

$$g_Y \approx g_\gamma + g_M - \pi$$

$$g_Y \approx g_M - \pi$$

dove π è il tasso di crescita dei prezzi, ovvero il tasso di inflazione. Poiché γ è costante, g_γ è uguale a zero. Quindi:

Il tasso di crescita della produzione è approssimativamente uguale al tasso di crescita nominale della moneta meno il tasso di inflazione.

2. INTRODUZIONE ALL'ECONOMETRIA

Come facciamo a sapere che il consumo dipende dal reddito disponibile? Come facciamo a sapere il valore della propensione al consumo?

Per rispondere a queste domande e, in generale, per stimare equazioni di comportamento e per trovare il valore dei parametri che interessano, gli economisti usano l'**econometria** – l'insieme di tecniche statistiche appositamente studiate per le applicazioni economiche. L'econometria può essere molto formalizzata dal punto di visto matematico, ma i principi alla base delle tecniche econometriche sono abbastanza semplici.

Scopo di questa appendice è mostrarvi tali

principi. Useremo come esempio la funzione del consumo introdotta nel capitolo 3, e ci concentreremo sulla stima di c_1 , la propensione a consumare il reddito disponibile.

Variazioni del consumo e variazioni del reddito disponibile. La propensione al consumo ci dice di quanto varia il reddito per una data variazione del reddito disponibile. Il primo passo consiste semplicemente nel rappresentare le variazioni del consumo rispetto alle variazioni del reddito e vedere se esiste una qualche relazione tra le due. Potete vederlo nella figura 1.

L'asse verticale della figura misura la variazione

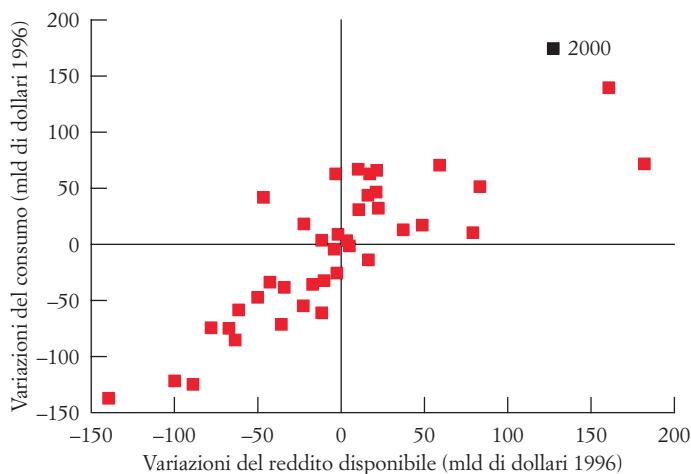


fig. 1. Variazioni del consumo rispetto a variazioni del reddito disponibile.

C'è una chiara relazione positiva tra variazioni del consumo e variazioni del reddito disponibile.

annuale del consumo meno la variazione media annua del consumo per ogni anno dal 1960 al 2000. Più precisamente, sia C_t il consumo dell'anno t . Sia ΔC_t pari a $C_t - \bar{C}_{t-1}$, la variazione del consumo dall'anno $t-1$ all'anno t . Sia $\overline{\Delta C}$ la variazione media annua del consumo dal 1960. La variabile misurata sull'asse verticale è costruita come $\Delta C_t - \overline{\Delta C}$. Un valore positivo della variabile rappresenta un aumento del consumo superiore alla media, un valore negativo invece rappresenta un aumento del consumo inferiore alla media.

Analogamente, l'asse orizzontale misura la variazione annua del reddito disponibile meno la variazione media annua del reddito disponibile dal 1960. $\Delta Y_{dt} - \overline{\Delta Y_d}$.

Ogni quadrato nella figura mostra la variazione del consumo e del reddito rispetto alle loro rispettive medie per un dato anno tra il 1960 e il 2000. Nel 2000, ad esempio, la variazione del consumo fu superiore alla media di 174 miliardi di dollari, la variazione del reddito disponibile fu superiore alla media di 126 miliardi di dollari (per i nostri scopi, non ci interessa sapere a quale anno si riferisca ogni quadrato, ma solo avere un'immagine generale, tranne per il nostro esempio riferito al 2000). La figura 1 ci suggerisce due conclusioni principali:

- Primo, c'è una chiara relazione positiva tra variazioni del consumo e variazioni del reddito disponibile. La maggior parte dei punti sta nel primo e nel terzo quadrante: quando il reddito disponibile aumenta più della media, il consumo di solito aumenta anch'esso più della media; quando il reddito disponibile aumenta meno della media, lo stesso avviene al consumo.
- Secondo, la relazione è buona, ma non perfetta. In particolare, alcuni punti stanno nel quarto quadrante: questi corrispondono ad anni in cui variazioni del reddito disponibile inferiori alla media sono associate a variazioni del consumo superiori alla media.

