

### Indice di volume dell'output

La misura di volume del valore aggiunto (Y) è data dalla serie del valore aggiunto a prezzi base espresso a valori concatenati.

I tassi di variazione annuali sono calcolati come tassi di variazione logaritmici:

$$(1) \quad \ln(Y_t / Y_{t-1})$$

### Input di lavoro

L'input di lavoro (L) è misurato in termini di ore lavorate.

I tassi di variazione annuali sono calcolati come tassi di variazione logaritmici:

$$(2) \quad \ln(L_t / L_{t-1})$$

Il monte ore lavorate rappresenta la misura più appropriata dell'input di lavoro ai fini dell'analisi della produttività. Esso, infatti, incorpora i cambiamenti degli orari pro-capite di fatto (dovuti alla diffusione del part-time, ai cambiamenti del normale orario di lavoro, alle variazioni dello straordinario e delle assenze dal lavoro) e alle modificazioni del livello dell'occupazione, misurato in termini di posizioni lavorative.

### Input di capitale

L'input di capitale (K) è misurato dal flusso di servizi produttivi forniti dallo stock esistente di beni capitali, sintetizzato in un indice di volume dei flussi di servizi generati da ciascuna tipologia di bene capitale.

Per ciascuna branca, l'indice di volume del capitale è ottenuto aggregando i tassi di variazione dello stock di capitale produttivo di 9 tipologie di beni capitali attraverso la formula di Tornqvist, con pesi dati dalla quota di ciascun tipo di bene capitale sul costo totale per i servizi del capitale della branca:

$$(3) \quad \ln(K_t / K_{t-1}) = \sum_{i=1}^9 0.5(v_t^i + v_{t-1}^i) \ln(S_t^i / S_{t-1}^i)$$

dove  $S_{it}$  lo stock di capitale produttivo del bene  $i$ ,  $u_{it}$  il suo costo d'uso,  $K_t$  il flusso dei servizi totali,  $v_t^i = (u_t^i S_t^i / \sum_{i \in n} u_t^i S_t^i)$  è la quota del bene capitale  $i$  al tempo  $t$  sul costo totale per i servizi del capitale e 9 sono le tipologie di beni capitali.

Lo stock di capitale produttivo è definito come la somma degli investimenti effettuati nell'anno corrente e negli anni passati, ponderata con pesi che riflettono la progressiva perdita d'efficienza che il bene subisce nel corso del tempo per effetto dell'usura e del logorio e il processo di ritiro dei beni capitali dal processo produttivo.<sup>4</sup> Esso, quindi, misura la capacità residua di erogare un flusso

---

<sup>4</sup> Per tutti i tipi di beni capitali è stato selezionato un profilo di perdita di efficienza concavo verso l'origine (ovvero si è ipotizzato che la capacità produttiva decada ad un tasso crescente con l'età del bene). Lo schema di dismissioni per ciascun tipo di bene, identificato dalla durata della vita media e dalla distribuzione delle dismissioni intorno ad essa, è

di servizi produttivi da parte dei beni capitali acquistati nel passato e non ancora ritirati dal processo produttivo.

Il costo d'uso misura il prezzo di servizi produttivi generati da un bene capitale. Si ipotizza che esso sia funzione del costo di finanziamento (o il costo opportunità di rinunciare ad un investimento alternativo nel caso di autofinanziamento), del deprezzamento economico che il bene capitale subisce nel periodo di utilizzo e dei guadagni o le perdite in conto capitale dovuti ad aumenti/diminuzioni del prezzo d'acquisto del bene.<sup>5</sup>

Lo stock di capitale produttivo e il relativo costo d'uso sono calcolati per sei tipologie di beni non-ICT (macchine e attrezzature; mobili; mezzi di trasporto su strada; mezzi di trasporto aereo, navale e ferroviario; fabbricati non residenziali; altri beni intangibili e servizi) e per tre tipologie di beni ICT (hardware; software e attrezzature per la comunicazione).

La struttura additiva dell'indice di Tornqvist consente di calcolare separatamente l'indice di volume del flusso dei servizi del capitale per le tipologie ICT e non ICT. L'indice di volume del flusso dei servizi del capitale ICT (Non- ICT) è ottenuto aggregando i tassi di crescita degli stock di capitale produttivo dei beni ICT (Non- ICT) con pesi dati dalla quota di ciascun bene nel valore del costo complessivo per i servizi del capitale ICT (Non- ICT).

