

Possibili spiegazioni dei movimenti nei prezzi delle abitazioni¹

Di fronte al brusco calo dei mercati azionari mondiali, un quesito rilevante cui i policymakers sono confrontati concerne le prospettive della spesa in consumi². Anche se non è chiara l'esatta correlazione fra variazioni della ricchezza delle famiglie e spesa per consumi, quest'ultima sembra destinata a risentire negativamente dell'ingente calo delle quotazioni azionarie registrato negli ultimi tempi. Tale effetto viene però compensato dalla recente forte ascesa dei prezzi delle abitazioni in diversi paesi. La ricerca accademica ha documentato come la ricchezza immobiliare produca un impatto significativo sul comportamento dei consumatori³. L'evoluzione della spesa in consumi è pertanto in funzione anche della dinamica futura dei prezzi degli alloggi. La prosecuzione del rallentamento economico mondiale dovrebbe presumibilmente frenare l'aumento di tali prezzi. Tuttavia, se è vero che il valore dei portafogli azionari costituisce un'importante determinante della domanda di abitazioni, il mercato degli immobili residenziali potrebbe subire pressioni anche in assenza di un ulteriore cedimento dell'attività economica.

Questo studio monografico analizza la misura in cui le oscillazioni dei prezzi degli alloggi in sei economie avanzate – Stati Uniti, Regno Unito, Canada, Irlanda, Paesi Bassi e Australia – possono essere attribuite a variazioni del reddito nazionale, dei tassi d'interesse e dei prezzi azionari. A tal fine, il comportamento congiunto di queste quattro grandezze viene esaminato nel contesto di un modello empirico semplice, che consente di individuare la reazione tipica dei prezzi delle abitazioni ai movimenti di un ristretto numero di variabili chiave, e di calcolare così in che misura tali prezzi si sono tendenzialmente discostati dai valori prefigurati da quei movimenti.

Dall'analisi emergono conclusioni interessanti. Ad esempio, i risultati empirici indicano che gli shock sul reddito nazionale, sui prezzi delle azioni e sui tassi d'interesse influenzano i prezzi degli alloggi, e che alcuni dei recenti

¹ Le opinioni espresse dall'autore in questo saggio non rispecchiano necessariamente quelle della BRI.

² Greenspan (2002) esamina le incertezze connesse con le prospettive della spesa in consumi negli Stati Uniti a seguito del recente calo dei corsi azionari.

³ Cfr., ad esempio, lo studio di Case et al. (2001).

rincari di questi ultimi possono essere ricondotti alla favorevole evoluzione economica rilevata da tali variabili.

Dati sui prezzi delle abitazioni

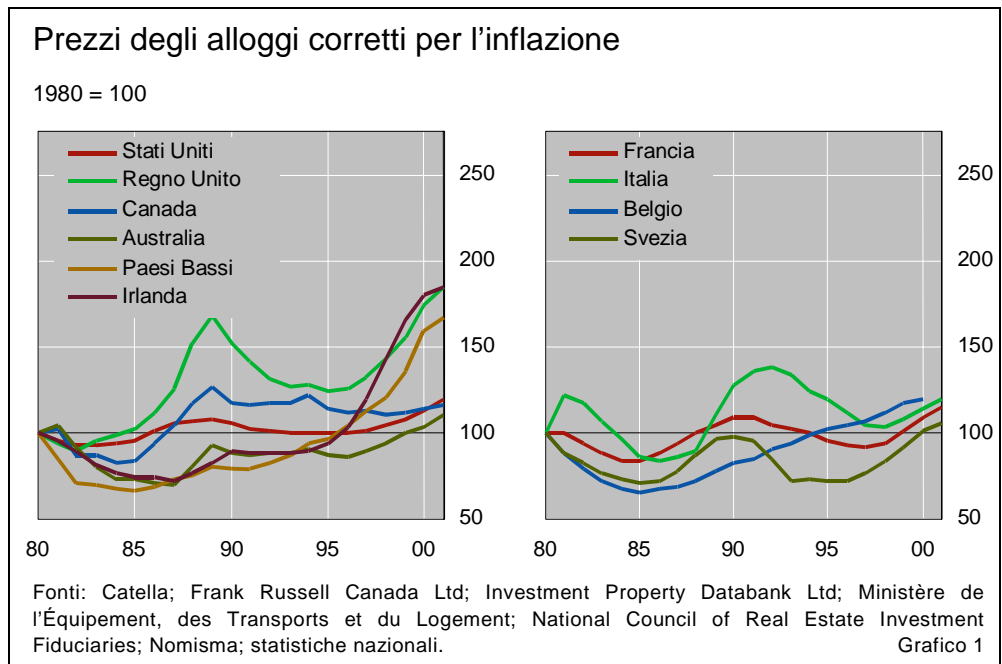
Il presente studio analizza il comportamento dei prezzi delle abitazioni in sei paesi: Stati Uniti, Regno Unito, Canada, Australia, Paesi Bassi e Irlanda. Questi paesi sono stati prescelti grazie alla disponibilità di serie relativamente lunghe di dati trimestrali sui prezzi abitativi⁴.

