

“ANALISI AUTOREGRESSIVA VETTORIALE: IL PUNTO DELLA
SITUAZIONE ED IL CASO-STUDIO DELLE ASPETTATIVE DI
INFLAZIONE NEGLI STATI UNITI”

“AUTOREGRESSIVE VECTOR ANALYSIS: A RECAP OF THE
SITUATION AND THE CASE-STUDY OF INFLATION EXPECTATIONS
IN THE UNITED STATES”

INTRODUZIONE

Uno degli strumenti empirici più utilizzati dai macroeconomisti è certamente l'analisi auto regressiva vettoriale. Questa tesi ha due obiettivi: i) sintetizzare il lavoro di Jim Stock and Mark Watson, pubblicato nel 2001 nel *Journal of Economic Perspectives*, con il quale i due autori fanno il punto della situazione relativamente ai pro e contro dell'uso dei VAR in macroeconomia; ii) proporre una breve analisi VAR relativa al ruolo degli shock alle aspettative inflazionistiche per le dinamiche dell'economia americana.

Questa tesi è strutturata come segue: viene in primis proposta una introduzione sugli obiettivi delle analisi vettoriali auto regressive. Successivamente, il caso-studio degli shock di politica monetaria per l'economia americana è analizzato; in particolare, viene trattata l'analisi delle funzioni di risposta d'impulso e di decomposizione della varianza dell'errore di previsione. Vengono successivamente presentate le critiche che Stock e Watson identificano per quel che concerne l'uso dei VAR in macroeconomia. Infine, viene proposta un'analisi originale con dati americani atta ad

identificare il ruolo degli shock alle aspettative di inflazione per quel che concerne la dinamica delle variabili americane.

AUTOREGRESSIONI VETTORIALI

In un loro famoso articolo, pubblicato sul *Journal of Economic Perspectives*, Stock e Watson (2001) spiegano come i macroeconomisti abbiano principalmente quattro obiettivi:

- 1) descrivere e riassumere dati macroeconomici relativi ad una determinata realtà economica;
- 2) fare previsioni macroeconomiche;
- 3) quantificare cosa si sa o non si sa circa la struttura macroeconomica;
- 4) dare suggerimenti a coloro che fanno politica macroeconomica o stabiliscono le linee di condotta macroeconomica (e talvolta diventare essi stessi decisori di politica macroeconomica).

Negli anni '70, questi quattro obiettivi: 1) descrizione dei dati, 2) previsione, 3) inferenza strutturale, 4) analisi di politica macroeconomica, erano tipicamente perseguiti utilizzando varie tecniche. Esse variavano dall'utilizzo di modelli a larga scala aventi centinaia di equazioni formalizzanti le relazioni tra variabili macroeconomiche di interesse, a versioni uniequazionali di tali modelli, fino a semplici modelli statistici univariati. Dopo il caos macroeconomico realizzatosi durante gli anni '70, probabilmente innescato da un severo shock petrolifero nel 1973, apparve però chiaro come tale modellistica non fosse in grado di spiegare le interazioni macroeconomiche in maniera soddisfacente.

Nel 1980, il futuro premio Nobel Christopher Sims fornì, in un suo famoso articolo apparso su *Econometrica*, una nuova possibile formalizzazione delle interazioni macroeconomiche: le “autoregressioni vettoriali”, tipicamente chiamate VAR, acronimo che cattura il concetto di “Vector AutoRegressions.”

Un VAR è un modello lineare in cui ogni data variabile economica compresa in un vettore di n indicatori è spiegata dai propri valori passati e dai valori passati di tutte le altre $n-1$ variabili appartenenti a tale vettore. Questa semplice struttura fornisce un modo sistematico di catturare ricche dinamiche di serie di dati legati a momenti temporali diversi; dal punto di vista statistico, tale struttura è facile da stimare; dal punto di vista economico, il VAR permette, con un ammontare minimo di restrizioni economiche, di documentare fatti stilizzati relativi a shock di interesse.

Sims (1980) ed altri autori contribuirono così alla modellistica macroeconomica moderna proponendo un’ approccio coerente e credibile alla descrizione dei dati, alla loro previsione, alla conseguente inferenza strutturale ed analisi delle linee di condotta macroeconomia (politica).

La domanda dell’articolo di Stock e Watson (2001) è: che ruolo hanno giocato i VAR per i quattro compiti tipicamente svolti dai macroeconomisti e riportati qui sopra? La loro risposta è: dipende. I modelli VAR si sono infatti dimostrati strumento affidabile e potente per la descrizione dei dati macroeconomici e a scopo previsivo. L’inferenza strutturale e l’analisi politica sono invece dimensioni lungo le quali i VARs hanno mostrato dei limiti. Tali dimensioni richiedono infatti una differenziazione tra correlazione e causalità, per effettuare la quale occorre ammettere indicazioni che vengono dalla teoria economica. Dunque, uno strumento statistico come il VAR, seppur potente, non è sufficiente al fine di fornire informazioni relative ad analisi “strutturali”, che si riferiscono cioè agli shock strutturali che colpiscono il sistema economico.

UN CASO STUDIO: STIMA DEGLI EFFETTI DI VARI SHOCK MACROECONOMICI ALLE VARIABILI MACROECONOMICHE AMERICANE

Al fine di corroborare le affermazioni fatte riguardo ai modelli VAR, Stock e Watson (2001) propongono un caso studio: la stima degli effetti degli shock di politica monetaria negli Stati Uniti.

Le domande di ricerca sono le seguenti: Qual è l'effetto di un rialzo esogeno di 100 punti base del tasso di interesse sui fondi federali statunitensi su tale tasso di interesse, sul tasso di inflazione, e sulla disoccupazione? Quale effetto induce uno shock di domanda a livello macroeconomico? E uno shock di offerta? Quale frazione della varianza dell'inflazione negli ultimi 40 anni è dovuta a shock di politica monetaria?

A molti macroeconomisti piace pensare di avere le risposte a domande come queste e simili. Uno sguardo quantitativo tramite approccio VAR a queste e a simili domande, con riferimento a dati statunitensi (serie trimestrali relative ad inflazione, disoccupazione e tasso di interesse nominale), è quanto proposto da Stock e Watson (2001) nel loro articolo.

