

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI SCIENZE STATISTICHE

CORSO DI LAUREA IN
STATISTICA, ECONOMIA E FINANZA



TESI DI LAUREA:

“Il ruolo del mercato immobiliare nel ciclo economico: relazione tra tasso di interesse e numero di nuove case prodotte negli Usa”

Relatore: Dott. Efrem Castelnuovo

Laureanda: Giulia Biscaro

Matricola: 553321-SEF

Anno Accademico 2008/2009

INDICE

INTRODUZIONE.....	5
DATI.....	7
ANALISI PRELIMINARI.....	9
MODELLO 1 (campione intero)	17
- PRIMO SOTTOCAMPIONE (1959:02 – 1968:04).....	23
- SECONDO SOTTOCAMPIONE (1968:05 – 1984:03).....	25
- TERZO SOTTOCAMPIONE (1984:04 – 2001:01).....	27
- QUARTO SOTTOCAMPIONE (2001:02 – 2008:06).....	29
COMMENTI SUI 4 SOTTOCAMPIONI.....	31
MODELLO 2 (campione intero)	33
- PRIMO SOTTOCAMPIONE (1959:02 – 1968:04)	39
- SECONDO SOTTOCAMPIONE (1968:05 – 1984:03).....	41
- TERZO SOTTOCAMPIONE (1984:04 – 2001:01).....	43
- QUARTO SOTTOCAMPIONE (2001:02 – 2008:06).....	45
COMMENTI	47
VERIFICA DI ROBUSTEZZA	49
CONCLUSIONI.....	61
BIBLIOGRAFIA.....	63
RINGRAZIAMENTI	65

INTRODUZIONE

La recente crisi finanziaria si spiega in gran parte con la grande disponibilità di credito a disposizione di chiunque, spingendo sia le classi medie, i cui salari sono piuttosto bassi, sia le classi agiate, desiderose di crearsi un portafoglio, ad indebitarsi per finanziare l'acquisto della casa e causando una crescita del valore dei patrimoni e della produzione. Per rendere tollerabile questo indebitamento, a partire dal 2001 e fino al 2004, la Federal Reserve, banca centrale americana che regola il sistema bancario e vigila sul funzionamento del sistema, mantenne un tasso di interesse sul denaro a breve termine decisamente più basso rispetto ai valori registrati fino a quel momento. Questa politica monetaria espansiva scatenò un vero e proprio boom nella domanda di case. Come ovvia conseguenza il prezzo delle stesse cominciò ad impennarsi vertiginosamente, poiché per quanto si ampliasse l'offerta, con nuove costruzioni, questa non riusciva a reggere, neppure lontanamente, il ritmo della domanda.

A partire dal giugno 2004 la Federal Reserve cambiò atteggiamento, mettendo in pratica una politica monetaria meno espansiva e alzando i tassi di interesse. Il costo del denaro a breve termine cominciò dunque a salire. Come conseguenza le famiglie americane più povere e più indebitate, alle quali erano stati proposti nuovi prestiti immobiliari (i cosiddetti "subprime"), si sono trovate nell'impossibilità di pagare le scadenze di questi prestiti. Ciò determinò uno shock fortissimo per il mercato immobiliare, con il conseguente calo nel prezzo delle case.

Lo scopo di questo mio elaborato è analizzare la relazione tra il tasso di interesse, gestito dalla Federal Reserve, e il numero di nuove case prodotte. Cercherò di spiegare il boom nel mercato delle case: perché si costruisce e si vende così tanto? Ciò è dovuto solo alla troppo facile politica monetaria attuata dalla Banca Centrale Americana?

Con questa mia tesi analizzo un modello che cerca di dare una spiegazione al numero di nuove case prodotte, e quello che ne risulta è che sia il tasso di interesse nominale a breve sia il tasso di lungo periodo, gestiti dalla Fed, contribuiscono in maniera significativa a spiegare la variabile dipendente (numero di nuove case prodotte).

DATI

L'area geografica di interesse per le analisi effettuate in questo elaborato è circoscritta agli Stati Uniti d'America. Il periodo considerato va da febbraio 1959 a giugno 2008.

Nelle regressioni sono stati utilizzati dati a cadenza mensile provenienti dalle seguenti serie storiche (per ciascuna serie di dati verrà riportato il titolo, la fonte, la frequenza ed il range temporale):

- **HOUST** (numero di nuove case prodotte)

TITOLO: Housing Starts: Total: New Privately Owned Housing Units Started

SERIE ID: HOUST

FONTE: U.S. Department of Commerce: Census Bureau

FREQUENZA: mensile

RANGE: dal 01/01/1956 al 01/03/2009

- **CPIAUCSL** (livello dei prezzi p)

TITOLO: Consumer Price Index for All Urban Consumers: All Items

SERIE ID: CPIAUCSL

FONTE: U.S. Department of Labor: Bureau of Labor Statistics

FREQUENZA: mensile

RANGE: dal 01/01/1947 al 01/03/2009

- **FFR** (tasso di interesse a breve gestito dalla Fed)

TITOLO: Effective Federal Funds Rate

SERIE ID: FFR

FONTE: Board of Governors of the Federal Reserve System

FREQUENZA: giornaliera

RANGE: dal 01/07/1954 al 24/04/2009

- **GS10** (tasso di interesse a lungo termine su titoli a 10 anni)

TITOLO: 10-Year Treasury Constant Maturity Rate

SERIE ID: GS10

FONTE: Board of Governors of the Federal Reserve System

FREQUENZA: mensile

RANGE: dal 01/04/1953 al 01/04/2009

- **INDPRO** (indice della produzione industriale reale)

TITOLO: Industrial Production Index

SERIE ID: INDPRO

FONTE: Board of Governors of the Federal Reserve System

FREQUENZA: mensile

RANGE: dal 01/01/1919 al 01/03/2009

Sono state effettuate opportune trasformazioni per ottenere un range temporale omogeneo a livello mensile. Inoltre, per poter lavorare con serie più stazionarie, al posto dei valori reali di CPIAUCSL e INDPRO ho considerato i rispettivi tassi di crescita, calcolati come:

$$1200 * \frac{x(t)-x(t-1)}{x(t-1)}$$

Per la serie HOUST è stata utilizzata la seguente trasformazione: $100 * \log(\text{HOUST})$.

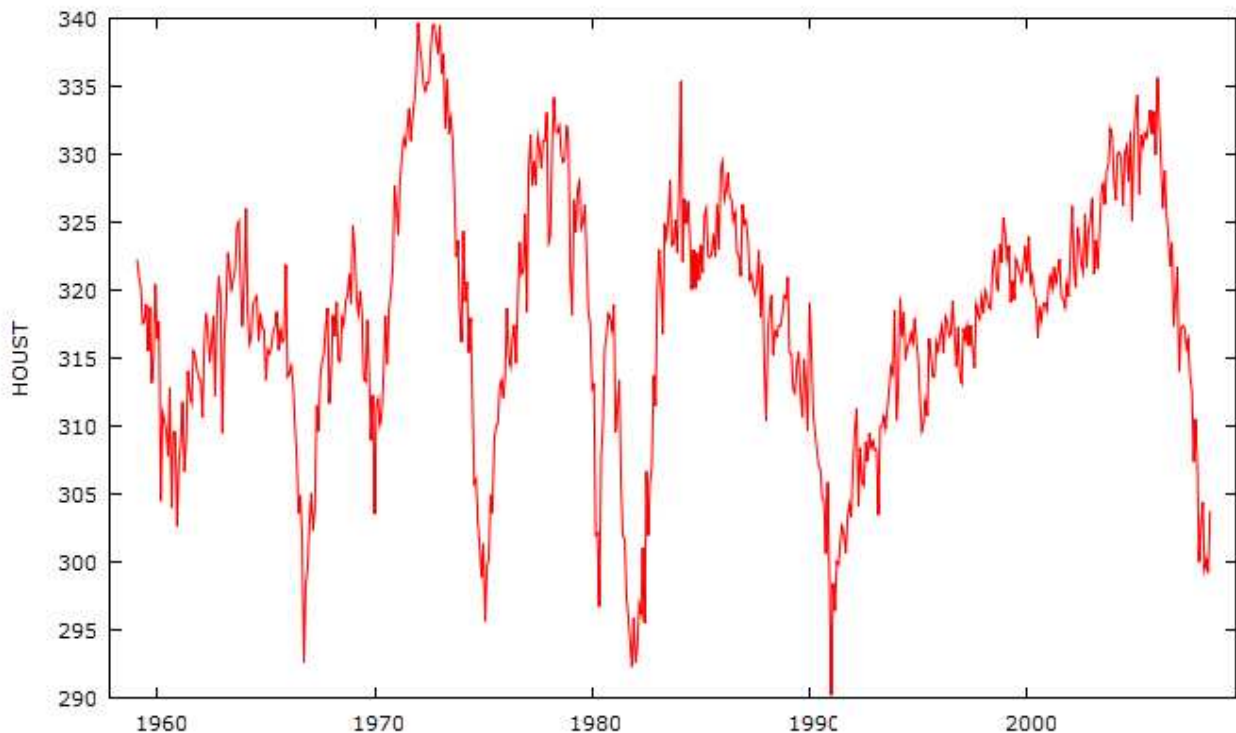
Ho cioè applicato alla serie originale il logaritmo per percentualizzare.

Nelle regressioni ho scelto di utilizzare serie ritardate di quattro periodi, sufficienti a catturare la dinamica che si realizza nell'arco di un anno.

ANALISI PRELIMINARI

Inizialmente ho proceduto con un'analisi grafica delle variabili, mostrando il loro andamento su di una serie storica e riportando le principali statistiche descrittive.

GRAFICO DELLA SERIE STORICA PER LA VARIABILE HOUST (in logaritmi)



Dal grafico si può notare che non ci sono particolari tipi di stagionalità, cioè la serie non tende ad assumere valori simili negli stessi periodi di anni diversi. L'andamento della variabile HOUST (numero di nuove case prodotte) è abbastanza variabile nel tempo. Si alternano periodi di trend crescente a periodi di trend decrescente. Da notare è la diminuzione del numero di nuove abitazioni prodotte negli anni 1980-1982. Nell'ottobre 1979 viene eletto presidente della Federal Reserve Paul Volcker. Il nuovo governatore della Banca Centrale Americana, di fronte ad un'inflazione ormai conclamata, adotta una politica monetaria restrittiva; ciò porta dunque ad un rapido aumento dei tassi di interesse e alla conseguente riduzione della richiesta di case. Invece a partire da metà degli anni '90 e fino al 2005 la richiesta di abitazioni è in forte aumento; questo aumento si spiega in

gran parte con la riduzione dei tassi di interesse da parte della Fed. A questo trend crescente segue, a partire dal 2006, una fase decrescente causata da una politica monetaria restrittiva.

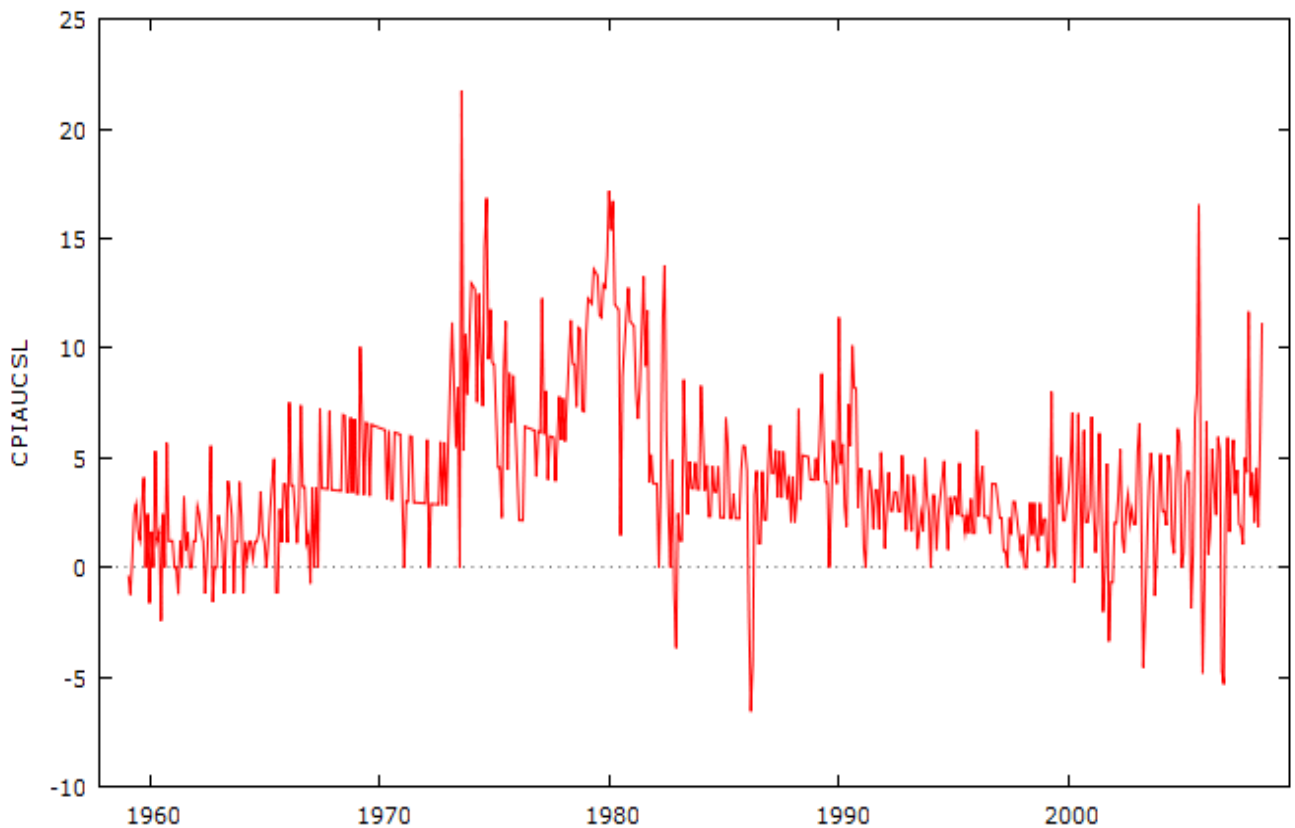
Statistiche descrittive, usando le osservazioni 1959:02 - 2008:06
per la variabile HOUST (593 osservazioni valide)

<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>
317,822	318,298	290,200	339,690
<i>Dev. Std.</i>	<i>Coeff. di variazione</i>	<i>Asimmetria</i>	<i>Curtosi</i>
9,29992	0,0292614	-0,266091	0,0173273

Queste statistiche descrittive sono da interpretare come segue:

- **MEDIA:** è quel valore che corrisponde alla somma di tutti i valori diviso il numero dei valori stessi
- **MEDIANA:** è il numero che corrisponde al centro dei valori osservati se questi sono dispari, se invece sono pari è la media tra i due valori centrali
- **MINIMO / MASSIMO:** è il valore minimo / massimo della serie di dati
- **DEVIAZIONE STANDARD (o scarto quadratico medio):** è un indice di dispersione che deriva direttamente dalla varianza, che ha la stessa unità di misura dei valori osservati. Essa misura la dispersione dei dati intorno al valore stesso
- **ASIMMETRIA:** indica la mancanza di simmetria di una distribuzione di frequenza. Un valore positivo indica una distribuzione in cui i valori sono raggruppati nel range dei valori bassi con una lunga coda che si estende verso i valori maggiori
- **CURTOSI:** è un allontanamento dalla normalità distributiva. Misura il grado di appiattimento di una distribuzione.

GRAFICO DELLA SERIE STORICA PER LA VARIABILE CPIAUCSL (inflazione)



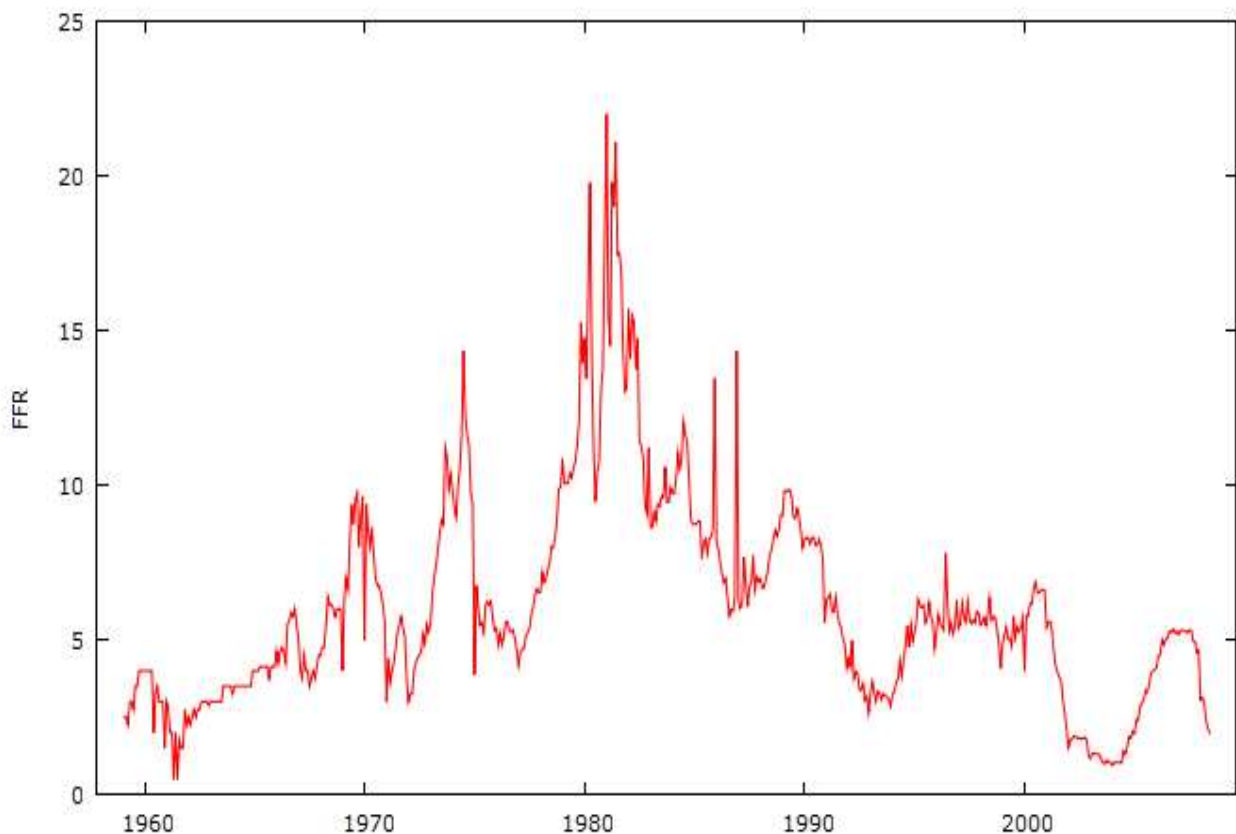
Osservando il grafico della serie dell'inflazione, ottenuta calcolando il tasso di crescita dell'indice dei prezzi CPIAUCSL, non appare evidente alcun trend né comportamento stagionale. La serie storica sembra essere stazionaria.

