

\\48\\

Note sulla struttura e sull'impiego dei
modelli macroeconomici

di

Roberto Golinelli*

Ottobre 1989

* Professore a contratto del corso di Applicazioni di Econometria, Facoltà di Economia e Commercio dell'Università di Modena. Desidero ringraziare Paolo Bosi, Nicola Rossi e Anna Stagni per i commenti ad una precedente stesura del presente lavoro.

Dipartimento di Economia Politica
Via Giardini 454
41100 Modena (Italy)

Introduzione

Il 1986 è stato l'anno del cinquantesimo anniversario sia della pubblicazione della teoria generale di Keynes, sia della costruzione del primo modello econometrico: infatti nel 1936 Jan Tinbergen presentò per la prima volta un modello macroeconomico empirico applicato all'economia olandese¹. E se da un lato si può affermare che enorme è stato il contributo dell'opera di Keynes alla moderna macroeconomia, dall'altro il modello econometrico di Tinbergen ha rappresentato un decisivo elemento di novità nel modo di concepire parte della scienza economica, da cui prendono le mosse quei ricercatori economici (tra i quali lo scrivente) che oggi elaborano scenari previsivi e analisi di politica economica pubblicando e discutendo i risultati quantitativi ottenuti utilizzando modelli macroeconomici. In un suo recente lavoro Britton (1989) ricorda infatti che il tratto caratteristico dei modelli economici empirici non è tanto la stima delle loro relazioni con metodi econometrici, o la loro sempre maggiore e più complessa dimensione. La caratteristica principale dei modelli macroeconomici è il permettere una valutazione di quanto, ad esempio, cade il livello dell'output se i tassi di interesse aumentano di un punto, oppure quanto tempo deve passare prima che il saldo di bilancia dei pagamenti reagisca ad una svalutazione del tasso di cambio. Inoltre tali quantificazioni debbono essere fondate su osservazioni empiriche.

Dai tempi dei lavori di Tinbergen, e soprattutto a partire dagli anni sessanta, il numero dei modelli macroeconomici è aumentato considerevolmente, la loro dimensione è generalmente cresciuta ed il loro impiego si è diffuso in tutto il mondo. Tutto ciò grazie alla concomitanza di una serie di fattori favorevoli: il miglioramento qualitativo e l'estensione quantitativa delle informazioni statistiche, le potenzialità insite nell'impiego degli elaboratori elettronici rese disponibili a costi sempre più bassi, lo sviluppo dei metodi econometrici, il crescente interesse da parte degli utilizzatori finali alle applicazioni empiriche.

Ma nello stesso periodo è anche aumentato considerevolmente il numero dei ricercatori che hanno criticato di tali modelli ed il loro impiego. In particolare è curioso sottolineare che una delle prime obiezioni al lavoro di Tinbergen sia stata mossa proprio da Keynes (1939): vale a dire dall'economista che, teorizzando la necessità di politiche di stabilizzazione, rafforzò l'esigenza di disporre di strumenti di misurazione che fungessero da guida all'azione di politica economica. In altre parole rafforzò i presupposti teorici che usualmente richiedono l'impiego di quei modelli macroeconomici che lui fra i primi aveva screditato.

Una massiccia ondata di attacchi alle metodologie che richiedono l'impiego dei modelli macroeconomici si è verificata a partire dalla seconda metà degli anni '70² soprattutto in concomitanza con il rinnovato interesse per i paradigmi della teoria neoclassica. Come incisivamente descritto in Visco (1987), tali critiche sono rivolte sia alla efficacia delle politiche keynesiane di stabilizzazione del reddito, sia agli strumenti-guida di tali politiche: i modelli macroeconomici.

Pesaran e Smith (1985) affermano che i modelli macroeconomici sono valutabili (e perciò attaccabili) a partire da tre diversi punti di vista: rilevanza, coerenza e adeguatezza. Il criterio della rilevanza del modello (rispetto agli obiettivi per cui è stato costruito) solitamente sta molto a cuore agli utilizzatori dei modelli: essi infatti desiderano che il modello impiegato sia capace di analizzare correttamente il problema posto. Gli economisti prestano invece particolare attenzione alla coerenza

¹ Si veda Tinbergen (1959). Lo scopo del lavoro di Tinbergen era quello di fornire informazioni quantitative ai policy makers. Dato che all'epoca molti paesi si trovavano ad affrontare i gravissimi problemi connessi con un'elevata disoccupazione e un inadeguato livello di domanda e investimenti, Tinbergen introdusse l'impiego di un modello empirico allo scopo di indirizzare i policy makers nella loro scelta di politiche correttive. In altre parole egli impiegò il suo modello secondo un approccio per scenari alternativi, ciascuno di essi essendo caratterizzato da diversi policy mix. Il modello originario di Tinbergen è stato recentemente ripreso (e ristimato) da Dhaene, Barten (1989).

² Ai tempi della prima crisi petrolifera e dell'inflazione che ne è conseguita, quando parte delle analisi keynesiane divennero inefficaci nello spiegare da sole le modificazioni intervenute.

del modello, coerenza da valutarsi con particolare attenzione alle informazioni empiriche disponibili, alle implicazioni della teoria economica prescelta, e ai risultati ottenuti da altri ricercatori in applicazioni analoghe. Infine gli econometrici pretendono soprattutto che i modelli siano adeguati nel rappresentare la realtà che ambiscono a spiegare. Tale adeguatezza è solitamente misurata da indicatori di performance previsiva del modello rispetto alle osservazioni campionarie e, eventualmente, post-campionarie.

Facendo capo queste tre posizioni a gruppi di operatori e ricercatori solitamente distinti, qualsiasi modello è soggetto al rischio che una sua eventuale inadeguatezza nel soddisfare uno solo dei tre precedenti interessi spinga a conclusioni frettolosamente negative sulla validità di tutto il complesso. Mentre invece l'attività di modellizzazione econometrica dovrebbe essere giudicata in base a tutti agli scopi che si prefigge, confrontandola con gli strumenti alternativi a disposizione del ricercatore.

Alle critiche mosse ai loro modelli econometrici, i ricercatori usualmente reagiscono con atteggiamenti costruttivi che spesso li spingono a migliorare la struttura teorica e la qualità dei modelli, allo scopo di disporre di strumenti sempre più raffinati per interrelare e organizzare le informazioni disponibili. Da cui ne consegue che l'utilizzo di un modello econometrico per l'elaborazione di scenari previsivi o di analisi di politica economica, richiede sempre l'intervento (cioè un ruolo attivo) del ricercatore che lo impiega, allo scopo di interpretarne ed estrarne tutte le potenzialità analitiche della struttura.

In uno dei suoi lavori, Gerard Adams³ afferma che:

".... Despite the fact that computer simulations is both automatic and easy, econometric models are not "magic black boxes" for forecasting. Much hard work and tender loving care go into an econometric forecast. The process of forecasting is eminently practical; it is essential to be in touch with the real world. The human expert makes a vital contribution. He must check and tune the model, he must introduce the latest information. (...). The expert must also evaluate all aspects of the forecast and correct them, if necessary, to assure a coherent and logically consistent "outlook". He must work out alternative scenarios to present optimistic and pessimistic forecasts and to measure the potential impact of possible new policies."

Il presente lavoro è articolato in sette paragrafi. Nel primo paragrafo viene brevemente presentato un possibile criterio di classificazione dei modelli econometrici. Il secondo paragrafo è relativo alle definizioni di variabili, relazioni e parametri (cioè a ciò che si definisce la struttura del modello econometrico). La forma ridotta di un modello econometrico, data la sua forma strutturale, è presentata nel paragrafo 3. Nei paragrafi 4 e 5 il processo di simulazione del modello è prima classificato secondo tutte le diverse forme di soluzione (simulazioni deterministiche, statiche, dinamiche), poi è analizzato nei metodi numerici che consentono la soluzione del modello (Gauss, Newton, ecc.). Nel paragrafo 6 i moltiplicatori sono prima analizzati da un punto di vista generale (allo scopo di classificarne la tipologia), poi particolare attenzione è prestata ai c.d. effetti di flessibilità automatica del bilancio delle Amministrazioni Pubbliche. Il lavoro si conclude con il paragrafo 7 in cui vengono illustrate le diverse potenzialità di impiego dei modelli econometrici.

³ Adams insegna Economia nell'Università della Pennsylvania ed è membro del Comitato scientifico della Wharton Econometric Forecasting Associates (una delle più autorevoli società americane di previsioni econometriche). Esso ha scritto numerosi articoli sull'impiego dello strumento econometrico applicato a vari campi dell'indagine economica. In particolare il brano citato nel testo è tratto da G. Adams (1986), pag. 106.

1. Tipologia dei modelli macroeconomici

In termini generali un modello macroeconomico strutturale⁴ (d'ora in avanti solo MM) può essere definito come un insieme di relazioni fra variabili macroeconomiche relative ad un certo sistema economico. In queste note verrà analizzato l'aspetto deterministico dei modelli rappresentato da un sistema di equazioni la cui soluzione consente di ottenere informazioni quantitative sul funzionamento stilizzato dell'economia a cui il MM si riferisce.