Un VAR esprime ogni variabile come una funzione lineare dei propri valori passati e dei valori passati di tutte le altre variabili che sono considerate ed un termine di errore non serialmente correlato. Nell'esempio in questione, il modello VAR implica tre equazioni: la disoccupazione corrente come una funzione dei valori passati di inflazione, di disoccupazione e del tasso di interesse nominale; e in modo simile per l'equazione del tasso di disoccupazione e di interesse. Ogni equazione è stimata tramite il metodo dei minimi quadrati. Il numero di valori ritardati da includere in ogni equazione

può essere determinato con diverse metriche statistiche. I termini di errore rappresentano movimenti a “sorpresa” delle variabili modellate dal VAR una volta considerato i valori passati.

Se le diverse variabili sono in relazione l'una con l'altra - come lo sono tipicamente nelle applicazioni macroeconomiche - allora i termini di errore nel modello di forma ridotta saranno correlati anche attraverso le equazioni modellate. Vi è però il modo di costruire i termini di errore in ogni equazione come mutualmente ortogonali. Si consideri un VAR a tre variabili: 1) inflazione, 2) tasso di disoccupazione e 3) tasso di interesse. Nella 1° equazione del corrispondente VAR, l'inflazione è la variabile dipendente, ed i regressori sono i valori ritardati di tutte e tre le variabili. Nella 2° equazione, il tasso di disoccupazione è la variabile dipendente e i regressori sono i ritardi di tutte e tre le variabili più il valore corrente del tasso di inflazione. Il tasso di interesse è la variabile dipendente nella 3° equazione, ed i regressori sono i ritardi di tutte e tre le variabili, il valore corrente del tasso di inflazione, ed il valore corrente del tasso di disoccupazione. La valutazione di ogni equazione attraverso il metodo dei minimi quadrati produce residui che non sono correlati. I risultati dipendono dall'ordine delle variabili: cambiando l'ordine cambiano le equazioni, i coefficienti e residui del VAR e ci sono $n!$ (n fattoriale) modelli VAR che rappresentano tutti gli ordinamenti possibili. Un VAR che ha elementi stocastici mutualmente ortogonali (altresì chiamati “shocks”) è un VAR strutturale.

Un VAR strutturale usa la teoria economica per selezionare i legami contemporanei tra le variabili (Bernanke, 1986; Blanchard and Watson, 1986; Sims 1986) e “le assunzioni di identificazione” che permettono una interpretazione causale delle correlazioni tra le variabili di interesse. Queste assunzioni possono coinvolgere l'intero VAR così che tutti i legami casuali nel

modello sono spiegati nel dettaglio, o solo una singola equazione, così che solo uno specifico legame causale venga identificato.

Le variabili strumentali permettono la valutazione dei legami contemporanei usando la regressione delle variabili strumentali. Il numero dei VAR strutturali è, davvero, limitato solo dalla “creatività scientifica” del ricercatore.

Nell’ esempio con tre variabili, consideriamo due VAR strutturali, differenti tra loro per via di una differente assunzione usata per identificare l’influenza causale che gli shock di politica monetaria possono esercitare sulla disoccupazione e l’inflazione.

La prima assunzione è basata su una versione della “regola di Taylor”. Essa è una semplice formula proposta da John Taylor (1993) al fine di descrivere l’andamento del tasso di interesse di “policy” come funzione di aggregati come l’inflazione, il reddito, la disoccupazione, ed altri indicatori del ciclo economico. La versione della regola di Taylor qui considerata è la seguente:

$$R_t = r^* + 1,5 (\pi_{t-1} - \pi^*) - 1.25 (u_t - u^*) + \text{Lagged value of } R, \pi, u + \xi_t$$

Dove R_t è il tasso di interesse nominale determinato dalla banca centrale, r^* è il tasso di interesse reale naturale, π_{t-1} e u_t sono i valori medi del tasso di disoccupazione ed inflazione calcolati utilizzando una media mobile con quattro termini, π^* e u^* sono i valori target di inflazione e disoccupazione, rispettivamente, e ξ_t è l’errore nell’equazione.

Questa relazione diventa l’equazione del tasso di interesse nella versione strutturale del VAR. L’errore di equazione, ξ_t , è tipicamente interpretato come shock di politica monetaria.

Questo shock può essere stimato tramite una regressione OLS a modellare il tasso di interesse nominale come funzione dei propri ritardi e delle realizzazioni contemporanee e ritardate di inflazione e disoccupazione. Questa versione della regola di Taylor “guarda all’indietro”, nel senso che la Federal Reserve reagisce alle informazioni passate. Molti osservatori sostengono invece che il comportamento della Federal Reserve possa essere descritto in modo più appropriato con un comportamento “che guarda avanti”.

E dunque interessante considerare un’altra variante della regola di Taylor: la Federal Reserve reagisce alle previsioni relative ad inflazione e disoccupazione nel futuro. Questa regola di Taylor ha la stessa forma della suddetta regola, ma con π_{-T} e u_T sostituiti dalle previsioni relative ad inflazione e disoccupazione ad un anno calcolate tramite il VAR in forma ridotta.

STIMA DEL VAR TRIVARIATO NELLE DUE VERSIONI QUI PROPOSTE

Queste due diverse versioni del VAR trivariato che modella il tasso di interesse, la disoccupazione, e l'inflazione sono messe alla prova dei dati da Stock e Watson (2001). Per farlo, gli autori in primis stimano un VAR in forma ridotta; in secondo luogo, tale VAR è usato al fine di prevedere le variabili nella versione "forward looking" della regola di Taylor. Una schema ricorsivo à la Cholesky è successivamente utilizzato al fine di identificare gli shock di politica monetaria ed altri tipi di shock (domanda, offerta). A questo punto, i due VAR sono utilizzati al fine di valutare l'effetto di un movimento a sorpresa del tasso di interesse nominale su inflazione e disoccupazione, nonché sul tasso di interesse stesso.

CAUSALITA'

La pratica standard nelle analisi VAR consiste nell'effettuare test di causalità à la Granger, analisi delle funzioni di risposta di impulso, e decomposizione della varianza dell'errore di previsione. Queste analisi sono proposte in automatico da molti pacchetti econometrici, tra i quali RATS, E-VIEWS, TSP. Queste statistiche sono tipicamente preferite all'analisi coefficiente-per-coefficiente del VAR, che non è economicamente informativa per via della difficile interpretabilità di tali coefficienti.