Si nota che il maggior aumento del livello dei prezzi, rispetto al mese precedente, si ha nel marzo 1973 (da febbraio a marzo i prezzi sono infatti aumentati del 21,7%); la maggiore diminuzione si è invece verificata nel marzo 1986 (da febbraio a marzo il livello dei prezzi è sceso del 6,5%). Il periodo che va dal 1985 al 2008 prende infatti il nome di "Grande Moderazione" per sottolineare la grande stabilità macroeconomica nei paesi avanzati rispetto alla volatilità degli anni '70-'80. Negli Usa cresce molto la liquidità, i tassi sono bassi, inflazione controllata, la crescita economica è buona, il credito aumenta in maniera straordinaria e in assoluto anche in rapporto al PIL.

Statistiche descrittive, usando le osservazioni 1959:02 - 2008:06
per la variabile CPIAUCSL (593 osservazioni valide)

<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>
4,08473	3,42860	-6,56340	21,7195
<i>Dev. Std.</i>	<i>Coeff. di variazione</i>	<i>Asimmetria</i>	<i>Curtosi</i>
3,63604	0,890155	0,978755	1,91691

GRAFICO DELLA SERIE STORICA PER LA VARIABILE FFR



Dal grafico della serie si nota una forte variabilità, la serie tende a non essere stazionaria né in media né in varianza. La serie del tasso di interesse nominale a breve gestito dalla Fed ha un andamento altalenante nel tempo. In particolare si osserva un drastico aumento dei tassi di interesse a partire dall'ottobre 1979, anno in cui viene eletto Paul Volcker come nuovo presidente della Fed. Invece a partire dal 2001 e fino al 2004 la banca centrale

degli Usa mantiene un tasso di interesse sul denaro a breve termine decisamente basso. A partire dalla metà del 2004 la Federal Reserve cambia atteggiamento, mettendo in pratica una politica monetaria meno espansiva, decidendo dunque di alzare i tassi di interesse, provocando di conseguenza la crescita del costo del denaro a breve termine.

Statistiche descrittive, usando le osservazioni 1959:02 - 2008:06 per la variabile FFR (593 osservazioni valide)

<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>
6,07985	5,44000	0,500000	22,0000
<i>Dev. Std.</i>	<i>Coeff. di variazione</i>	<i>Asimmetria</i>	<i>Curtosi</i>
3,42071	0,562631	1,33889	2,59308

GRAFICO DELLA SERIE STORICA PER LA VARIABILE GS10



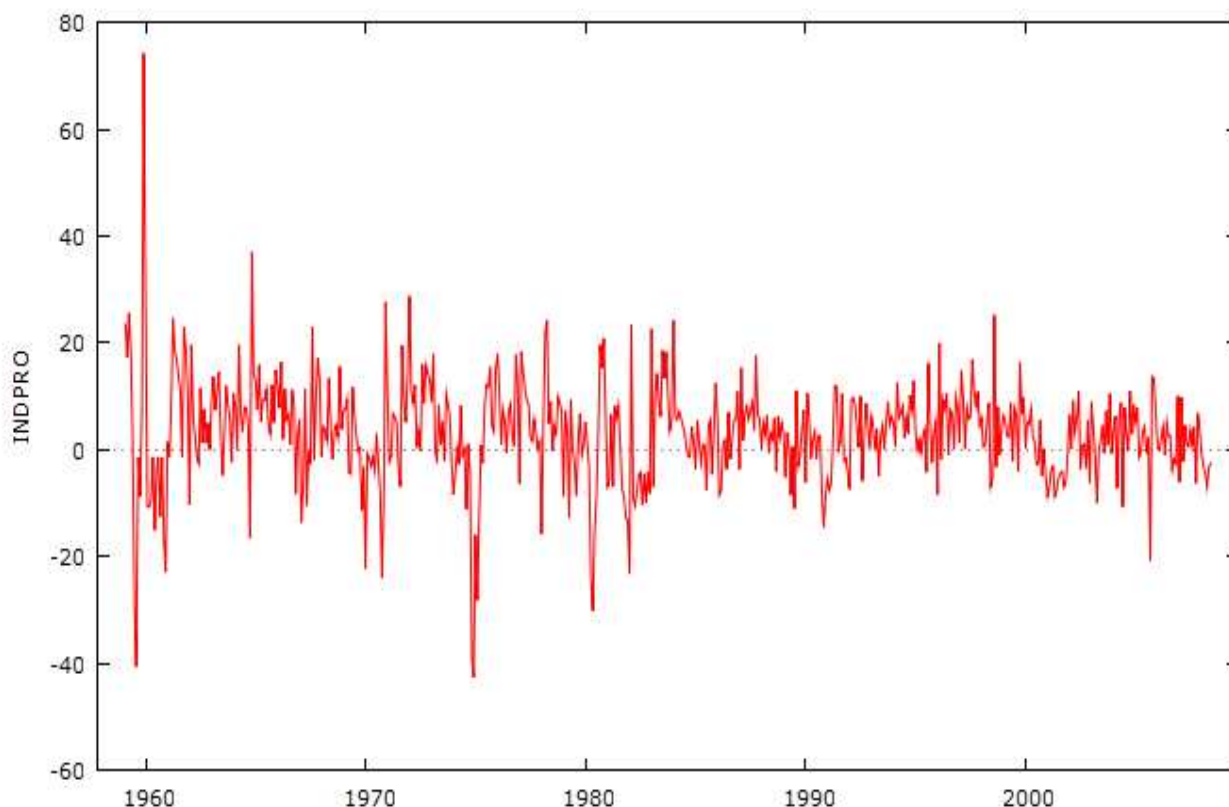
La serie storica del tasso di interesse a lungo termine su titoli a 10 anni sembra non essere stazionaria né in media né in varianza. Si osserva che la serie storica è

caratterizzata da un trend pressoché crescente fino al 1982 e da un trend decrescente dalla metà del 1982 fino a fine campione; la seconda parte del campione presenta però una maggiore variabilità.

Statistiche descrittive, usando le osservazioni 1959:02 - 2008:06
per la variabile GS10 (593 osservazioni valide)

<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>
6,83686	6,39000	3,33000	15,3200
<i>Dev. Std.</i>	<i>Coeff. di variazione</i>	<i>Asimmetria</i>	<i>Curtosi</i>
2,54910	0,372847	1,05116	0,737869

GRAFICO DELLA SERIE STORICA PER LA VARIABILE INDPRO



La serie storica del tasso di crescita della produzione industriale reale (indicatore di ciclo economico) sembra essere stazionaria sia in media che in varianza.

Statistiche descrittive, usando le osservazioni 1959:02 - 2008:06
per la variabile INDPRO (593 osservazioni valide)

<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>
3,08525	3,38940	-42,6223	74,1798
<i>Dev. Std.</i>	<i>Coeff. di variazione</i>	<i>Asimmetria</i>	<i>Curtosi</i>
9,66929	3,13404	0,120484	7,04354

MODELLO 1 (campione intero)

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i \text{houst}_{t-i} = c + \sum_{i=1}^4 \beta_i \text{cpiaucsl}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \gamma_i \text{ffr}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \delta_i \text{indpro}_{t-i} + \varepsilon_t$$

Le stime sono state ottenute mediante il software statistico GRETL, con il metodo dei Minimi Quadrati Ordinari (OLS).

Il primo modello empirico ha come dipendente la variabile HOUST (numero di nuove case prodotte) ritardata di 4 periodi e come variabili indipendenti le variabili: CPIAUCSL (inflazione al consumo), FFR (tasso di interesse a breve gestito dalla Fed) e INDPRO (indice della produzione industriale reale), anche queste ritardate di 4 periodi. Le stime riguardano in un primo momento l'intero campione.

I risultati ottenuti dalla regressione sono sintetizzati dalla seguente tabella.

Modello 1: Stime OLS usando le 589 osservazioni 1959:06-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

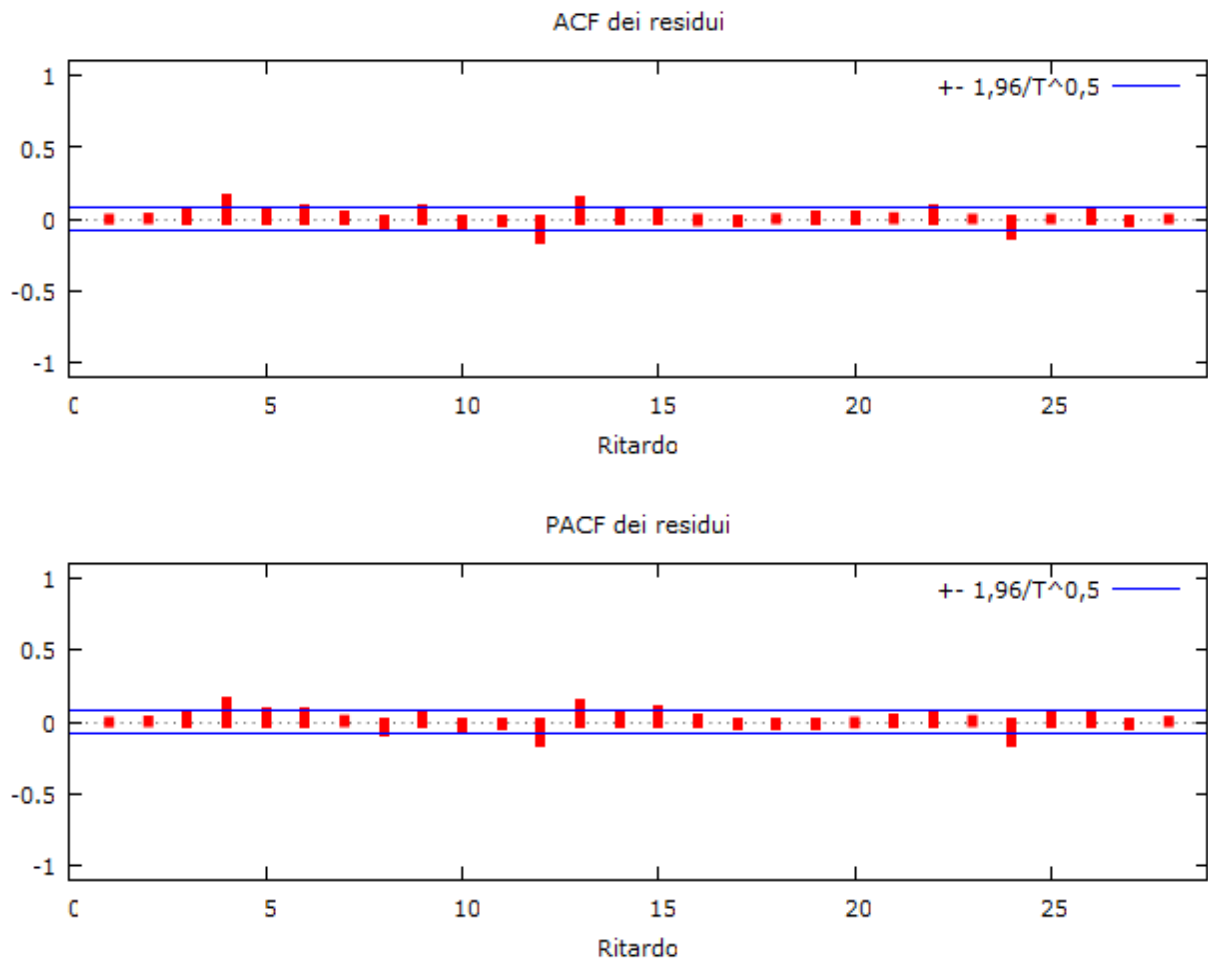
<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	0,0065426	0,0501917	0,1304	0,89633	
CPIAUCSL_2	-0,111236	0,0537866	-2,0681	0,03908	**
CPIAUCSL_3	0,056017	0,0537794	1,0416	0,29803	
CPIAUCSL_4	-0,0750858	0,0502271	-1,4949	0,13548	
INDPRO_1	0,0201094	0,0154214	1,3040	0,19276	
INDPRO_2	-0,0299508	0,0157553	-1,9010	0,05780	*
INDPRO_3	-0,0260507	0,0157578	-1,6532	0,09884	*
INDPRO_4	-0,023651	0,0151368	-1,5625	0,11872	
FFR_1	-0,364798	0,133107	-2,7406	0,00632	***
FFR_2	-0,0129954	0,156602	-0,0830	0,93389	
FFR_3	0,255366	0,155653	1,6406	0,10143	
FFR_4	0,0595453	0,134799	0,4417	0,65885	
HOUST_1	0,605076	0,0423765	14,2786	<0,00001	***
HOUST_2	0,243693	0,0487666	4,9971	<0,00001	***
HOUST_3	0,142768	0,0490358	2,9115	0,00374	***
HOUST_4	0,0116862	0,0421216	0,2774	0,78154	

Media della variabile dipendente = 317,805
Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 9,32835
Somma dei quadrati dei residui = 5851,11
Errore standard dei residui = 3,19552
 $R^2 = 0,99990$
 R^2 corretto = 0,99990
Statistica F (16, 573) = 364388 (p-value < 0,00001)
Statistica Durbin-Watson = 2,00443
Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = -0,00289707
Log-verosimiglianza = -1511,92
Criterio di informazione di Akaike = 3055,83
Criterio bayesiano di Schwarz = 3125,89
Criterio di Hannan-Quinn = 3083,12

Osservando i risultati sopra riportati si nota che le variabili considerate sono significative (anche se non a tutti i ritardi). Il tasso di interesse a breve termine (FFR), variabile su cui concentro maggiormente la mia attenzione, è decisamente significativo al ritardo 1: il p-value è infatti inferiore all'1%. Tale risultato mi induce a ritenere che la variabile FFR sia importante per spiegare la variabile dipendente. L'R Quadro (0,99990) e l'R Quadro Corretto (0,99990) sono prossimi al valore unitario, possiamo dunque dire che il modello spiega in maniera soddisfacente le dinamiche della variabile HOUST. Tuttavia l'elevato valore dell'R Quadro aggiustato potrebbe far pensare ad un problema di "over-fitting", il modello preso in esame sarebbe dunque "sopra-stimato". A tal proposito si rimanda alla fine di questo elaborato dove sarà effettuata una verifica di robustezza dei risultati ottenuti. Da notare è il segno negativo della variabile CPIAUCSL (indice che misura l'aumento del livello generale dei prezzi cioè l'inflazione al consumo per il periodo considerato) al ritardo 2 e al ritardo 4. Tale segno non è in linea con quanto previsto dalla teoria economica. Una possibile interpretazione è che in seguito all'aumento dell'inflazione ci si aspetta un aumento del tasso di interesse a breve termine (provvedimento che la banca centrale effettuerebbe al fine di tenere sotto controllo l'inflazione) e tale aspettativa porterebbe ad una diminuzione nella richiesta di abitazioni.

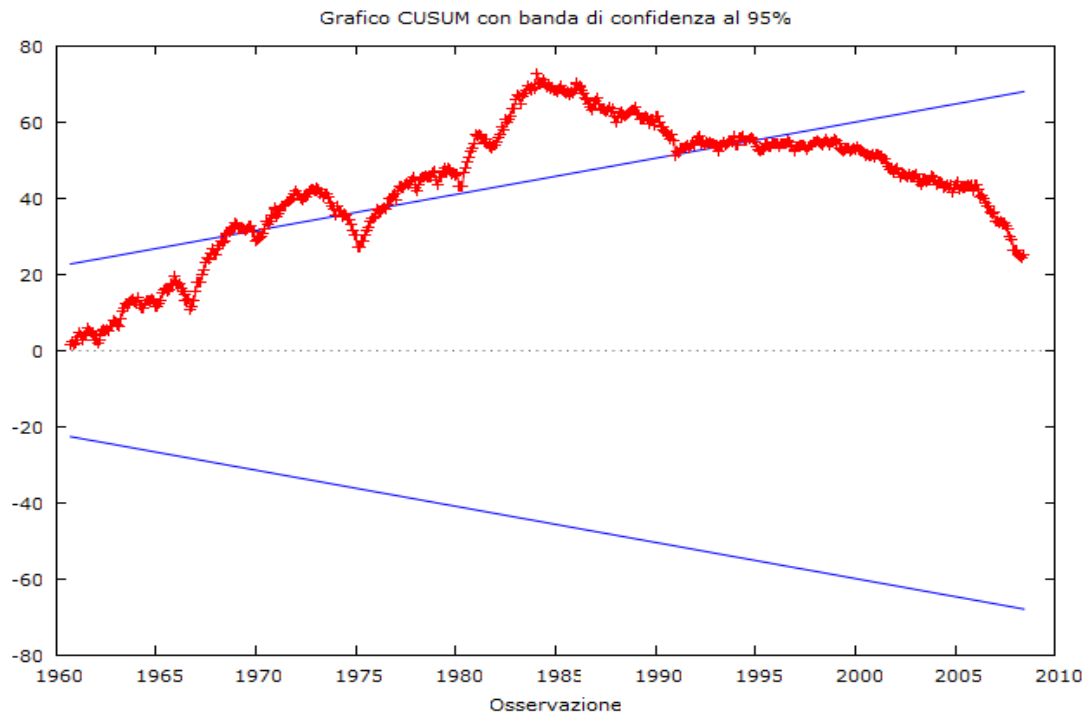
ANALISI DEI RESIDUI

L'analisi dei residui è fondamentale perché permette di valutare la bontà del modello stimato. Il modello è buono se i residui si distribuiscono come un white noise gaussiano (o meglio come una normale standardizzata con media pari a 0 e varianza σ^2).

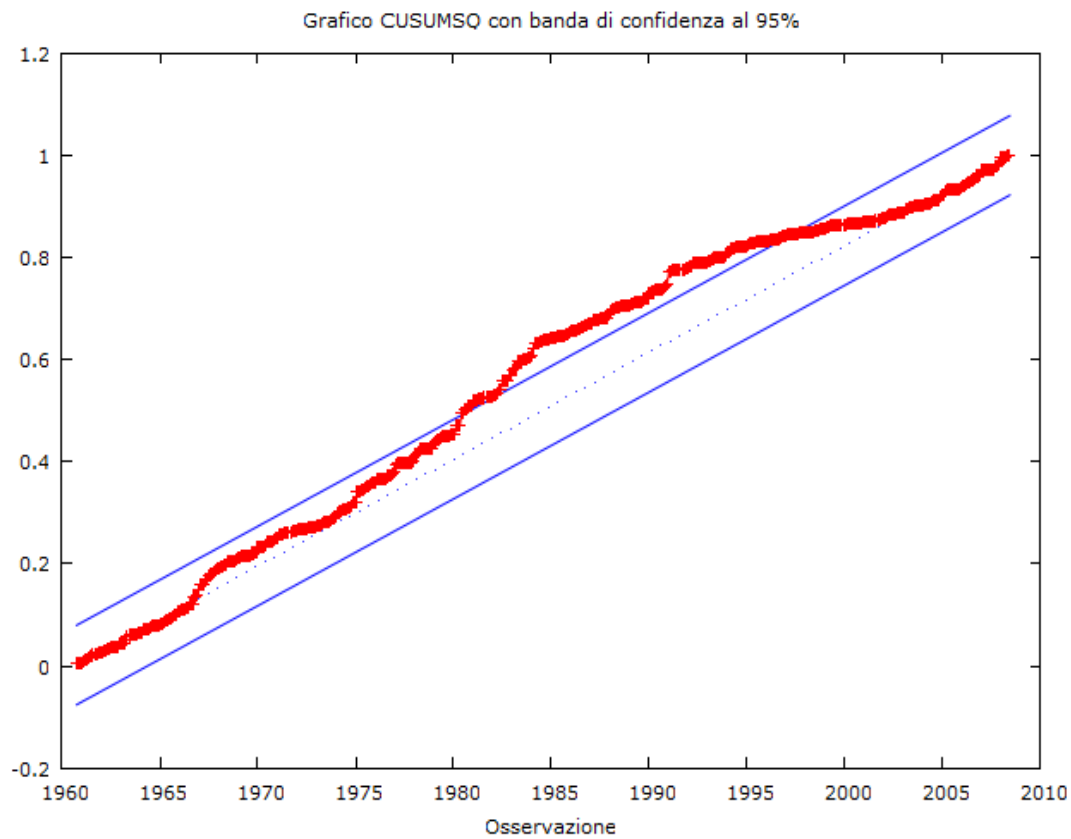


Guardando i grafici delle autocorrelazioni globali (1°grafico) e parziali (2°grafico) si nota che alcuni valori escono dalla fasce di Bartlett ($\pm 1.96/\sqrt{n}$) indicando quindi presenza di autocorrelazione tra i residui. La parte d'errore ε_t non sembra dunque distribuirsi come un processo white noise.