L'obiettivo (o gli obiettivi) che spingono il ricercatore a costruire un MM ne stanno alla base della struttura. Nella lista che segue sono proposte alcune modalità attraverso le quali classificare i MM; lungi dalla pretesa di esaurire la casistica, ogni MM è costituito da una particolare combinazione delle diverse modalità di classificazione, combinazione dettata dagli obiettivi che il ricercatore si prefigge. Modelli pensati per raggiungere un particolare obiettivo possono non essere sufficientemente esaurienti se utilizzati per altri scopi: la scelta del modello col quale soddisfare simultaneamente più obiettivi spesso presenta, come vedremo in seguito, veri e propri trade-off.

I MM (e quindi le risposte che essi forniscono al ricercatore) possono essere classificati seguendo diversi criteri:

- dal lato della teoria economica che essi implicitamente incorporano (modelli keynesiani, neoclassici, monetaristi, con aspettative razionali, ecc..),
- dal lato della loro dimensione (esistono "core-models" come MICROMOD⁵ di non più una cinquantina di equazioni e modelli di grandi dimensioni con più di mille equazioni),
- dal lato della periodicità dei dati che essi utilizzano (modelli mensili, trimestrali e annuali),
- dal lato dell'orizzonte temporale delle analisi che svolgono (modelli di breve periodo, modelli di medio-lungo periodo),
- dal lato della dinamica temporale che li caratterizza (modelli statici e dinamici),
- dal lato dell'estensione territoriale che coprono (modelli regionali, nazionali, mondiali).

I criteri di classificazione proposti non sono combinabili in qualsiasi modo: nello scegliere gli "ingredienti" con cui caratterizzare il proprio MM, il ricercatore deve infatti prestare particolare attenzione alla loro coerenza⁶. Scelto di ispirarsi ad una particolare teoria economica, la dimensione e l'orizzonte temporale del MM non possono più essere scelti liberamente: la coerenza fra questi fattori e la teoria economica ne vincola parzialmente la combinazione. Altre caratteristiche particolarmente interrelate sono orizzonte temporale e periodicità: i MM di lungo periodo sono di solito annuali, quelli di breve sono trimestrali (o mensili). Non richiedendo osservazioni sull'andamento congiunturale delle variabili macroeconomiche (serie storiche a periodicità mensile o trimestrale), la struttura dei MM di lungo periodo è stimata sulla base di serie storiche annuali. In questo modo il ricercatore dispone di alcune importanti informazioni strutturali aggiuntive quali, ad esempio, le tavole economiche intersettoriali (non disponibili per periodicità inferiori).

⁴ Strutturale perché descrive le funzioni di comportamento degli operatori e dei mercati.

⁵ Il modello MICROMOD (particolarmente interessante perché utilizzato nelle esercitazioni di econometria degli studenti dell'Università di Modena) è descritto dettagliatamente in Bosi, 1988.

⁶ Come ricordato nell'introduzione del presente lavoro. Si veda Pesaran, Smith (1985).

2. Le variabili, le relazioni e i parametri

Le variabili di un MM possono essere distinte in esogene ed endogene. Le variabili esogene sono determinate al di fuori della struttura del modello, mentre le variabili endogene sono le grandezze oggetto della spiegazione del modello.

Le variabili esogene di un MM relativo ad un particolare paese possono in generale essere classificate in tre gruppi: esogene mondiali (domanda mondiale, prezzo dei competitori, ecc...), esogene di politica fiscale (aliquote di imposta, componenti di spesa delle AP, ecc...), di politica monetaria (offerta di moneta o tasso di interesse, ecc..) ed altre variabili esogene (quali ad esempio le variabili demografiche). Esogenità delle variabili estere significa ipotizzare che l'economia rappresentata dal MM sia sufficientemente piccola rispetto al quadro internazionale da non retroagire su se stessa attraverso il canale di trasmissione estero. Le esogene di politica fiscale e monetaria sono invece tali nella misura in cui si ignori sia l'influenza esercitata sulle scelte di politica economica dalla particolare situazione congiunturale in cui si trova di volta in volta l'economia, sia l'implicita interdipendenza fra le voci di entrata e di spesa del bilancio delle Amministrazioni Pubbliche. Il tentativo di inserire nei MM elementi della logica decisionale pubblica significherebbe ovviamente "endogenizzare" parte delle variabili esogene di politica fiscale⁷.

Di solito i modelli sono costruiti per produrre previsioni e analisi di politica economica. Il numero (e il tipo) di variabili esogene che deve caratterizzare la struttura del MM dipende, come detto, dallo specifico impiego che il ricercatore deve farne. Il trade-off è fra il predisporre un numero consistente di variabili esogene o costruire un modello con un numero abbastanza contenuto di variabili di politica (strumenti). Un MM del primo tipo permetterebbe, data la sua flessibilità, analisi molto dettagliate, ma richiederebbe, se usato per scopi previsivi, la previsione ex ante (cioè prima della sua simulazione) di un numero elevato di serie storiche.

La risolvibilità del sistema di equazioni che descrive formalmente un MM richiede, ovviamente, che il numero di variabili dipendenti (endogene) sia pari al numero di equazioni che compaiono nel MM⁸. Le relazioni strutturali che spiegano le variabili endogene di un MM possono essere distinte in identità e funzioni di comportamento. Le identità rappresentano la parte preponderante di relazioni di un modello⁹. Le identità del MM valgono per qualunque valore assunto dalle variabili del modello e sono vere per definizione¹⁰ (si pensi ad es. alla definizione del PIL come somma delle sue componenti). Le funzioni di comportamento invece stilizzano le interrelazioni che si suppone esistano fra le variabili endogene e le esogene, e sono caratterizzate dalla presenza di un termine stocastico. Appartengono a questa categoria sia le equazioni comportamentali degli agenti economici in cui spicca il

⁷ Un interessante rassegna dei metodi proposti o semplicemente proponibili è contenuta in Bernardi, 1988.

⁸ Si noti che un modello in cui il numero delle equazioni è pari a quello di tutte le variabili viene detto chiuso: in un modello chiuso non esistono variabili esogene. Solitamente quando si parla di MM ci si riferisce a modelli aperti, modelli cioè che contengono variabili esogene (predeterminate fuori dal modello). Un qualsiasi modello aperto può essere visto come parte di un modello chiuso. Un modello chiuso statico ha come soluzione, se esiste, un vettore di costanti, mentre un modello chiuso dinamico è riconducibile a modelli autoregressivi vettoriali (VAR). Introducendo una terminologia che diverrà più chiara fra breve, i modelli VAR (cfr. Sims, 1980 e 1982) non comportano l'identificazione di relazioni strutturali, ma solo forme ridotte in cui ogni variabile è spiegata dai valori ritardati di tutte le variabili del modello. È molto importante sottolineare la relazione ideale fra i modelli strutturali chiusi (dove tutte le variabili sono spiegate simultaneamente da legami causali) e i modelli VAR che invece mirano a rappresentare il sistema economico senza avere la pretesa di imporre a priori una teoria economica.

⁹ Usualmente più della metà del numero di equazioni. L'incidenza delle identità sul numero totale di equazioni è progressiva al crescere della dimensione del MM.

¹⁰ Ne risulta implicato che non possono essere stocastiche nel senso che è esclusa a priori la presenza del termine di errore.

tentativo di formalizzare quel processo di scelta che ne identifica le preferenze (ad es. le funzioni di consumo, di investimento, di produzione, ecc.), sia quelle relazioni tecnico-istituzionali che pur essendo nella realtà solamente definitorie, nel modello vengono rappresentate in via molto approssimativa e quindi danno origine a relazioni non esatte fra le variabili¹¹. Le funzioni di reazione sono un caso particolare di funzioni di comportamento: esse riflettono il tentativo di formalizzare alcune regole di comportamento delle autorità di politica economica e quindi di endogenizzare nella struttura del MM parte di quelle variabili esogene di politica di cui si è detto prima. Il confine che separa variabili esogene ed endogene non è mai in pratica troppo netto. Talvolta i MM includono variabili che vengono trattate come endogene in alcuni casi ed esogene in altri. In quest'ultimo caso in fase di previsione queste variabili¹² devono essere estrapolate ex ante dal ricercatore, anziché essere spiegate dalle interrelazioni modellizzate con le altre variabili-soluzione.

Negli ultimi anni i MM hanno cercato di ricondurre le equazioni di comportamento degli operatori economici (imprese e consumatori) a schemi di scelte coerenti ed ottimali, fondati su modelli ottimizzanti; i MM che incorporano tali tentativi vengono definiti microfondati¹³.

Pur superando le accuse di mancanza di fondamenti microeconomici, tali modelli non risolvono i formidabili problemi di aggregazione che nascono dall'impiego del c.d. "paradigma dell'agente rappresentativo"¹⁴, problema che è stato più volte sollevato¹⁵, ma al quale i costruttori di MM non hanno ancora dato risposte soddisfacenti. Una via che consente l'abbandono della teoria dell'agente rappresentativo (e quindi permette di evitarne le perplessità) passa attraverso l'impiego di forme funzionali flessibili e non lineari che richiedono l'analisi del comportamento degli agenti economici a partire anche da informazioni individuali¹⁶. Nella politica della costruzione dei MM, l'impiego di tali specificazioni spingerebbe a prestare una maggiore attenzione agli aspetti distributivi desumibili dall'analisi congiunta di serie storiche aggregate e di indagini longitudinali¹⁷.