Le serie, che tentano di cogliere la variazione media dei prezzi degli alloggi esclusi quelli in fase di costruzione, sono riportate nel riquadro di sinistra del grafico 1. Le tendenze generali presentano ampie analogie, sia fra i paesi esaminati sia rispetto a quelle rilevate in altri paesi (grafico 1, riquadro di destra). A partire dalla metà degli anni novanta i prezzi degli alloggi sono aumentati alquanto rapidamente. Negli Stati Uniti, ad esempio, essi sono cresciuti del 21% in termini reali nel periodo 1995–2001. In altri mercati si sono registrati incrementi ancor più consistenti nello stesso periodo: 42% nel Regno Unito, 60% nei Paesi Bassi e 70% in Irlanda. Durante gli anni ottanta si era parimenti assistito a una fase di rapida crescita, mentre il rallentamento economico globale dei primi anni novanta si era accompagnato a un minore apprezzamento del mercato immobiliare⁵.

I dati mostrano un aumento dei prezzi degli alloggi nei sei paesi

Il modello empirico

Questo studio si basa su un modello di autoregressione vettoriale (VAR) di piccole dimensioni, del tipo proposto da Sims nel 1980 (per maggiori dettagli, cfr. il riquadro di pag. 57). Tale modello consente di analizzare gli influssi



⁴ Dagli anni settanta al 1° trimestre 2002.

⁵ Per una trattazione più dettagliata, cfr. BRI (1993, 2002).

dinamici di un ristretto numero di variabili chiave sui prezzi degli immobili residenziali⁶. È presumibile che la domanda di abitazioni, analogamente a quella di altri beni, sia correlata positivamente al reddito e alla ricchezza delle famiglie in termini reali. Di conseguenza, la crescita del reddito nazionale reale e le variazioni nel valore dei portafogli azionari rappresentano due delle variabili chiave dei prezzi degli alloggi considerati nel VAR.

Un'abitazione è un'attività pluriennale che origina servizi di consumo nell'arco di diversi esercizi, e il suo valore implicito coincide con il valore attualizzato del flusso atteso di tali servizi. Il prezzo di un'abitazione dipende pertanto dai tassi d'interesse correnti e attesi impiegati per attualizzare questo flusso. In condizioni di mercato ideali, un tasso d'interesse a lungo termine dovrebbe verosimilmente cogliere gli effetti dell'intero profilo temporale dei tassi di sconto. Tuttavia, i mercati dei capitali sono spesso imperfetti. In particolare, i tassi a breve termine potrebbero riflettere vincoli finanziari ed effetti di cash flow. Di fatto, le ipoteche a tasso variabile sono abbastanza frequenti in diversi paesi considerati⁷.

Secondo la teoria economica i prezzi delle abitazioni, analogamente ad altri prezzi delle attività, reagiscono a nuove informazioni sulle determinanti del valore. Nell'ambito del VAR è possibile calcolare la risposta tipica dei prezzi immobiliari a modifiche imprevedibili, ossia a "sorprese", delle determinanti chiave di tale valore nel corso del tempo (ad esempio, una variazione imprevista del tasso di crescita del reddito nazionale). Nei paragrafi che seguono viene descritta la reazione dei prezzi delle abitazioni a tre shock, rappresentati grosso modo da uno scarto quadratico in valore assoluto: un aumento a sorpresa dell'1% nel tasso di crescita del reddito nazionale, una diminuzione a sorpresa di un punto percentuale nei tassi d'interesse e un incremento del 10% delle quotazioni azionarie.

Le determinanti dei prezzi delle abitazioni

Questa sezione analizza le risposte dei prezzi delle abitazioni ai tre shock sopra menzionati. Prima di passare alla trattazione delle stime, un quesito che naturalmente si pone è se gli influssi cumulativi presentati riproducano effettivamente le risposte dei prezzi delle abitazioni alle determinanti chiave esaminate, o se invece essi rispecchino semplicemente una concomitanza di errori nel campione. Nel tentativo di rispondere a tale quesito sono stati effettuati test statistici formali. I risultati indicano che, prese nel loro insieme, le variabili chiave considerate sono statisticamente significative nel determinare le variazioni nei prezzi degli alloggi⁸. A dire il vero, vi è una sostanziale incertezza riguardo all'esatta dimensione degli influssi. Nondimeno, ogni

⁶ Nel VAR è stata inserita la variazione percentuale trimestrale dei prezzi reali delle abitazioni, anziché il loro livello, poiché è più probabile che i tassi di crescita di tali prezzi oscillino intorno a una media costante.

⁷ Cfr. Borio (1995).

⁸ Questi test, basati sugli esperimenti di Monte-Carlo, vengono trattati in maggior dettaglio nel riquadro di pag. 57.