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



Sia il test Cusum che il Cusumq evidenziano fuoriuscite dalle bande di confidenza facendo dunque pensare alla presenza di possibili rotture strutturali, ovvero instabilità, all'interno del campione preso in esame. Per verificare se sono effettivamente presenti è stato condotto il Test di Chow, nei periodi in cui si rileva fuoriuscita dalle bande di confidenza.

Ho stimato dunque 4 sottocampioni:

- PRIMO SOTTOCAMPIONE: 1959:02- 1968:04
Guerra del Vietnam (1966): in questo periodo si ha una rottura nella politica monetaria in risposta all'inflazione legata al finanziamento della Guerra del Vietnam e a programmi di espansione fiscale.
- SECONDO SOTTOCAMPIONE: 1968:05- 1984:03
Si ha un aumento dell'inflazione in seguito alla crisi petrolifera, provocata da un aumento dei prezzi del petrolio da parte dell' OPEC. Il nuovo presidente della Federal Reserve, Paul Volcker, per favorire una drastica riduzione dell'inflazione, mise in atto una politica monetaria restrittiva. I tassi di interesse vennero rialzati oltre il 10% per ben 2 anni (dal 1980 al 1982).
- TERZO SOTTOCAMPIONE: 1984:04- 2001:01
Grande moderazione: recente fase che si riferisce al periodo tra il 1980 e l'inizio della recente crisi finanziaria. Questo periodo è caratterizzato da una grande stabilità macroeconomica nei paesi avanzati rispetto alla volatilità degli anni precedenti. Negli Stati Uniti aumenta la disponibilità di denaro e i tassi di interesse sono decisamente bassi.
- QUARTO SOTTOCAMPIONE: 2001:02- 2008:06
La politica dei bassi tassi di interesse, sostenuta dalla Banca Centrale Americana tra il 2001 e il 2004, scatenò una vera e propria bolla nel mercato immobiliare. Si comprano nuove abitazioni, il valore degli immobili cresce e le banche, negli Usa, largheggiano dando mutui anche a chi non è in grado di rimborsare le rate. A partire dal giugno 2004 la Federal Reserve decide di alzare drasticamente i tassi di interesse, attuando una politica monetaria restrittiva. L'effetto sui mutuatari fu

devastante ed i clienti non furono più in grado di saldare il proprio debito. Si scatena dunque una vera e propria crisi finanziaria ed economica.

PRIMO SOTTOCAMPIONE 1959:02- 1968:04

Modello 1a: Stime OLS usando le 107 osservazioni 1959:06-1968:04
 Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	-0,0925932	0,202869	-0,4564	0,64918	
CPIAUCSL_2	0,230797	0,195188	1,1824	0,24011	
CPIAUCSL_3	0,202817	0,190446	1,0650	0,28971	
CPIAUCSL_4	-0,227979	0,20324	-1,1217	0,26493	
INDPRO_1	0,0272213	0,0284937	0,9553	0,34193	
INDPRO_2	-0,0254511	0,0305424	-0,8333	0,40686	
INDPRO_3	-0,0206896	0,0301588	-0,6860	0,49444	
INDPRO_4	-0,0167749	0,0282246	-0,5943	0,55376	
FFR_1	-0,954712	0,862787	-1,1065	0,27141	
FFR_2	-0,981406	0,875013	-1,1216	0,26499	
FFR_3	0,158295	0,886636	0,1785	0,85870	
FFR_4	1,33666	0,783116	1,7069	0,09126	*
HOUST_1	0,526355	0,102427	5,1388	<0,00001	***
HOUST_2	0,148176	0,114189	1,2976	0,19769	
HOUST_3	0,179575	0,117687	1,5259	0,13051	
HOUST_4	0,150923	0,110588	1,3647	0,17570	

Media della variabile dipendente = 314,045

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 6,03234

Somma dei quadrati dei residui = 1162,61

Errore standard dei residui = 3,57434

$R^2 = 0,99989$

R^2 corretto = 0,99987

Statistica F (16, 91) = 51637,6 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 2,03862

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = -0,0274575

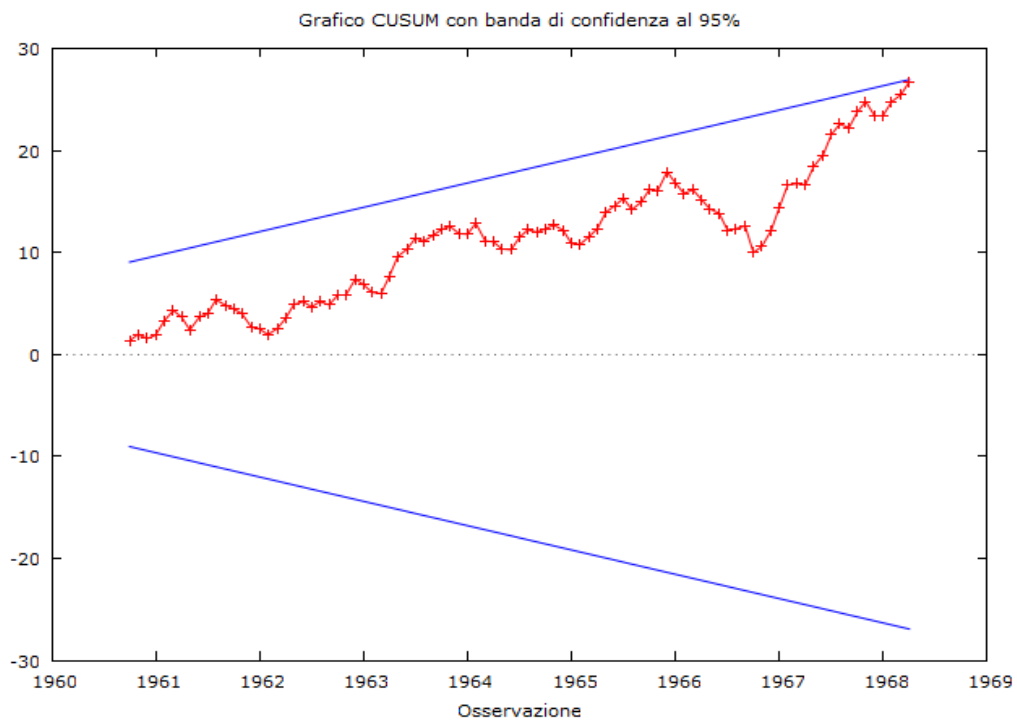
Log-verosimiglianza = -279,456

Criterio di informazione di Akaike = 590,911

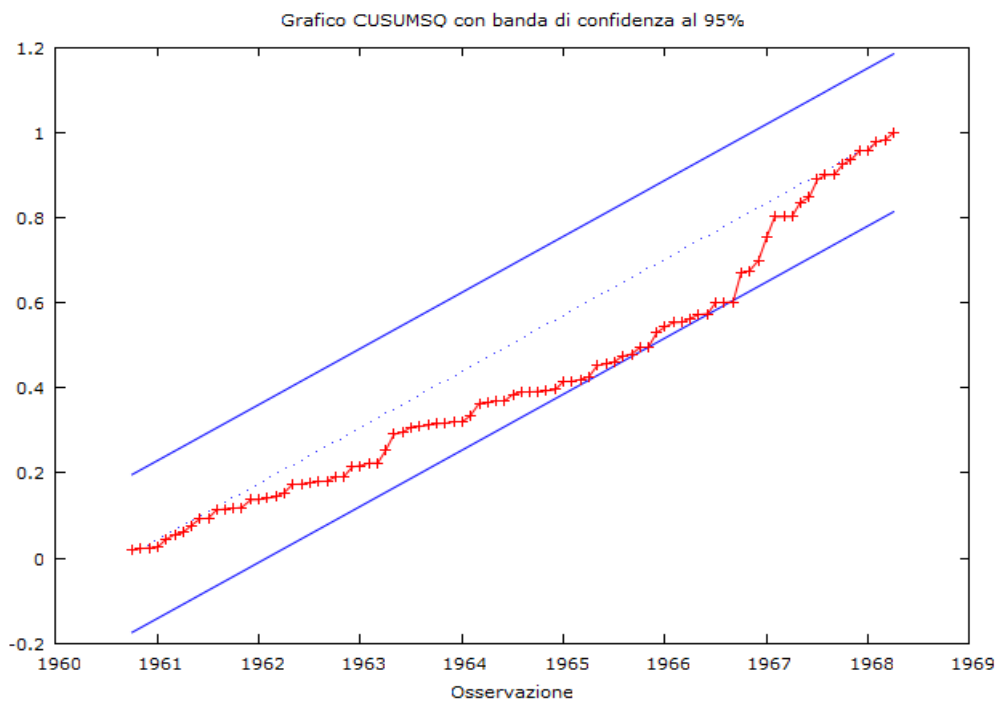
Criterio bayesiano di Schwarz = 633,677

Criterio di Hannan-Quinn = 608,248

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



Come si può notare da entrambi i test in questo sottocampione sono assenti break strutturali.

SECONDO SOTTOCAMPIONE 1968:05 – 1984:03

Modello 1b: Stime OLS usando le 192 osservazioni 1968:04-1984:03
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	0,04095	0,0910637	0,4497	0,65349	
CPIAUCSL_2	-0,232159	0,0938951	-2,4725	0,01437	**
CPIAUCSL_3	0,0108996	0,0950028	0,1147	0,90879	
CPIAUCSL_4	-0,11815	0,0903691	-1,3074	0,19278	
INDPRO_1	0,0303499	0,0299246	1,0142	0,31187	
INDPRO_2	-0,0890984	0,0314915	-2,8293	0,00521	***
INDPRO_3	-0,0117251	0,0317149	-0,3697	0,71205	
INDPRO_4	-0,0238871	0,0294659	-0,8107	0,41865	
FFR_1	-0,458926	0,195237	-2,3506	0,01985	**
FFR_2	-0,130457	0,23851	-0,5470	0,58509	
FFR_3	0,572163	0,236832	2,4159	0,01672	**
FFR_4	-0,0917335	0,206828	-0,4435	0,65793	
HOUST_1	0,601675	0,079644	7,5545	<0,00001	***
HOUST_2	0,331944	0,092736	3,5795	0,00045	***
HOUST_3	0,101034	0,095309	1,0601	0,29056	
HOUST_4	-0,0243396	0,079804	-0,3050	0,76073	

Media della variabile dipendente = 319,333

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 11,6755

Somma dei quadrati dei residui = 2240,2

Errore standard dei residui = 3,56769

$R^2 = 0,99989$

R^2 corretto = 0,99988

Statistica F (16, 176) = 96255 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 1,99664

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = -0,0136624

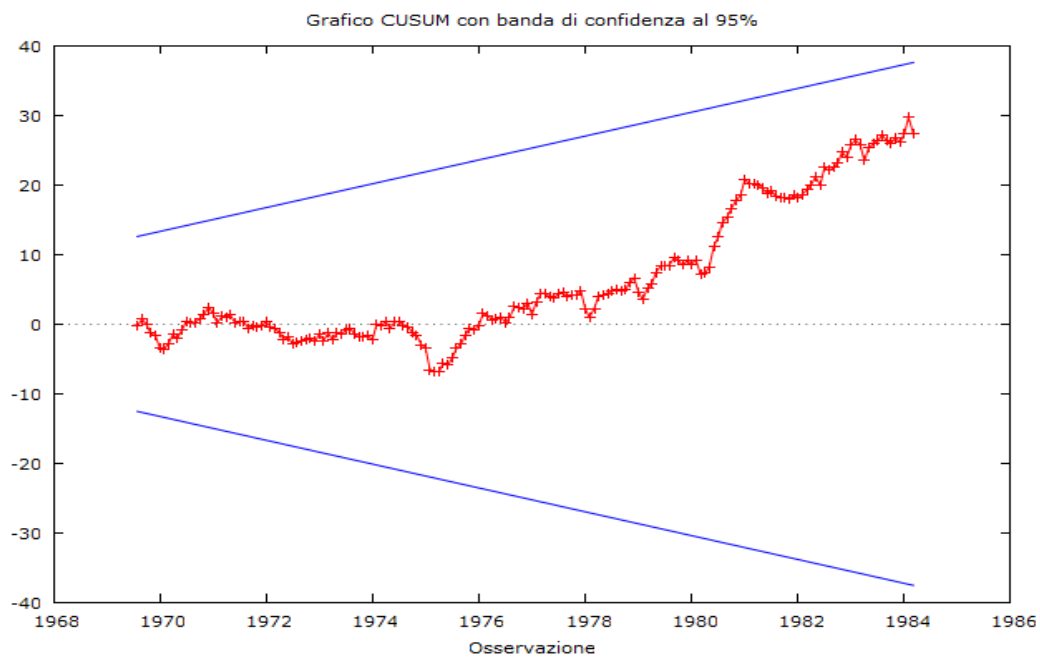
Log-verosimiglianza = -508,291

Criterio di informazione di Akaike = 1048,58

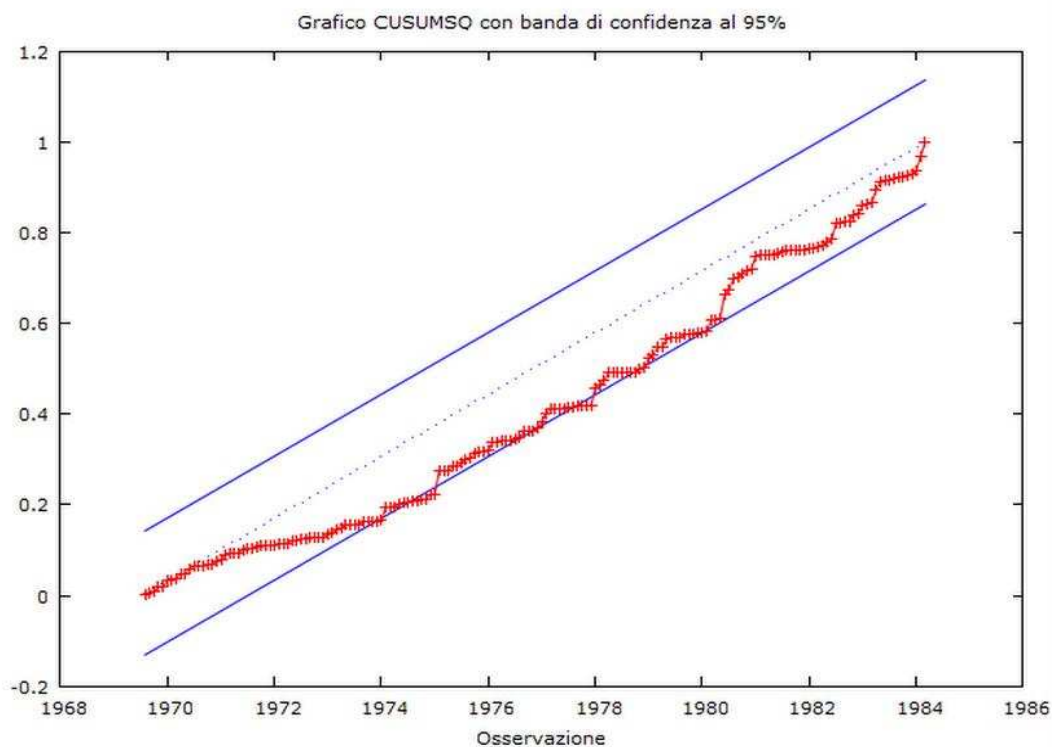
Criterio bayesiano di Schwarz = 1100,7

Criterio di Hannan-Quinn = 1069,69

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



Il test Cusum non riporta segni di rottura, ciò indica stabilità nei parametri; il test Cusumq presenta valori sulle bande di confidenza, siamo dunque ai limiti dell'accettazione della stabilità in varianza.