L'input di capitale per il totale economia e per i sei macrosettori è ottenuto come aggregazione degli indici di volume dei servizi totali del capitale di branca.

## Produttività del lavoro

La produttività del lavoro è definita come il rapporto tra l'indice di volume del valore aggiunto e l'indice di volume dell'input di lavoro, ovvero come valore aggiunto per ora lavorata.

I tassi di variazione annuali della produttività del lavoro sono calcolati come tassi di variazione logaritmici:

$$(4) \quad \ln(P_{L_t} / P_{L_{t-1}}) = \ln(Y_t / L_t) - \ln(Y_{t-1} / L_{t-1}) = \ln(Y_t / Y_{t-1}) - \ln(L_t / L_{t-1})$$

---

analogo a quello utilizzato nel calcolo dello stock di capitale netto e lordo e descritto nella nota metodologica relativa alla statistica in breve su "Investimenti fissi lordi per branca proprietaria, stock di capitale e ammortamenti" (disponibile sul sito internet dell'Istat all'indirizzo [http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non\\_calendario/20070702\\_00](http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20070702_00)).

<sup>5</sup> Il costo di finanziamento è stimato come una media ponderata dei tassi d'interesse di mercato e dei tassi sui titoli pubblici a lungo termine, presi come misura, rispettivamente, del costo del debito e del costo opportunità implicito nelle fonti di autofinanziamento. Il peso è dato dalla quota del debito sul totale delle passività finanziarie.

Le altre componenti del costo d'uso sono specifiche per ogni tipo di bene. Il prezzo di acquisto del bene capitale nuovo è misurato dal corrispondente deflatore implicito degli investimenti di contabilità nazionale. Il tasso di deprezzamento al tempo t è ottenuto come rapporto tra gli ammortamenti e lo stock di capitale netto (entrambi valutati a valori concatenati). Il termine che esprime i guadagni/perdite in conto capitale è pensato come una misura dell'inflazione attesa. Questa è stata approssimata come una media mobile del tasso di variazione del deflatore implicito nei tre anni precedenti.

## Produttività totale dei fattori

La produttività totale dei fattori è definita come rapporto tra la misura di volume del valore aggiunto e una misura di volume dell'impiego complessivo dei servizi del capitale e del lavoro.

La misura di volume degli input è costituita da un indice composito dei servizi del capitale e del lavoro, ottenuto tramite la formula di Tornqvist:

$$(5) \quad \ln(I_t/I_{t-1}) = 0,5*(sl_t + sl_{t-1})*\ln(L_t/L_{t-1}) + 0,5*(sk_t + sk_{t-1})*\ln(K_t/K_{t-1})$$

dove  $sl$  ed  $sk$  sono, rispettivamente, la quota della remunerazione del fattore lavoro e del fattore capitale sul valore aggiunto a prezzi base espresso a prezzi correnti.

La natura additiva dell'indice di Tornqvist permette di scomporre il tasso di crescita dell'indice composito nel contributo dei singoli fattori produttivi, a sua volta calcolato come prodotto tra il tasso di crescita di ciascun input e la media tra la sua quota sul valore aggiunto del periodo corrente e quella del periodo precedente.

I tassi di variazione annuali della produttività totale dei fattori sono calcolati come la differenza tra i tassi di variazione logaritmici dell'indice dell'output e dell'indice composito degli inputs:

$$(6) \quad \ln(TFP_t/TFP_{t-1}) = \ln(Y_t/Y_{t-1}) - \ln(I_t/I_{t-1})$$

## Remunerazione dei fattori e quote distributive

Le remunerazioni del fattore lavoro e del fattore capitale (necessarie per il calcolo delle quote distributive  $sl_t$  ed  $sk_t$  nella formula 5) non vengono stimate nell'ambito delle serie di contabilità nazionale, e sono quindi oggetto di stima specifica per le misure di produttività. La metodologia di calcolo si fonda sull'identificazione della remunerazione del fattore lavoro (in parte attraverso ipotesi identificative) e sul calcolo della remunerazione del fattore capitale in maniera residuale (ovvero come la parte del valore aggiunto non attribuita al fattore lavoro).