L'econometria ci permette di formulare queste conclusioni in modo più preciso, stimando la propensione al consumo. Usando un software econometrico, possiamo stimare la retta che meglio approssima la nuvola di punti nella figura 1. Questo processo di stima è chiamato **mimimi quadrati ordinari** (OLS, dall'inglese *Ordinary Least Squares*). Il termine *minimi quadrati* deriva dal fatto che la retta ha la proprietà di minimizzare la somma dei quadrati delle distanze dei punti dalla retta stessa. La parola *ordinari* invece deriva dal fatto che questo è il metodo più semplice usato in econometria. L'equazione stimata della retta è chiamata **regressione**, e la retta è chiamata **retta di regressione**.

Nel nostro caso, l'equazione stimata è data da:

$$[1] \quad (\Delta C_t - \overline{\Delta C}) = 0,88(\Delta Y_{dt} - \overline{\Delta Y_d}) + \text{residuo}$$

$$R^2 = 0,70$$

La retta di regressione corrispondente alla retta stimata è disegnata nella figura 2. L'equazione [1] riporta due numeri importanti (un tipico output di regressione fornisce molte più informazioni; trovate un esempio nel quadro *Come interpretare i risultati econometrici?*

■ Il primo numero è la stima della propensione al consumo. L'equazione ci dice che un aumento del reddito disponibile di un miliardo di dollari oltre il normale è solitamente associato a un aumento del consumo di 0,88 miliardi oltre il normale. In altre parole, la stima della propensione al consumo è 0,88. È positiva, ma minore di 1.

■ Il secondo numero è R^2 , una misura della bontà della stima.

Dopo aver stimato gli effetti della variazione del reddito disponibile sul consumo, possiamo decomporre la variazione del consumo in ogni anno in una parte dovuta alla variazione del reddito disponibile – la prima parte sul lato destro dell'equazione [1] – e il resto – chiamato

FOCUS

Come interpretare i risultati econometrici?

Nelle vostre letture, potrete incontrare risultati di stime econometriche. Presentiamo qui una guida, utilizzando una versione semplificata dei tabulati della stima dell'equazione [1].

3 Come abbiamo visto nel testo, \bar{R}^2 è una misura della «bontà» della stima. Quanto più è vicino a 1, tanto migliore è l'approssimazione della retta di regressione. Un valore di 0,70 è relativamente basso e indica che gran parte delle variazioni della variabile dipendente non possono essere spiegate dalle variazioni nelle variabili indipendenti.

2 Il periodo di stima include tutti i trimestri dal 1960 al 2000. La regressione usa quindi 41 **osservazioni utili**. I **gradi di libertà** sono il numero di osservazioni meno il numero di parametri da stimare. Qui c'è un solo parametro da stimare: il coefficiente di DYD (*Domestic Disposable Income*). Quindi ci sono $41 - 1 = 40$ gradi di libertà. Una regola semplice è che servono almeno tante osservazioni quanti sono i parametri da stimare e preferibilmente molte di più. In altre parole, i gradi di libertà devono essere almeno positivi, e quanti più sono, tanto meglio è.

1 La variabile che stiamo cercando di spiegare è chiamata **variabile dipendente**. Qui la variabile dipendente è DC (*Domestic Consumption*), definita come la variazione trimestrale del consumo in scarti dalla media.

Variabile dipendente DC – Stima dei minimi quadrati		
{ Dati annuali dal 1960 al 2000		
Osservazioni utili: 41		
Gradi di libertà: 40		
$\bar{R}^2 = 0,70$		
Variabile	Coefficiente	test-t
DYD	0,88	9,71

4 Le variabili che usiamo per spiegare la variabile dipendente sono chiamate **variabili indipendenti**. Qui c'è solo una variabile indipendente, DYD, definita come la variazione trimestrale del reddito disponibile in scarti dalla media.

5 Per ogni variabile indipendente, il computer ci dà il coefficiente stimato e il **test t**. Il test t associato ad ogni coefficiente stimato ci dice la probabilità che il vero coefficiente sia diverso da zero. Un valore vicino a 2 indica che possiamo essere sicuri al 95% che il vero coefficiente sia diverso da zero. Un valore di 9,71, come nel nostro caso, è talmente alto che possiamo essere quasi certi (oltre il 99,99%) che il vero coefficiente sia diverso da zero o, in altre parole, che variazioni del reddito disponibile generino variazioni nel consumo.