TERZO SOTTOCAMPIONE 1984:04 – 2001:01

Modello 1c: Stime OLS usando le 203 osservazioni 1984:03-2001:01
 Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	-0,0447109	0,0955389	-0,4680	0,64034	
CPIAUCSL_2	-0,15102	0,0985004	-1,5332	0,12692	
CPIAUCSL_3	0,0814836	0,0995668	0,8184	0,41418	
CPIAUCSL_4	-0,197056	0,0956867	-2,0594	0,04084	**
INDPRO_1	-0,008329	0,0344017	-0,2421	0,80896	
INDPRO_2	-0,0156658	0,0318396	-0,4920	0,62328	
INDPRO_3	-0,0510591	0,0310087	-1,6466	0,10132	
INDPRO_4	-0,04276	0,0315989	-1,3532	0,17762	
FFR_1	0,0691091	0,200792	0,3442	0,73110	
FFR_2	0,101829	0,216208	0,4710	0,63821	
FFR_3	-0,139421	0,214389	-0,6503	0,51629	
FFR_4	-0,221776	0,199565	-1,1113	0,26787	
HOUST_1	0,463562	0,0691442	6,7043	<0,00001	***
HOUST_2	0,26591	0,07765	3,4245	0,00076	***
HOUST_3	0,204147	0,0769563	2,6528	0,00867	***
HOUST_4	0,0743767	0,0703686	1,0570	0,29189	

Media della variabile dipendente = 316,245

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 7,07801

Somma dei quadrati dei residui = 1253,74

Errore standard dei residui = 2,5893

$R^2 = 0,99994$

R^2 corretto = 0,99993

Statistica F (16, 187) = 189342 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 1,88856

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = 0,040068

Stat. h di Durbin 3,07688

(Usando la variabile 18 per la statistica h, con T' = 202)

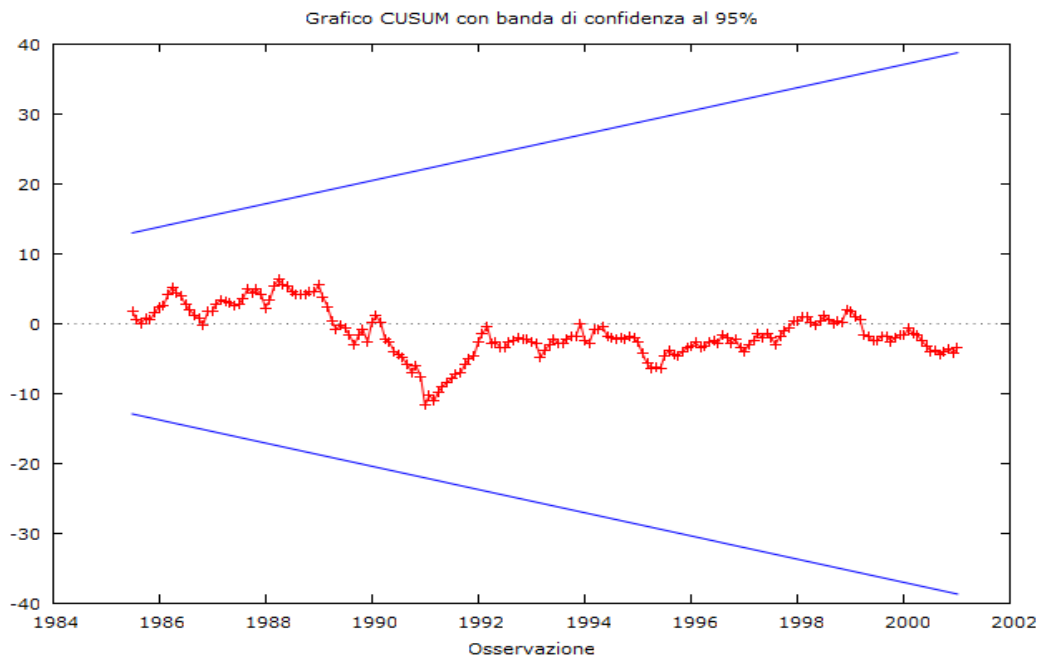
Log-verosimiglianza = -472,844

Criterio di informazione di Akaike = 977,687

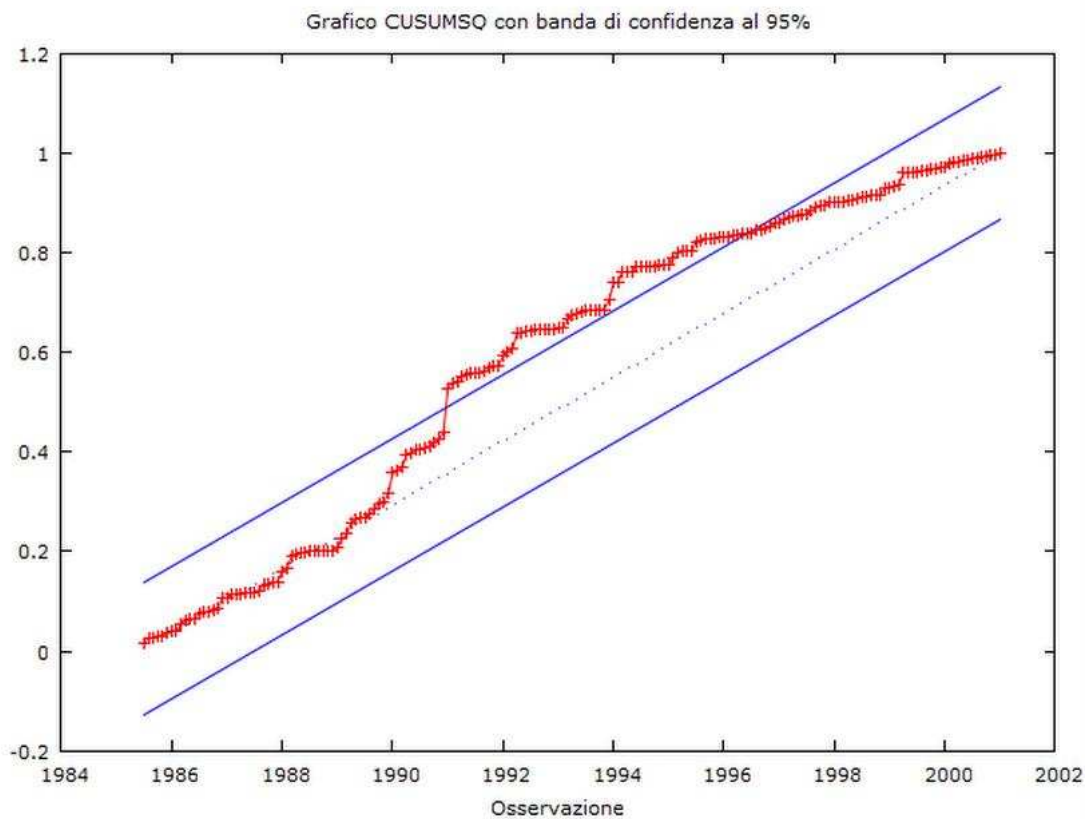
Criterio bayesiano di Schwarz = 1030,7

Criterio di Hannan-Quinn = 999,134

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



Il test Cusum indica stabilità nei parametri; invece, osservando il grafico del test Cusumq, si nota una lieve instabilità in varianza.

QUARTO SOTTOCAMPIONE 2001:02 – 2008:06

Modello 1d: Stime OLS usando le 90 osservazioni 2001:01-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	-0,0820441	0,0965515	-0,8497	0,39821	
CPIAUCSL_2	0,0175309	0,106644	0,1644	0,86987	
CPIAUCSL_3	-0,0773274	0,10419	-0,7422	0,46033	
CPIAUCSL_4	0,152832	0,100391	1,5224	0,13218	
INDPRO_1	-0,0883627	0,0512	-1,7258	0,08855	*
INDPRO_2	-0,0514366	0,0524385	-0,9809	0,32984	
INDPRO_3	-0,0248731	0,0514248	-0,4837	0,63004	
INDPRO_4	-0,0801566	0,0522344	-1,5346	0,12916	
FFR_1	-1,49395	1,09913	-1,3592	0,17821	
FFR_2	1,89115	1,49045	1,2688	0,20847	
FFR_3	-0,211083	1,46689	-0,1439	0,88597	
FFR_4	-0,922437	1,0386	-0,8882	0,37734	
HOUST_1	0,389885	0,112052	3,4795	0,00085	***
HOUST_2	0,248698	0,120069	2,0713	0,04182	**
HOUST_3	0,195404	0,118004	1,6559	0,10197	
HOUST_4	0,172603	0,114072	1,5131	0,13451	

Media della variabile dipendente = 322,627

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 8,63257

Somma dei quadrati dei residui = 500,652

Errore standard dei residui = 2,60107

$R^2 = 0,99995$

R^2 corretto = 0,99994

Statistica F (16, 74) = 86597,1 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 1,99235

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = -0,0198755

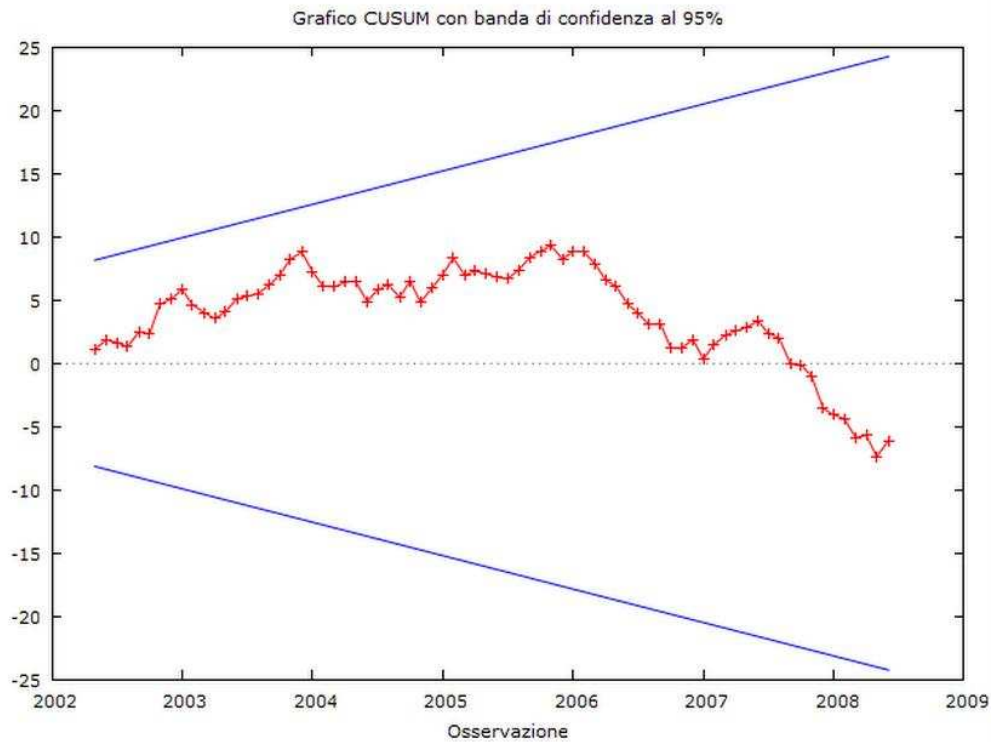
Log-verosimiglianza = -204,929

Criterio di informazione di Akaike = 441,858

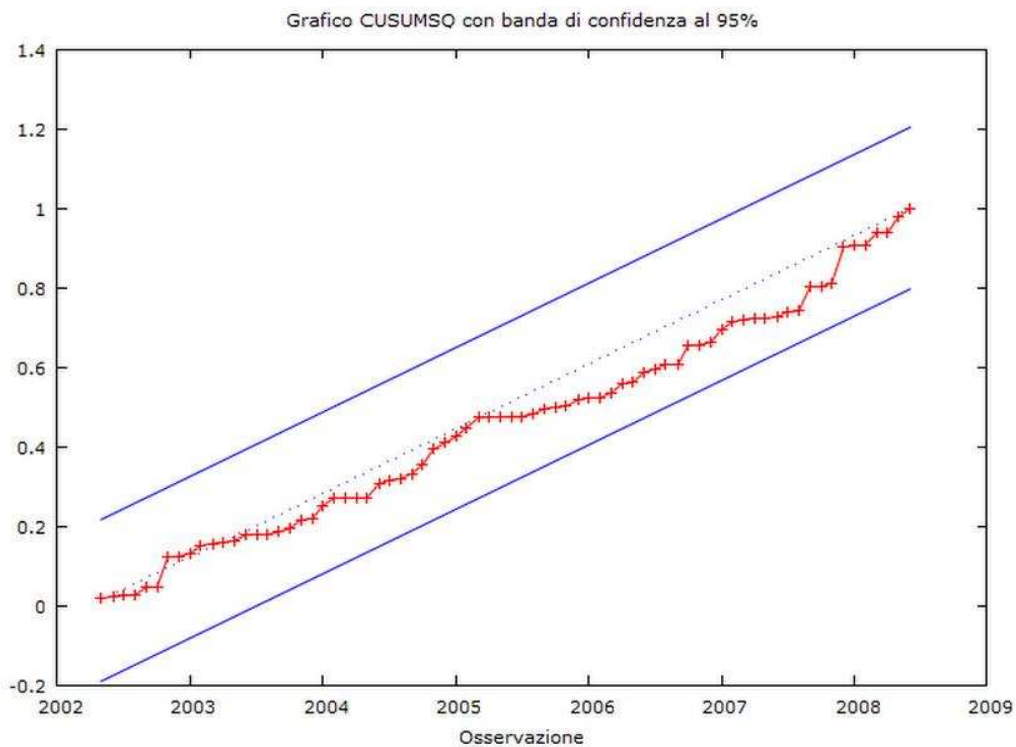
Criterio bayesiano di Schwarz = 481,855

Criterio di Hannan-Quinn = 457,987

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



Sia il test Cusum che il Cusumq evidenziano stabilità sia nei parametri che in varianza: il grafico è infatti interno alle bande di confidenza.

COMMENTI SUI 4 SOTTOCAMPIONI

Nel primo sottocampione (1959:02-1968:04) non tutte le variabili coinvolte nella regressione sono significative: risultano infatti significative solo la variabile dipendente e il tasso di interesse a breve termine gestito dalla Fed.

Nel secondo sottocampione (1968:05-1984:03) tutte le variabili coinvolte sono significative ad almeno un ritardo. Il test Cusum indica stabilità nei parametri; mentre il test Cusumq indica una lieve instabilità in varianza (o stabilità ai limiti di accettazione). Sembrano esserci due possibili break strutturali: nel 1975 (anno di una grave crisi petrolifera che fa aumentare l'inflazione) e nel 1979 (anno in cui viene eletto Paul Volcker come presidente della Federal Reserve; questo presidente è passato alla storia per la sua politica monetaria restrittiva con lo scopo di ridurre l'inflazione).

Nel terzo sottocampione (1984:04-2001:01) le uniche due variabili ad essere significative sono l'inflazione (CPIAUCSL) e la variabile dipendente HOUST. In questo sottocampione la variabile FFR risulta non significativa e quindi sembra che essa non influenzi il numero di nuove case prodotte. Forse il motivo per cui il tasso di interesse non contribuisce a spiegare la variabile dipendente è da ricercare nel periodo preso in esame: siamo infatti nel bel mezzo della "Great Moderation" ed i maggiori cambiamenti in termini di volatilità si hanno nelle attività economiche, nel consumo e nell'inflazione.

Nel quarto sottocampione (2001:02-2008:06) risultano significative solo due variabili: il tasso di crescita della produzione industriale reale (INDPRO) e la variabile dipendente numero di nuove case prodotte. Al contrario di quanto mi aspettavo il tasso di interesse a breve gestito dalla Fed non risulta significativo in questo sottocampione. La scelta di questo sottocampione è stata dettata, oltre che dai risultati del test di Chow, dalla politica monetaria della Banca Centrale Americana. Inizialmente la Fed mette in atto una politica monetaria espansiva, per indurre la classe media a indebitarsi, con lo scopo di sostenere la domanda; poi, accortasi del disastro compiuto, decide di alzare i tassi di interesse, attuando una politica monetaria restrittiva.

In tutti e quattro i sottocampioni l'R Quadro risulta decisamente elevato, è infatti prossimo al valore unitario. Anche il modello riferito ai sottocampioni sembra dunque presentare il problema dell'"over-fitting".

MODELLO 2 (campione intero)

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i \text{houst}_{t-i} = c + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \text{cpiaucsl}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_i \text{ffr}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \gamma_i \text{indpro}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \delta_i \text{gs10}_{t-i} + \varepsilon_t$$

Il secondo modello empirico ha come variabile dipendente la variabile HOUST (ritardata di quattro periodi) e come variabili indipendenti le variabili CPIAUCSL (inflazione al consumo), FFR (tasso di interesse a breve gestito dalla Fed), INDPRO (indice della produzione industriale reale) e GS10 (tasso di interesse a lungo termine su titoli a 10 anni), tutte ritardate di 4 periodi. Questo secondo modello è dunque uguale al primo con l'aggiunta di una nuova variabile dipendente.

I risultati della regressione sono sintetizzati dalla tabella seguente:

Modello 2: Stime OLS usando le 589 osservazioni 1959:06-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	0,0419638	0,0498297	0,8421	0,40006	
CPIAUCSL_2	-0,0758877	0,0530255	-1,4312	0,15293	
CPIAUCSL_3	0,0760867	0,0527395	1,4427	0,14966	
CPIAUCSL_4	-0,0693717	0,0491492	-1,4115	0,15866	
INDPRO_1	0,0244128	0,0152793	1,5978	0,11065	
INDPRO_2	-0,0260217	0,0154793	-1,6811	0,09330	*
INDPRO_3	-0,0257939	0,0154033	-1,6746	0,09457	*
INDPRO_4	-0,0284129	0,0147965	-1,9202	0,05533	*
FFR_1	-0,351253	0,135482	-2,5926	0,00977	***
FFR_2	-0,11569	0,154171	-0,7504	0,45332	
FFR_3	0,103272	0,15463	0,6679	0,50449	
FFR_4	-0,114467	0,135953	-0,8420	0,40016	
GS10_1	-0,570373	0,511512	-1,1151	0,26529	
GS10_2	0,223871	0,827701	0,2705	0,78689	
GS10_3	-0,457968	0,833047	-0,5498	0,58271	
GS10_4	1,33725	0,525603	2,5442	0,01122	**
HOUST_1	0,554121	0,0422299	13,1215	<0,00001	***
HOUST_2	0,238951	0,0480424	4,9738	<0,00001	***
HOUST_3	0,152687	0,0484693	3,1502	0,00172	***

HOUST_4	0,0526533	0,0423736	1,2426	0,21453
---------	-----------	-----------	--------	---------

Media della variabile dipendente = 317,805

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 9,32835

Somma dei quadrati dei residui = 5519,07

Errore standard dei residui = 3,11442

$R^2 = 0,99991$

R^2 corretto = 0,99990

Statistica F (20, 569) = 306893 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 2,01761

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = -0,0095797

Log-verosimiglianza = -1494,71

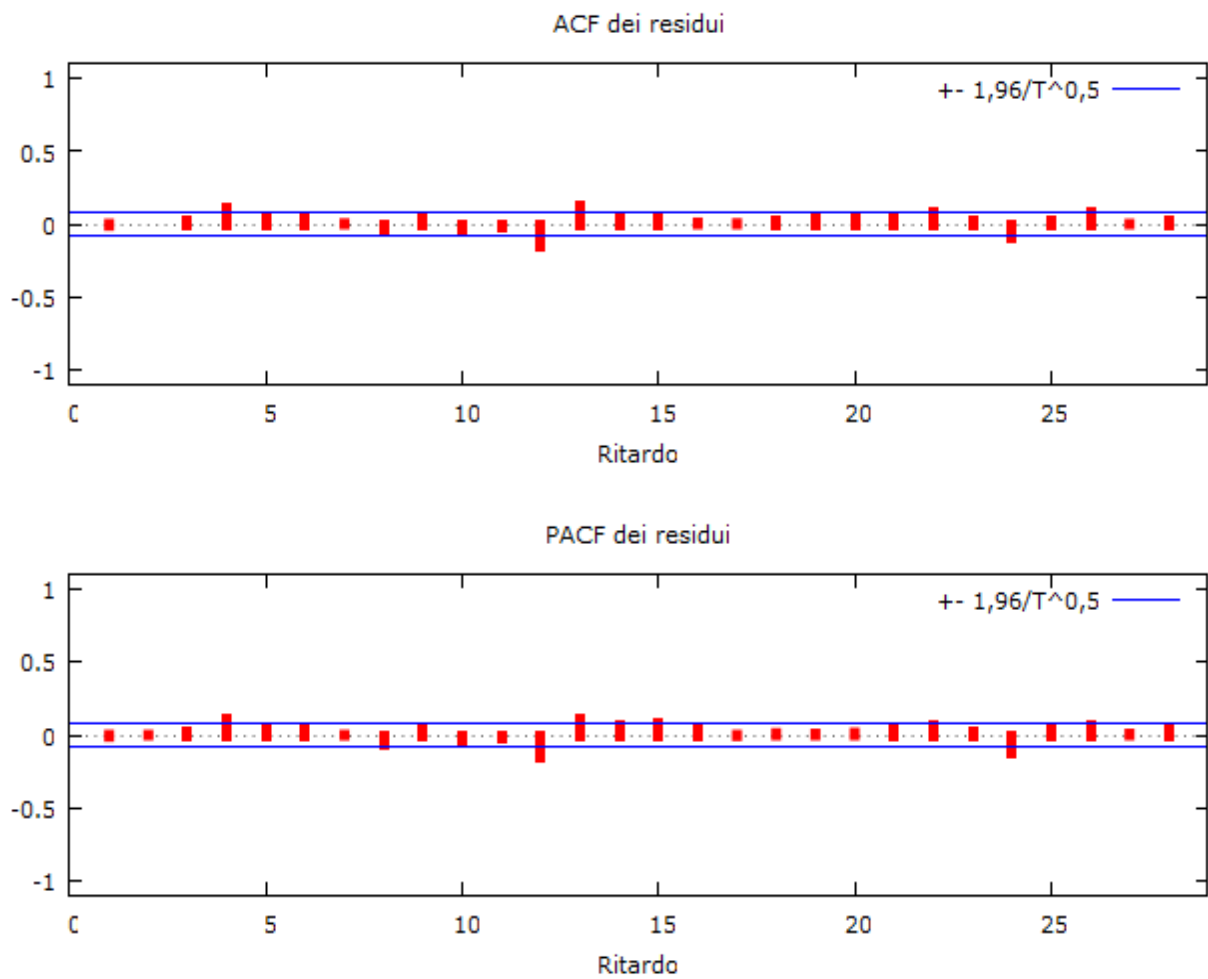
Criterio di informazione di Akaike = 3029,42