A differenza delle variabili, i parametri di un MM non cambiano nel tempo, non possono essere osservati, e la loro stima è uno degli obiettivi più importanti dell'econometria. Talvolta la teoria economica ne suggerisce il segno, ma, in generale, le informazioni a priori di cui il ricercatore dispone sono solo qualitative. Un aspetto che merita di essere citato relativamente alla pretesa immutabilità del valore

¹¹ Si pensi ad alcune regole fiscali quali l'IVA. Il meccanismo di determinazione di tale imposta non ha nulla di comportamentale, ma la soluzione del MM nel periodo campione presenterà sicuramente errori di gettito in quanto esso è spiegato da variabili che sono solo approssimazioni di quelle "vere".

¹² Per le variabili di questo tipo Artis (1982) ha coniato il concetto di "semi endogena". Classici esempi di variabili semi endogene sono il tasso di cambio e il tasso di interesse.

¹³ Una analisi dei microfondamenti e della coerenza interna del recente modello econometrico della Banca d'Italia è contenuta in Faini, Rossi (1989).

¹⁴ L'utilizzo di tale semplificazione permette di considerare i dati macroeconomici aggregati come fossero il risultato del comportamento di un unico operatore "medio".

¹⁵ Per una analisi dei problemi connessi si veda Lippi (1985), Faini, Rossi (1989).

¹⁶ Nell'ambito della teoria del comportamento del consumatore, un tale approccio richiede che le informazioni contenute nei dati campionari dell'ISTAT sulla spesa per consumo delle famiglie si aggiungano a quelle più tradizionali delle serie storiche dei consumi per categoria di contabilità nazionale.

¹⁷ Un'analisi che si ispira ad un approccio di questo tipo è svolta da Patrizi, Rossi (1988).

dei parametri stimati è la critica che a tale ipotesi viene fatta dai sostenitori della teoria delle aspettative razionali¹⁸ (Lucas, 1976).

In estrema sintesi, i teorici delle aspettative razionali sostengono che alcuni parametri dei MM possono modificarsi nel momento in cui vengono modificate le politiche economiche, rendendo così impossibile l'analisi delle reazioni del sistema economico a tali politiche. Un modo, seppure parziale, di tener conto di tali effetti è introdotto nel MM rendendo esplicita l'influenza delle aspettative degli agenti economici (relativamente alle politiche fiscali o ad altri eventi) sul loro comportamento. Poiché la struttura del modello riproduce il comportamento degli operatori, nel caso in cui questo sia ottimizzante (e cioè il modello microfondato) la soluzione che tiene conto delle aspettative razionali è quella che rende le aspettative degli agenti al tempo t consistenti con quello che il modello simula per il periodo $t+r$. In altre parole quella soluzione del modello in cui i valori attesi al tempo t di certe variabili e la loro effettiva realizzazione in $t+r$ coincidono¹⁹.

3. La forma strutturale e la forma ridotta

Le variabili ed i parametri dei MM sono legati tra loro da relazioni funzionali che si ipotizzano stabili nel tempo e ne costituiscono la struttura. In generale un modello scritto nella forma:

$$(1) \quad f(y_t, y_{t-1}, x_t, a) = u_t$$

si dice rappresentato in forma strutturale, dove y_t sono le variabili endogene, y_{t-1} le endogene ritardate, x_t le esogene, a l'insieme dei parametri ed infine u_t i disturbi stocastici.

Le equazioni che compongono la forma strutturale di un modello sono autonome nel senso che la modificazione di una di esse non implica necessariamente il cambiamento di tutte le altre²⁰.

La forma ridotta del modello (1) è scritta:

$$(2) \quad y_t = g(y_{t-1}, x_t, a, u_t)$$

E' sempre possibile, a partire dalla forma strutturale, definire concettualmente il modello in forma ridotta, in cui ogni variabile endogena è espressa in funzione delle sole variabili predeterminate (esogene e dipendenti ritardate), dei parametri e dei termini stocastici²¹.

Dal lato della loro struttura, è essenziale distinguere i MM in lineari e non lineari. Un MM si dice lineare nelle variabili quando sono lineari tutte le equazioni che lo compongono; come noto, un'equazione in cui tutte le variabili specificate compaiono solo alla prima potenza è detta lineare nelle variabili in quanto il loro

¹⁸ Per una interessante rassegna delle critiche mosse ai MM da parte della scuola dei nuovi economisti classici si veda Visco, 1987. Nel medesimo lavoro l'autore difende comunque l'utilità di un "uso intelligente e non meccanico" dei MM.

¹⁹ Un'applicazione dell'approccio delle c.d. "aspettative coerenti" ad analisi di politica economica ad un MM per l'economia Canadese, è svolta in Dungan, Wilson (1988).

²⁰ Tutto ciò è vero solo nel caso in cui non ci sia a monte una origine "strutturale" che ne impedisca la riformulazione isolata. Ad esempio una equazione di un modello di allocazione del consumo non può essere riscritta (o anche solamente ristimata) isolatamente in quanto le condizioni imposte dalla teoria del comportamento del consumatore lo vietano. Il tentativo dei costruttori di MM di riferirsi, nella fase di definizione del modello, sempre più a schemi ottimizzanti interrelati (modelli microfondati) spinge verso una forte riduzione dei margini di libertà nella riscrittura delle singole equazioni del MM.

²¹ Per un approccio più esteso e formalizzato si veda Intriligator (1983).

legame (nel caso di due variabili) è rappresentabile graficamente da una linea retta. Nelle pagine che seguono verranno sempre presentati esempi relativi a modelli lineari poiché più semplici da manipolare algebricamente. I MM usualmente utilizzati sono di preferenza non lineari, ma le considerazioni che svolgeremo al riguardo dei modelli lineari sono applicabili anche a quelli non lineari. Inoltre ogni modello non lineare può essere linearizzato (approssimato da una funzione lineare) in un punto utilizzando la formula dell'espansione in serie di Taylor.

Illustriamo con un esempio gli aspetti sin qui introdotti. Nel modello che segue tutte le variabili sono espresse per semplicità a prezzi costanti, l'indice t si riferisce al periodo di osservazione. Le variabili impiegate sono:

C consumi privati
 G consumi collettivi
 I investimenti e variazione delle scorte
 K stock di capitale
 M importazioni
 N monte salari
 P profitti
 T imposte indirette nette
 W domanda estera
 E esportazioni
 Y PIL

Gli u_t sono i termini stocastici relativi alle equazioni di comportamento.

Si ipotizzino le relazioni:

$$\begin{aligned} C_t &= c_0 + c_1 N_t + c_2 P_{t-1} + u_{Ct} \\ I_t &= i_1 (Y_t - Y_{t-1}) + i_2 K_{t-1} + u_{It} \\ N_t &= n_0 + n_1 Y_t + n_2 Y_{t-1} + n_3 K_{t-1} + u_{Nt} \\ E_t &= e_1 W_t + u_{Et} \\ M_t &= m_1 Y_t + u_{Mt} \\ Y_t &= C_t + I_t + G_t + E_t - M_t \\ P_t &= Y_t - T_t - N_t \\ K_t &= K_{t-1} + I_t \end{aligned}$$

Con le lettere minuscole c , i , n , e , m si indicano i parametri. Il modello presentato è scritto in forma strutturale, consta di otto equazioni delle quali le ultime tre sono identità e le prime cinque sono equazioni di comportamento. Su un totale di 11 variabili, tre sono esogene (G e T di politica fiscale, W internazionale).

Il modello qui presentato è chiaramente dinamico: quando si risolve il sistema al tempo t le tre variabili ritardate (Y_{t-1} , K_{t-1} e P_{t-1}) sono predeterminate e quindi trattate come variabili esogene²². Essendo lineare, è possibile trascrivere il modello in forma matriciale:

²² Le variabili dipendenti ritardate rappresentano la dinamica temporale del MM. La soluzione del modello (ed in particolare il suo profilo temporale) è legata sia a fattori esogeni sia alle variabili endogene ritardate (nonché ai loro parametri). Ne consegue che l'analisi delle proprietà dinamiche dei MM legate a fattori endogeni è riferita alle variabili dipendenti ritardate (si veda ad es. Barten, 1984 cap. 5).

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -i_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -m_1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -n_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -c_1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_t \\ Y_t \\ I_t \\ M_t \\ N_t \\ C_t \\ P_t \\ K_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & -e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ i_1 & 0 & -i_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -n_2 & 0 & -n_3 & 0 & 0 & 0 & -n_0 \\ 0 & -c_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -c_0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ P_{t-1} \\ K_{t-1} \\ G_t \\ W_t \\ T_t \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{et} \\ 0 \\ u_{it} \\ u_{mt} \\ u_{nt} \\ u_{ct} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Owero, in forma più compatta:

$$(3) \quad B Y_t + C X_t = u_t$$

dove:

B è una matrice di $n \times n$ coefficienti delle variabili endogene (con n numero di equazioni). Se non è singolare, si ha una soluzione unica.

C è una matrice $n \times (k+1)$ con k numero di variabili predeterminate, più l'ultima colonna che contiene le costanti del sistema. Se gli elementi della sotto-matrice $n \times k$ (coefficienti delle variabili predeterminate) sono tutti nulli, il modello in questione è chiuso, viceversa aperto.

Y è un vettore $n \times 1$ di variabili endogene.

