

## 2. L'individuazione della causalità con dati spaziali e temporali

È noto che il mero fatto che due variabili siano correlate non è di per se sufficiente a stabilire una relazione causativa tra di esse. Esistono infatti una serie di altre possibili spiegazioni tra le quali la circostanza di essere effetti congiunti della medesima causa, che esistano concatenazioni con altre cause o infine effetti di feedback.

Il problema della individuazione della causalità attraverso l'esame di serie storiche è stato pienamente riconosciuto in statistica ed economia solo a seguito di una serie di lavori dovuti a Clive Granger (Granger, 1969a, 1969b, 1980 e 1982; Granger, Newbold, 1977) sul cui lavoro il presente paragrafo sarà fundamentalmente basato.

Si definisca  $S_t$  come l'insieme di informazioni disponibili all'istante  $t$  per il fenomeno oggetto di studio, ovvero l'insieme di variabili selezionate ivi incluse le variabili  $X_t$  and  $Y_t$ . Se è possibile predire meglio il valore  $Y_{t+1}$  usando  $S_t$  ed  $X_{t+1}$  piuttosto che solo  $S_t$ , allora  $X_t$  causa  $Y_t$ , o, nella corrente terminologia scientifica,  $X_t$  *Granger-causa*  $Y_t$ . Questa definizione è sufficiente agli scopi della presente nota. Per ulteriori approfondimenti si vedano i lavori di Granger citati ed Engle et al. (1983).

Sebbene la definizione di causalità data non è interamente soddisfacente, è al presente quella maggiormente accettata per il fatto che almeno suggerisce un appoggio operativo.

È tuttavia immediato osservare che la Granger-causalità è fortemente connessa al concetto di tempo. La *causalità istantanea* basata su eventi sincronizzati non è pertanto verificabile sulla base della definizione di Granger (alcune eccezioni sono discusse in Granger, 1969a). In questa situazione si potrebbe essere tentati di abbandonare l'idea di testare relazioni causali con dati spaziali che sono, per definizione, sincronizzati.

Tuttavia, si può osservare che, a causa di limitazioni nella disponibilità dei dati, la perfetta sincronizzazione di serie spaziali è solo un caso teorico rilevabile solo molto raramente nella pratica.

Inoltre la natura della variabile economica considerata può giocare un ruolo fondamentale. Da questo punto di vista occorre distinguere tra variabili stock e variabili flusso. Le variabili stock, come la popolazione o l'offerta di lavoro ad un livello regionale, sono osservate in un preciso istante di tempo, di solito l'istante centrale o finale dell'intervallo di tempo considerato (ad esempio l'anno). Al contrario una variabile flusso, come ad esempio il reddito o la formazione di capitale ad un livello regionale, può essere osservata solo come la somma (o al limite l'integrale si veda Bergstrom, 1990) di tutti i flussi che si