Il modello coglie gli effetti di reddito, ricchezza azionaria e tassi d'interesse

I test statistici indicano che gli effetti sono significativi

risposta cumulativa presenta il segno teoricamente corretto, è cioè è un'ulteriore riprova della scarsa probabilità che i risultati siano dovuti unicamente al caso.

Sussiste inoltre incertezza in merito al modello appropriato per analizzare queste relazioni dinamiche, dato che il VAR qui impiegato costituisce solo una delle possibili alternative. Oltre a ciò, può essere messa in discussione anche l'adeguatezza delle ipotesi impiegate per la definizione del VAR, inclusa la sequenza delle variabili. Di tutto ciò si tratterà in maniera più dettagliata nel riquadro di pag. 57.

Shock sulla crescita del PNL

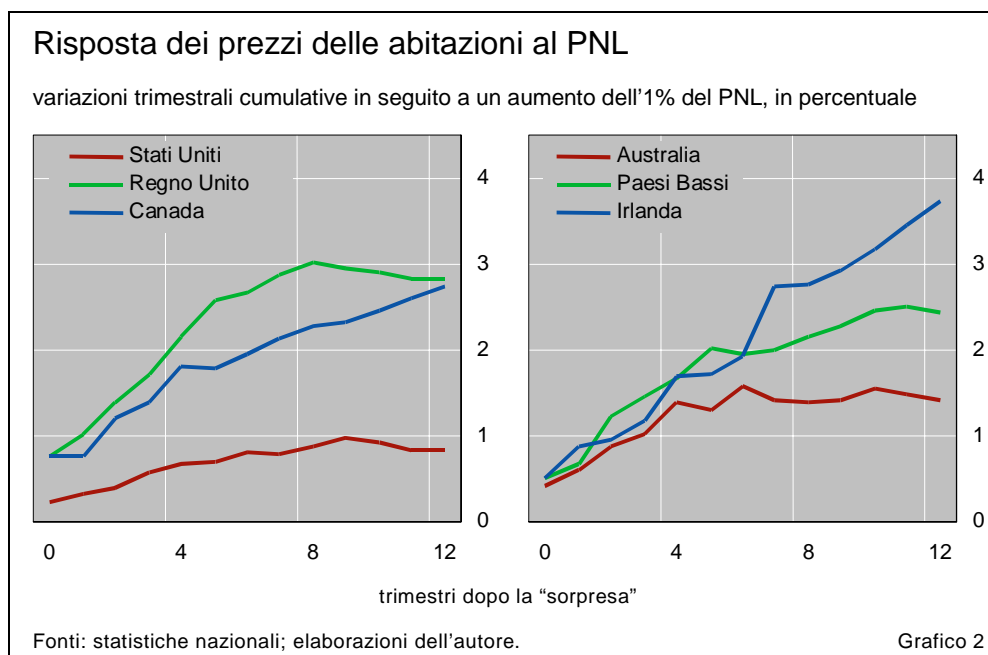
Ci si può attendere che incrementi nel tasso di crescita del reddito nazionale conducano nel tempo a rincari dei prezzi delle abitazioni, e questa ipotesi è coerente con i dati (grafico 2). Vi è un'ampia analogia nelle risposte calcolate per i vari paesi. Stime puntuali indicano che gli aumenti nella crescita del PNL producono un influsso positivo durevole sui prezzi immobiliari, pur accompagnandosi anche a un contestuale aumento dei tassi d'interesse reali. Un incremento dell'1% del saggio di crescita del PNL si associa a un rincaro dei prezzi reali degli alloggi nell'ordine dell'1-4% dopo tre anni. L'effetto stimato risulta il più alto in Irlanda. Ciò è dovuto in parte all'elevato grado di persistenza degli shock sul reddito nazionale del paese. Nell'arco del periodo campione, un aumento inatteso del tasso di crescita del PNL irlandese si è accompagnato a una maggiore crescita del prodotto nel corso degli anni successivi.

Aumenti del reddito nazionale determinano rincari dei prezzi degli alloggi ...

Shock sui tassi d'interesse reali

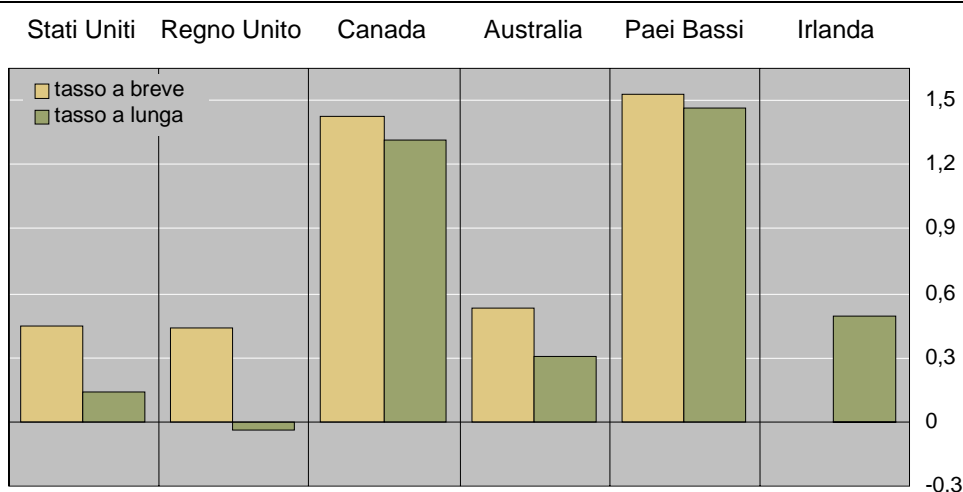
Le stime puntuali indicano altresì che una flessione dei tassi d'interesse reali determina nel tempo un aumento dei prezzi abitativi (grafico 3). Ciò vale sia che il modello consideri tassi d'interesse a lunga sia a breve in termini reali. Un decremento di 100 punti base nel tasso d'interesse reale a breve provoca un

