



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**FACOLTÀ DI SCIENZE STATISTICHE**

CORSO DI LAUREA IN  
STATISTICA E GESTIONE DELLE IMPRESE

TESI DI LAUREA:

**“TASSO DI INTERESSE A LUNGO TERMINE  
E DOMANDA AGGREGATA:  
UNA VERIFICA EMPIRICA PER IL REGNO UNITO”**

**“LONG-TERM INTEREST RATE  
AND AGGREGATE DEMAND:  
AN EMPIRICAL INVESTIGATION FOR THE UK”**

RELATORE: DOTT. EFREM CASTELNUOVO

LAUREANDO: MATTEO CINETTO

MATRICOLA: 516717 - SGI

ANNO ACCADEMICO 2008/2009



# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	5
<b>2. PRESENTAZIONE DEI DATI</b> .....	9
<b>3. ANALISI DEI DATI</b>	
<b>3.1 PRESENTAZIONE DEL METODO DI STIMA</b> .....	15
<b>IL MODELLO A BREVE TERMINE:</b>	
3.2 - Tasso di crescita e funzione del tasso di interesse a breve termine.....	15
3.3 - Tasso di crescita e media del tasso di interesse a breve termine.....	21
3.4 - Analisi su un periodo ridotto.....	25
3.5 - Output gap - la stima definitiva della curva IS dinamica.....	29
<b>IL MODELLO A LUNGO TERMINE:</b>	
3.6 - Output gap e media del tasso di interesse nominale a lungo termine.....	33
3.7 - Output gap e media del tasso di interesse reale a lungo termine.....	37
3.8 - Un solo ritardo per l'output gap.....	41
<b>4. CONCLUSIONI</b> .....	45
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b> .....	49
<b>6. RINGRAZIAMENTI</b> .....	51



## 1. INTRODUZIONE

La **domanda aggregata** è la relazione tra la quantità di prodotto domandata e il livello aggregato dei prezzi, cioè la quantità di beni e servizi che gli individui desiderano acquistare per ogni dato livello dei prezzi.

Uno dei modelli più popolari per lo studio della domanda aggregata è il cosiddetto “**Modello IS-LM**”, principale interpretazione della teoria elaborata dall’economista John Maynard Keynes.

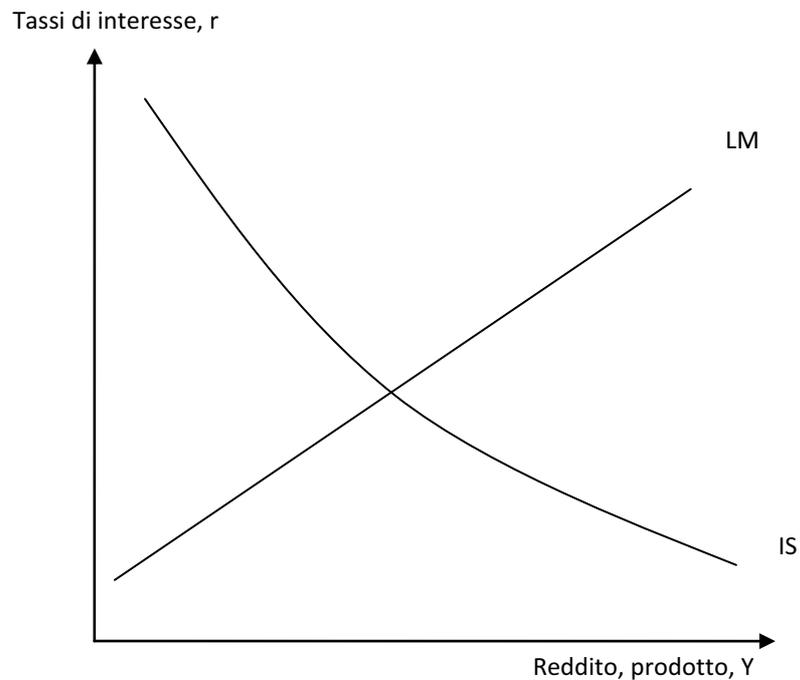


Grafico IS-LM

Il modello IS-LM, come il nome suggerisce, è formato da due componenti: la **curva IS** (Investment & Saving, investimenti e risparmio) e la **curva LM** (Liquidity preference and Money supply , liquidità e moneta). Quest'ultima traccia la relazione che intercorre tra tasso di interesse e livello di reddito nel mercato dei saldi monetari reali mentre la precedente descrive la relazione che intercorre tra il tasso di interesse e il livello di reddito che si crea nel mercato dei beni e dei servizi.

L'intersezione tra le due curve determina il livello di equilibrio del reddito nazionale.