L'analisi di causalità à la Granger determina se i valori ritardati di una variabile sono informativi per descrivere l'andamento futuro di un'altra variabile. Ad esempio, se il tasso di disoccupazione non aiuta a prevedere l'inflazione, i coefficienti dell'inflazione nell'equazione della disoccupazione saranno statisticamente uguali a zero. La Tavola 1, che riporta i risultati della

causalità à la Granger, mostra i valori “p” associati alle statistiche “F” computati al fine di valutare la rilevanza di una variabile per l’altra a scopo predittivo. E’ di interesse notare come il tasso di disoccupazione contribuisca a prevedere il tasso di inflazione ad un livello di significatività pari al 5% (il p-value è pari a 0.02, cioè 2%), ma ciò non sembra essere vero per quel che concerne il tasso di interesse di breve periodo (il cui p-value è pari a 0.27). L’inflazione non sembra avere contenuto informativo tale da prevedere la disoccupazione; al contrario, il tasso dei fondi federali è rilevante a questo fine. Sia inflazione sia disoccupazione aiutano a prevedere il tasso di interesse a breve termine.

Tabella 1

Test di Granger causalità

Regressori	π	μ	R
π	0.00	0.31	0.00
μ	0.02	0.00	0.00
R	0.27	0.01	0.00

B decomposizionen varianza della VAR RECURSIVA omesse su π, μ, R

B.i DECOMPOSIZIONE VARIANZA DI π

PREVISIONE ORIZZONTE	PREVISIONE STANDARD ERRORE	DISCORDANZE DECOMPOSIZIONE (PERCENTUALI PUNTI)		
		π	μ	R
1	0.96	100	0	0
4	1.34	88	10	2
8	1.75	82	17	1
12	1.97	82	16	2

B.ii DEOMPOSIZIONE VARIANZA DI μ

PREVISIONE ORIZZONTE	PREVISIONE STANDARD ERRORE	DISCORDANZE DECOMPOSIZIONE (PERCENTUALI PUNTI)		
		π	μ	R
1	0.23	1	99	0
4	0.64	0	98	2
8	0.79	7	82	11
12	0.92	16	66	18

B.iii DEOMPOSIZIONE VARIANZA DI R

PREVISIONE ORIZZONTE	PREVISIONE STANDARD ERRORE	DISCORDANZE DECOMPOSIZIONE (PERCENTUALI PUNTI)		
		π	μ	R
1	0.85	2	19	79
4	1.84	9	50	41
8	2.44	12	60	28
12	2.63	16	59	25

π denota il tasso di inflazione, μ denota il tasso di disoccupazione e R il tasso degli interessi dei Fondi Federali. Gli inserimenti nel pannello A mostrano i p-values relativi ai test-F sulla rilevanza dei ritardi delle varie variabili di interesse a livello previsivo. I risultati sono stati ottenuti considerando un VAR trivariato con quattro ritardi ed una costante per il periodo 1960 : I – 2000 : IV

FUNZIONI DI RISPOSTA DI IMPULSO

Le funzioni di risposta d'impulso indicano la reazione di ogni variabile modellata dal VAR ad una variazione inattesa di uno degli errori (shock) del modello. La simulazione assume che l'errore torni a zero in periodi successivi e che tutti gli altri errori rimangano al valore zero. Questo esercizio ha senso se gli errori (shock) sono mutualmente incorrelati.

Le funzioni di risposta di impulso calcolate da Stock e Watson (2001), calcolate con l'assunzione di un'economia ricorsiva dal punto di vista dei rapporti contemporanei tra le variabili, sono rappresentate in Figura 1. La prima riga mostra l'effetto di un aumento di un punto percentuale dell'inflazione sulle tre variabili di interesse; come mostrato dalle funzioni di risposta di impulso, tale shock è un tipico shock di offerta, che porta l'inflazione a salire, il tasso di interesse nominale a reagire consistentemente con le teorie che suggeriscono una reazione sistematica della Fed ad una realizzazione inflazionistica, ed una reazione negativa della disoccupazione.

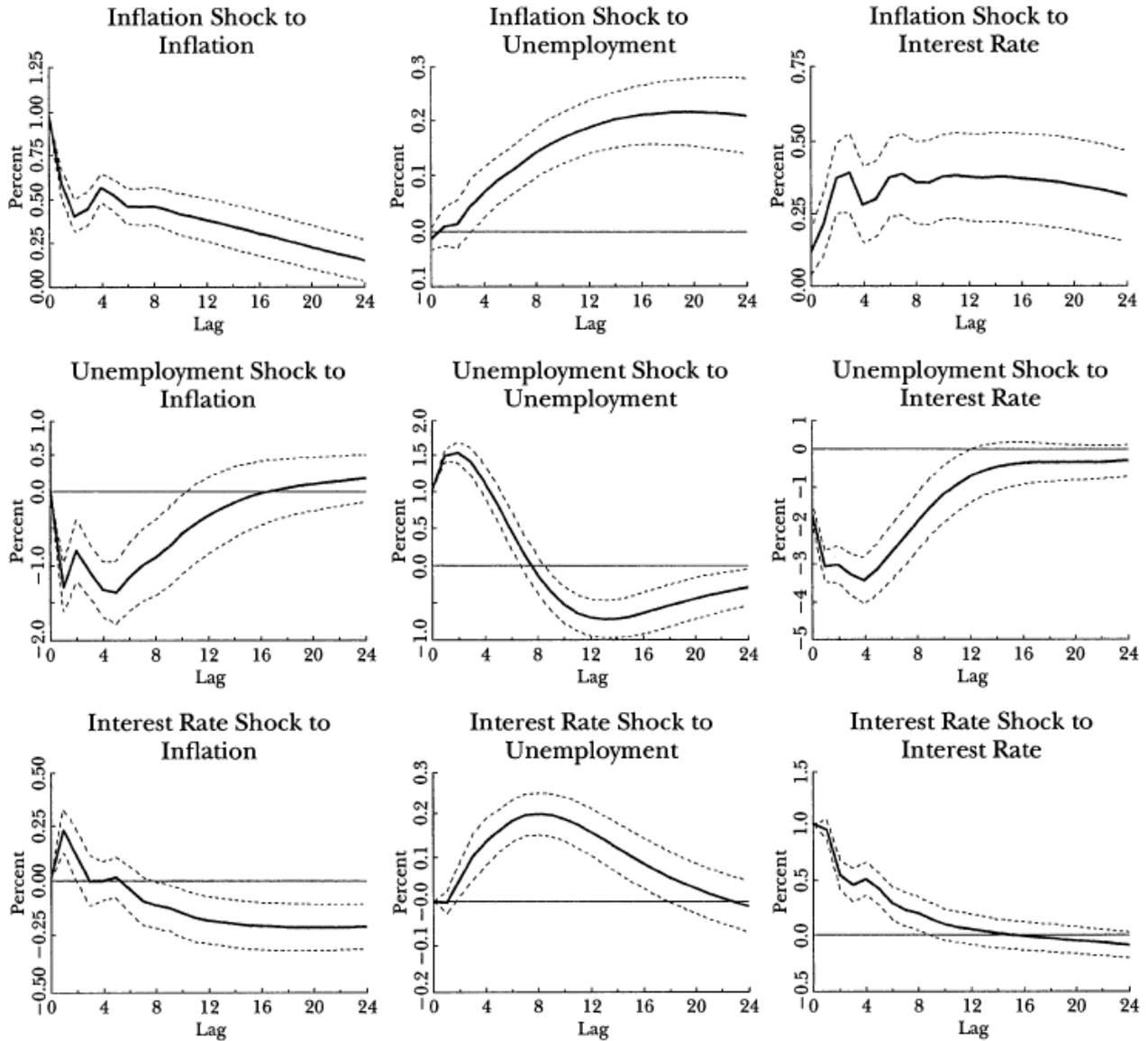
Il secondo set di funzioni di risposta d'impulso mostra la reazione del sistema economico americano ad uno shock di domanda. In reazione ad un aumento della disoccupazione, l'inflazione si riduce per via di pressioni deflazionistiche da parte di una domanda aggregata debole. Consistentemente, al fine di stabilizzare il sistema economico, la banca centrale reagisce riducendo il costo del denaro.