X è un vettore $(k+1) \times 1$ di k variabili predeterminate (esogene o dipendenti ritardate) più un elemento ($= 1$) per le intercette del sistema.

u è un vettore $n \times 1$ di residui stocastici o di zeri (in corrispondenza delle identità).

L'elevato numero di zeri che compare nelle matrici B e C indica che il numero di interrelazioni che caratterizzano le variabili del modello è abbastanza contenuto.

Un modello (o un sotto-blocco di questo) si dice recursivo quando esiste un ordine di variabili endogene e un ordine di equazioni tali che il valore assunto dalla i -esima variabile endogena dipende solo dalle variabili predeterminate e dalle endogene che la precedono nell'ordinamento. In un MM recursivo a blocchi le variabili che appartengono a diversi sotto-blocchi non generano effetti di feedback (retroazione). Un MM non recursivo si dice simultaneo. In generale si può affermare che la presenza di feedback è individuata da elementi diversi da zero al disopra della diagonale principale di B , mentre elementi diversi da zero sotto tale diagonale indicano effetti di feed-forwards. Perciò dal punto di vista matriciale un modello recursivo è caratterizzato da una matrice B triangolare bassa.

Nel nostro esempio le equazioni del modello sono state riordinate allo scopo di renderne evidenti quattro sotto-blocchi recursivi: il primo blocco (pre-recursivo) è formato da una sola equazione che spiega la E in funzione di sole variabili

predeterminate; il secondo sotto-modello comprende cinque equazioni che determinano simultaneamente (grazie alla definizione di Y) cinque variabili (Y, I, M, N, C). Il terzo ed il quarto blocco, anch'essi come il primo composti di una sola equazione (rispettivamente per P e K), sono blocchi post-recursivi in quanto le due variabili spiegate non determinano effetti di feedback sulle variabili che le precedono, e quindi si può affermare che tutte le variabili che precedono, all'interno del vettore Y , le variabili P e K sono da considerarsi esogene rispetto a queste ultime due. Se la variabile Y (reddito) fosse esogena, e quindi la corrispondente equazione eliminata dal modello strutturale, la matrice B diventerebbe triangolare bassa, la simultaneità della determinazione di quattro variabili del modello (I, M, N, C) svanirebbe e il modello sarebbe recursivo.

Dal punto di vista economico il modello si ispira ad uno schema di domanda di tipo keynesiano. Si consideri ora una modifica della sua struttura, in cui l'equazione:

$$Y_t = y_1 P_t + u y_t$$

sostituisce la specificazione della variabile M . Nell'equazione introdotta il livello del reddito (Y_t) è spiegato dal lato dell'offerta (e , in particolare, dai profitti); tale "supply side equation" implicitamente sostituisce la precedente ipotesi di automatico adeguamento dell'offerta alla domanda.

Il modello modificato consiste ancora in otto equazioni in otto variabili dipendenti, e quindi è determinato al pari del precedente; ciò che viene modificata è la normalizzazione dell'identità contabile di Y che deve ora essere risolta rispetto ad M :

$$M_t = C_t + I_t + G_t + E_t - Y_t$$

Essendo la variabile Y_t spiegata da una specifica equazione di comportamento, le importazioni sono definitivamente quella parte di domanda interna che eccede l'offerta.

Perciò se dal un lato abbiamo semplicemente sostituito la specificazione di un'equazione con un'altra, la struttura recursiva per blocchi del modello ne risulta significativamente modificata, come appare evidente dalla nuova scrittura matriciale²³:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -y_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -n_1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -i_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -c_1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_t \\ Y_t \\ P_t \\ N_t \\ I_t \\ C_t \\ M_t \\ K_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & -e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -n_2 & 0 & -n_3 & 0 & 0 & 0 & -n_0 \\ i_1 & 0 & -i_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -c_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -c_0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ P_{t-1} \\ K_{t-1} \\ G_t \\ W_t \\ T_t \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u e_t \\ u y_t \\ 0 \\ u n_t \\ u i_t \\ u c_t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

²³ Le equazioni della forma strutturale sono state riordinate in modo diverso rispetto al caso precedente. Il riordinamento delle equazioni di un MM è un aspetto molto importante per la sua simulazione. Lo scopo principale dell'attività di riordinamento di un MM è di concentrare quanto più possibile gli effetti di feedback in blocchi simultanei.

L'equazione che determina la E ha mantenuto la precedente caratteristica pre-recursiva, nel successivo blocco sono risolte simultaneamente tre variabili (Y, P, N), infine seguono quattro blocchi post-recursivi formati ciascuno da una sola equazione.

Dal confronto delle matrici C dei due modelli si evidenzia che, nel modello in versione "supply side", variazioni nel livello di spesa pubblica (G) non determinano nessun effetto sul livello del reddito interno (Y), ma accrescono solamente le importazioni (M): il mondo dipinto dal modello modificato è dominato da effetti di offerta.

Riprendendo la notazione compatta della forma strutturale del modello originario (3), ne possiamo ricavare facilmente la notazione matriciale della forma ridotta:

$$(4) \quad Y_t = -B^{-1} C X_t + B^{-1} u_t$$

dove i parametri della matrice $(-B^{-1} C)$ misurano le variazioni delle variabili endogene ad una data variazione delle esogene. Tali parametri, detti moltiplicatori, sono le derivate delle variabili dipendenti rispetto alle variabili predeterminate.

Dalla definizione di moltiplicatore come derivata, è facile dedurre che i moltiplicatori dei MM sono costanti solo nel contesto di un modello di equazioni lineari.

I moltiplicatori delle forme non lineari non possono essere ottenuti algebricamente ma solo simulati approssimando le derivate $\partial Y / \partial X$ con le variazioni $\Delta Y / \Delta X$; nei modelli non lineari i moltiplicatori non sono quindi costanti rispetto all'impulso iniziale²⁴.

L'analisi della forma ridotta di un MM è particolarmente importante perché gli elementi della matrice $(-B^{-1} C)$ offrono indicazioni sulla direzione e l'entità degli effetti di certe politiche economiche e, più in generale, sono utili per lo studio delle proprietà dinamiche e previsive del modello.

Nonostante questo, il costruttore di MM segue prevalentemente schemi strutturali: è molto più diffusa la stima e l'utilizzo dei MM secondo le loro forme strutturali anziché quelle ridotte.

Molteplici sono le ragioni per preferire la stima dei parametri della forma strutturale di un MM. Anzitutto stimando direttamente i parametri della forma ridotta non si riesce ad identificare la sottostante forma strutturale, la cui conoscenza può invece fornire utili indicazioni sull'ordine di grandezza delle elasticità di alcune interrelazioni particolarmente importanti (si pensi ad es. alle interrelazioni fra consumo e reddito). Talvolta i coefficienti stimati possono risentire eccessivamente di dati fortemente difforni, i quali sono molto più facilmente identificabili (ed eventualmente eliminabili) lavorando con forme strutturali. Volendo poi ristimare un singolo legame fra variabili (una equazione), nel caso si sia identificata la forma ridotta del modello anziché quella strutturale, bisogna ristimare tutti i coefficienti di tale forma ridotta se quelli da ristimare sono elementi della matrice B, o una o più colonne se sono elementi della C. Anche da punto di vista applicativo abbiamo visto dall'esempio precedente (modelli di offerta e domanda) che le forme strutturali sono molto più flessibili di quelle ridotte (essendo ad es. immediato il convertire una variabile esogena in endogena, o viceversa, ecc.).

²⁴ Una regola mirante a quantificare impulsi "corretti" alle variabili esogene è quella enunciata in Wallis (1987): gli shock introdotti devono avere un ordine di grandezza analogo alle variazioni che la variabile che si vuole perturbare ha già sperimentato nella sua storia.

4. La simulazione dei modelli macroeconomici

I momenti principali in cui può essere suddiviso il processo di valutazione di un MM come struttura simultanea²⁵ sono tre:

- a. Simulazione dinamica sulla storia
- b. Analisi dei moltiplicatori
- c. Previsione

Di queste tre componenti la prima verrà approfondita nel presente paragrafo. Le definizioni e le analisi connesse con la produzione dei moltiplicatori, cui si è fatto cenno nel paragrafo precedente quando è stata introdotta la forma ridotta del MM, verranno invece estesamente discusse nel paragrafo 6. Al terzo punto, la previsione e, più in generale, l'impiego effettivo del MM, verrà infine dedicato l'ultimo paragrafo delle presenti note.

Data la forma ridotta descritta in (4), nonché la matrice X_t (ed eventualmente un vettore u_t) si ottiene una soluzione del modello²⁶ che viene usualmente detta simulazione.

Le simulazioni sono distinte in stocastiche e deterministiche. Una simulazione si dice deterministica quando il vettore dei disturbi strutturali (u) viene posto uguale a zero (suo valor medio), da cui la soluzione:

$$Y_t = -B^{-1}C X_t$$

Una simulazione stocastica invece è data dalla:

$$Y_t^{(i)} = -B^{-1} C X_t + B^{-1} u_t^{(i)}, \text{ con } i=1,2,3,\dots,s$$

dove s è numero delle replicazioni, e $u_t^{(i)}$ è un vettore di variabili casuali (a media nulla e varianza prefissata) generato con appositi algoritmi. Calcolando il valor medio delle s simulazioni stocastiche si ha:

$$Y'_t = 1/s \sum_i Y_t^{(i)}$$

Generalmente tale media di simulazioni stocastiche non è troppo dissimile dalla corrispondente soluzione deterministica. E' comunque possibile sottoporre a test le differenze fra i risultati ottenuti dai due diversi tipi di simulazione allo scopo di verificare se sono significativamente diverse da zero utilizzando una t di Student²⁷.