Gli aggregati di contabilità nazionale permettono di distinguere tre componenti del valore aggiunto ai prezzi base: i redditi da lavoro dipendente, la somma del risultato di gestione e del reddito misto e le imposte nette sulla produzione. Le fonti statistiche sulla distribuzione primaria dei redditi non permettono di identificare la parte di reddito misto degli occupati indipendenti che è remunerazione del loro input di lavoro (e che deve quindi essere inclusa nella remunerazione del fattore lavoro, insieme ai redditi da lavoro dipendente). Coerentemente con l'indicazione del manuale dell'OCSE, per identificare tale componente si è adottata l'ipotesi che il reddito da lavoro per ora lavorata degli occupati indipendenti sia lo stesso di quello degli occupati dipendenti<sup>6</sup>. Quindi la remunerazione del fattore lavoro è calcolata come:

$$(7) \quad RL = RLD + (RLD/HLD)*HLIF$$

dove RLD sono i redditi da lavoro dipendente, HLD le ore lavorate degli occupati dipendenti, HLIF le ore lavorate degli occupati indipendenti al netto della componente dei familiari coadiuvanti.

Il calcolo è stato effettuato a livello di branca di attività economica. La remunerazione del lavoro per i macrosettori e per il totale economia è stata ottenuta per aggregazione dei dati di branca.

---

<sup>6</sup> I lavoratori indipendenti comprendono anche i familiari coadiuvanti che in molti casi non ricevono un compenso per il lavoro prestato nell'impresa e/o azienda del proprio familiare. Per i familiari coadiuvanti, si è assunto che non ci sia remunerazione del lavoro e che questi partecipino all'eventuale distribuzione dei profitti.



Le imposte nette sulla produzione sono state distribuite in maniera proporzionale tra capitale e lavoro.

## Il modello di contabilità della crescita

Nel modello di contabilità della crescita i risultati della teoria economica sono utilizzati per identificare misure empiriche che rappresentino una soddisfacente approssimazione dei “veri” indici di output, input e produttività. Esso fornisce quindi un quadro coerente che lega teoria economica, contabilità nazionale e misure di produttività.

Il quadro teorico di riferimento è rappresentato dalla teoria neoclassica della produzione, secondo la quale è possibile rappresentare la tecnologia in termini di una funzione di produzione, continua e differenziabile, che pone in relazione l’output, i fattori produttivi e il progresso tecnico. Nell’ambito della contabilità della crescita si segue una metodologia di tipo non parametrico, definendo la funzione di produzione in forma implicita. Il modello standard di contabilità della crescita ricorre inoltre all’adozione di una varietà di ipotesi: la perfetta concorrenza dei mercati, i rendimenti di scala costanti della tecnologia di produzione (a livello sia aggregato, sia di singolo settore), la cosiddetta Hicks-neutralità del progresso tecnico (ovvero che il progresso tecnico faccia variare nella stessa proporzione la produttività marginale dei fattori), l’assenza di costi di aggiustamento (in questo modo si esclude l’esistenza di fattori quasi-fissi e si ipotizza che le imprese siano sempre in equilibrio di lungo periodo).

Considerando il valore aggiunto ( $Y$ ) come misura dell’attività, la funzione di produzione assume la forma:

$$(8) \quad Y_t = A_t^v F(K_t, L_t)$$

dove  $K$  e  $L$  rappresentano, rispettivamente, l’input di capitale e di lavoro e  $A^v$  è il parametro che identifica gli spostamenti di tipo Hicks-neutral della funzione di produzione nel corso del tempo.

Dalla differenziazione logaritmica della (8), la dinamica dell’output può essere espressa come somma dei tassi di crescita dei fattori, ponderati per le rispettive elasticità, nonché del progresso tecnico:

$$(9) \quad \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = svk_t \frac{\dot{K}_t}{K_t} + svl_t \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{\dot{A}_t^v}{A_t^v}$$

dove  $svk$  ed  $svl$  rappresentano le elasticità dell’output rispetto ai singoli input.

Le ipotesi adottate implicano che l’elasticità dell’output rispetto ad ogni fattore produttivo è uguale alla quota del costo di quel fattore sul valore dell’output; quest’ultimo, nell’ipotesi di concorrenza perfetta, coincide con quello del costo totale sostenuto per l’impiego degli input, cosicché la somma di tutte le quote è pari all’unità, ovvero:

$$svk_t = \frac{u_t \cdot K_t}{p_t Y_t};$$

$$svl_t = \frac{w_t \cdot L_t}{p_t Y_t}$$

$$u_t \cdot K + w_t \cdot L_t = p_t Y$$

dove  $u_t$ ,  $w_t$  e  $p_t$  sono pari, rispettivamente, al costo dei servizi del capitale, alla retribuzione nominale del lavoro e al prezzo dell’output.