... così come le diminuzioni dei tassi d'interesse



Risposta dei prezzi delle abitazioni ai tassi d'interesse

variazione percentuale cumulativa dopo quattro trimestri prodotta da una diminuzione di un punto percentuale dei tassi d'interesse¹



¹ Calcolata per tassi d'interesse reali sia a breve sia a lungo termine (per l'Irlanda, solo tassi a lunga).

Fonti: statistiche nazionali; elaborazioni dell'autore.

Grafico 3

aumento dei prezzi compreso tra $\frac{1}{2}$ e $1\frac{1}{2}$ punti percentuali nell'arco di quattro trimestri. Tutti i paesi considerati evidenziano una minore reazione dei prezzi alle diminuzioni dei tassi a lungo termine. Come accennato precedentemente, il diverso impatto dei tassi a lunga e a breve potrebbe essere riconducibile alle imperfezioni dei mercati dei capitali.

Variazioni dei corsi azionari

Per tutti i paesi il modello stimato mette in luce l'esistenza di una correlazione positiva fra le variazioni dei corsi azionari e quelle dei prezzi immobiliari (grafico 4). Stime puntuali indicano che nei tre anni successivi a una crescita del 10% delle quotazioni azionarie, i prezzi degli alloggi di Stati Uniti, Canada e Irlanda aumentano dell'1% circa. In Australia e nei Paesi Bassi questa percentuale si attesta intorno al 2%, mentre nel Regno Unito l'effetto è molto più pronunciato (l'aumento dopo tre anni è pari in media al 5%).

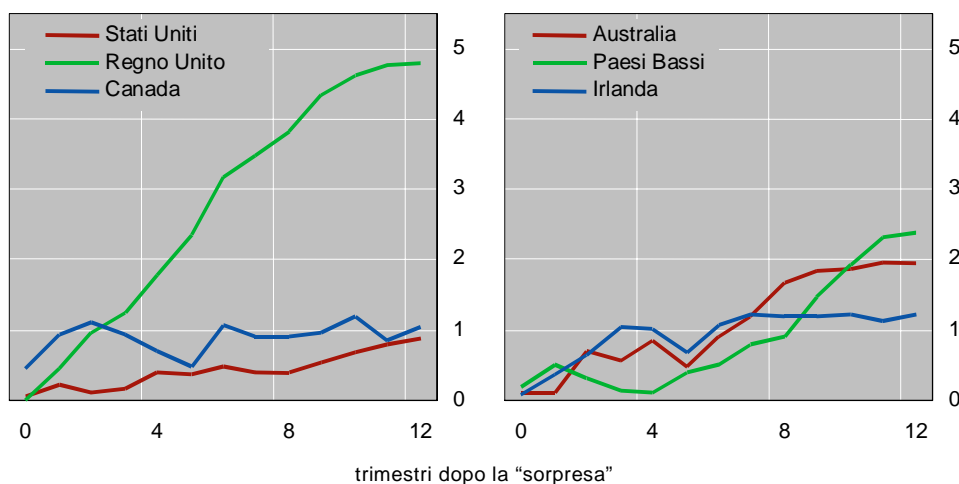
La risposta positiva dei prezzi delle abitazioni ai movimenti dei corsi azionari potrebbe rispecchiare la tendenza di questi ultimi ad anticipare la crescita del reddito nazionale. Le stime convalidano in certa misura questo assunto. Nel Regno Unito un aumento del 10% nei prezzi azionari si associa tipicamente a una crescita dello 0,7% del reddito nazionale nel corso del triennio successivo. In Australia tale percentuale è pari allo 0,3% circa. In generale, tuttavia, l'entità delle variazioni del reddito in risposta ai movimenti dei corsi azionari non è tale da spiegare pienamente l'effetto di questi corsi sui prezzi degli immobili residenziali. Tenendo anche conto che nella maggior parte dei paesi considerati il possesso di titoli azionari presso le famiglie è fenomeno alquanto diffuso, tale conclusione indica che probabilmente la correlazione positiva rispecchia altresì l'effetto "ricchezza azionaria" sulla domanda di abitazioni.