Nell'ambito delle simulazioni deterministiche sul periodo storico di stima del modello, è possibile distinguere fra simulazioni statiche (o un passo avanti), in cui le variabili dipendenti ritardate assumono i valori storici, e simulazioni dinamiche in cui i valori delle dipendenti ritardate sono quelli simulati dal modello nei periodi precedenti. Ovviamente i valori utilizzati per le variabili esogene sono quelli storici. Si noti anche che, definitoriamente, nel primo periodo di simulazione i risultati delle due procedure (statica e dinamica) coincidono.

²⁵ Valutazione successiva alla fase di identificazione e stima delle singole equazioni del MM.

²⁶ Questo è vero solo nel caso di un MM lineare, mentre nel prossimo paragrafo esamineremo in dettaglio i principali algoritmi di soluzione dei modelli non lineari. Il contenuto del seguito del presente paragrafo è comunque applicabile alle forme lineari e non.

²⁷ Un approccio esaustivo della problematica delle simulazioni stocastiche è contenuto in Calzolari (1987).

Per quanto definito, le simulazioni su periodi futuri (previsioni) da un lato sono esclusivamente dinamiche e dall'altro risultano condizionali a congetture sulle variabili esogene.

Dopo aver prodotto una simulazione dinamica su un periodo storico, è molto importante quantificare la qualità dei risultati ottenuti utilizzando una serie di indicatori descrittivi. Di tutti gli indicatori, i c.d. "inequality coefficient and proportions of inequality" di Theil (1965) sono sicuramente quelli più diffusi.

Supponiamo di disporre di n coppie di valori (P_i, A_i) , dove n è il numero di periodi simulati ($i=1,2,\dots,n$), e P_i, A_i i valori rispettivamente simulati e storici di una qualsiasi variabile endogena del modello. Allora il coefficiente di inequality di Theil (definito con U) sarà dato dal rapporto dell'errore quadratico medio di previsione (RMSE) e la somma delle medie quadratiche della previsione (RMSP) e della storia (RMSA). Dove:

$$\text{RMSE} = [1/n \sum_{i=1,n} (P_i - A_i)^2]^{0.5} = \text{MSE}^{0.5}$$

$$\text{RMSP} = [1/n \sum_{i=1,n} P_i^2]^{0.5}$$

$$\text{RMSA} = [1/n \sum_{i=1,n} A_i^2]^{0.5}$$

da cui:

$$U = \text{RMSE} / (\text{RMSP} + \text{RMSA})$$

Si noti che U sarà sempre compreso fra zero ed uno. In particolare se $U=0$ allora l'adattamento di P_i a A_i è perfetto ($A_i=P_i$ per tutti gli i), mentre, d'altra parte, se $U=1$ la performance previsiva del modello è la peggiore immaginabile: i valori simulati sono uguali a zero mentre i corrispondenti valori storici non lo sono.

Il coefficiente U può essere scomposto, a partire dal quadrato del suo numeratore (MSE) in tre parti:

$$\text{MSE} = (P_M - A_M)^2 + (S_P - S_A)^2 + 2(1-r)S_P S_A$$

dove P_M e A_M sono i valori medi, S_P, S_A le deviazioni standard delle variabili P e A , e r il loro coefficiente di correlazione.

A questo punto, normalizzando per MSE le precedenti componenti, si può definire:

$$U^M = (P_M - A_M)^2 / \text{MSE}$$

quota dell'errore quadratico medio dovuto alla distorsione (rappresentata dalla distanza dei due valori medi simulati e storici). $U^M=0$ quando i valori medi sono uguali, $U^M>0$ è indice di un errore sistematico di simulazione, pertanto, indipendentemente dal corrispondente valore dell'indice U , è auspicabile una sua riduzione attraverso una revisione del modello.

$$U^S = (S_P - S_A)^2 / \text{MSE}$$

rappresenta la quota dell'errore quadratico medio spiegato da una diversa variabilità dei valori previsti e storici. $U^S=0$ quando gli scarti quadratici medi dei livelli previsti e storici sono identici. Valori di $U^S>0$ indicano che nella storia la variabile in questione ha fluttuato molto più ampiamente che in previsione (o viceversa). Anche l'errore di questo tipo è auspicabile sia alquanto basso.

$$U^C = 2(1-r)S_P S_A / \text{MSE}$$

quota dell'errore quadratico medio imputata ad una incompleta covarianza. $U^C=0$ quando $Cov(P_i, A_i)/S_P S_A = r = 1$, in altri termini quando la covarianza fra dati simulati e storici è massima (essendo uguale al prodotto delle due deviazioni standard). Si noti che, con riferimento ad un sistema di assi cartesiani AoP, quando $r=1$ le coppie (P_i, A_i) , giacciono su di una linea retta. Infine visto che, per costruzione: $U^M + U^S + U^C = 1$, U^C può essere vista come la fonte di errore residuale, cioè solo aver considerato media e variabilità come fonti di errore.

Poiché è poco rilevante che i risultati simulati siano perfettamente allineati con la storia, la componente U^C è sicuramente la meno preoccupante. Perciò dato un valore di $U > 0$, la ripartizione ideale fra le tre componenti di errore sarebbe: $U^M = U^S = 0$ e $U^C = 1$.

5. I metodi numerici di soluzione dei modelli

Dato il diffondersi dell'uso di calcolatori sempre più potenti e veloci per la simulazione dei MM, l'impiego dei c.d. metodi numerici, di norma obbligatori solo per la simulazione dei modelli non lineari, si è esteso genericamente a tutti i MM, soprattutto se di considerevoli dimensioni.

I vantaggi di tali metodi di calcolo sono la costante valenza delle procedure indipendentemente dal modello che si intende simulare, e la loro semplicità in quanto esse si applicano alle equazioni della forma strutturale del modello quasi come sono state scritte. I problemi con cui talvolta si ha a che fare riguardano mancate convergenze (anche quando la soluzione esiste i metodi numerici possono non trovarla), e il fatto che la soluzione ottenuta nei modelli non lineari è locale, cioè non è possibile investigare se ne esistono di migliori.

Nelle parti che seguono verranno presentati i tre metodi tradizionalmente utilizzati per la soluzione di MM: Jacobi, Gauss-Seidel e Newton²⁸; il metodo di Jacobi non è altro che un'approssimazione del metodo di Gauss-Seidel. Tutti questi metodi sono iterativi ma, per la particolare procedura impiegata, il metodo di Newton impiega solo una iterazione per risolvere un MM lineare.

Alla luce dei risultati dei test compiuti da numerosi ricercatori miranti ad individuare l'algoritmo di simulazione più efficace²⁹, si può affermare che nulla di sistematico è mai emerso, se non l'impressione che il metodo di Newton sia da preferirsi nel caso il MM non sia troppo non lineare e/o di grandi dimensioni, e che viceversa l'algoritmo Gauss-Seidel è più opportuno per modelli non lineari.

Metodo di Jacobi

La prima fase è la normalizzazione del modello: ad ognuna delle n variabili endogene deve essere assegnata una delle n equazioni strutturali in modo che ci sia una precisa corrispondenza fra le prime e le seconde. A questo punto ogni equazione strutturale deve essere risolta per la sua variabile pivot:

$$\begin{aligned} Y_1 &= f_1(Y'_1, X, u_1) \\ Y_2 &= f_2(Y'_2, X, u_2) \\ &\dots \\ Y_n &= f_n(Y'_n, X, u_n) \end{aligned}$$

dove Y'_i indica il vettore delle variabili dipendenti ad esclusione di Y_i . Ovviamente non tutte le altre variabili endogene sono incluse in Y'_i .

²⁸ Per un approccio molto più rigoroso agli algoritmi presentati nel seguito di questo paragrafo si rimanda a Quandt (1983).

²⁹ Per una rassegna molto completa di tali lavori, nonché per la proposta di un algoritmo "itermedio" fra i due, si veda Don, Gallo (1987).

Si consideri ad esempio il modello lineare:

$$\begin{aligned} C &= a + bY + uc \\ M &= d(C+A) + eX + um \\ Y &= C + A + X - M \end{aligned}$$

Dove A (esogena) rappresenta la somma di spesa pubblica e investimenti totali, a, b, d, e sono parametri. Scelti a priori i valori per A, X e u (esogeni), bisogna selezionare un vettore di valori di partenza per Y (contenente C, M, Y) detto Y^0 . Inserendo X, u, Y^0 a destra delle uguaglianze genera un nuovo set di valori Y^1 . Lasciando gli stessi valori per A, X, u, si inserisce Y^1 nelle uguaglianze producendo una Y^2 e così via. Questo procedimento iterativo viene bloccato quando due successivi vettori prodotti, Y^n e Y^{n+1} non differiscono l'uno dall'altro non più di una quantità piccola a piacere (detta criterio di convergenza). *La procedura deve essere svolta per ogni complesso nel modo di simulazione.*

Metodo di Gauss-Seidel

L'unica differenza di questo approccio rispetto al metodo Jacobi è che nella n-esima iterazione, i risultati per Y^1, Y^2, \dots, Y^{i-1} sono utilizzati nell'i-esima equazione per calcolare il valore di Y^i . Ovviamente l'ordine in cui sono scritte le equazioni del modello strutturale è molto importante.