L'ultimo set di funzioni di risposta d'impulso mostra gli effetti di uno shock di politica monetaria. Un aumento del costo del denaro porta ad una reazione economicamente negativa il tasso di disoccupazione, con una conseguente

reazione negativa del tasso di inflazione nel medio e lungo periodo. Nel breve periodo, la reazione del tasso di inflazione è invece positiva: tale reazione, sorprendente alla luce di della teoria economica, è nota in letteratura come “price puzzle”.

Figure 1

Impulse Responses in the Inflation-Unemployment-Interest Rate Recursive VAR



DECOMPOSIZIONE DELLA VARIANZA DELL'ERRORE DI PREVISIONE

La decomposizione della varianza dell'errore di previsione rappresenta la percentuale della varianza dell'errore fatto nel prevedere una variabile (diciamo l'inflazione) dovuto ad uno shock specifico (diciamo il termine di errore nell'equazione di disoccupazione) ad un dato orizzonte temporale (per esempio 2 anni). Il pannello B della Tabella 1 presenta tale decomposizione. Ad esempio, il 75% dell'errore nella previsione a tre anni del tasso di interesse dei fondi federali è attribuito agli shock dell'inflazione e disoccupazione.

PREVISIONE

Nella Tabella 2 sono valutate le previsioni prodotte utilizzando il modello VAR in forma ridotta. La Tabella 2 raccoglie pseudo-previsioni, fuori dal campione utilizzato per stimare il modello, e relative al periodo 1985 e 2000. Tale Tabella mostra l'errore di previsione misurato con lo scarto quadratico medio tra la previsione ed il valor realizzato. Modelli competitori del VAR in questo esercizio sono un modello auto-regressivo e un random walk. Il VAR, complessivamente, non fa meglio e nemmeno peggio degli altri modelli considerati.

Tabella 2. Performance previsiva del VAR.

previsione Horizon	Tasso d' inflazione			Disoccupazione			Tasso di interesse		
	RW	AR	VAR	RW	AR	VAR	RW	AR	VAR
2 quartili	0.82	0.70	0.68	0.34	0.28	0.29	0.79	0.77	0.68
4 quartili	0.73	0.65	0.63	0.62	0.52	0.53	1.36	1.25	1.07
8 quartili	0.75	0.75	0.75	1.12	0.95	0.78	2.18	1.92	1.70

Le previsioni come queste sono spesso indicate come pseudo-previsioni, o previsioni “simulate”, a sottolineare che esse simulano previsioni in tempo reale anche se, naturalmente, sono condotte a posteriori. Il modello si discosta leggermente da quello che sarebbe stato calcolato in tempo reale perché Stock e Watson (2001) usano dati contemporanei, che includono successive revisioni apportate all’inflazione e alla disoccupazione dagli istituti statistici, piuttosto che i dati disponibili in tempo reale.