I corsi azionari sembrano avere un notevole effetto nel Regno Unito e in Canada ...

... poiché essi anticipano la crescita del reddito

Risposta dei prezzi delle abitazioni ai corsi azionari

variazioni trimestrali cumulative in seguito a un aumento del 10% nei corsi azionari, in percentuale



Fonti: statistiche nazionali; elaborazioni dell'autore.

Grafico 4

È forse sorprendente che le oscillazioni dei corsi azionari si ripercuotono sui prezzi delle abitazioni USA in misura minore di quanto osservato in altri paesi, dato che i portafogli azionari sono relativamente diffusi presso il settore famiglie degli Stati Uniti. Vi sono almeno due possibili spiegazioni di tale fenomeno. La prima confermerebbe l'opinione secondo cui le famiglie statunitensi avrebbero considerato temporanei i loro ingenti guadagni di borsa. In tal caso, le plusvalenze realizzate non si sarebbero necessariamente tradotte nella percezione di un sostanziale aumento di ricchezza⁹. Restano oscuri i motivi per cui tali guadagni non siano stati ritenuti permanenti. La seconda spiegazione risiederebbe nel fatto che gli investimenti in titoli azionari negli Stati Uniti potrebbero rappresentare un sostituto delle attività immobiliari. L'estesa proprietà delle case di abitazione, nonché un passato di apprezzamenti del valore degli immobili residenziali e di elevati indici di rotazione nella titolarità di alloggi, sembrano aver reso le attività immobiliari negli USA un investimento più attraente rispetto ad altri paesi. In particolare, nei periodi di ampi afflussi di capitali sui mercati azionari è possibile riscontrare un calo della domanda di investimenti in abitazioni; ciò determina un minore apprezzamento degli indici immobiliari in presenza di una crescita relativamente sostenuta delle quotazioni di borsa.

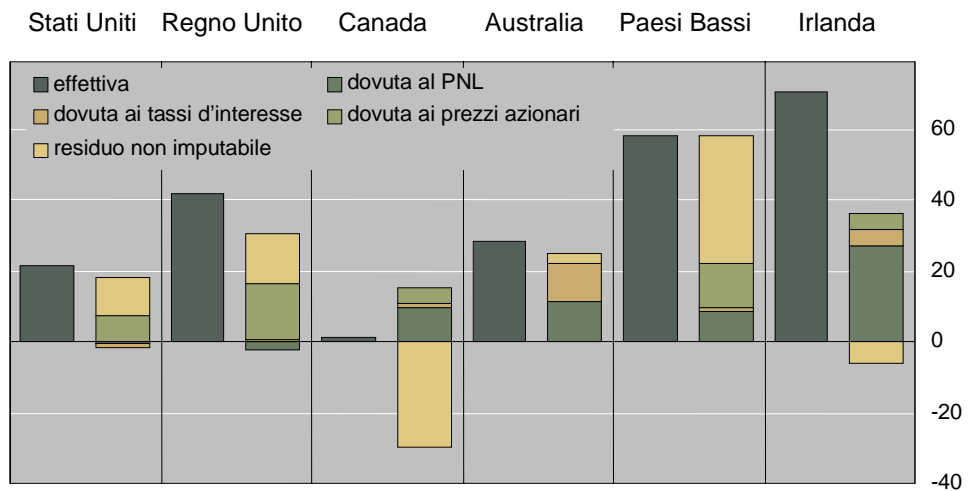
Quali shock rilevano maggiormente?

Oltre a individuare la risposta tipica dei prezzi delle abitazioni a un particolare shock, il modello adottato può essere utile a chiarire l'importanza relativa di ciascuna perturbazione nel determinare i movimenti dei prezzi immobiliari durante il periodo considerato dall'indagine.

⁹ A sostegno di tale ipotesi, Lettau e Ludvigson (2002) non riscontrano che l'aumento dei prezzi azionari USA registrato nel decennio precedente abbia prodotto un impatto significativo sui consumi statunitensi.

Dinamica dei prezzi delle abitazioni

crescita percentuale cumulativa nel periodo 1° trim. 1995 – 1° trim. 2002



Nota: per ogni paese la prima barra mostra la crescita dei prezzi delle abitazioni nel periodo e include la componente che può essere imputabile alle dinamiche degli shock fino a tutto il 4° trimestre 1994, mentre la seconda barra scompone la parte della variazione effettiva dei prezzi che non è imputabile a queste dinamiche. Le componenti rappresentano il contributo degli shock sulla crescita del PNL, sui tassi d'interesse e sui corsi azionari a partire dal 1° trimestre 1995.

Fonti: statistiche nazionali; elaborazioni dell'autore.