Criterio bayesiano di Schwarz = 3116,99

Criterio di Hannan-Quinn = 3063,54

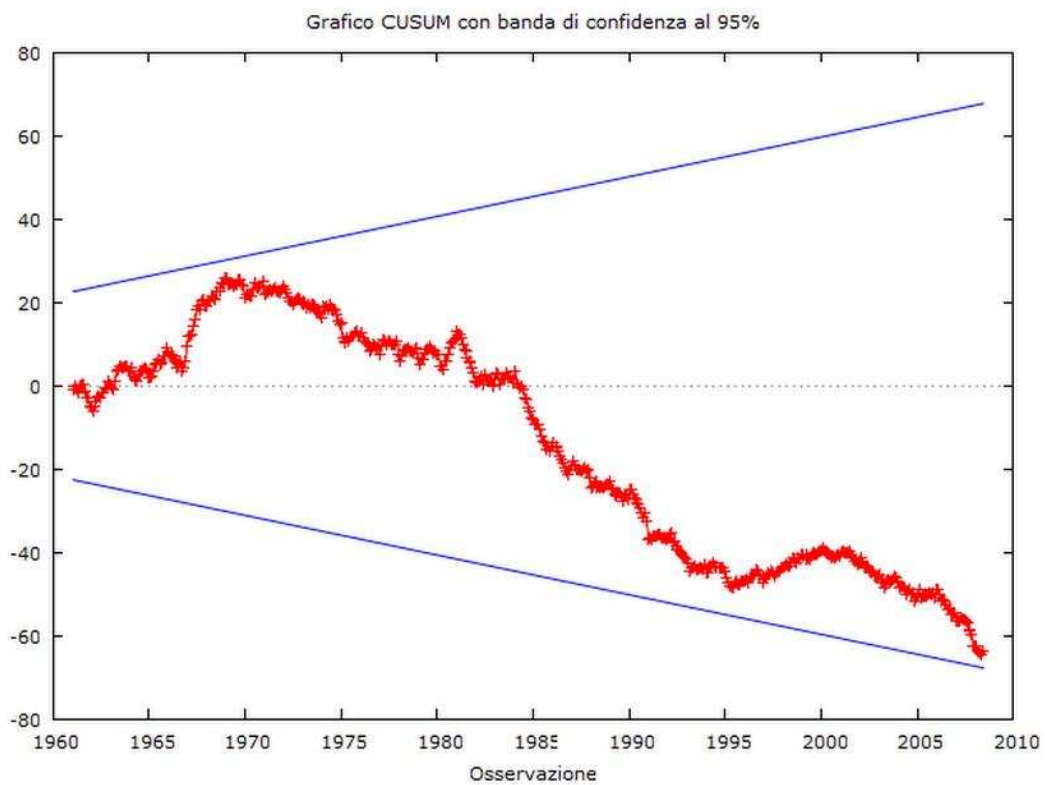
Osservando la tabella sopra riportata si nota che tutte le variabili coinvolte nella regressione, ad eccezione della variabile CPIAUCSL (inflazione al consumo), sono significative ad almeno un ritardo. In particolare risulta significativa la nuova variabile introdotta: GS10, essa infatti presenta 2 asterischi, ovvero un p-value inferiore al 5%. L'R Quadro Corretto del modello 2 (0.9990) coincide con quello del modello 1; l'introduzione di una nuova variabile non ha dunque portato ad un miglioramento nella capacità di stima del modello. Tuttavia la nuova variabile introdotta risulta significativa ad un livello del 5%, sembra dunque che la variabile GS10 aggiunga informazioni a quelle già presenti nel modello 1.

ANALISI DEI RESIDUI

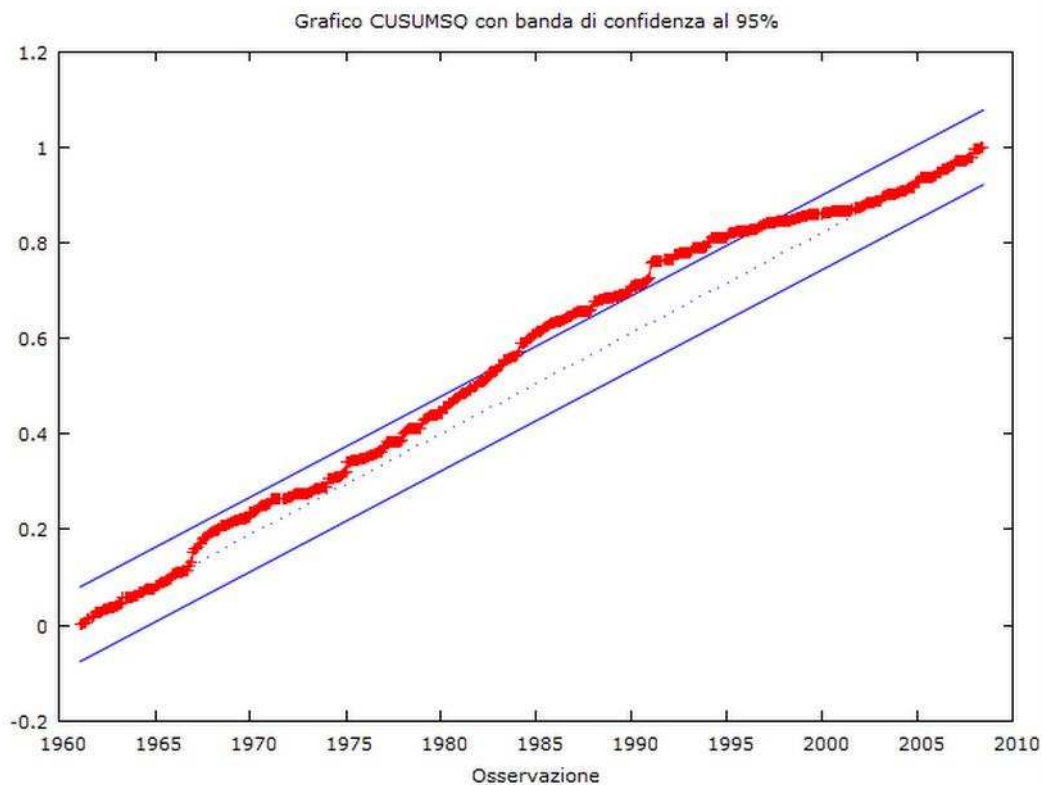


Dai grafici delle correlazioni globali e parziali si nota che diverse osservazioni escono dalla fasce di Bartlett. La parte d'errore ε_t non si distribuisce perfettamente come un processo white noise. L'analisi dei residui non è dunque del tutto soddisfacente.

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



Il test Cusum evidenzia stabilità nei parametri; mentre il test Cusumq evidenzia una leggera instabilità in varianza. Dal punto di vista della stabilità il modello 2 sembra andare meglio rispetto al modello 1.

Per poter effettuare un maggior confronto con il modello 1 procedo dividendo l'intero campione negli stessi 4 sottocampioni usati per il modello precedente.

PRIMO SOTTOCAMPIONE 1959:02 – 1968:04

Modello 2a: Stime OLS usando le 107 osservazioni 1959:06-1968:04
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	-0,161302	0,242741	-0,6645	0,50813	
CPIAUCSL_2	0,174539	0,223053	0,7825	0,43605	
CPIAUCSL_3	0,080094	0,211335	0,3786	0,70591	
CPIAUCSL_4	-0,395611	0,224381	-1,7631	0,08139	*
INDPRO_1	0,0255008	0,0287899	0,8858	0,37819	
INDPRO_2	-0,0168344	0,0312848	-0,5381	0,59188	
INDPRO_3	-0,0311235	0,0309884	-1,0044	0,31799	
INDPRO_4	-0,019394	0,0282484	-0,6866	0,49419	
FFR_1	-1,36186	0,90619	-1,5028	0,13650	
FFR_2	-0,779845	0,893627	-0,8727	0,38524	
FFR_3	0,0208285	0,889459	0,0234	0,98137	
FFR_4	1,14707	0,807046	1,4213	0,15880	
GS10_1	2,3722	3,95872	0,5992	0,55057	
GS10_2	-7,83672	6,31363	-1,2412	0,21785	
GS10_3	10,7507	6,48014	1,6590	0,10071	
GS10_4	-3,26952	4,22511	-0,7738	0,44113	
HOUST_1	0,498179	0,106736	4,6674	0,00001	***
HOUST_2	0,196417	0,122887	1,5984	0,11359	
HOUST_3	0,0935861	0,130804	0,7155	0,47624	
HOUST_4	0,197522	0,116261	1,6989	0,09290	*

Media della variabile dipendente = 314,045

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 6,03234

Somma dei quadrati dei residui = 1101,23

Errore standard dei residui = 3,55779

$R^2 = 0,99990$

R^2 corretto = 0,99987

Statistica F (20, 87) = 41695,8 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 2,05302

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = -0,0320216

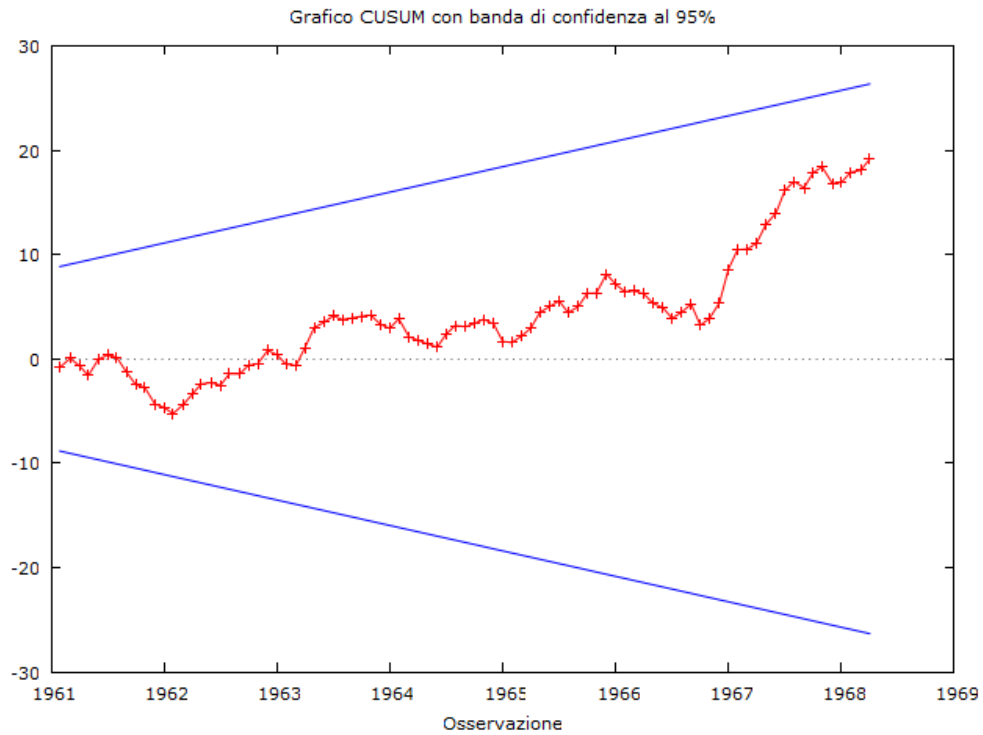
Log-verosimiglianza = -276,554

Criterio di informazione di Akaike = 593,108

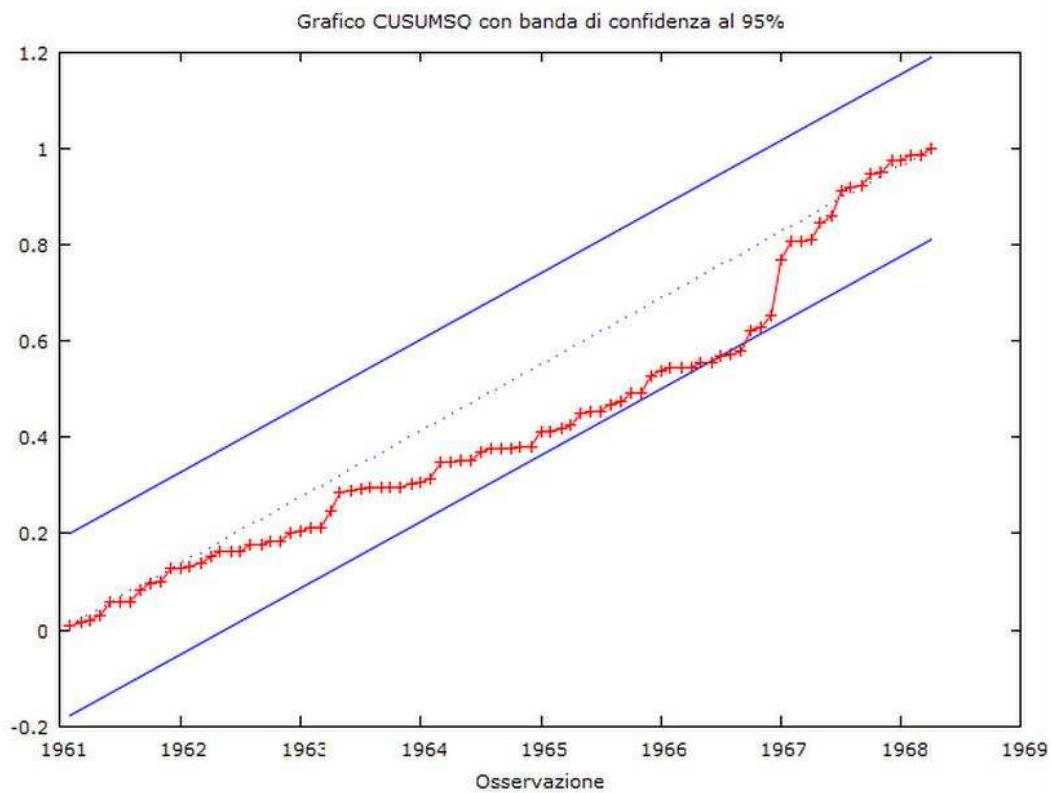
Criterio bayesiano di Schwarz = 646,565

Criterio di Hannan-Quinn = 614,779

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità dei parametri)



SECONDO SOTTOCAMPIONE 1968:05 – 1984:03

Modello 2b: Stime OLS usando le 192 osservazioni 1968:04-1984:03
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	0,138945	0,0896676	1,550	0,1231	
CPIAUCSL_2	-0,145800	0,0913069	-1,597	0,1122	
CPIAUCSL_3	0,0449492	0,0916328	0,4905	0,6244	
CPIAUCSL_4	-0,113123	0,0864373	-1,309	0,1924	
INDPRO_1	0,0470169	0,0294674	1,596	0,1124	
INDPRO_2	-0,0840038	0,0304614	-2,758	0,0065	***
INDPRO_3	-0,0115987	0,0303428	-0,3823	0,7027	
INDPRO_4	-0,0434937	-0,0434937	-1,528	0,1284	
FFR_1	-0,452035	0,198150	-2,281	0,0238	**
FFR_2	-0,320431	0,233746	-1,371	0,1722	
FFR_3	0,270726	0,236648	1,144	0,2542	
FFR_4	-0,251622	0,210326	-1,196	0,2332	
GS10_1	-1,27309	0,798307	-1,595	0,1126	
GS10_2	1,08726	1,23400	0,8811	0,3795	
GS10_3	-0,529737	1,24108	-0,4268	0,6700	
GS10_4	1,60121	0,826894	1,936	0,0545	*
HOUST_1	0,484104	0,0798125	6,066	8,20e-09	***
HOUST_2	0,319808	0,0905767	3,531	0,0005	***
HOUST_3	0,123672	0,0924653	1,337	0,1828	
HOUST_4	0,0718820	0,0806773	0,8910	0,43304	

Media della variabile dipendente = 319,3344

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 11,70622

Somma dei quadrati dei residui = 1966,867

Errore standard dei residui = 3,391481

$R^2 = 0,999899$

R^2 corretto = 0,999888

Statistica F (20, 171) = 105,969 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 2,04315

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = -0,0363745

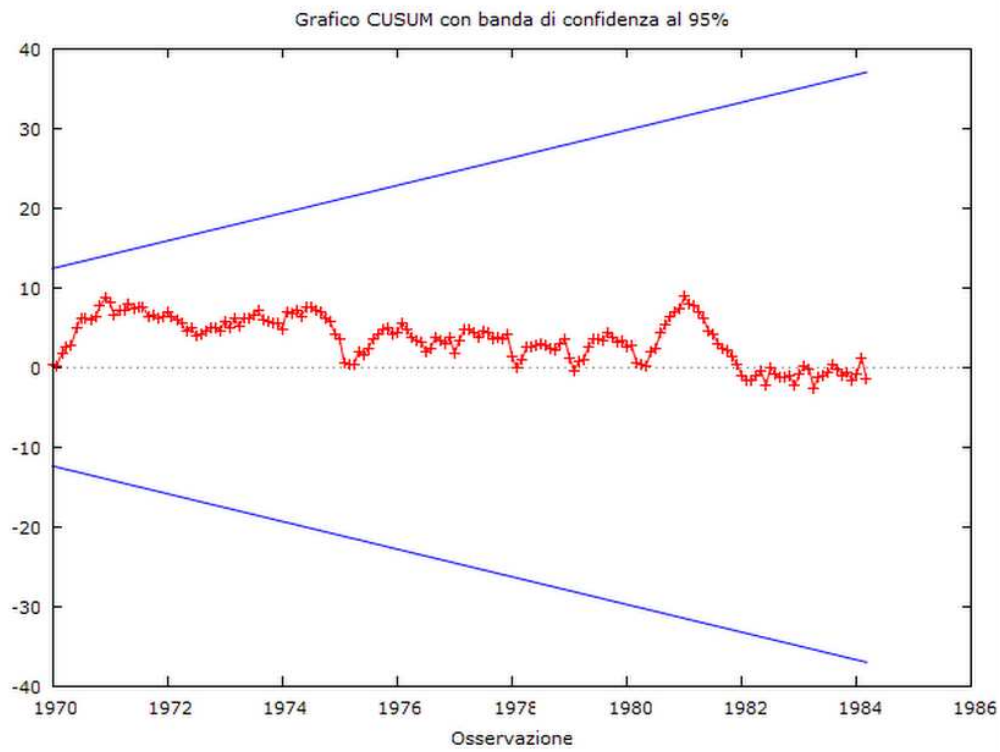
Log-verosimiglianza = -493,673

Criterio di informazione di Akaike = 1027,35

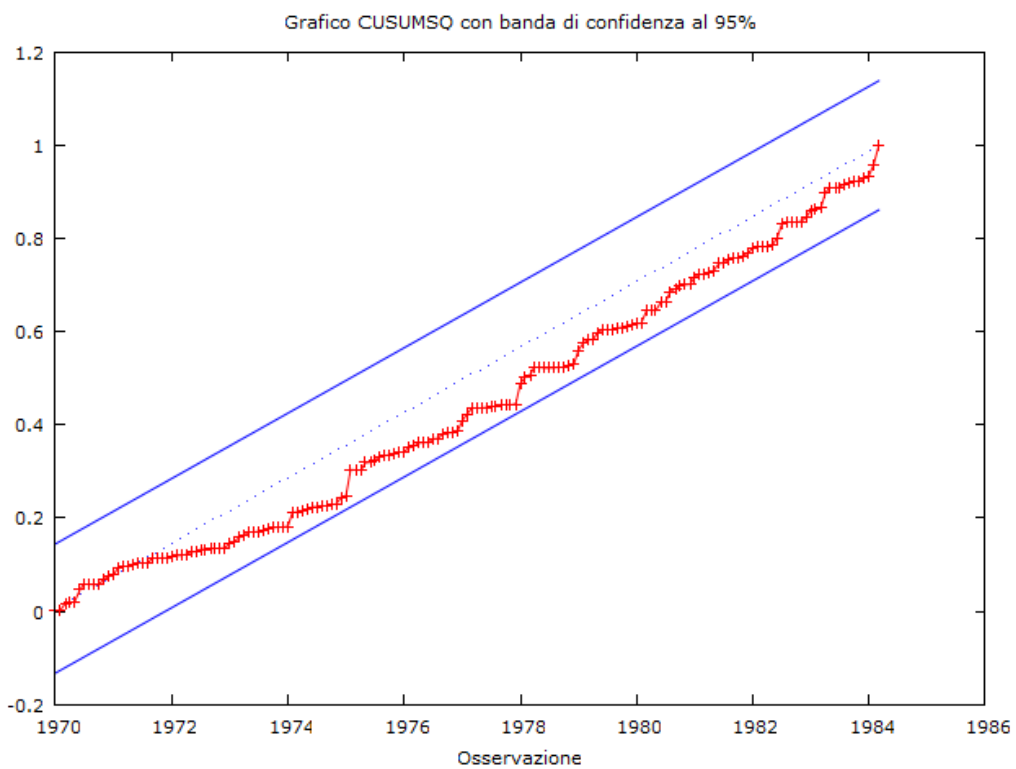
Criterio bayesiano di Schwarz = 1099,75

Criterio di Hannan-Quinn = 1059,05

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità dei parametri)