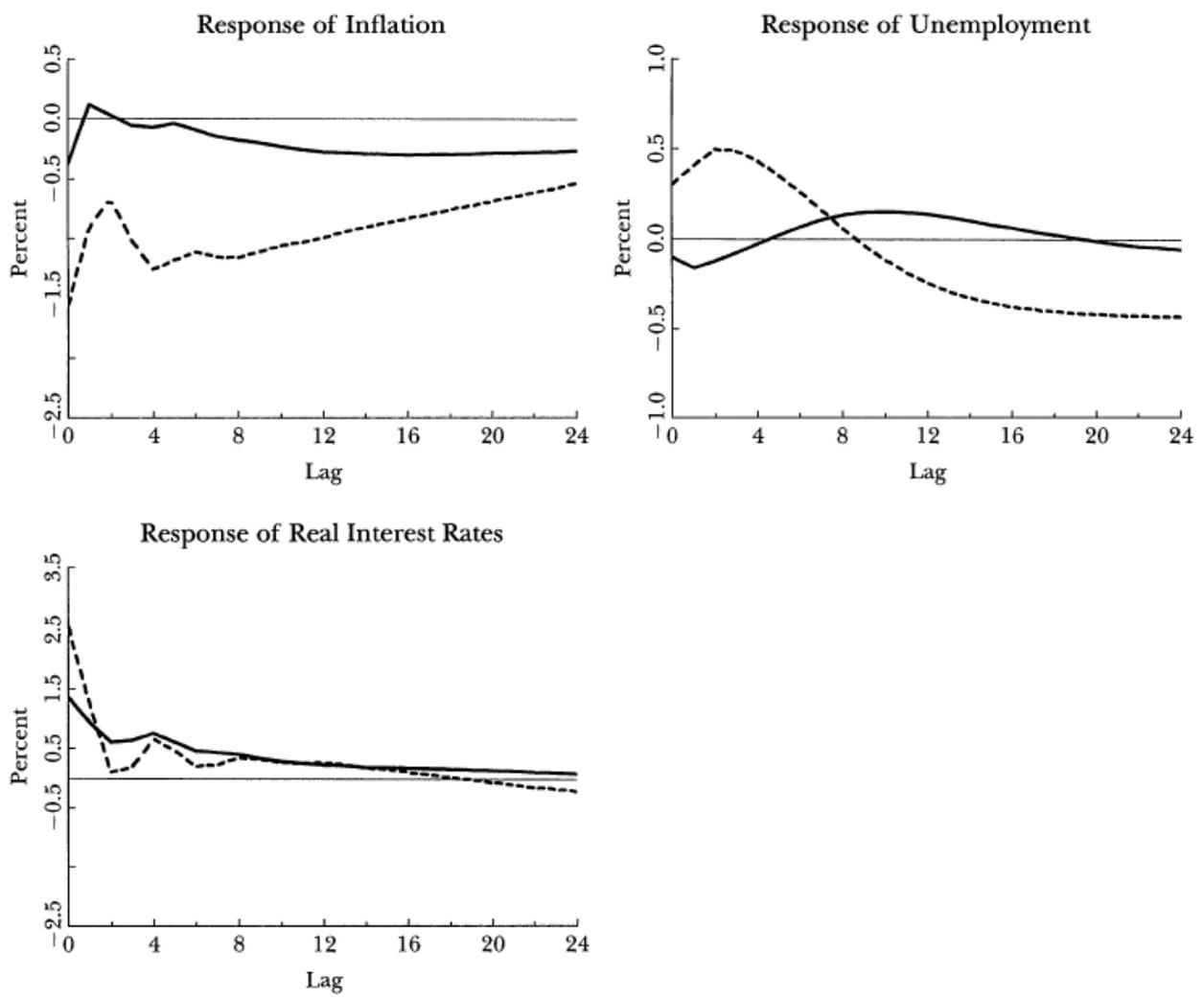
FRAGILITA' DELL'ANALISI STRUTTURALE

Qual è l'effetto di un tasso di inflazione e disoccupazione l'effetto sui tassi di inflazione e disoccupazione di un aumento a sorpresa di 100 punti base del tasso di interesse sui fondi federali? Questa domanda, come anticipato, trova la sua risposta nel computo delle funzioni di risposta d'impulso. La domanda qui indagata è: le funzioni di risposta di impulso sono robuste a variazioni apparentemente minori delle assunzioni sulla struttura del sistema economico?

La Figura 2 mostra come tali funzioni di risposta di impulso possano essere fragili al variare dello schema identificativo dello shock di politica monetaria. Non è solo questione di variazione quantitativa; di fatto, le variabili variano anche il segno della reazione ad uno shock di politica monetaria, un fatto che mette in dubbio l'affidabilità delle indicazioni che vengono dai VAR. Ovviamente, tale fragilità è da valutarsi caso per caso: una visione costruttiva di questo problema suggerisce un estensivo utilizzo dell'analisi di sensibilità dei risultati a differenti schemi identificativi al fine di individuare un set di risultati robusti a tali differenti schemi.

Figure 2

Impulse Responses of Monetary Policy Shocks for Different Taylor Rule Identifying Assumptions



Notes: The solid line is computed with the backward-looking Taylor rule; the dashed line, with the forward-looking Taylor rule.

ANALISI POLITICA

In principio, il nostro VAR strutturale può essere usato per analizzare due tipi di politiche economiche:

-1- Interventi a sorpresa nella politica monetaria e cambio delle regole di politica economica; ad esempio, simulare la variazione del tasso di aggressività della banca centrale nella lotta all'inflazione.

Se l'intervento è un movimento inaspettato nel tasso di interesse dei fondi federali, allora l'effetto stimato di questa politica sui futuri tassi di inflazione e sulla disoccupazione è riassunto dalle funzioni di reazione all'impulso proposte nella Figure presentate qui sopra. Una simulazione possibile è anche quella di calcolare la reazione delle variabili macroeconomiche ad una serie di shock che colpiscono in sequenza il sistema economico. Ad esempio, è possibile simulare una crescita del tasso di interesse nominale di – diciamo – 50 punti base e mantenere tale crescita per – diciamo – un anno.

-2- Il secondo esercizio si riferisce ad una variazione della parte sistematica della politica monetaria. Questo esercizio è più delicato. La domanda per fissare le idee è la seguente: quale sarebbe l'effetto degli shock di politica monetaria con una differente politica monetaria sistematica? La risposta a tale domanda presuppone la costruzione e l'utilizzo di un modello strutturale, i cui parametri chiave non siano funzione della politica monetaria stessa. Sfortunatamente, il VAR non ha questa caratteristica. Molto probabilmente, i coefficienti del VAR sono una funzione dei parametri strutturali del sistema economico, parametri di politica monetaria inclusi. Quindi, una nuova politica monetaria, differente rispetto a quelle precedentemente utilizzate, porterebbe i coefficienti del VAR ad essere instabili, rendendo così invalido qualsiasi tipo

di analisi sulla rilevanza di tale politica monetaria! Questa critica, nota in letteratura come “critica di Lucas”, ha portato la comunità scientifica a sviluppare modelli macroeconomici micro-fondati, teoricamente capaci di considerare l’interazione esistente tra la parte sistematica di una politica (come la politica monetaria) ed il resto del sistema economico. In sintesi, il VAR non è un modello affidabile per quel che concerne le analisi relative alla rilevanza di differenti politiche sistematiche.

PRO E CONTRO NELL'USO DEI VAR: DISCUSSIONE DA PARTE DI STOCK E WATSON (2001)

Come anticipato, i macroeconomisti hanno quattro principali compiti: 1) descrizione dei dati, 2) previsione, 3) inferenza strutturale, 4) analisi di politica macroeconomica. Stock e Watson (2001) forniscono un loro giudizio sull'abilità dei VAR di svolgere ognuno di questi compiti. Offriamo qui una sintesi del loro pensiero.