Grafico 5

Sorprendente importanza dei prezzi azionari

Le stime puntuali indicano che l'importanza relativa dei diversi shock varia da paese a paese, e questo forse non è un aspetto sorprendente. Un risultato comune è invece il contributo fornito dalle oscillazioni dei corsi azionari ai prezzi delle abitazioni. Nella maggior parte dei casi, le variazioni dei corsi azionari sembrano rivestire per i prezzi delle abitazioni la stessa importanza dei movimenti del PNL e dei tassi d'interesse. Ad esempio, per Stati Uniti, Canada e Australia ognuno di tali shock spiega fra il 7 e il 15% della varianza nella crescita dei prezzi immobiliari su un orizzonte triennale. Le quotazioni azionarie svolgono un ruolo molto maggiore nel Regno Unito, dove questa percentuale sale al 35%, contro il 20% circa delle oscillazioni del PNL.

Apprezzamento effettivo e "spiegato" dei prezzi delle abitazioni

Il modello di autoregressione vettoriale può essere impiegato anche per scomporre l'apprezzamento effettivo del valore delle abitazioni in un dato periodo in tre parti: quella attribuibile alle informazioni disponibili a inizio periodo in base all'effetto ritardato degli shock precedenti; quella attribuibile alle nuove informazioni sulle determinanti fondamentali comprese nel VAR; gli aumenti di prezzo non correlati a queste determinanti.

In cinque paesi i prezzi immobiliari sono inaspettatamente saliti ...

I risultati di questa scomposizione per il periodo compreso fra il 1° trimestre 1995 e il 1° trimestre 2002 sono riportati nel grafico 5. Nell'arco di tempo considerato, i prezzi degli immobili residenziali sono in genere cresciuti più di quanto ci si sarebbe potuto attendere a inizio periodo unicamente in base all'effetto ritardato dei precedenti shock nel sistema. La sola eccezione è rappresentata dal Canada, dove gli indici immobiliari sono rimasti sostanzialmente invariati nel periodo, benché il modello prevedesse un aumento del

valore delle abitazioni pari al 15%. La dinamica dei prezzi per questo paese è tanto più sorprendente se si considerano gli andamenti del reddito nazionale, dei tassi d'interesse e dei corsi azionari. Il modello associa le sorprese favorevoli di queste variabili con prezzi abitativi più alti di quelli conseguibili in assenza di tali shock. Secondo questa analisi, nell'arco del periodo la performance del mercato immobiliare in Canada risulta inferiore nella misura del 30%.

In ogni altro paese gli aumenti dei prezzi immobiliari nei sette anni considerati sono stati superiori a quelli attesi sulla base delle informazioni disponibili all'inizio del 1995. Nel caso dell'Irlanda, la migliore performance può essere ascritta alle sorprese positive concernenti il reddito nazionale. Per quanto riguarda invece Stati Uniti, Regno Unito e Paesi Bassi, gli inattesi rialzi dei mercati azionari rappresentano le sorprese più importanti alla base dell'imprevisto rincaro degli alloggi. Nondimeno, la progressione complessiva dei prezzi è maggiore di quanto previsto unicamente in base alle nuove informazioni sulle tre determinanti chiave considerate.

... e in tre casi ciò è dovuto ai rialzi dei corsi azionari

Conclusioni

Questo studio ha analizzato in che misura le fluttuazioni dei prezzi degli alloggi in sei economie avanzate – Stati Uniti, Regno Unito, Canada, Irlanda, Paesi Bassi e Australia – possono essere attribuite a oscillazioni del reddito nazionale, dei tassi d'interesse e dei corsi azionari. La principale risultanza empirica è che la favorevole evoluzione economica espressa da queste variabili avrebbe svolto un ruolo importante nei recenti aumenti dei prezzi immobiliari, anche se in alcuni casi tali aumenti sembrano essere stati superiori a quanto giustificato dall'insieme delle variabili chiave considerate. Le prospettive del mercato degli immobili residenziali appaiono più incerte. Secondo le ipotesi alla base del modello qui impiegato, il recente calo delle valutazioni azionarie potrebbe preannunciare una qualche pressione al ribasso sui prezzi degli alloggi, anche se non è possibile stabilirne con precisione l'entità.

Riferimenti bibliografici

Banca dei Regolamenti Internazionali (1993): "I prezzi delle attività e la gestione delle situazioni di dissesto finanziario", *63^a Relazione annuale*, Basilea, pagg. 165–93.

Banca dei Regolamenti Internazionali (2002): "L'interazione fra il settore finanziario e l'economia reale", *72^a Relazione annuale*, Basilea, pagg. 130–50.

Borio, C. (1995): "The structure of credit to the non-government sector and the transmission mechanism of monetary policy: a cross-country comparison", in *Financial structure and the monetary policy transmission mechanism*, Banca dei Regolamenti Internazionali (ed.), Basilea, pagg. 59–105.

Case, K.E., J.M. Quigley e R.J. Shiller (2001): "Comparing wealth effects: the stock market versus the housing market", *NBER Working Paper*, n. 8606.

Greenspan, A. (2002): "Semi-annual policy report to the US Congress", audizione davanti al Comitato sui servizi finanziari presso la Camera dei Rappresentanti degli Stati Uniti, 17 luglio.