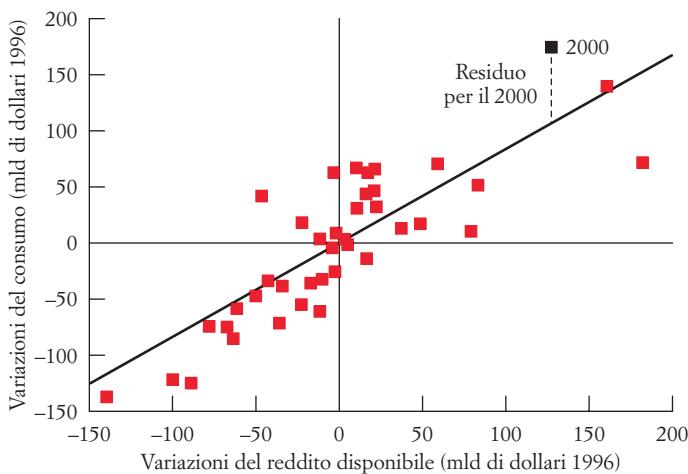


fig. 2. Variazioni del consumo rispetto a variazioni del reddito disponibile: la retta di regressione.
La retta di regressione è la retta che meglio approssima la nuvola di punti.

residuo. Ad esempio, il residuo per il 2000 è indicato dalla distanza verticale tra il punto che rappresenta il 2000 e la retta di regressione. Se tutti i punti della figura 2 stessero esattamente sulla retta stimata, i residui sarebbero tutti nulli; tutta la variazione del consumo sarebbe spiegata esclusivamente da variazioni del reddito disponibile. Ma come potete vedere questo non è il nostro caso. La statistica R^2 indica la bontà della stima. R^2 è sempre compreso tra 0 e 1. Un valore di 1 significa che la relazione tra le due variabili è perfetta, cioè che tutti i punti stanno sulla retta di regressione. Un valore di 0 significa che il computer non trova alcuna relazione tra le due variabili. Il valore di 0,70 nell'equazione [1] è alto, ma non altissimo. Conferma il messaggio della figura 2, cioè che variazioni del reddito disponibile chiaramente influenzano il consumo, ma c'è anche una buona parte della variazione del consumo che non può essere spiegata da variazioni del reddito disponibile.

Correlazione e causalità. Finora abbiamo stabilito che il reddito disponibile e il consumo si

muovono insieme. Più formalmente, abbiamo visto che c'è una **correlazione** – termine tecnico per co-relazione – positiva tra variazioni trimestrali del consumo e movimenti trimestrali del reddito disponibile. Abbiamo interpretato questa relazione in termini di **causalità** – cioè dicendo che incrementi del reddito disponibile *causano* aumenti del consumo. Ora dobbiamo ripensare a questa prima interpretazione. Una relazione positiva tra consumo e reddito disponibile potrebbe in realtà riflettere l'effetto del reddito disponibile sul consumo. Ma potrebbe anche riflettere l'effetto del consumo sul reddito disponibile. Il modello che abbiamo sviluppato nel capitolo 3 del libro ci dice, infatti, che se per una qualche ragione i consumatori decidono di spendere di più, il reddito – e quindi il reddito disponibile – aumenterà. Se parte della relazione tra consumo e reddito disponibile deriva dall'effetto del consumo sul reddito disponibile, allora qualsiasi conclusione basata sull'equazione [1] non sarà corretta. Vediamo un esempio. Supponiamo che il consumo non dipenda dal reddito disponibile, cosicché il vero valore di c_1

è uguale a zero (questo non è molto realistico, ma aiuterà a chiarire il punto centrale del ragionamento). Sulla base di questa ipotesi, nella figura 3 disegniamo la curva del consumo come una retta orizzontale. Supponiamo anche che il reddito disponibile sia uguale a Y_d , per cui la combinazione iniziale di consumo e reddito disponibile è data dal punto A.

Supponiamo ora che per qualche ragione, ad esempio un aumento del livello di fiducia, i consumatori aumentino la spesa per consumi, muovendo verso l'alto la retta del consumo. Se la domanda influenza la produzione, allora il reddito e a sua volta il reddito disponibile aumentano, e la nuova combinazione di consumo e reddito disponibile si trova nel punto B. Se, invece, i consumatori diventano più pessimisti, la retta del consumo si sposta verso il basso e la nuova combinazione si troverà nel punto D. Se osserviamo questa economia, vediamo i punti A, B e D. Tracciando una retta che approssimi al meglio questi punti, stimiamo una retta positivamente inclinata, come la CC' ,

cioè stimiamo un valore positivo per la propensione marginale al consumo, c_1 . Dobbiamo però ricordare che il vero valore di c_1 è zero. Per quale ragione la stima ci dà una risposta sbagliata? Perché interpretiamo la relazione positiva tra reddito disponibile e consumo in termini di un effetto del reddito disponibile sul consumo, mentre in realtà la causalità, in questo esempio, va nel senso opposto: il consumo influenza il reddito disponibile.