Descrizione dei dati. I VAR coinvolgono valori contemporanei e ritardati di un numero n di serie temporali. Nel farlo, modellano co-movimenti che non sono catturati da modelli univariati. Le statistiche che emergono dalle analisi VAR sono quindi interessanti perché si riferiscono ad una analisi che considera interazioni tra un (possibilmente) ampio numero di indicatori macroeconomici. Inoltre, per il caso bivariato, i VAR danno naturalmente la possibilità al ricercatore di condurre analisi di causalità alla Granger al fine di identificare le relazioni causali che legano coppie di variabili macroeconomiche. E' inoltre possibile calcolare funzioni di risposta di impulso ed effettuare analisi di decomposizione della varianza dell'errore di previsione.

Queste analisi sono molto informative per i macroeconomisti, perché offrono punti di riferimento per la modellistica teorica. Ovviamente, il contenuto informativo di tali analisi è funzione della bontà statistica alla base del calcolo di tali punti di riferimento. E' dunque opportuno, nel calcolare tali momenti di interesse, considerare le conseguenze (e le opportune correzioni) relative alla presenza di eteroschedasticità, correlazione seriale, instabilità parametrica, e così via.

Previsioni. I VAR a tre variabili sono diventati un punto di riferimento al fine di prevedere l'evoluzione di variabili come tassi di interesse, inflazione, e disoccupazione (o reddito) in nazioni sviluppate. In realtà, alcune variabili omesse possono essere rilevanti, a seconda della realtà economica e del

periodo considerato. Ad esempio, gli aggregati monetari, gli spread creditizi, le aspettative sull'evoluzione futura del ciclo economico e dell'inflazione, il debito pubblico, e così via. Aggiungere variabili ad un VAR è però impresa non facile; infatti, i dati macroeconomici offrono tipicamente pochi gradi di libertà al ricercatore, che deve quindi limitarsi nel numero di variabili che intende modellare congiuntamente. La letteratura recente riporta comunque esempi di VAR con numerose variabili modellate assumendo una struttura comune per alcune delle dimensioni di interesse (e.g., i coefficienti del VAR). Formalmente, questi VAR sono stimati con un approccio bayesiano, che (come detto) permette di imporre informazione a-priori sulla struttura del VAR.

Inferenza strutturale. L'inferenza strutturale effettuata con i VAR è pure soggetta a critiche. Come mostrato in precedenza, differenti assunzioni sulla politica monetaria seguita dagli Stati Uniti portano a previsioni sostanzialmente diverse. In generale, le valutazioni relative alle reazioni delle variabili modellate con il VAR sono da interpretarsi come condizionate ad assunzioni relative alle decisioni di policy, e richiedono quindi grande cura nella definizione di tale assunzione.

GIUDIZIO COMPLESSIVO SUI VAR DA PARTE DI STOCK E WATSON (2001).

I VAR sono strumenti molto potenti a livello descrittivo e previsionale. Per quanto riguarda l'inferenza strutturale e l'analisi di politica economica, i VAR strutturali sono invece soggetti a critiche. Nonostante ciò, continuano ad essere utilizzati per effettuare tali tipi di analisi perché caratterizzati da una bontà di adattamento alle caratteristiche dei dati difficilmente associabile ad altri modelli macroeconomici strutturali, come i popolari modelli "DSGE" (Dynamic Stochastic General Equilibrium models). I VAR permettono inoltre di identificare l'effetto di shock macroeconomici utilizzando schemi identificativi tipicamente riguardanti le relazioni di breve e/o lungo periodo tra le variabili modellate dall'econometrico; tali schemi sono in parte arbitrari e quindi soggetti a critiche. Una via costruttiva in questo senso è però stata intrapresa da tempo, e ha portato all'elaborazione e all'uso di tecniche che permettono di giudicare la bontà di tali schemi di identificazione, simulazioni di Monte Carlo in primis. Dunque, i VAR, proposti per la prima volta da Sims nel 1980, sono destinati ad appartenere ancora a lungo alla lista degli strumenti modellistici a disposizione dei macroeconomisti applicati.

UN'APPLICAZIONE: SHOCK ALLE ASPETTATIVE DI INFLAZIONE NEGLI USA.

Caratteristiche del VAR. Concludiamo questa tesi con un'applicazione VAR. L'idea è quella di modellare congiuntamente quattro variabili macroeconomiche statunitensi: aspettative di inflazione (raccolte dalla Survey of Professional Forecasters, un'inchiesta curata dalla Federal Reserve Bank of Philadelphia che raccoglie previsioni sulle previsioni relative a variabili macroeconomiche statunitensi a diversi orizzonti temporali effettuate da professionisti del settore previsionale), inflazione (misurata come tasso di crescita annuale del deflatore del PIL), disoccupazione (riferita alla forza lavoro statunitense), e federal funds rate (un tasso di interesse overnight relativo a prestiti interbancari negli USA che viene spesso utilizzato come proxy della variabile di politica monetaria della Federal Reserve, l'organo che gestisce la politica monetaria negli Stati Uniti).

L'obiettivo è quello di modellare movimenti esogeni (non prevedibili, ed interpretati come shock macroeconomici) delle aspettative di inflazione USA al fine di capire che effetto hanno tali shock a livello macroeconomico.

Le serie utilizzate per questa analisi sono serie trimestrali. Il campione a nostra disposizione (corretto per i gradi di libertà) copre il periodo 1975:IV-2012:I. Le serie oggetto del nostro interesse sono riportate in Figura 3. Come si può notare, l'inflazione attesa e l'inflazione realizzata hanno un andamento simile, in particolare per quel che riguarda il trend decrescente, evidente nella Figura. La dinamica delle serie inflazionistiche è però differente, soprattutto per quanto riguarda la volatilità delle medesime nella seconda parte del campione (più bassa nel caso delle aspettative di inflazione). Il tasso di disoccupazione ha un andamento stazionario; il federal funds rate mostra una rottura nel trend dovuta alla variazione di politica monetaria seguita alla

conquista inflazionistica avvenuta negli USA a partire dalla metà degli anni '80.