TERZO SOTTOCAMPIONE 1984:04 – 2001:01

Modello 2c: Stime OLS usando le 203 osservazioni 1984:03-2001:01
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	-0,0239239	0,0968619	-0,2470	0,80519	
CPIAUCSL_2	-0,124625	0,0991002	-1,2576	0,21015	
CPIAUCSL_3	0,106679	0,0999962	1,0668	0,28746	
CPIAUCSL_4	-0,186324	0,0963047	-1,9347	0,05456	*
INDPRO_1	0,00640202	0,0353665	0,1810	0,85655	
INDPRO_2	0,00069383	0,033188	0,0209	0,98334	
INDPRO_3	-0,034038	0,0315209	-1,1866	0,23691	
INDPRO_4	-0,0353593	0,0319096	-1,1081	0,26927	
FFR_1	0,114592	0,20475	0,5597	0,57639	
FFR_2	0,0765359	0,217585	0,3518	0,72543	
FFR_3	-0,17542	0,215656	-0,8134	0,41703	
FFR_4	-0,273905	0,202827	-1,3504	0,17854	
GS10_1	-0,0723423	0,771672	-0,0937	0,92541	
GS10_2	-0,687149	1,28975	-0,5328	0,59484	
GS10_3	-0,49833	1,30293	-0,3825	0,70256	
GS10_4	1,30987	0,797702	1,6421	0,10230	
HOUST_1	0,444407	0,0696292	6,3825	<0,00001	***
HOUST_2	0,267348	0,0784863	3,4063	0,00081	***
HOUST_3	0,212086	0,079824	2,6569	0,00858	***
HOUST_4	0,0826788	0,072516	1,1401	0,25572	

Media della variabile dipendente = 316,245

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 7,07801

Somma dei quadrati dei residui = 1218,14

Errore standard dei residui = 2,58002

$R^2 = 0,99994$

R^2 corretto = 0,99993

Statistica F (20, 183) = 152566 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 1,91397

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = 0,0250211

Stat. h di Durbin 2,47425

(Usando la variabile 18 per la statistica h, con T' = 202)

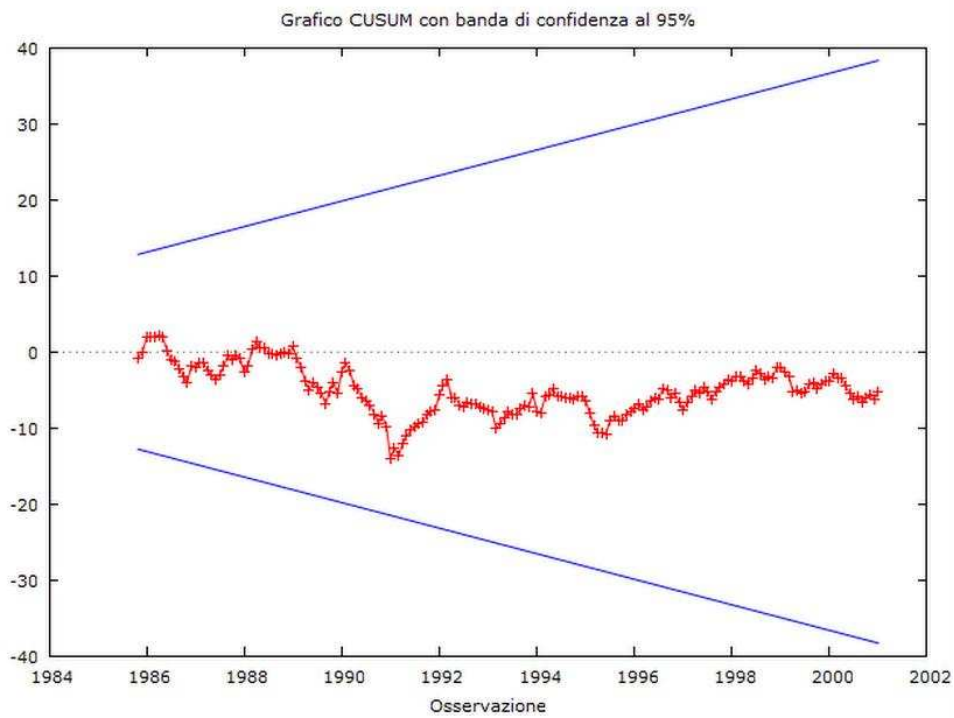
Log-verosimiglianza = -469,92

Criterio di informazione di Akaike = 979,84

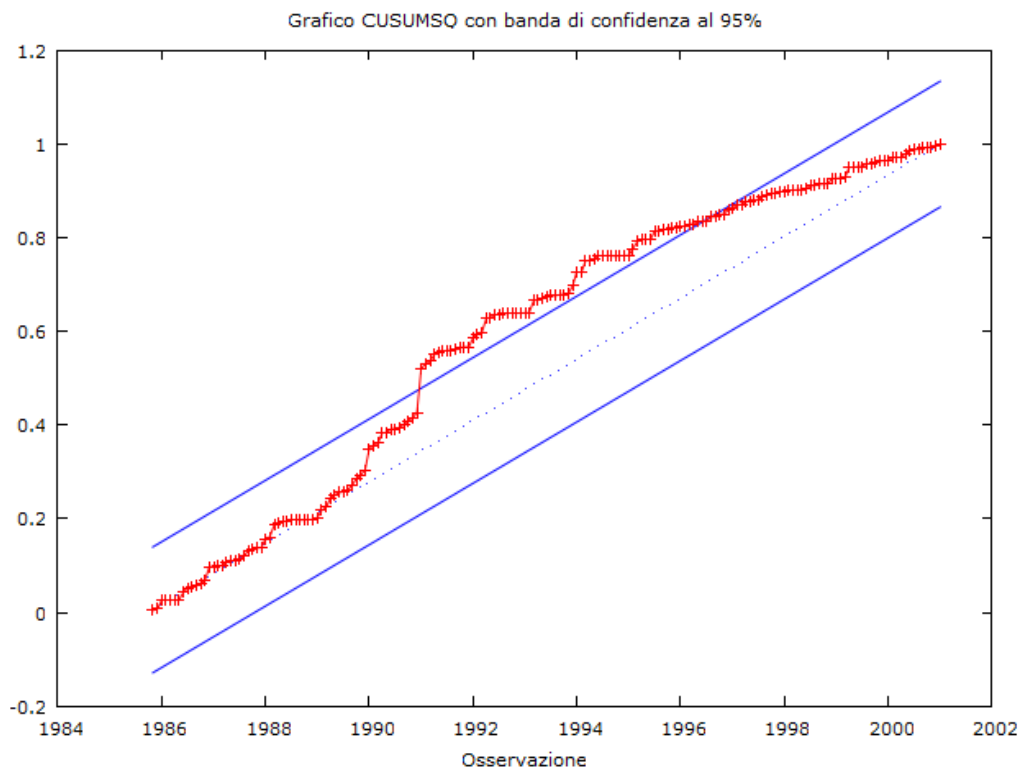
Criterio bayesiano di Schwarz = 1046,1

Criterio di Hannan-Quinn = 1006,65

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



QUARTO SOTTOCAMPIONE 2001:02 – 2008:06

Modello 2d: Stime OLS usando le 90 osservazioni 2001:01-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	-0,139659	0,10186	-1,3711	0,17473	
CPIAUCSL_2	0,0938672	0,114657	0,8187	0,41575	
CPIAUCSL_3	-0,15221	0,109791	-1,3864	0,17004	
CPIAUCSL_4	0,211261	0,103419	2,0428	0,04484	**
INDPRO_1	-0,101905	0,0512578	-1,9881	0,05071	*
INDPRO_2	-0,0589921	0,0529745	-1,1136	0,26926	
INDPRO_3	-0,0106979	0,0513832	-0,2082	0,83568	
INDPRO_4	-0,0894749	0,0533783	-1,6762	0,09815	*
FFR_1	-1,57369	1,12582	-1,3978	0,16658	
FFR_2	2,33623	1,50057	1,5569	0,12401	
FFR_3	-0,500982	1,49825	-0,3344	0,73909	
FFR_4	-1,03215	1,07197	-0,9629	0,33893	
GS10_1	-0,736627	1,61937	-0,4549	0,65060	
GS10_2	4,39461	2,44317	1,7987	0,07637	*
GS10_3	-5,0133	2,45402	-2,0429	0,04483	**
GS10_4	1,64892	1,58708	1,0390	0,30240	
HOUST_1	0,405556	0,113142	3,5845	0,00062	***
HOUST_2	0,294942	0,12896	2,2871	0,02522	**
HOUST_3	0,109514	0,124267	0,8813	0,38118	
HOUST_4	0,193008	0,117544	1,6420	0,10508	

Media della variabile dipendente = 322,627

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 8,63257

Somma dei quadrati dei residui = 463,31

Errore standard dei residui = 2,57269

$R^2 = 0,99995$

R^2 corretto = 0,99994

Statistica F (20, 70) = 70814,9 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 1,96136

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = 0,00183244

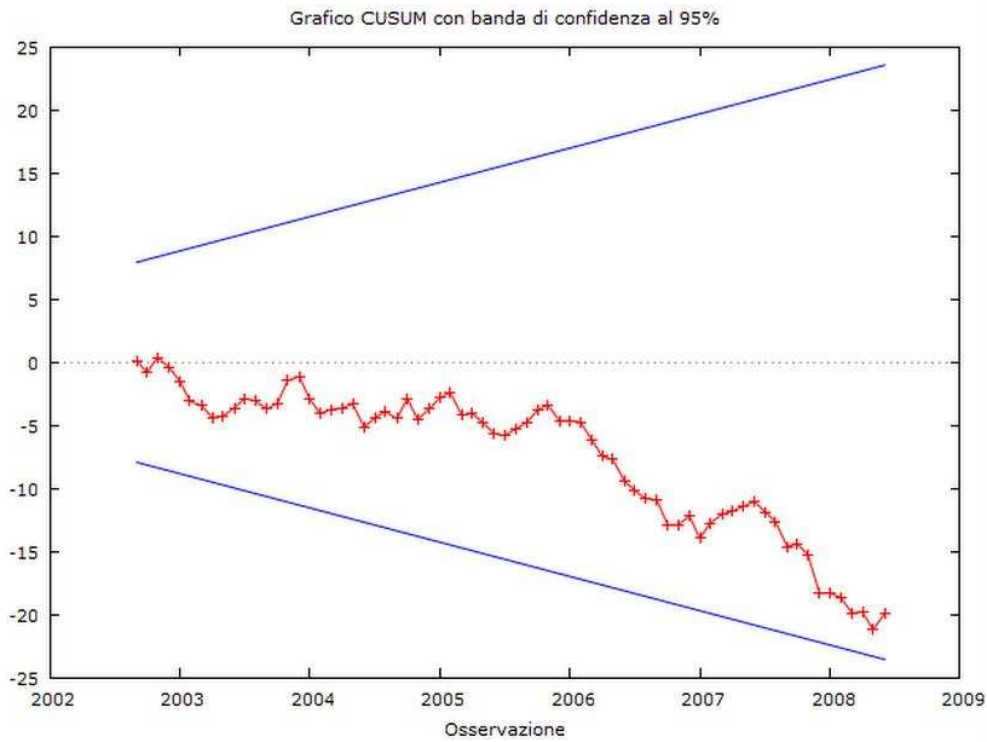
Log-verosimiglianza = -201,441

Criterio di informazione di Akaike = 442,882

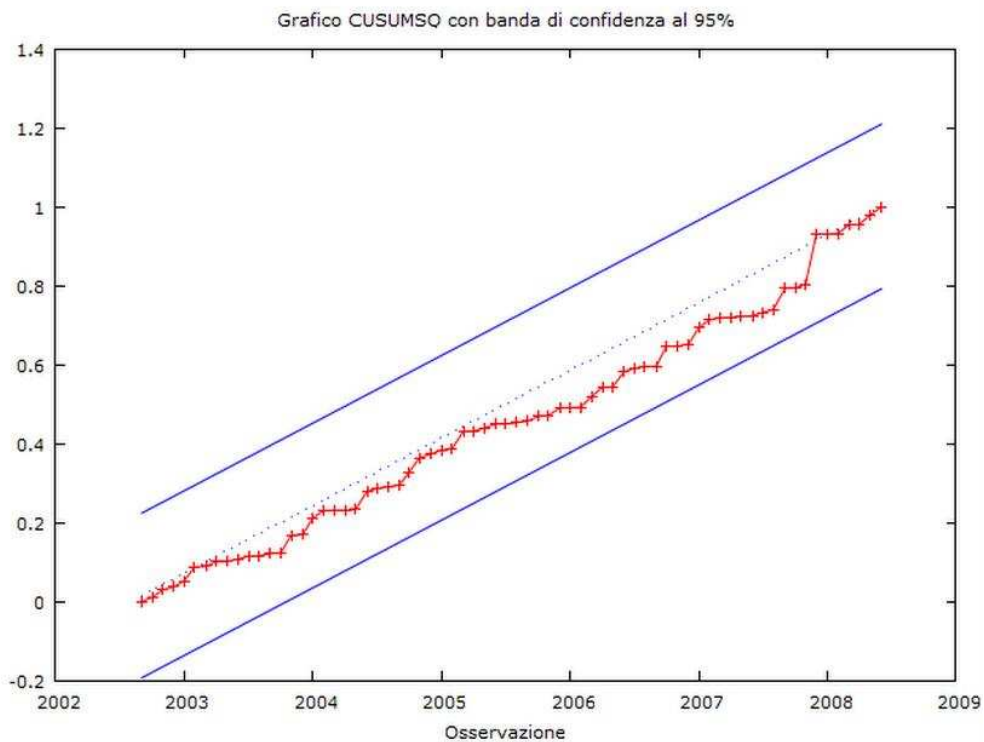
Criterio bayesiano di Schwarz = 492,878

Criterio di Hannan-Quinn = 463,043

TEST CUSUM (per la stabilità dei parametri)



TEST CUSUMQ (per la stabilità della varianza)



COMMENTI

Si nota che anche nel modello 2, come nel modello 1, l'R Quadro risulta prossimo al valore unitario, il modello sarebbe dunque caratterizzato da un eccessivo adattamento ai dati osservati. Ciò rende dunque necessaria una verifica di robustezza, che sarà riportata nel seguito.

Si osserva che nel primo sottocampione del modello 2, a differenza del modello 1, la variabile FFR (tasso di interesse a breve termine) non risulta significativa; così come la nuova variabile introdotta GS10 (tasso di interesse di lungo periodo su titoli a 10 anni).

Nel secondo sottocampione del modello 2 tutte le variabili, ad eccezione dell'inflazione sono significative. Dal punto di vista della stabilità il modello 2 è da preferirsi: il test Cusum e il test Cusumq evidenziano stabilità nei parametri e in varianza.

Nel terzo sottocampione del modello 2, come nel modello 1, le uniche variabili ad essere significative sono l'inflazione e la variabile HOUST. I due modelli, riferiti al terzo sottocampione, presentano lo stesso R Quadro Corretto. Entrambi i modelli presentano instabilità in varianza.

Nel quarto sottocampione del modello 2 tutte le variabili, ad eccezione di FFR, sono significative; mentre nel modello 1 sono significative solo le variabili INDPRO e HOUST. Si osserva che in questo sottocampione l'inflazione risulta significativa e con segno positivo, ciò è dunque in linea con quanto previsto dalla teoria macroeconomica. Di fatto in questo sottocampione ho trovato quello che mi aspettavo.

L'introduzione del tasso di interesse di lungo termine ha dunque portato ad un miglioramento nella capacità di stima del modello relativo al periodo 2001:02 – 2008:06. Negli altri sottocampioni la variabile GS10 ha portato a miglioramenti dal punto di vista della stabilità del modello; il tasso di interesse di lungo periodo risulta, di fatto, più indicato per i prestiti, a lungo termine, quali l'acquisto della casa.

VERIFICA DI ROBUSTEZZA

In questa sezione verrà riportata una verifica di robustezza dei risultati ottenuti. Stimerò i due modelli (mi limiterò al campione completo e al quarto sottocampione relativo al periodo 2001:02 – 2008:06) togliendo i ritardi alla variabile dipendente HOUST (numero di nuove case prodotte). Tale verifica viene effettuata al fine di verificare le conclusioni cui sono giunta con i modelli con il ritardo della variabile dipendente.