Se le elasticità possono essere misurate attraverso le quote distributive, il tasso di variazione del progresso tecnico rimane l'unica grandezza non osservabile nell'equazione (9) e può quindi essere calcolato a residuo<sup>7</sup>:

$$(10) \quad \frac{\dot{A}_t^v}{A_t^v} = \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - svk_t \frac{\dot{K}_t}{K_t} - svl_t \frac{\dot{L}_t}{L_t} = \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \frac{u_t K_t}{p_t Y_t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} - \frac{w_t L_t}{p_t Y_t} \frac{\dot{L}_t}{L_t}$$

Sotto le ipotesi del modello di contabilità della crescita standard quindi, il tasso di variazione del progresso tecnico (ovvero lo spostamento nel tempo della funzione di produzione per dati livelli di capitale e di lavoro) può essere misurato utilizzando solamente i dati su prezzi e quantità dell'output e degli inputs.

L'espressione (10) è definita nel continuo ed ha la forma di un indice di Divisia. Si dimostra che tale indice può essere approssimato nel tempo discreto dalla misura della variazione della produttività totale dei fattori ottenuta con l'indice di Tornqvist.

In altre parole, se sono soddisfatte le ipotesi del modello di contabilità della crescita, l'indice di Tornqvist della produttività totale dei fattori (l'espressione (6) definita sopra) è una misura del tasso di variazione del progresso tecnico, ovvero misura la variazione dell'output non dovuta a variazioni nell'impiego dei fattori produttivi.

Il modello di contabilità della crescita permette di dare un'interpretazione economica anche agli elementi dell'indice composito degli inputs. Infatti, il contributo di ogni fattore al tasso di crescita dell'indice composito degli inputs (ovvero il suo tasso di crescita dei fattori ponderato per il rispettivo peso sul valore totale del valore aggiunto) rappresenta anche il contributo di quel fattore produttivo alla crescita dell'indice di volume del valore aggiunto.

Inoltre l'approccio di contabilità della crescita permette di derivare anche gli indici di volume degli inputs. Secondo l'approccio proposto originariamente da Jorgenson e Griliches (1967)<sup>8</sup>, la misurazione di ciascun fattore deve tener conto dell'eterogeneità delle sue componenti in termini delle rispettive capacità di generare servizi produttivi (più precisamente, in termini delle rispettive produttività marginali). L'indice di volume di ogni input deve quindi riflettere sia variazioni nella quantità di servizi forniti da ogni tipologia che mutamenti nella sua composizione.

Applicando la stessa procedura che ha portato alla derivazione dell'equazione di contabilità della crescita, si dimostra che l'indice di volume di ogni input può essere approssimato da un indice di Tornqvist che aggrega gli indici di volume delle singole componenti di ogni fattore produttivo utilizzando come pesi le quote di ciascuna tipologia sul costo complessivo di quel fattore.

L'indice di volume dell'input di capitale utilizzato nelle misure di produttività prodotte dall'Istat è appunto un indice di Tornqvist che utilizza pesi espressi in termini di quote sul costo totale per i servizi del capitale, e quindi esso è sensibile ad eventuali mutamenti nella composizione dello stock di capitale aggregato tra beni caratterizzati da una diversa produttività marginale.

Invece l'input di lavoro misurato come semplice somma delle ore lavorate dalle diverse tipologie di occupati non riflette mutamenti nella composizione.

Infine il modello di contabilità della crescita identifica anche il legame esistente tra produttività del lavoro e produttività totale dei fattori.

Ipotizzando che l'input di lavoro coincida con il monte ore lavorate (ovvero trascurando il ruolo di mutamenti nella composizione della forza lavoro), si può dimostrare, infatti, che il tasso di crescita

<sup>7</sup> Solow, R. M., (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". Review of Economics and Statistics, vol. 39 (3), pag. 312-320.

<sup>8</sup> Jorgenson, D.W. e Griliches, Z. (1967). "The Explanation of Productivity Change". Review of Economic Studies, vol. 34 (3), pag. 249-283

del valore aggiunto per ora lavorata può essere espresso come somma del tasso di crescita dell'input di capitale per ora lavorata ponderato per la quota del capitale sul valore aggiunto e del tasso di crescita della produttività totale dei fattori<sup>9</sup> (che in questo modello coincide con il progresso tecnico):

$$(11) \quad \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} = svk_t \left( \frac{\dot{K}_t}{K_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} \right) + \frac{\dot{A}_t^v}{A_t^v}$$

Si noti che il contributo della produttività totale dei fattori alla crescita del valore aggiunto per ora lavorata coincide con il suo contributo alla crescita del valore aggiunto.