Modelliamo in VAR con quattro ritardi, una scelta tipica in presenza di dati trimestrali statunitensi. Per identificare lo shock alle aspettative di inflazione, usiamo una decomposizione della matrice di varianza-covarianza dei residui del VAR in forma ridotta à la Cholesky. In particolare, ordiniamo le variabili nel vettore come segue (dalla prima (alto) all'ultima (basso)): aspettative di inflazione, inflazione, disoccupazione, tasso di interesse di politica monetaria. L'idea è quella di sfruttare la "tempistica" di formazione delle aspettative, che vengono formulate non conoscendo i valori correnti di inflazione, disoccupazione, tasso di interesse. Questo significa che è sensato assumere che, all'interno di un trimestre, tali aspettative non vengano influenzate dalle realizzazioni delle variabili modellate con il nostro VAR; tale assunzione di "esogeneità contemporanea" è esattamente quella associata alla modellazione delle relazioni contemporanee delle variabili del vettore tramite triangolarizzazione della matrice di decomposizione della varianza à la Cholesky.

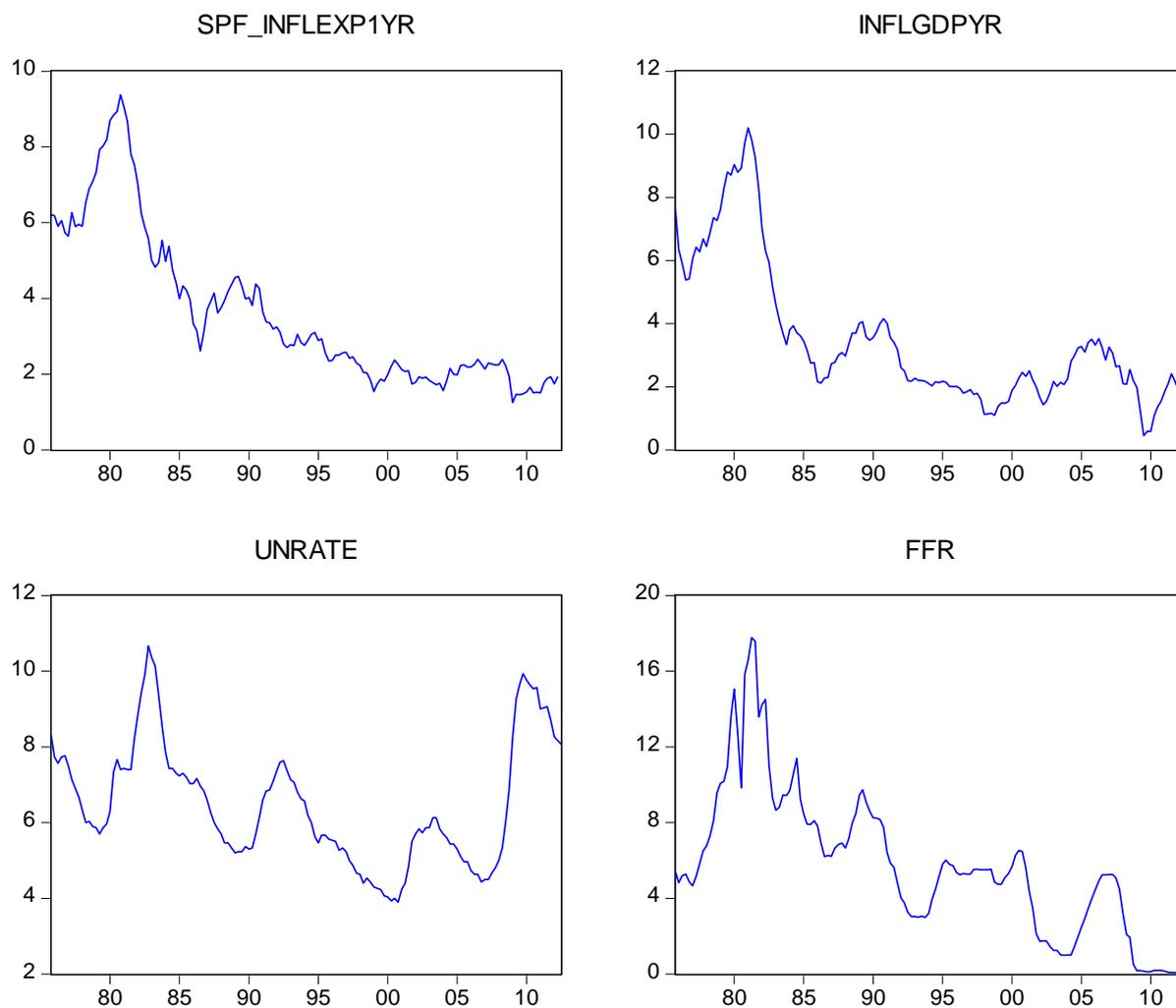


Figura 3. Serie macroeconomiche USA utilizzate nell'analisi VAR. Pannello [1,1]: aspettative di inflazione. Pannello [1,2]: inflazione. Pannello [2,1]: tasso di disoccupazione. Pannello [2,2]: Federal funds rate.

Funzioni di risposta di impulso ad uno shock alle aspettative inflazionistiche.

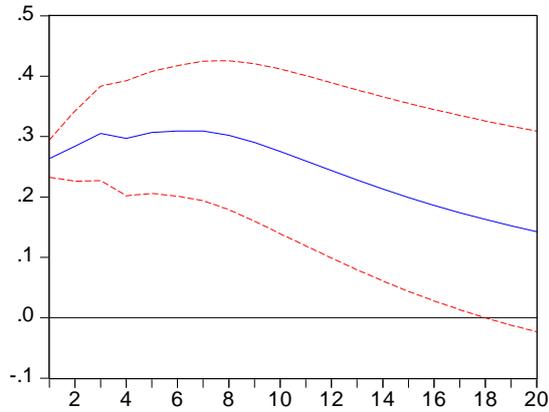
La figura 4 mostra la reazione dinamica delle variabili modellate dal VAR ad uno shock alle aspettative di inflazione USA di ammontare pari ad una deviazione standard di tale shock. Si vede chiaramente come tale shock porti

a reazioni significative dal punto di vista statistico, perlomeno assumendo un intervallo di confidenza standard (95%).