Per una rappresentazione matriciale dei due metodi:

$$Y^i = A Y^{i-1} + Z \quad (\text{Jacobi})$$

dove Z è un vettore di esogene e residui. La matrice A non ha elementi sulla diagonale, e può essere scritta come somma di due matrici:

$$A = L + U$$

dove L triangolare bassa, U triangolare alta (entrambe con diagonale principale uguale a zero). Da cui:

$$Y^i = (I-L)^{-1} U Y^{i-1} + (I-L)^{-1} Z \quad (\text{Gauss-Seidel})$$

Metodo di Newton

Il metodo di Newton linearizza il MM nelle sue variabili in un punto di partenza Y^0 (pari usualmente al valore assunto dalla precedente soluzione) eseguendo uno sviluppo in serie di Taylor. Linearizzato in questo modo il modello, la soluzione (Y^1) viene ottenuta attraverso una semplice inversione di una matrice. A questo punto il modello verrà linearizzato allo stesso modo in un intorno di Y^1 in cui verrà calcolata la nuova soluzione e così via, fino a che non verrà soddisfatto il criterio di convergenza. Il vettore Y^i che soddisfa tale requisito verrà assunto come approssimazione lineare della soluzione del sistema non lineare di partenza.

6. I moltiplicatori e gli effetti moltiplicativi sul conto delle Amministrazioni Pubbliche

Il termine "moltiplicatore" viene fatto usualmente risalire a Keynes (1936) che impiegò tale concetto nella sua teoria generale per descrivere il legame fra investimenti e reddito nazionale. Ma prima ancora Kahn (1931) già parlava di moltiplicatori relativamente agli effetti diretti ed indiretti sull'occupazione di un incremento autonomo dell'occupazione stessa.

Oggi con tale termine si definisce molto più generalmente la variazione indotta in una variabile endogena dal cambiamento di una variabile esogena.

Il calcolo dei moltiplicatori consente di conoscere meglio la forma ridotta del MM e delle sue proprietà dinamiche (spesso ignote al ricercatore perché troppo complesse), e di utilizzare il contenuto informativo del MM allo scopo di trarne delle indicazioni di politica economica. Al riguardo la teoria del controllo ottimo (Chow, 1981), applicata alla struttura di un MM, è in grado di fornire indicazioni molto interessanti sull'efficienza di certi strumenti di politica fiscale rispetto ad altri³⁰.

Se il modello impiegato è dinamico il concetto di moltiplicatore non è univoco. Di solito si distingue fra quattro definizioni di moltiplicatore: di impatto, ritardato, sostenuto, e cumulato.

I moltiplicatori di impatto rappresentano la risposta di una variabile endogena al tempo t ad una variazione allo stesso tempo di una esogena: $\Delta Y_t / \Delta X_t$. In un modello lineare del tipo: $Y_t = Y_{t-1} A + X_t B$, è possibile definire moltiplicatori di impatto gli elementi della matrice B .

I moltiplicatori ritardati esprimono l'effetto della variazione che un'esogena al tempo $t-r$ (supponendo che poi torni al suo livello storico a partire da $t-r+1$) ha su un'endogena al tempo t : $\Delta Y_t / \Delta X_{t-r}$.

I moltiplicatori sostenuti indicano l'effetto che una variazione di un'esogena in $t-r$ (supponendo che poi non torni al suo livello storico ma che rimanga ai livelli perturbati) su un'endogena al tempo t .

I moltiplicatori cumulati misurano l'effetto di una variazione sostenuta in una variabile esogena visto come una somma di moltiplicatori ritardati: $\sum_{i=1}^{\infty} \Delta Y_t / \Delta X_{t-i}$. Ovviamente nel caso lineare i moltiplicatori sostenuti coincidono con quelli ritardati, mentre per modelli non lineari essi saranno soltanto simili.

Nella parte rimanente di questo paragrafo analizzeremo gli effetti moltiplicativi (e di flessibilità automatica) che le esogene di politica fiscale hanno sulle poste di bilancio delle A.P..

Siano i valori delle i spese e delle j entrate delle A.P. (in un MM di medie dimensioni) rappresentabili dalle seguenti relazioni:

$$(5) \quad G_i = Q_i P_i, \quad T_j = t_j B_j$$

dove:

- G_i identifica le poste contabili di spesa delle A.P. (endogene nel modello);
- T_j identifica le poste in entrata (parimenti endogene);
- Q_i rappresenta il corrispondente in quantità delle voci di spesa esogene nel modello (o strumenti);
- t_j rappresenta le aliquote delle voci in entrata esogene nel modello (o strumenti);
- P_i prezzo unitario delle voci di spesa;
- B_j base imponibile del j -esimo prelievo colpito dall'aliquota t_j .

Usualmente nei MM prezzi e basi imponibili sono endogeni e quindi a loro volta funzione degli strumenti di politica fiscale (t_j , Q_i) nonché di altre variabili esogene non fiscali (X), perciò le rispettive equazioni in forma ridotta avranno la forma che segue:

³⁰ Il fine del controllo ottimo è quello di offrire al politico (cui spetta il compito di individuare la funzione obiettivo politico-sociale da massimizzare) uno schema di analisi atto ad individuare, dato un certo MM, lo strumento (la politica) più efficiente nel perseguire tale obiettivo. In altre parole un esercizio di controllo ottimo consta nel massimizzare una certa funzione obiettivo rispetto ad un insieme predeterminato di strumenti di politica economica, sotto il vincolo delle equazioni del modello. Dato che i MM sono solo stilizzazioni della realtà, può darsi che in esercizi di controllo la mancanza di alcuni canali di trasmissione porti a "strane" combinazioni di variabili. Per queste ragioni, accanto ad una ridotta capacità di individuare reali linee di azione per la politica economica, il controllo ottimo si è dimostrato uno strumento molto valido per scoprire inadeguatezze nella struttura dei MM, nonché per suggerire possibili vie di uscita. Una applicazione empirica del controllo ottimo all'economia italiana è descritta in Calliari, Carraro, Sartore (1989).

$$(6) \quad P_i = p_i(X, t_j, Q_i) \quad B_j = b_j(X, t_j, Q_i)$$

Definiamo ora il differenziale totale delle (5) con:

$$(7) \quad \begin{aligned} dG_i &= dG^i + dG''_i = P_i dQ_i + Q_i dP_i \\ dT_j &= dT^j + dT''_j = B_j dt_j + t_j dB_j \end{aligned}$$

La variazione subita dai flussi di entrata e di uscita si compone di due coppie di termini: dG^i e dT^j rappresentano la variazione ex ante della spesa i -esima (del gettito j -esimo) corrispondente ad una variazione dello strumento esogeno di politica fiscale pari a dQ_i (dt_j), cioè a prezzi (basi imponibili) invariati rispetto alla soluzione di controllo; dG''_i e dT''_j riflettono invece le variazioni endogene subite dai medesimi flussi di spesa e di entrata a seguito degli shock introdotti.

Abitualmente gli esercizi di questo tipo sono effettuati modificando permanentemente e in misura costante nel tempo le variabili esogene o strumenti Q_i e t_j , determinando ciò che prima sono stati definiti moltiplicatori sostenuti.

Le modificazioni endogene dei flussi di entrata e di spesa del bilancio sono invece indotte, come abbiamo rilevato nella (7), dalla reazione endogena delle variabili P_i e B_j . Differenziando le equazioni in forma ridotta (6) che ne descrivono il comportamento e facendo le opportune sostituzioni nelle (7) otteniamo:

$$(8) \quad \begin{aligned} dG_i &= P_i dQ_i + \\ &Q_i \left(\frac{\partial p_i}{\partial Q_g} \right) dQ_g + \\ &Q_i \left(\frac{\partial p_i}{\partial t_j} \right) dt_j + \\ &Q_i \left(\frac{\partial p_i}{\partial X} \right) dX \end{aligned}$$

dove: $g = i$ se $dQ_i \neq 0$, $g \neq i$ se $dQ_i = 0$;

$$\begin{aligned} dT_j &= B_j dt_j + \\ &t_j \left(\frac{\partial b_j}{\partial t_s} \right) dt_s + \\ &t_j \left(\frac{\partial b_j}{\partial Q_i} \right) dQ_i + \\ &t_j \left(\frac{\partial b_j}{\partial X} \right) dX \end{aligned}$$

dove: $s = j$ se $dt_j \neq 0$, $s \neq j$ se $dt_j = 0$.

Disponiamo così di un quadro di tutte le possibili fonti di variazione del bilancio delle A.P.³¹. Poiché gli esercizi solitamente effettuati in questo campo analizzano gli effetti della modificazione di un solo strumento per volta, si esclude la presenza simultanea di tutti gli effetti sopra riportati. Soffermandoci a scopo esemplificativo sulle fonti di variazione dei flussi di spesa, osserviamo che se $dQ_i \neq 0$ (da cui $g=i$) le prime due righe esauriscono i canali di trasmissione attivati dallo shock e descrivono gli effetti diretti ed indiretti sulla spesa corrente G_i di una variazione del suo volume Q_i . Se invece $dQ_i=0$, la spesa corrente G_i si modificherà solamente per gli effetti indiretti degli shock considerati. Riflessioni analoghe possono farsi con riferimento ai flussi di entrata.