La lezione importante qui è la **differenza tra correlazione e causalità**. Il fatto che due variabili si muovano insieme non significa che la prima variabile causi variazioni nella seconda. La causalità potrebbe andare nel verso opposto: è la seconda che causa movimenti nella prima. Potrebbe anche darsi – come nel nostro caso – che la causalità vada in entrambe le direzioni: il reddito disponibile influenza il consumo e a sua volta il consumo influenza il reddito disponibile.

Come uscire da questa trappola? Se siamo interessati – come in questo caso – all'effetto

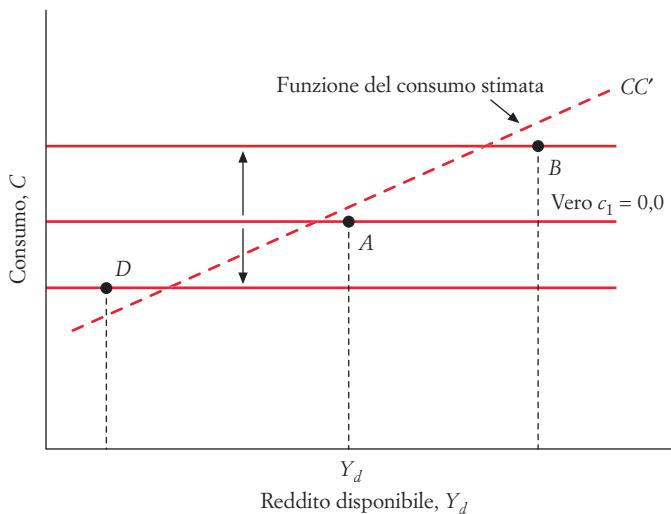


fig. 3. Una regressione fuorviante.

La relazione tra reddito disponibile e consumo deriva dall'effetto del consumo sul reddito disponibile e non viceversa.

del reddito disponibile sul consumo, possiamo imparare comunque qualcosa dai dati? La risposta è sì, ma solo integrandoli con altre informazioni. Supponiamo di *sapere* che alcune variazioni del reddito disponibile non dipendono direttamente dalle fluttuazioni del consumo. In questo caso, osservando la reazione del consumo a *queste* variazioni del reddito disponibile, possiamo vedere come dipende il consumo dal reddito disponibile e stimare la propensione marginale al consumo.

Tuttavia, questa risposta sembra ignorare il problema invece di risolverlo: come possiamo *sapere* che una certa variazione del reddito disponibile non è dovuta ad un cambiamento nei consumi? In effetti, talvolta possiamo. Supponiamo, ad esempio, che il governo decida di aumentare la spesa per la difesa. Questa misura farà aumentare la domanda e quindi la produzione. In questo caso, se osserviamo un aumento sia del consumo sia del reddito disponibile, possiamo tranquillamente concludere che l'aumento del consumo riflette l'effetto del reddito disponibile sul consumo e possiamo quindi stimare la propensione marginale al consumo.

Questo esempio suggerisce un modo di procedere generale. Prima troviamo le variabili esogene – cioè le variabili che influenzano la produzione, ma che non ne sono a loro volta influenzate. Poi guardiamo la variazione del consumo, non in seguito a tutti i movimenti del reddito disponibile – come abbiamo fatto

nella nostra prima regressione – ma in seguito a quei movimenti che possono essere spiegati da variazioni delle variabili esogene. In questo modo possiamo essere sicuri che ciò che stiamo stimando è proprio l'effetto del reddito disponibile sul consumo, e non il contrario.

In econometria, il problema di trovare le variabili esogene al modello è noto come **problema dell'identificazione**. Queste variabili esogene, quando ci sono, sono chiamate **variabili strumentali**. Il metodo di stima basato sull'uso di tali variabili è detto **metodo delle variabili strumentali**.

Quando l'equazione [1] è stimata con il metodo delle variabili strumentali – usando le variazioni della spesa pubblica come strumento – invece che con i minimi quadrati ordinari, l'equazione stimata diventa:

$$[2] \quad \Delta C_t - \bar{\Delta C} = 0,47(\Delta Y_{dt} - \bar{\Delta Y}_d)$$

$$\bar{R}^2 = 0,52$$

Si noti che il coefficiente del reddito disponibile corrente e passato è più piccolo di quello che abbiamo ottenuto nell'equazione [1]. Questa riduzione nella stima della propensione marginale al consumo è esattamente quello che ci aspettavamo. La nostra prima stima rifletteva sia l'effetto del reddito disponibile sul consumo, sia l'effetto contrario. L'uso delle variabili strumentali elimina questo secondo effetto e quindi produce una stima più piccola.