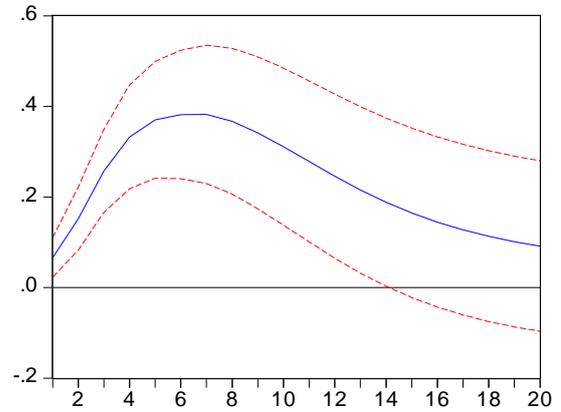
In particolare, uno shock di tale tipo porta ad una reazione statisticamente significativa e persistente delle aspettative di inflazione. Come previsto da qualsiasi modello neo-Keynesiano (cioè da qualsiasi modello moderno di politica monetaria per l'analisi del ciclo economico), tale variazione delle aspettative di inflazione comporta una variazione dell'inflazione realizzata, anch'essa significativa e persistente. Al fine di contrastare gli effetti di tale shock inflazionistico, la banca centrale dovrebbe alzare il costo del denaro in modo da raffreddare il sistema economico al fine di ridurre i prezzi e, quindi, l'inflazione. Questo è esattamente quanto previsto dalle funzioni di risposta d'impulso rappresentate in figura 4, che mostrano come il tasso di interesse nominale reagisca allo shock inflazionistico, implicando però una recessione nel lungo periodo. Interessantemente, la reazione di breve periodo della disoccupazione è invece negativa, un fatto possibilmente spiegato dalla debole reazione del tasso di interesse reale atteso (di fatto, negativo) nel breve periodo.

Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.

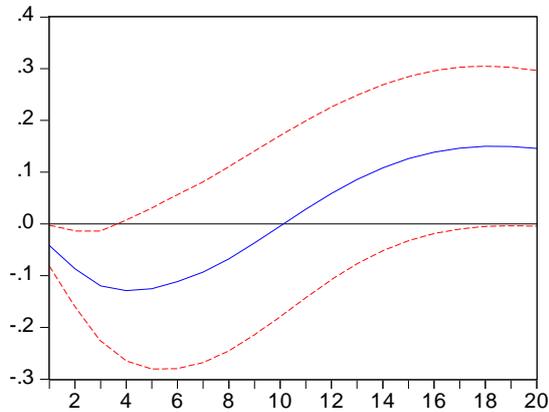
Response of SPF_INFLEXP1YR to SPF_INFLEXP1YR



Response of INFLGDPYR to SPF_INFLEXP1YR



Response of UNRATE to SPF_INFLEXP1YR



Response of FFR to SPF_INFLEXP1YR

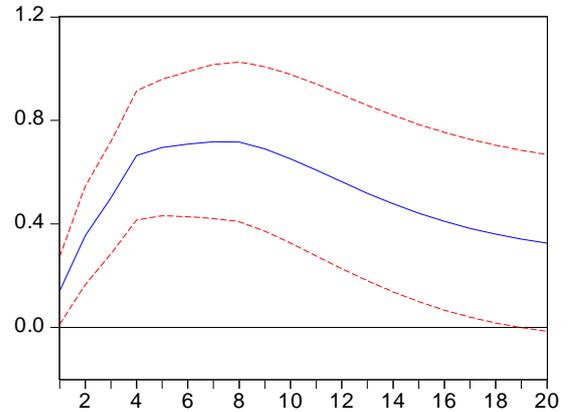


Figura 4. Funzioni di risposta d'impulso ad uno shock alle aspettative di inflazione USA. Shock pari ad una deviazione standard dell'innovazione relativa alle aspettative di inflazione. Pannello [1,1]: reazione delle aspettative di inflazione. Pannello [1,2]: reazione dell'inflazione. Pannello [2,1]: reazione del tasso di disoccupazione. Pannello [2,2]: reazione del federal funds rate.

CONCLUSIONI

Questa tesi ha proposto una sintesi dell'analisi dello strumento VAR effettuata da parte di Stock e Watson (2001) . Lo strumento VAR è utilizzato dai macroeconomisti. I macroeconomisti si pongono quattro obiettivi: i) descrivere e riassumere dati macroeconomici relativi ad una determinata realtà economica; ii) fare previsioni macroeconomiche; iii) quantificare cosa si sa o non si sa circa la struttura macroeconomica; dare suggerimenti a coloro che fanno politica macroeconomica o stabiliscono le linee di condotta macroeconomica (e talvolta diventare essi stessi decisori di politica macroeconomica).

Stock e Watson (2001) discutono come i VAR siano strumenti estremamente validi per i primi due obiettivi, mentre siano strumenti più criticabili (ma senza evidenti alternative meno criticabili) per i successivi due obiettivi. In particolare, l'analisi dell'efficacia di differenti politiche economiche, soggetta alla critica di Lucas, vede i VAR essere strumenti deficitari, e possibilmente da evitarsi in tale contesto. Differentemente, l'analisi delle dinamiche condizionate ad un singolo shock macroeconomico, identificato secondo qualche set di restrizioni sulle relazioni di breve e/o lungo periodo, è comunemente utilizzata, seppure anch'essa criticabile.

La tesi si chiude quindi con una analisi VAR sul ruolo che gli shock alle aspettative di inflazione può avere nello spiegare la dinamica macroeconomica USA. I risultati ottenuti portano a credere che tale shock sia certamente da aggiungersi alla lista di shock candidati a spiegare l'andamento inflazionistico negli Stati Uniti negli ultimi 35 anni.

RIFERIMENTI BIBLOGRAFICI

Bernanke, Ben S. 1986. "Alternative Explorations of the Money-Income Correlation", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 25, pp. 49 – 99.

Blanchard, Olivier J., and Mark W. Watson, 1986, "Are Business Cycles All Alike?" in: The American Business Cycle, R.J. Gordon (editor), Chicago: University of Chicago Press.

Sims, Christopher A, 1980, "Macroeconomics and Reality", *Econometrica*, 48, pp. 1-48.

Sims, Christopher A, 1986, "Are Forecasting Models Usable for Policy Analysis?", *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Winter, pp. 2 – 16.

Stock, Jim, and Mark W. Watson, 2001, Vector Autoregressions, *Journal of Economic Perspectives* , Fall 2001, Vol. 15, No. 4, pp. 101-116.