7. I modelli macroeconomici al lavoro

Un MM può essere impiegato sia per interpretare la realtà economica sia per fornire chiavi di lettura di avvenimenti accaduti nel passato e di determinate fasi congiunturali. Tecnicamente in questi casi si parla di simulazioni controfattuali: data una simulazione di controllo (vale a dire una simulazione dinamica per il periodo storico che si intende analizzare) essa viene confrontata con una prova alternativa

³¹ Poiché sia le spese che le entrate si articolano in una molteplicità di strumenti (rispettivamente i e j) dobbiamo esplicitare la possibilità che gli effetti indiretti su G_i e T_j (la seconda riga delle equazioni del testo) discendano dalla modificazione di volumi di spesa e aliquote di prelievo diversi da quelli considerati (formalmente $g \neq i$ e $s \neq j$).

dove alcune determinanti sono state sterilizzate allo scopo di dedurre "cosa sarebbe successo se ..."³².

La preparazione di uno scenario alternativo a quello verificatosi è operativamente alquanto complessa. Se si tiene presente che le variabili da modificare sono dal punto di vista strutturale esogene al MM impiegato, appare chiaro che le reciproche coerenze che esse comunque debbono mantenere nelle soluzioni alternative non sono individuabili con l'ausilio del MM, ma approssimate sulla base del "buon senso" dei ricercatori³³. Al riguardo i metodi sono molto eterogenei passando dal feeling puro del ricercatore, fino all'impiego sia di spezzoni di altri modelli sia di veri e propri modelli econometrici costruiti per spiegare i legami esterni al MM operante.

Le possibilità di impiego dei MM allo scopo di misurare gli effetti della politica fiscale non si esauriscono con l'analisi dei moltiplicatori e della flessibilità automatica del bilancio delle Amministrazioni Pubbliche (esaminati in dettaglio il precedente paragrafo). Un aspetto molto interessante che recentemente ha destato molto interesse nell'ambito delle applicazioni della modellistica econometrica italiana³⁴, è quello dell'indicatore di fiscal stance. In estrema sintesi un esercizio di calcolo dell'indicatore di fiscal stance consiste nel confronto di un consistente numero di simulazioni controfattuali con ciò che si è verificato nella storia³⁵ allo scopo di desumere quanta parte delle variazioni delle variabili spiegate dal modello è ascrivibile all'azione di politica economica.

Una seconda linea di impiego dei MM è nella produzione di previsioni econometriche che consistono in simulazioni ottenute a partire da un quadro di variabili esogene riferito ad un periodo futuro anch'esso da prevedere³⁶.

Il lavoro di previsione non si esaurisce in un'unica simulazione. La previsione di controllo (cioè quella previsione che il ricercatore reputa la più probabile) è solo il primo e necessario passo: successivamente a tale previsione il ricercatore effettua un insieme di simulazioni alternative con le quali cerca di isolare il contributo di certe assunzioni esogene alla soluzione di controllo.

Nella fase di preparazione della previsione è assai frequente l'uso dei c.d. residual (o constant) adjustment. L'utilizzo dei residual adjustments (RA) nella fase di elaborazione di una previsione è sicuramente il modo più pratico, e probabilmente quello più diffuso, per incorporare nei risultati meccanicamente ottenuti dalla simulazione di un modello macroeconomico il diverso giudizio che i ricercatori hanno della previsione di un gruppo di variabili.

Si è spesso cercato di trovare una giustificazione metodologica a tali interventi discrezionali (si veda ad es. Young, 1979). Le spiegazioni più comuni si

³² Un esempio di tali lavori è presentato in Stagni, Bosi, Golinelli (1988); qui, con l'ausilio del modello HERMES di Prometeia; alla simulazione storica che comprende i due shock petroliferi degli anni '70 e la deflazione delle materie prime dei primi anni '80, viene contrapposto un mondo senza shock allo scopo di analizzare quanta parte dell'inflazione e della disoccupazione di quel periodo è spiegabile dagli shock.

³³ Un modo abbastanza esaustivo di affrontare queste problematiche è contenuto in Gressani, Guiso, Visco (1987). Questo lavoro, svolto utilizzando il modello econometrico della Banca d'Italia, all'indubbio interesse dell'argomento trattato (analizza le "cause" del processo deflazionistico del periodo 1980-86 distinguendole fra "fatti e politiche"), accompagna in appendice una illuminante rassegna delle modificazioni delle funzioni di tasso di cambio e di tasso di interesse del modello, e dei procedimenti seguiti per "endogenizzare" parte delle variabili esogene.

³⁴ Si veda ad esempio Bosi (1986), Prometeia (1988), e Bosi, Golinelli, Mantovani (1989).

³⁵ Tali simulazioni controfattuali sono caratterizzate da ipotesi di neutralità della politica fiscale.

³⁶ Lo stesso modello HERMES di Prometeia, cui si è precedentemente accennato, produce tutti gli anni previsioni su di un arco temporale di medio periodo (attualmente fino al 1995).

rifanno al comportamento dei residui di stima, che potrebbero presentare una correlazione nel tempo con altre variabili; oppure al fatto che nel caso non lineare la previsione deterministica è per definizione affetta da errore sistematico, anche se i residui nella forma strutturale del modello "si comportano bene". Oppure talvolta si adduce a giustificazione la presenza di distorsione nei coefficienti stimati, dovuta ad errori di specificazione.

Da quanto affermato risulta perciò evidente che il RA è soprattutto un "qualcosa" esogeno che si aggiunge (modificandola) alla struttura stimata del MM, prescindendo dalla verifica econometrica della compatibilità di tale diversa struttura con le osservazioni del campione.

Elementi soggettivi di giudizio dei ricercatori che si dedicano alla costruzione ed all'utilizzo di modelli sono impliciti anche in fasi che precedono la previsione. Ciò accade tanto nella fase della scelta della specificazione e della stima del modello, quanto nella valutazione dei comportamenti in simulazione. Ma è nella fase di elaborazione della previsione che i risultati del modello si confrontano (e talora si scontrano) con il giudizio soggettivo del ricercatore e con il suo feeling circa l'evoluzione tendenziale dell'economia: i RA possono rappresentare il modo di introdurre direttamente nel modello questa valutazione.

E' pur vero che anche la decisione circa l'evoluzione prospettica delle variabili esogene rappresenta un momento in cui si esplica il giudizio soggettivo del ricercatore. L'avversione al rischio implicito in una previsione fuori linea contribuisce tuttavia a creare una convergenza delle previsioni circa le variabili esogene verso quei percorsi su cui di volta in volta si sta concentrando il consenso degli analisti. Tale motivo può spiegare in gran parte il fatto che la diversità dell'andamento previsto da Prometeia per le variabili esogene, rispetto alle corrispondenti previsioni degli altri istituti, non è in genere un fattore cruciale di diversità delle previsioni pubblicate quanto lo è invece l'impiego dei RA³⁷.

Riferimenti bibliografici

Adams G. (1986), *The business forecasting revolution*, Oxford University Press, Oxford

Artis M. (1982), *Why do forecasts differ?*, *Papers presented to the panel of academic consultants*, n.17, Bank of England

Barten A. P. (1984), *Methodological aspects of macroeconomic model construction*, Cabay, Louvain-la-Neuve

Bernardi L. (1988), Meccanismi e volontà del leviatano: sviluppi recenti nei modelli dell'economia italiana, *Studi e informazioni*, n.2

Bosi P. (1986), Modelli macroeconomici e valutazione della politica fiscale in Italia, *Politica economica*, n.1

Bosi P. (1988), MICROMOD. Un modello dell'economia italiana per la didattica della politica fiscale, *Materiali di discussione*, n.30, Dipartimento di economia politica, Università degli Studi, Modena

³⁷ Tale affermazione è tratta da un lavoro (cfr. Golinelli, Mantovani, 1988) di analisi comparativa delle previsioni degli Istituti di ricerca italiani durante gli scorsi otto anni. La metodologia seguita è largamente riconducibile ai lavori che per l'economia inglese sono stati svolti presso l'ESRC Macroeconomic Bureau dell'Università di Warwick (cfr. Wallis, 1987).