Lettau, M. e S. Ludvigson (2002): "Consumption, aggregate wealth and expected stock returns", *Journal of Finance*, vol. 56, pagg. 815–49.

Sims, C.A. (1980): "Macroeconomics and reality", *Econometrica*, vol. 48, pagg. 1–47.

Il modello di autoregressione vettoriale

Lo schema di base per l'analisi del comportamento congiunto di prezzi delle abitazioni, reddito nazionale, tassi d'interesse e corsi azionari adottato in questo saggio è un modello di autoregressione vettoriale (VAR) del tipo di quello proposto da Sims (1980). Tale approccio presenta due vantaggi principali: esso ipotizza che tutte le variabili siano determinate in maniera endogena e che i vincoli posti al loro andamento dinamico non siano troppo restrittivi. Le variabili considerate nel VAR sono il tasso trimestrale di crescita del reddito nazionale reale^①, il tasso d'interesse reale^②, i tassi trimestrali di crescita dei corsi azionari reali^③ e dei prezzi reali delle abitazioni^④. In un VAR senza restrizioni, ogni variabile del sistema viene regredita per un dato numero di lags di se stessa e di ognuna delle altre variabili previste nel modello. Poiché a seconda della dimensione del campione ciò può condurre a un alto numero di parametri stimati, è talvolta utile introdurre lievi restrizioni ai parametri del modello VAR. Nel caso in esame, ciò è stato fatto ipotizzando che il tasso di crescita dei corsi azionari reali non sia prevedibile sulla base delle altre variabili del sistema.

Più in particolare, il modello VAR stimato consta delle seguenti quattro equazioni:

$$\begin{aligned}
 1) \quad & \Delta y_t = c_1 + \sum_{i=1}^8 \alpha_{1,i} \Delta y_{t-1} + \sum_{i=9}^{16} \alpha_{1,i} r_{t-1} + \sum_{i=17}^{24} \alpha_{1,i} \Delta s_{t-1} + \sum_{i=25}^{32} \alpha_{1,i} \Delta p_{t-1} + u_{1t} \\
 2) \quad & r_t = c_2 + \sum_{i=1}^8 \alpha_{2,i} \Delta y_{t-1} + \sum_{i=9}^{16} \alpha_{2,i} r_{t-1} + \sum_{i=17}^{24} \alpha_{2,i} \Delta s_{t-1} + \sum_{i=25}^{32} \alpha_{2,i} \Delta p_{t-1} + u_{2t} \\
 3) \quad & \Delta s_t = c_3 + u_{3t} \\
 4) \quad & \Delta p_t = c_4 + \sum_{i=1}^8 \alpha_{4,i} \Delta y_{t-1} + \sum_{i=9}^{16} \alpha_{4,i} r_{t-1} + \sum_{i=17}^{24} \alpha_{4,i} \Delta s_{t-1} + \sum_{i=25}^{32} \alpha_{4,i} \Delta p_{t-1} + u_{4t}
 \end{aligned}$$

dove Δy_t è il tasso di crescita del reddito nazionale reale fra il trimestre $t-1$ e t , r_t è il tasso d'interesse reale, Δs_t è il tasso di crescita dei corsi azionari reali, Δp_t quello dei prezzi reali delle abitazioni e u il residuo della forma ridotta del sistema. Nella 3), eccezion fatta per la costante, tutti gli altri coefficienti sono posti uguali a zero. Ciò riflette l'ipotesi secondo cui nell'orizzonte trimestrale i rendimenti azionari non sono prevedibili sulla base delle variabili incluse nel modello.

Con i coefficienti stimati di un modello VAR si può calcolare la risposta dinamica di una variabile endogena a mutamenti o "sorprese", ossia variazioni imprevedibili, nelle altre variabili. Queste cosiddette "funzioni di risposta d'impulso" sono utili per meglio comprendere le interazioni fra le principali variabili. Nel presente contesto rilevano in maniera particolare le risposte dinamiche dei prezzi degli alloggi alle variazioni dei tassi di crescita del reddito nazionale reale, del livello dei tassi d'interesse reali e del tasso di crescita dei corsi azionari reali.

Le equazioni 1)–4) sono stimate mediante il tradizionale sistema dei minimi quadrati con dati per ogni paese^⑤, e le funzioni di risposta d'impulso sono derivate dai parametri stimati. Tuttavia,