MODELLO 1 (campione intero)

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i \text{houst}_{t-i} = c + \sum_{i=1}^4 \beta_i \text{cpiaucsl}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \gamma_i \text{ffr}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \delta_i \text{indpro}_{t-i} + \varepsilon_t$$

Modello 1: Stime OLS usando le 589 osservazioni 1959:06-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	3,19941	2,15931	1,4817	0,13897	
CPIAUCSL_2	1,26424	2,31324	0,5465	0,58492	
CPIAUCSL_3	1,3615	2,31591	0,5879	0,55684	
CPIAUCSL_4	2,90497	2,16338	1,3428	0,17987	
INDPRO_1	3,62258	0,633407	5,7192	<0,00001	***
INDPRO_2	2,49063	0,66665	3,7360	0,00021	***
INDPRO_3	2,27711	0,667289	3,4125	0,00069	***
INDPRO_4	2,29694	0,632521	3,6314	0,00031	***
FFR_1	-3,17072	5,71812	-0,5545	0,57945	
FFR_2	0,876705	6,72851	0,1303	0,89638	
FFR_3	6,88812	6,7066	1,0271	0,30482	
FFR_4	26,7445	5,66705	4,7193	<0,00001	***

Media della variabile dipendente = 317,805

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 9,32835

Somma dei quadrati dei residui = 1,10076e+007

Errore standard dei residui = 138,12

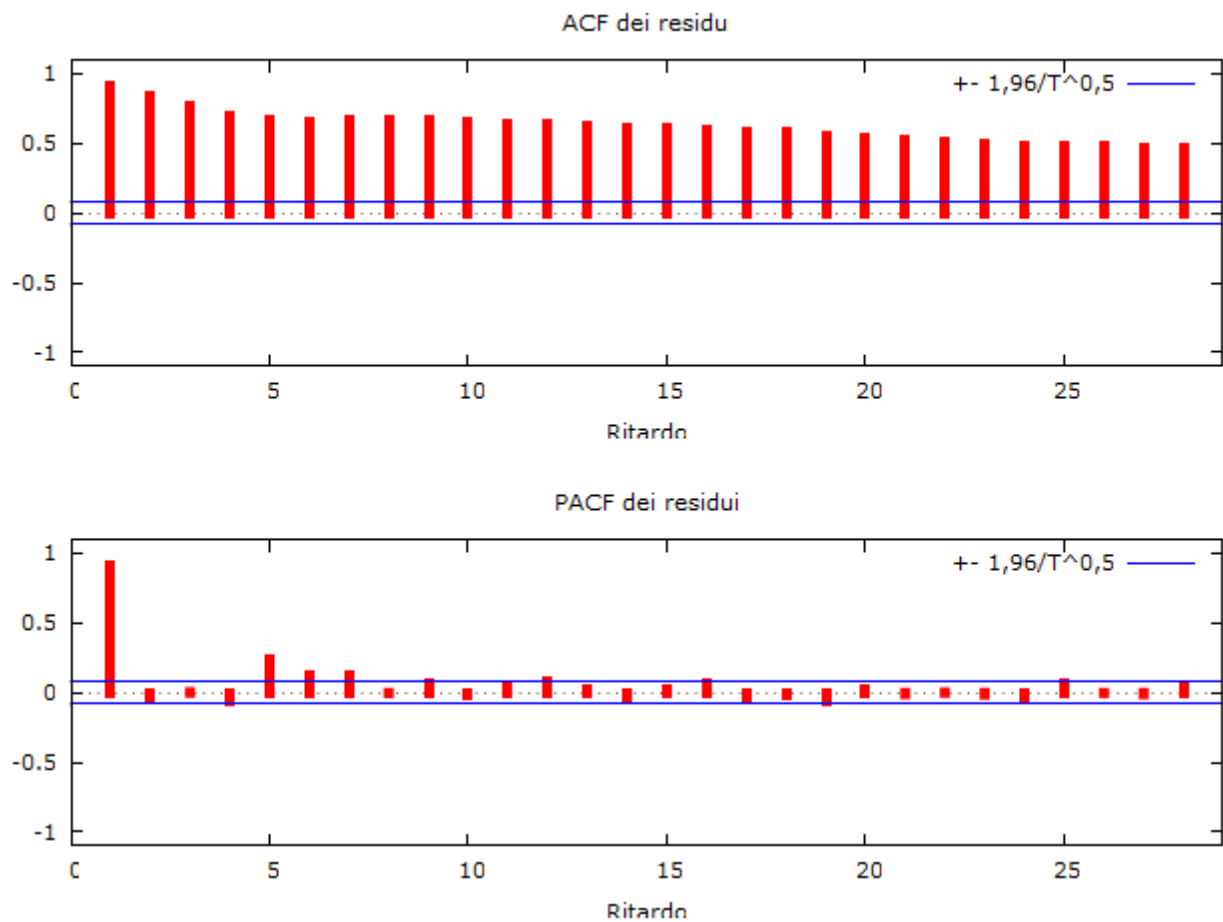
R² = 0,81512

R² corretto = 0,81160

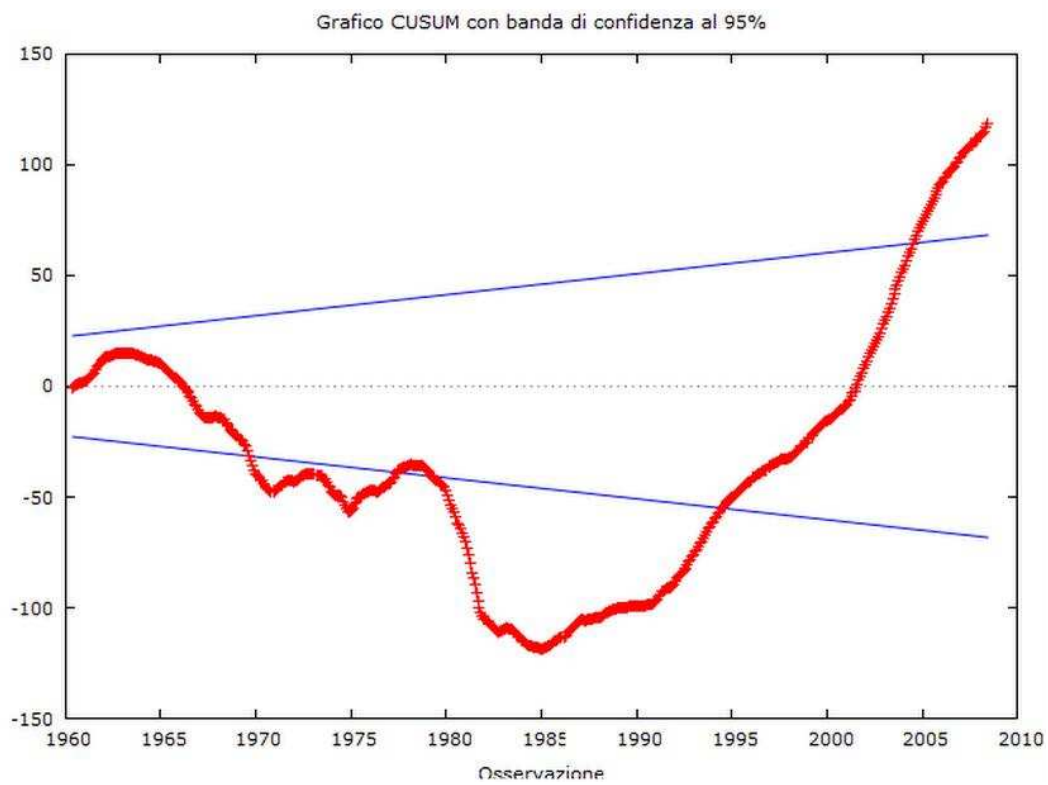
Statistica F (12, 577) = 212,001 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 0,121384
Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = 0,9412
Log-verosimiglianza = -3732,36
Criterio di informazione di Akaike = 7488,72
Criterio bayesiano di Schwarz = 7541,26
Criterio di Hannan-Quinn = 7509,19

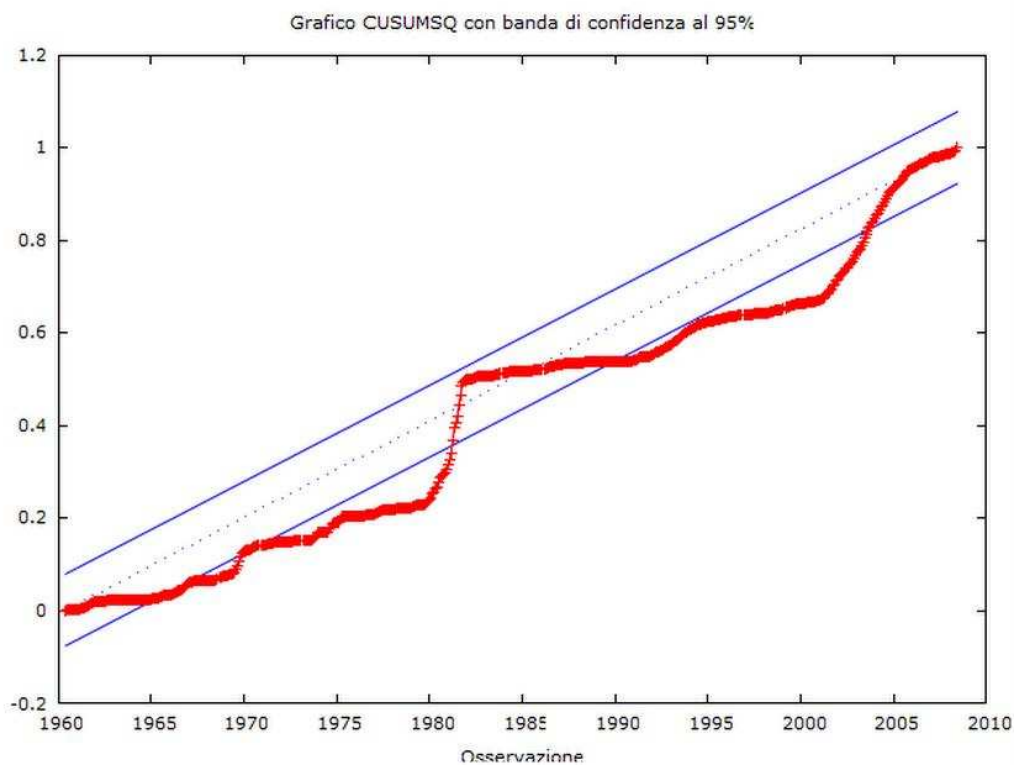
ANALISI DEI RESIDUI



TEST CUSUM



TEST CUSUMQ



QUARTO SOTTOCAMPIONE_ 2001:02 – 2008:06

Modello 1d: Stime OLS usando le 90 osservazioni 2001:01-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	11,6394	4,59553	2,5328	0,01332	**
CPIAUCSL_2	7,06051	5,15421	1,3699	0,17466	
CPIAUCSL_3	7,18905	5,10724	1,4076	0,16322	
CPIAUCSL_4	11,4141	4,7903	2,3828	0,01962	**
INDPRO_1	4,5477	2,47984	1,8339	0,07049	*
INDPRO_2	4,4434	2,51553	1,7664	0,08124	*
INDPRO_3	3,30951	2,50064	1,3235	0,18955	
INDPRO_4	2,3792	2,51761	0,9450	0,34757	
FFR_1	-16,2902	52,8417	-0,3083	0,75869	
FFR_2	-1,74385	72,4737	-0,0241	0,98086	
FFR_3	-12,2087	71,056	-0,1718	0,86403	
FFR_4	79,1249	49,587	1,5957	0,11460	

Media della variabile dipendente = 322,627

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 8,63257

Somma dei quadrati dei residui = 1,31455e+006

Errore standard dei residui = 129,82

$R^2 = 0,85977$

R^2 corretto = 0,84000

Statistica F (12, 78) = 39,8539 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 0,213032

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = 0,890466

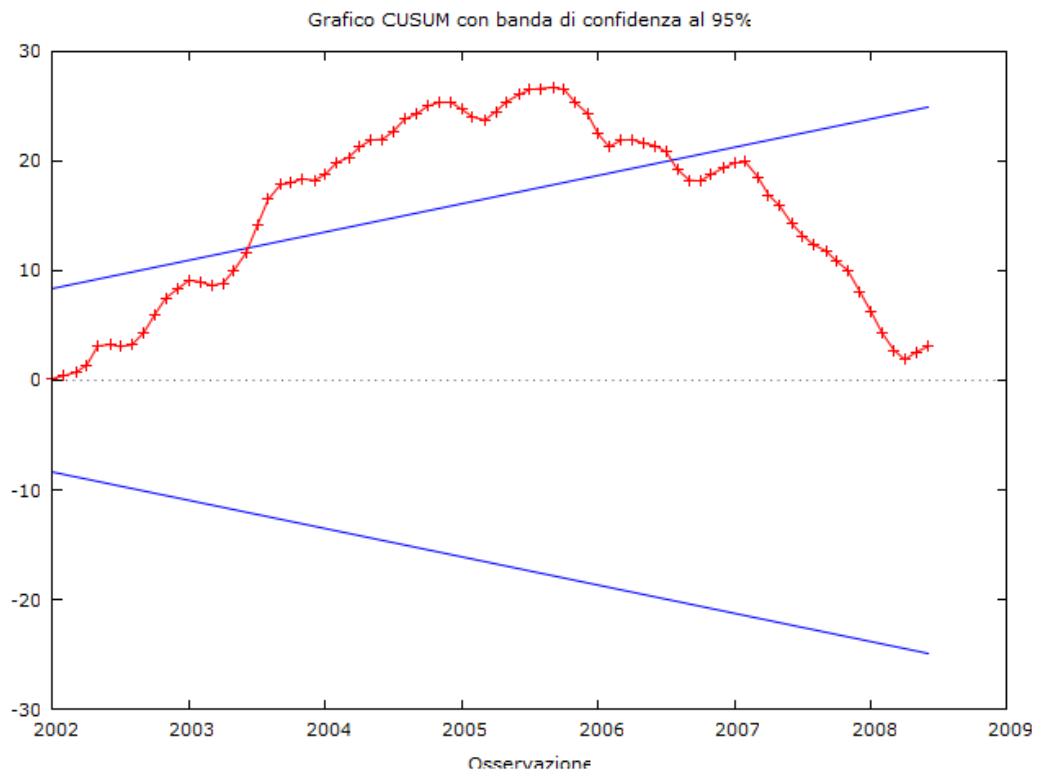
Log-verosimiglianza = -559,218

Criterio di informazione di Akaike = 1142,44

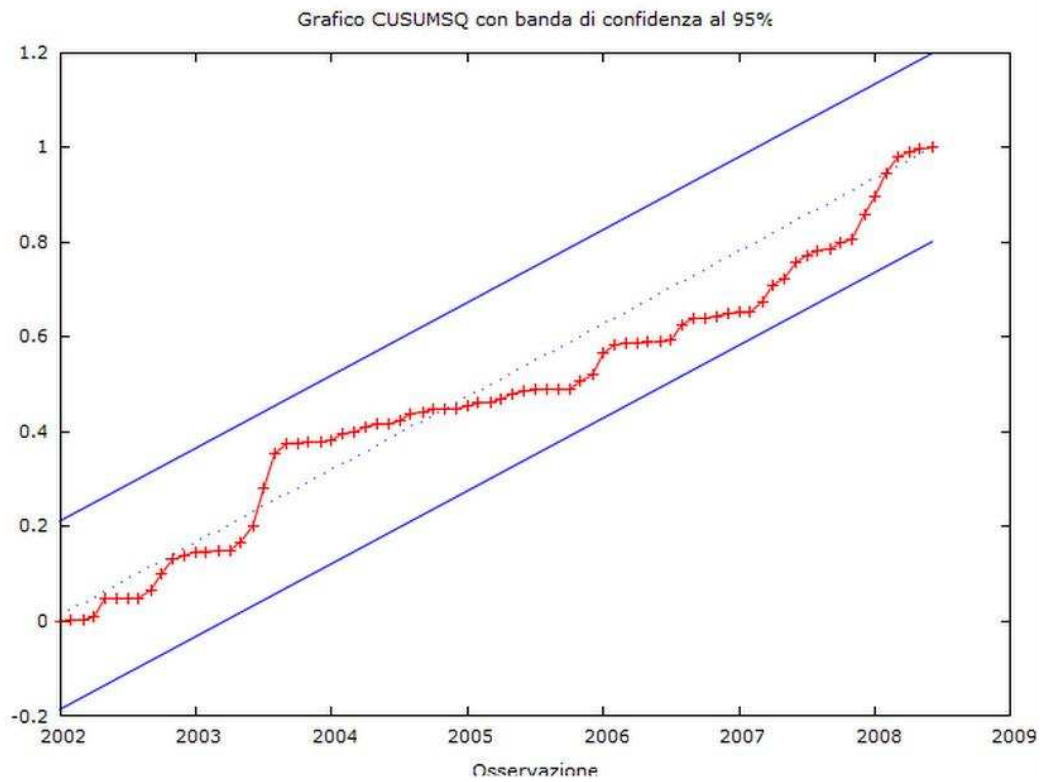
Criterio bayesiano di Schwarz = 1172,43

Criterio di Hannan-Quinn = 1154,53

TEST CUSUM



TEST CUSUMQ



MODELLO 2 (campione intero)

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i \text{houst}_{t-i} = c + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \text{cpiaucsl}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_i \text{ffr}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \gamma_i \text{indpro}_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \delta_i \text{gs10}_{t-i} + \varepsilon_t$$

Modello 2: Stime OLS usando le 589 osservazioni 1959:06-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	3,67958	1,57117	2,3419	0,01953	**
CPIAUCSL_2	2,57531	1,67353	1,5388	0,12439	
CPIAUCSL_3	2,42232	1,667	1,4531	0,14674	
CPIAUCSL_4	2,32329	1,55491	1,4942	0,13568	
INDPRO_1	1,19903	0,472784	2,5361	0,01147	**
INDPRO_2	0,984425	0,485887	2,0260	0,04322	**
INDPRO_3	0,959817	0,482619	1,9888	0,04720	**
INDPRO_4	1,20733	0,457019	2,6418	0,00847	***
FFR_1	-7,55838	4,26543	-1,7720	0,07692	*
FFR_2	-8,2655	4,84904	-1,7046	0,08882	*
FFR_3	-6,69479	4,89396	-1,3680	0,17186	
FFR_4	-4,44922	4,30535	-1,0334	0,30185	
GS10_1	16,706	16,0454	1,0412	0,29824	
GS10_2	-3,89886	25,9374	-0,1503	0,88057	
GS10_3	-5,11038	26,1257	-0,1956	0,84499	
GS10_4	49,8235	16,3639	3,0447	0,00244	***

Media della variabile dipendente = 317,805

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 9,32835

Somma dei quadrati dei residui = 5,60631e+006

Errore standard dei residui = 98,9148

R² = 0,90584

R² corretto = 0,90338

Statistica F (16, 573) = 344,525 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 0,0597714