- Bosi P., Golinelli R., Mantovani D. (1989), Indicatori della politica fiscale: una rassegna, in Bosi P., Stagni A., Golinelli R., *Un modello a medio termine dell'economia italiana*, Il Mulino, Bologna
- Britton A. (1989), (ed.), *Policymaking with macroeconomic models*, Gower, Aldershot
- Calliari S., Carraro C., Sartore D. (1989), Strumenti ed obiettivi intermedi della politica monetaria in Italia: esperimenti di controllo con un modello mensile del mercato monetario e degli impieghi bancari, mimeo
- Calzolari G. (1987), *La varianza delle previsioni nei modelli econometrici*, CLEUP, Padova
- Chow G. (1981), *Econometric analysis by control methods*, Wiley, New York
- Dhaene G. Barten A.P. (1989), When it all began: the 1936 Tinbergen model revisited, *Economic modelling*, April
- Don H., Gallo G. (1987), Solving large sparse systems of equations in econometric models, *Journal of forecasting*, n.3
- Dungan P., Wilson T. (1988), Modelling anticipated and temporary fiscal policy shocks in a macroeconomic model of Canada, *Canadian Journal of Economics*, n.1
- Faini R., Rossi N. (1989), La macroeconometria ed il comportamento degli agenti privati: il caso del modello econometrico della Banca d'Italia, *Politica economica*, n.1
- Golinelli R., Mantovani D. (1989), L'utilizzo dei modelli macroeconomici per la previsione e per l'analisi degli effetti del bilancio pubblico, *Informazioni e previsioni per la Finanza Pubblica*, PF-CNR Organizzazione e funzionamento della Pubblica Amministrazione, Pavia
- Gressani D., Guiso L., Visco I. (1987), Il rientro dall'inflazione: un'analisi con il modello econometrico della Banca d'Italia, *Temi di discussione*, n.90
- Kahn R. F. (1931), The relation of home investment to unemployment, *Economic Journal*, n.41
- Keynes J. M. (1939), Professor Tinbergen's method, *Economic Journal*, n.49
- Intriligator M. (1983), Economic and econometric models, in Griliches Z., Intriligator M. (eds.), *Handbook of econometrics*, vol.1, North Holland, Amsterdam
- Lippi M. (1985), Sulla dinamica delle relazioni tra variabili aggregate, *Politica economica*, n.2
- Lucas R. (1976), Econometric policy evaluation: a critique, in Brunner K., Meltzer A. (eds.), *The Phillips curve and labour markets*, North Holland, Amsterdam
- Prometeia (1988), *Rapporto di previsione*, Marzo, Bologna
- Patrizi V., Rossi N. (1988), Gli effetti redistributivi del progetto europeo di armonizzazione delle imposte indirette, *Politica economica*, n.3
- Pesaran M.H., Smith R.P. (1985), Evaluation of macroeconomic models, *Economic modelling*, April

- Quandt R. (1983), Computational problems and methods, in Griliches Z., Intriligator M. (eds.), *Handbook of econometrics*, vol.I, North Holland, Amsterdam
- Sims C. (1980), Macroeconomics and reality, *Econometrica*, n.1
- Sims C. (1982), Policy analysis with econometric models, *Brooking papers on economic activity*, n.82
- Stagni A., Bosi P., Golinelli R. (1988), Implicazioni di lungo periodo di shock petroliferi, in Guerci C.M., Zanetti G. (a cura di), *Sviluppo economico e vincolo energetico*, Il Mulino, Bologna
- Tinbergen J. (1959), An economic policy for 1936, in Klaassen L.H., Koyck L.M., Witteveen H.J. (eds.), *Jan Tinbergen selected papers*, North Holland, Amsterdam
- Theil H. (1965), *Applied economic forecasting*, North Holland, Amsterdam
- Visco I. (1987), Analisi quantitativa e "guida all'azione" di politica economica, *Studi e informazioni*, n.3
- Wallis K. F. (1987), (ed.), *Models of UK economy: a fourth review by the ESRC macroeconomic modelling bureau*, Oxford University Press, Oxford
- Young R. (1979), Forecasting the US economy with an econometric model, in Ormerod P. (ed.), *Economic modelling*, Heinemann, London

Materiali di discussione

1. Maria Cristina Marcuzzo [1985] "Joan Violet Robinson (1903-1983)", pp.134.
2. Sergio Lugaresi [1986] "Le imposte nelle teorie del sovrappiù", pp.26.
3. Massimo D'Angelillo e Leonardo Paggi [1986] "PCI e socialdemocrazie europee. Quale riformismo?", pp.158.
4. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1986] "Un suggerimento hobsoniano su terziario e occupazione: il caso degli Stati Uniti 1960/1983", pp.52.
5. Paolo Bosi e Paolo Silvestri [1986] "La distribuzione per aree disciplinari dei fondi destinati ai Dipartimenti, Istituti e Centri dell'Università di Modena: una proposta di riforma", pp.25.
6. Marco Lippi [1986] "Aggregation and Dynamics in One-Equation Econometric Models", pp.64.
7. Paolo Silvestri [1986] "Le tasse scolastiche e universitarie nella Legge Finanziaria 1986", pp.41.
8. Mario Forni [1986] "Storie familiari e storie di proprietà. Itinerari sociali nell'agricoltura italiana del dopoguerra", pp.165.
9. Sergio Paba [1986] "Gruppi strategici e concentrazione nell'industria europea degli elettrodomestici bianchi", pp.56.
10. Nerio Naldi [1986] "L'efficienza marginale del capitale nel breve periodo", pp.54.
11. Fernando Vianello [1986] "Labour Theory of Value", pp.31.
12. Piero Ganugi [1986] "Risparmio forzato e politica monetaria negli economisti italiani tra le due guerre", pp.40.
13. Maria Cristina Marcuzzo e Annalisa Rosselli [1986] "The Theory of the Gold Standard and Ricardo's Standard Commodity", pp.30.
14. Giovanni Solinas [1986] "Mercati del lavoro locali e carriere di lavoro giovanili", pp.66.
15. Giovanni Bonifati [1986] "Saggio dell'interesse e domanda effettiva. Osservazioni sul capitolo 17 della General Theory", pp.42.
16. Marina Murat [1986] "Between old and new classical macroeconomics: notes on Leijonhufvud's notion of full information equilibrium", pp.20.
17. Sebastiano Brusco e Giovanni Solinas [1986] "Mobilità occupazionale e disoccupazione in Emilia Romagna", pp.48.
18. Mario Forni [1986] "Aggregazione ed esogeneità", pp.13.
19. Sergio Lugaresi [1987] "Redistribuzione del reddito, consumi e occupazione", pp. 17.
20. Fiorenzo Sperotto [1987] "L'immagine neopopulista di *mercato debole* nel primo dibattito sovietico sulla pianificazione", pp. 34.

21. M. Cecilia Guerra [1987] "Benefici tributari del regime misto per i dividendi proposto dalla Commissione Sarcinelli: una nota critica", pp. 9.
22. Leonardo Paggi [1987] "Contemporary Europe and Modern America: Theories of Modernity in Comparative Perspective", pp. 38.
23. Fernando Vianello [1987] "A Critique of Professor Goodwin's 'Critique of Sraffa' ", pp. 12.
24. Fernando Vianello [1987] "Effective Demand and the Rate of Profits: Some Thoughts on Marx, Kalecki and Sraffa", pp. 41.
25. Anna Maria Sala [1987] "Banche e territorio. Approccio ad un tema geografico-economico", pp. 40.
26. Enzo Mingione e Giovanni Mottura [1987] "Fattori di trasformazione e nuovi profili sociali nell'agricoltura italiana: qualche elemento di discussione", pp. 36.
27. Giovanna Procacci [1988] "The State and Social Control in Italy During the First World War", pp. 18.
28. Massimo Matteuzzi e Annamaria Simonazzi [1988] "Il debito pubblico", pp. 62.
29. Maria Cristina Marcuzzo (a cura di) [1988] "Richard F. Kahn. A disciple of Keynes", pp. 118.
30. Paolo Bosi [1988] "MICROMOD. Un modello dell'economia italiana per la didattica della politica fiscale", pp. 34.
31. Paolo Bosi [1988] "Indicatori della politica fiscale. Una rassegna e un confronto con l'aiuto di MICROMOD", pp. 25.
32. Giovanna Procacci [1988] "Protesta popolare e agitazioni operaie in Italia 1915-1918", pp. 45.
33. Margherita Russo [1988] "Distretto industriale e servizi. Uno studio dei trasporti nella produzione e nella vendita delle piastrelle", pp. 157.
34. Margherita Russo [1988] "The effects of technical change on skill requirements: an empirical analysis", pp. 28.
35. Carlo Grillenzoni [1988] "Identification, estimation of multivariate transfer functions", pp. 33.
36. Nerio Naldi [1988] "Keynes' concept of capital" pp. 40.
37. Andrea Ginzburg [1988] "Locomotiva Italia?" pp. 30.
38. Giovanni Mottura [1988] "La 'persistenza' secolare. Appunti su agricoltura contadina ed agricoltura familiare nelle società industriali" pp. 40.
39. Giovanni Mottura [1988] "L'anticamera dell'esodo. I contadini italiani dalla 'restaurazione contrattuale' fascista alla riforma fondiaria" pp. 40.
40. Leonardo Paggi [1988] "Americanismo e riformismo. La socialdemocrazia europea nell'economia mondiale aperta" pp. 120.
41. Annamaria Simonazzi [1988] "Fenomeni di isteresi nella spiegazione degli alti tassi di interesse reale" pp. 44.
42. Antonietta Bassetti [1989] "Analisi dell'andamento e della casualità della borsa valori" pp. 12.
43. Giovanna Procacci [1989] "State coercion and worker solidarity in Italy (1915-1818): the moral and political content of social unrest" pp. 41.
44. Carlo Alberto Magni [1989] "Reputazione e credibilità di una minaccia in un gioco bargaining"

pp. 56.

45. Giovanni Mottura [1989] "Agricoltura familiare e sistema agroalimentare in Italia" pp. 84.
46. Mario Forni [1989] "Trend, Cycle and 'Fortuitous Cancellations': a Note on a Paper by Nelson and Plosser" pp. 4.
47. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1989] "Le origini del debito pubblico e il costo della stabilizzazione" pp. 26.