^① Il reddito nazionale è definito dal prodotto nazionale lordo. Per convertire le variabili nominali in quantità reali viene usato l'indice dei prezzi al consumo. ^② Il tasso d'interesse reale a lungo termine è pari al rendimento decennale dei titoli di Stato meno la variazione percentuale dell'indice dei prezzi al consumo registrata nei quattro trimestri precedenti; il tasso reale a breve è dato dal tasso interbancario a tre mesi meno la variazione percentuale dell'indice dei prezzi al consumo registrata nei quattro trimestri precedenti. ^③ Per Australia, Paesi Bassi e Irlanda, i corsi azionari sono dati dagli indici ampi di mercato forniti da Datastream. Per USA, Regno Unito e Canada sono stati usati rispettivamente S&P 500, FTSE 100 e TSE 300. ^④ Si ipotizza che il tasso d'interesse reale sia stazionario; tuttavia, per ottenere la stazionarietà occorre differenziare i logaritmi del reddito nazionale e dei corsi azionari in termini reali. ^⑤ Il periodo campione per USA, Regno Unito e Canada è 2° trim. 1973–1° trim. 2002; per Australia e Irlanda è 2° trim. 1975–1° trim. 2002; per i Paesi Bassi è 2° trim. 1977–1° trim. 2002.

una difficoltà che emerge nell'analizzare le proprietà dinamiche dei sistemi come le equazioni 1)–4) è il rischio di una correlazione contemporanea tra i residui u . Non ha molto senso analizzare le risposte di un sistema a uno shock di un singolo errore del modello in forma ridotta se storicamente quel termine di disturbo ha avuto la tendenza a muoversi in sintonia con un altro errore del modello in forma ridotta. Per questo motivo le funzioni di risposta d'impulso non sono state calcolate sui residui della forma ridotta ma, seguendo Sims (1980), su una loro rappresentazione triangolare:

- 5) $u_{1t} = \varepsilon_{1t}$
- 6) $u_{2t} = \gamma_{2,1}\varepsilon_{1t} + \varepsilon_{2t}$
- 7) $u_{3t} = \gamma_{3,1}\varepsilon_{1t} + \gamma_{3,2}\varepsilon_{2t} + \varepsilon_{3t}$
- 8) $u_{4t} = \gamma_{4,1}\varepsilon_{1t} + \gamma_{4,2}\varepsilon_{2t} + \gamma_{4,3}\varepsilon_{3t} + \varepsilon_{4t}$

dove le ε sono variabili random non correlate tra loro e con varianza uno. Le funzioni di risposta d'impulso sono calcolate per tre shock: un aumento inatteso dell'1% nel reddito nazionale ($\varepsilon_{1t} = 1$), un aumento inatteso di un punto percentuale nei tassi d'interesse reali ($\varepsilon_{2t} = 1$) e un aumento del 10% dei corsi azionari ($\varepsilon_{3t} = 10$).

La sequenza delle variabili ($\Delta y_t, r_t, \Delta s_t, \Delta p_t$) rispecchia possibili influssi concomitanti. Il tasso di crescita del reddito nazionale reale è la prima variabile in sequenza poiché si ipotizza che le variazioni nel tasso di crescita del PNL incidano sulle altre variabili del modello nello stesso trimestre. Il tasso d'interesse reale occupa il secondo posto poiché nello stesso trimestre le sue variazioni sono destinate a influenzare i corsi azionari e i prezzi delle abitazioni, ma non il PNL. I prezzi delle abitazioni sono in ultima posizione poiché viene ipotizzato che le loro variazioni non producono effetti sulle altre variabili nello stesso trimestre.

I risultati empirici dipendono naturalmente dalla forma prescelta del modello, che comprende i criteri presuntivi per l'identificazione incorporati nella sequenza delle variabili. Tuttavia, se si utilizza la triangolarizzazione dei residui della forma ridotta, vi è motivo di ritenere che la sequenza prescelta produca conseguenze solo marginali sui risultati empirici, in quanto per la maggior parte dei paesi la correlazione fra i residui delle equazioni dei corsi azionari e dei tassi d'interesse della forma ridotta è sostanzialmente pari a zero, cosicché i risultati non muterebbero significativamente invertendo l'ordine delle due variabili. Le correlazioni fra l'errore nell'equazione dei prezzi degli alloggi e quello nelle equazioni dei corsi azionari e dei tassi d'interesse della forma ridotta sono parimenti basse, e ciò indica che l'eventuale spostamento della variabile prezzi delle abitazioni in una delle posizioni precedenti non produrrebbe un effetto significativo sui risultati. Non è tuttavia escluso che un modello VAR definito in base ad altre ipotesi conduca a risultati empirici differenti.

La stima di un modello VAR può essere impiegata anche per valutare analiticamente la significatività statistica dei risultati. In particolare, gli intervalli di confidenza per le funzioni di risposta d'impulso possono essere calcolati impiegando esperimenti di Monte-Carlo. Nel caso in esame, ciò è stato effettuato estraendo errori casuali da una distribuzione normale e stimando poi le funzioni di risposta d'impulso dai dati simulati per le quattro variabili del modello. I risultati di questo calcolo indicano che, per ogni paese, la risposta dei prezzi delle abitazioni agli shock sul PNL è diversa da zero a un livello di confidenza del 10%. Peraltro, con poche eccezioni, tale test non conduce a respingere l'ipotesi nulla secondo cui le risposte cumulative stimate agli shock sui tassi d'interesse e sui corsi azionari sarebbero di fatto pari a zero.