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = 0,97129

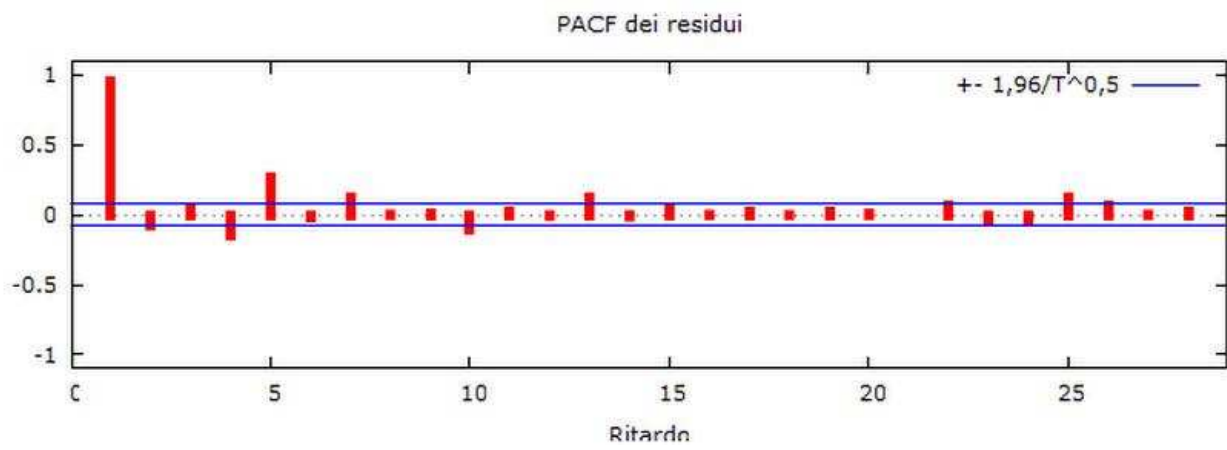
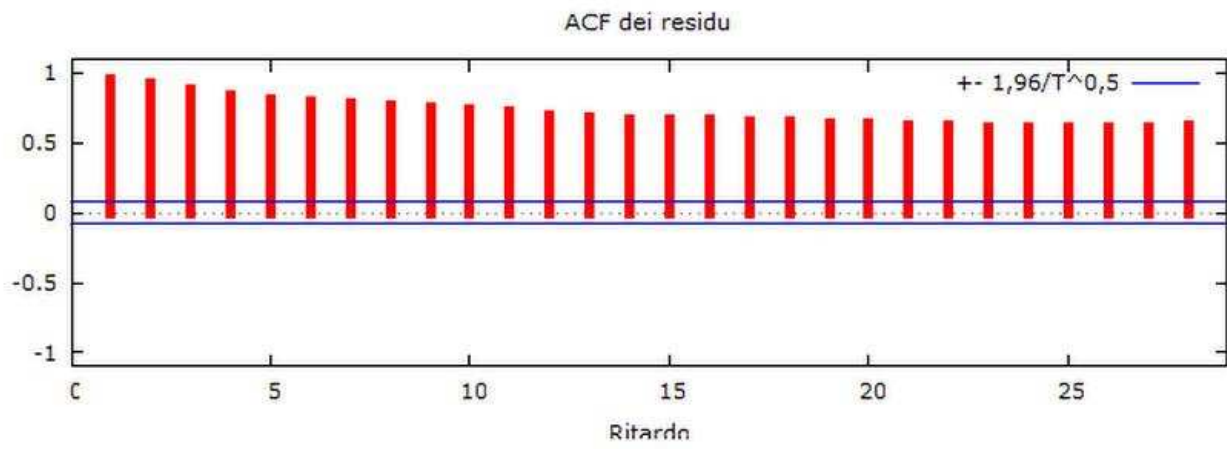
Log-verosimiglianza = -3533,66

Criterio di informazione di Akaike = 7099,33

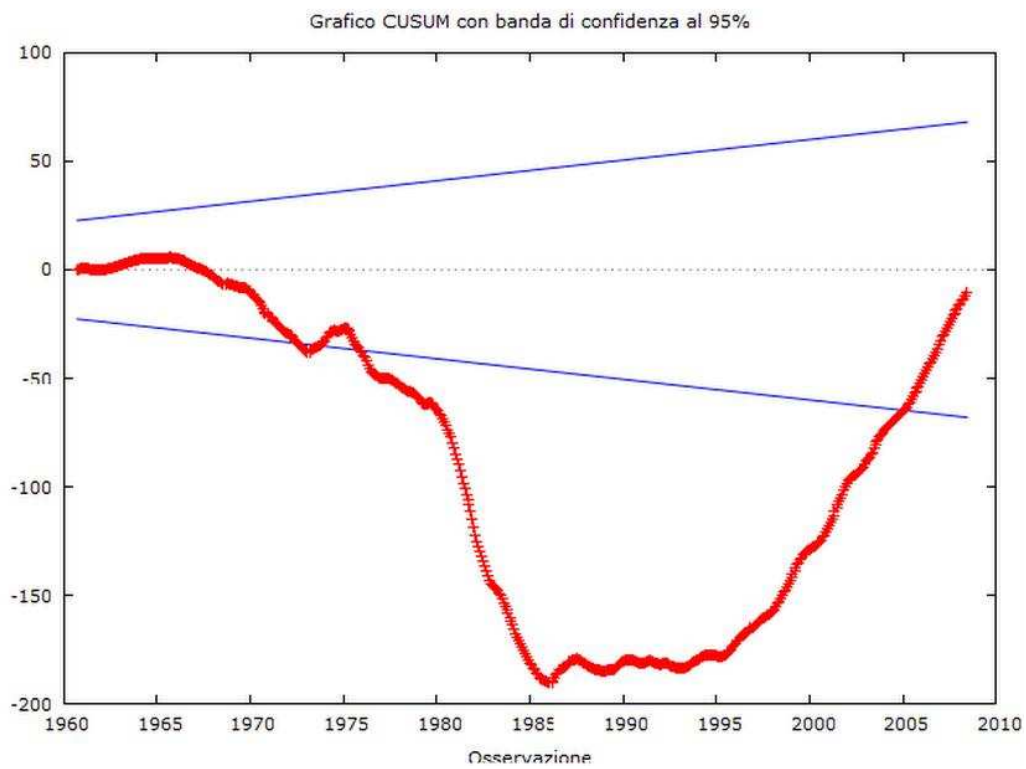
Criterio bayesiano di Schwarz = 7169,38

Criterio di Hannan-Quinn = 7126,62

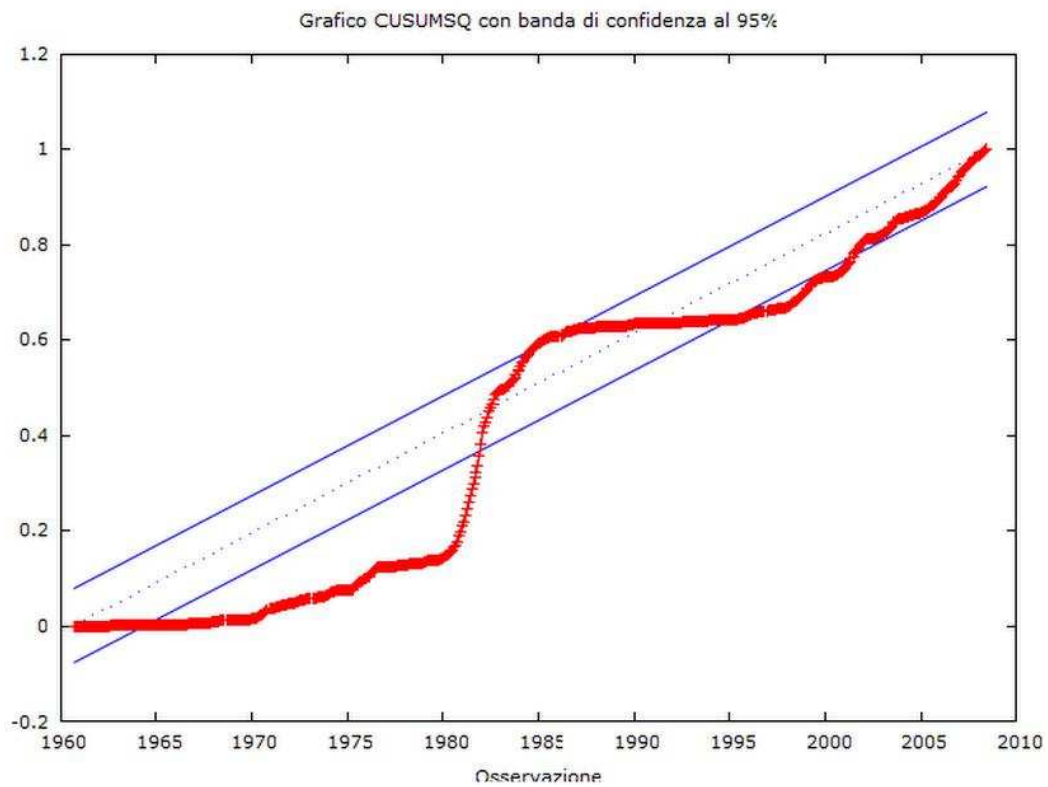
ANALISI DEI RESIDUI



TEST CUSUM



TEST CUSUMQ



QUARTO SOTTOCAMPIONE_ 2001:02 – 2008:06

Modello 2d: Stime OLS usando le 90 osservazioni 2001:01-2008:06
Variabile dipendente: HOUST

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore Std.</i>	<i>Statistica t</i>	<i>p-value</i>	
CPIAUCSL_1	2,05689	1,05113	1,9568	0,05414	*
CPIAUCSL_2	0,709102	1,18871	0,5965	0,55264	
CPIAUCSL_3	1,02777	1,16234	0,8842	0,37944	
CPIAUCSL_4	2,12403	1,0742	1,9773	0,05173	*
INDPRO_1	-0,209119	0,543452	-0,3848	0,70149	
INDPRO_2	-0,159805	0,551192	-0,2899	0,77268	
INDPRO_3	0,0993259	0,539896	0,1840	0,85454	
INDPRO_4	0,307153	0,551355	0,5571	0,57915	
FFR_1	1,24781	11,3721	0,1097	0,91292	
FFR_2	2,38543	15,4984	0,1539	0,87810	
FFR_3	-8,57183	15,1944	-0,5641	0,57436	
FFR_4	-8,23831	10,9073	-0,7553	0,45246	
GS10_1	50,5301	15,0007	3,3685	0,00120	***
GS10_2	-11,269	24,2227	-0,4652	0,64314	
GS10_3	-0,867451	24,7303	-0,0351	0,97211	
GS10_4	38,4622	15,4467	2,4900	0,01502	**

Media della variabile dipendente = 322,627

Scarto quadratico medio della variabile dipendente = 8,63257

Somma dei quadrati dei residui = 55894,5

Errore standard dei residui = 27,4833

$R^2 = 0,99404$

R^2 corretto = 0,99283

Statistica F (16, 74) = 771,074 (p-value < 0,00001)

Statistica Durbin-Watson = 0,374241

Coefficiente di autocorrelazione del prim'ordine = 0,805445

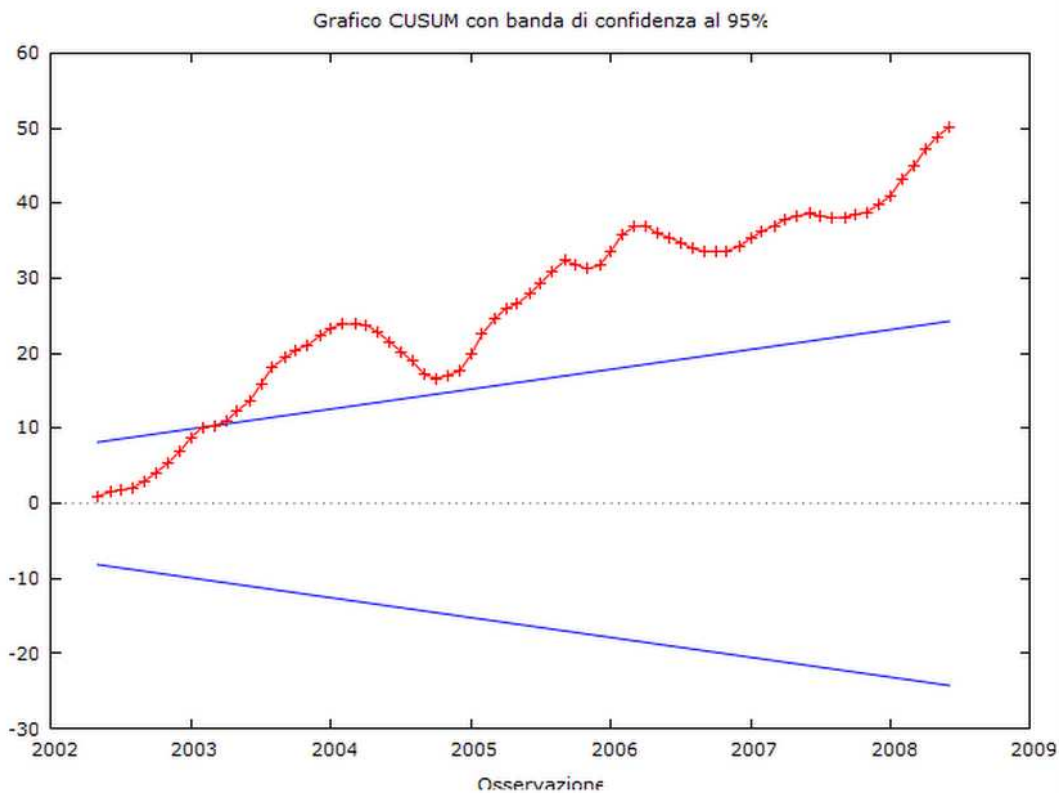
Log-verosimiglianza = -417,118

Criterio di informazione di Akaike = 866,236

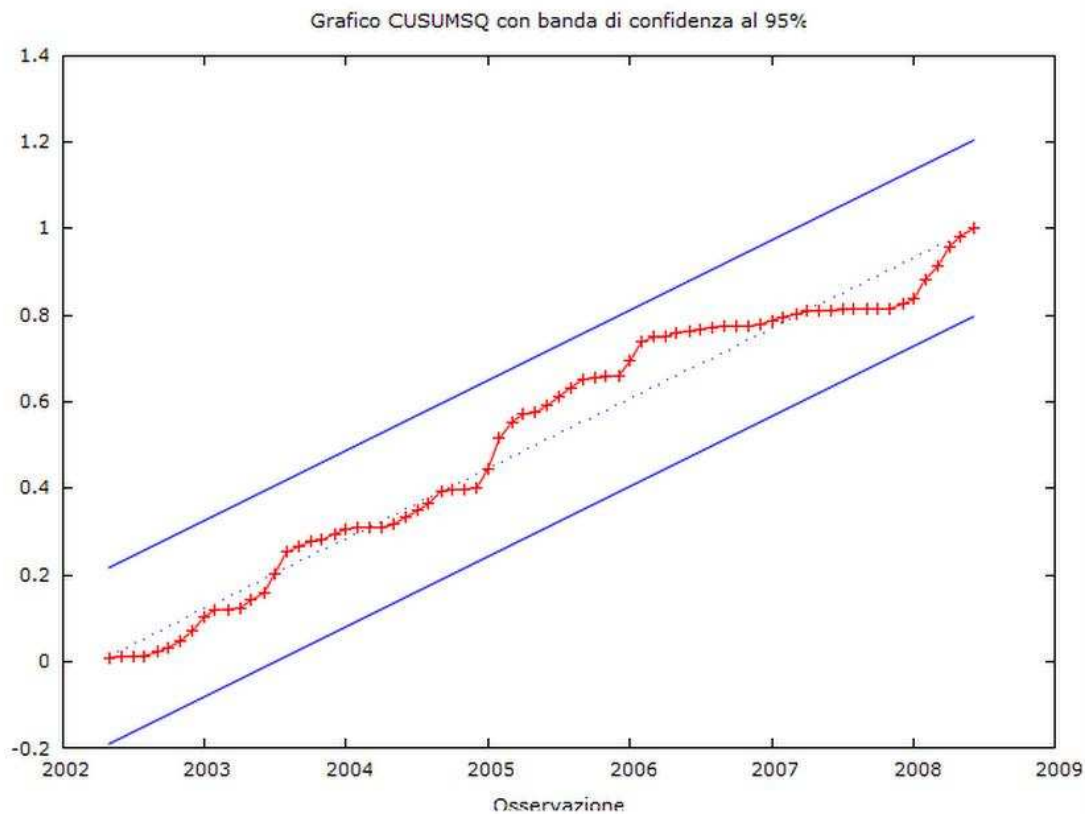
Criterio bayesiano di Schwarz = 906,233

Criterio di Hannan-Quinn = 882,365

TEST CUSUM



TEST CUSUMQ



COMMENTI VERIFICA DI ROBUSTEZZA

Dalla verifica di robustezza effettuata si nota subito che l'R Quadro aggiustato è sceso intorno allo 0.8; tale abbassamento era prevedibile perché le serie storiche, utilizzate in questo elaborato, sono molto persistenti e richiedono in termini di stima del modello il ritardo della variabile dipendente.

Il risultato più interessante è il quarto sottocampione del modello 2, sottocampione con range 2001:02 – 2008:06, anni della recente crisi finanziaria, su cui concentro principalmente la mia attenzione. La verifica di robustezza conferma i risultati ottenuti nel modello comprendente i ritardi della variabile dipendente. Anche qui infatti emerge la maggior importanza, in termini di significatività, del tasso di interesse di lungo termine rispetto a quello di breve termine. Inoltre, come nel modello con i ritardi della dipendente, l'inflazione (variabile CPIAUCSL) risulta non solo significativa ma anche con segno positivo, come è logico aspettarsi.

Tale verifica mi induce dunque a ritenere che i modelli stimati con il ritardo della variabile dipendente HOUST si adattino bene ai dati.

CONCLUSIONI

Del mercato immobiliare si è molto parlato in merito alla recente crisi finanziaria. Il boom nella richiesta di case e il successivo calo nella domanda, dettati dalla politica monetaria della Banca Centrale Americana, sono stati la causa scatenante di questa depressione planetaria.

Con questa mia tesi ho cercato di dare una spiegazione al boom nel mercato delle case; nel dettaglio ho studiato la relazione esistente tra il tasso di interesse, di breve e lungo termine, ed il numero di nuove case prodotte.

Dai risultati da me trovati risulta che sia il tasso di interesse a breve termine sia quello a lungo termine sono elementi fondamentali per spiegare il numero di nuove case prodotte. In particolare, nel modello 2 essi sono entrambi significativi nel sottocampione con range 1968:05 – 1984:03. Tuttavia nel sottocampione della crisi finanziaria (2001:02 -2008:06), su cui concentro maggiormente la mia attenzione, è significativo solo il tasso di lungo periodo. Ciò mi induce dunque a ritenere quest'ultimo più rilevante rispetto a quello di breve periodo. Infatti quando si parla di mutui per l'acquisto dell'abitazione è più opportuno considerare il tasso di lungo periodo. Tale risultato è confermato anche dalla verifica di robustezza effettuata.

I tassi di interesse, di lungo e di breve periodo, non sono comunque le uniche variabili significative. Nel sottocampione della crisi finanziaria, relativo al modello 2 (quello dunque comprendente il tasso di lungo periodo), l'inflazione ha il segno positivo, come mi aspettavo. L'inflazione è infatti quasi sempre causata da un eccesso di moneta collocato dall'autorità monetaria sul mercato. Se cresce l'offerta di moneta cresce il potere d'acquisto e quindi anche il reddito. Aumentando il reddito aumenta di conseguenza anche la domanda di moneta e il tasso di interesse scende.

In relazione al sottocampione della crisi, rilevante al fine della mia tesi, posso dunque affermare di aver raggiunto il mio obiettivo!

BIBLIOGRAFIA

- Di Fonzo T., Lisi F., *"Serie storiche economiche. Analisi statistiche ed applicazioni"* (2005), Carocci Editore.
- Mankiw G., *"Macroeconomia"* (2004), Zanichelli Editore.

È stato inoltre consultato il seguente sito web:

- <http://www.wikipedia.com>

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio i miei genitori, Maria Antonietta e Luigi, che hanno sempre sostenuto le mie scelte.

Ringrazio mia sorella Ponsa per avermi sempre aiutato ed incoraggiato ad andare avanti.

Ringrazio il mio relatore, il Prof. Efrem Castelnuovo, per avermi seguito con attenzione e pazienza nonostante i suoi numerosi impegni.

Infine ringrazio tutti i miei amici, universitari e non, per le belle giornate trascorse insieme.