### Interpretazione delle misure di produttività

L'evoluzione nel tempo della produttività del lavoro è una delle principali determinanti dell'andamento del reddito nazionale reale pro-capite (che a sua volta è considerato un importante indicatore degli standard di vita).

La crescita in termini reali del reddito nazionale pro-capite è direttamente determinata dall'andamento del valore aggiunto reale pro-capite, che a sua volta è influenzato dall'evoluzione della produttività del lavoro.

Il valore aggiunto reale pro-capite, infatti, dipende da quattro fattori: la quota della popolazione in età lavorativa sulla popolazione totale; il tasso di occupazione (quota degli occupati sul totale della popolazione in età lavorativa); le ore lavorate per occupato; il valore aggiunto reale per ora lavorata. Tra tutte le determinanti del valore aggiunto pro-capite, la produttività del lavoro è l'unica che può mantenere tassi di crescita positivi per lunghi periodi di tempo, e quindi essa è il principale motore della crescita del valore aggiunto pro-capite nel lungo periodo.

Nel modello di contabilità della crescita standard l'indice della produttività totale dei fattori misura il tasso di progresso tecnico non incorporato nei fattori produttivi. In realtà, a causa di problemi di misurazione e della non applicabilità delle ipotesi del modello, esso cattura anche altri fattori. In particolare, la misura della crescita della PTF diffusa dall'Istat, riflette un insieme di fenomeni quali: innovazioni nel processo produttivo, miglioramenti nell'organizzazione del lavoro e nelle tecniche manageriali, miglioramenti nell'esperienza e livello di educazione raggiunto dalla forza lavoro, parte dei miglioramenti nella qualità dei beni d'investimento, andamento del ciclo economico, economie di scala, esternalità, riallocazione dei fattori produttivi verso utilizzi più produttivi (nonché eventuali errori di misurazione del prodotto e dei fattori produttivi).

In questa nota ci si limita a fornire qualche elemento su alcuni degli aspetti evidenziati. Per una approfondimento su questi temi si veda Hulten (2001)<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Se invece teniamo conto dei mutamenti nella composizione della forza lavoro, l'equazione (11) diviene

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} = svk_t \left( \frac{\dot{K}_t}{K_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} \right) + svl_t \left( \frac{\dot{LQ}_t}{LQ_t} \right) + \frac{\dot{A}_t^v}{A_t^v}, \text{ dove } LQ \text{ è appunto un indice che misura i mutamenti nella}$$

qualitativi della forza lavoro.

<sup>10</sup> Hulten, C. (2001). "Total factor productivity: a short biography", in C. R. Hulten, E. R. Dean & M. J. Harper (a cura di), *New Directions in Productivity Analysis, Studies in Income and Wealth*, Chicago, University of Chicago Press for the National Bureau of Economic Research.

L'input di lavoro misurato come semplice somma delle ore lavorate non permette di cogliere eventuali cambiamenti nella qualità della forza lavoro (per esempio un aumento della quota di lavoratori più qualificati o con un grado maggiore di esperienza). La mancata misurazione di miglioramenti nel capitale umano degli occupati porta ad una sottostima della crescita dell'input di lavoro. La crescita della PTF è calcolata a residuo, e quindi il contributo alla crescita dell'output e della produttività del lavoro dovuto a mutamenti nella composizione della forza lavoro è catturato dall'indice della PTF.

L'indice della PTF cattura anche l'eventuale sottostima dei miglioramenti di qualità (progresso tecnico incorporato) dei beni capitali da parte del deflatore degli investimenti.<sup>11</sup>

Infine il residuo cattura anche le variazioni del grado di utilizzo dei fattori produttivi lungo il ciclo economico non correttamente incorporate nella misura degli inputs. Questo implica che la PTF, in generale, presenta un andamento pro-ciclico<sup>12</sup> in quanto le fasi di espansione dell'attività produttiva si accompagnano anche ad un aumento dell'intensità di utilizzo dei fattori produttivi (i macchinari sono utilizzati per più ore; gli occupati lavorano per più ore e con maggiore impegno). Le misure degli inputs produttivi non riflettono adeguatamente le effettive variazioni dell'intensità di utilizzo,<sup>13</sup> quindi nelle fasi di espansione la crescita apparente del contributo alla produzione dei fattori produttivi è minore di quella effettiva. Il contributo alla crescita non adeguatamente catturato dalla misura degli input, viene invece catturato dalla produttività, che quindi presenta un andamento pro-ciclico.

Quindi le fluttuazioni di breve periodo della PTF non possono essere interpretate come riflesso di variazioni del progresso tecnico. Per questo motivo, si privilegia l'analisi dell'andamento della crescita media della PTF su orizzonti temporali più lunghi (piuttosto che l'analisi delle variazioni di breve periodo).

Un'importante linea di ricerca nella letteratura sulla misurazione della produttività affronta le implicazioni derivanti dalle ipotesi di neutralità del progresso tecnico, rendimenti di scala costanti, concorrenza perfetta e assenza di costi di aggiustamento.

A questo riguardo è opportuno sottolineare che la loro rimozione, in generale, compromette l'identità tra il residuo di Solow e il tasso di crescita del progresso tecnico esogeno.<sup>14</sup> Tuttavia questo risultato non comporta che la formulazione standard della crescita della PTF diventi una misura priva di interesse o solo una misura distorta del progresso tecnico. Ad esempio, Barro (1999)<sup>15</sup> dimostra come l'analisi standard di contabilità della crescita fornisce informazioni utili sulle determinanti della crescita anche nel contesto di molti modelli di crescita endogena.<sup>16</sup>

---

<sup>11</sup> Infatti, se l'indice di prezzo degli investimenti riesce a misurare i cambiamenti di prezzo per un livello costante di qualità, allora gli effetti del progresso tecnico incorporato nei beni d'investimento sono pienamente catturati dalla misura dell'input di capitale. Per contro, un'eventuale sottostima dei miglioramenti qualitativi subiti si traduce in una sovrastima della variazione del prezzo. Questa a sua volta induce una sottostima della crescita del volume degli investimenti e quindi dell'input di capitale

<sup>12</sup> Queste considerazioni si applicano anche alla produttività del lavoro.

<sup>13</sup> Non esistono indicazioni sulle ore di utilizzo effettivo dei beni capitali; l'input di lavoro misura correttamente variazioni nelle ore lavorate, ma non variazioni nell'intensità di lavoro per ora lavorata.

<sup>14</sup> Ad esempio, se il progresso tecnico non è neutrale, modifiche nelle quote distributive inducono variazioni della TFP anche in assenza di mutamenti nello stato della tecnologia.

<sup>15</sup> Barro, R. (1999) "Notes on Growth Accounting", *Journal of Economic Growth*, vol. 4, n. 2, pp. 119-137.

<sup>16</sup> Ad esempio in presenza di rendimenti crescenti di scala a livello aggregato dovuti alle presenza di spillovers dall'accumulazione di capitale, la misura standard della crescita della PTF include sia il tasso di crescita del progresso tecnico esogeno che l'effetto derivante dagli spillovers.

Inoltre, Basu e Fernald (2002)<sup>17</sup> dimostrano che, indipendentemente dalla sua utilità nell'analisi delle fonti della crescita, l'indice della PTF calcolata come residuo è un indicatore delle variazioni di benessere (*welfare*).<sup>18</sup>

Infine, dal punto di vista empirico, Basu e Fernald (2002) ottengono che, con riferimento agli Stati Uniti, la misura standard della dinamica della PTF nel periodo 1959-1989 non risulta in media significativamente diversa da quella del progresso tecnico ottenuta con stime econometriche, pur in condizioni di rendimenti di scala variabili e di concorrenza imperfetta.

---

<sup>17</sup> Basu, S. e Fernald, J.G. (2002). "Aggregate productivity and aggregate technology", *European Economic Review*, vol. 46, n. 6, pp. 963-991.

<sup>18</sup> L'ipotesi più restrittiva da cui dipende questo risultato è quella dell'esistenza di un consumatore rappresentativo. Ma l'intuizione che è alla base del loro risultato mantiene la sua validità anche se questa ipotesi non è soddisfatta: "*Intuitively, growth in aggregate output measures the growth in society's ability to consume. To measure welfare change, we must then subtract the opportunity cost of the inputs used to produce this output growth. Input prices measure that cost, regardless of whether they also reflect marginal product*".