In questo elaborato utilizzeremo una variante dell'equazione della curva IS suggerita da Hafer, Haslag e Jones (2007) così strutturata:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \beta_3 \Phi_{BP}(i_{t-1} - \pi_{t-1}) + \varepsilon_t$$

dove

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = coefficienti

$Y_t$  = indicatore di ciclo economico al tempo generico  $t$

$Y_{t-1}$  = indicatore di ciclo economico al tempo generico  $t-1$

$Y_{t-2}$  = indicatore di ciclo economico al tempo generico  $t-2$

$\Phi_{BP}(i_{t-1} - \pi_{t-1})$  = funzione relativa al tasso di interesse reale a breve termine

$\varepsilon_t$  = termine di errore, interpretabile come "shock" di domanda aggregata.

Il modello rappresentato è quindi un modello "**backward-looking**".

L'obiettivo di questo elaborato è proprio quello di verificare se, nella stima della curva IS (quindi nel mercato dei beni reali), **l'aggiunta del tasso di interesse a lungo periodo nell'equazione può essere significativa o meno.**

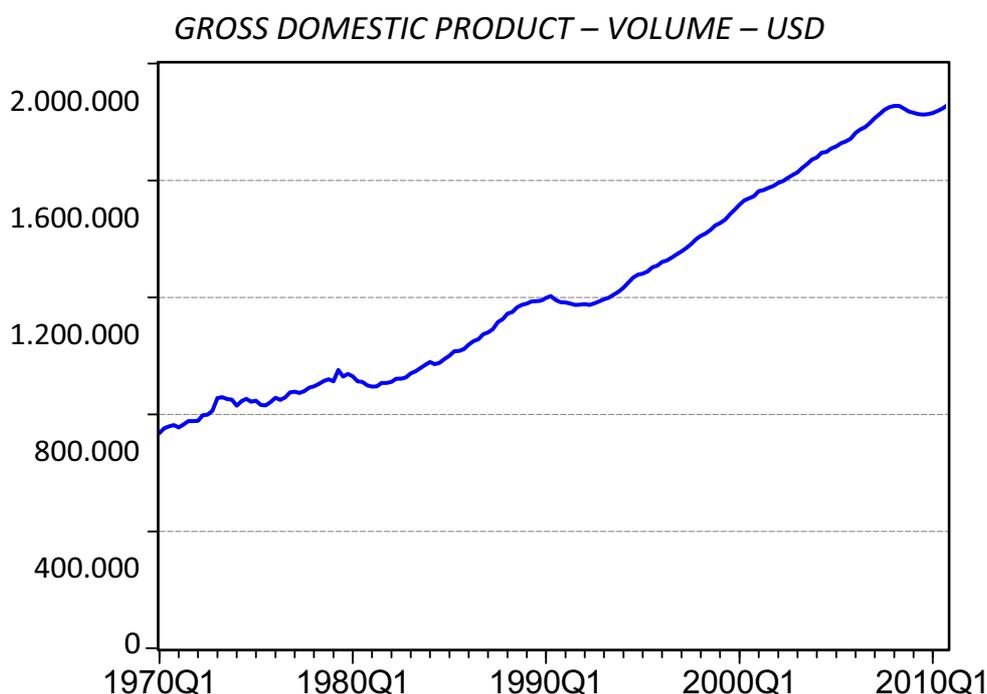
Questo modello è stato empiricamente utilizzato in letteratura al fine di identificare e quantificare la relazione sistematica intercorrente tra **tasso di interesse reale a breve termine**, influenzato dalla politica monetaria, e **ciclo economico**. In realtà, il tasso di interesse di riferimento per la determinazione degli investimenti produttivi e del consumo di beni durevoli è, teoricamente, quello a **lungo termine**. La teoria economica ci suggerisce che, in presenza di una struttura a termine dei tassi di interesse stabile, tale tasso a lungo termine è ridondante una volta inserito nel modello AD il tasso a breve termine (di fatto, l'elemento che "cattura" la curva LM). È tale predizione della teoria economica supportata dai dati?

Dalle analisi effettuate sui dati in possesso per il Regno Unito emergerà che l'inserimento del tasso di interesse a lungo termine porta ad un leggero aumento del potere di stima del modello, a parità di regressori inseriti.



## 2. PRESENTAZIONE DEI DATI

Per le analisi effettuate in questo elaborato son stati utilizzati dati a cadenza trimestrale provenienti dalle seguenti serie storiche, considerando il periodo che va dal primo trimestre del 1970 al quarto trimestre 2010 (ovviamente per gli ultimi due anni si fa riferimento a dati stimati), circoscritti all'area del Regno Unito:



Questa variabile rappresenta il volume del Prodotto Interno Lordo del Regno Unito espresso in Dollari Americani utilizzando la “Teoria della parità dei poteri di acquisto” (PPP, Purchasing Power Parity) riferita all’anno 2000.

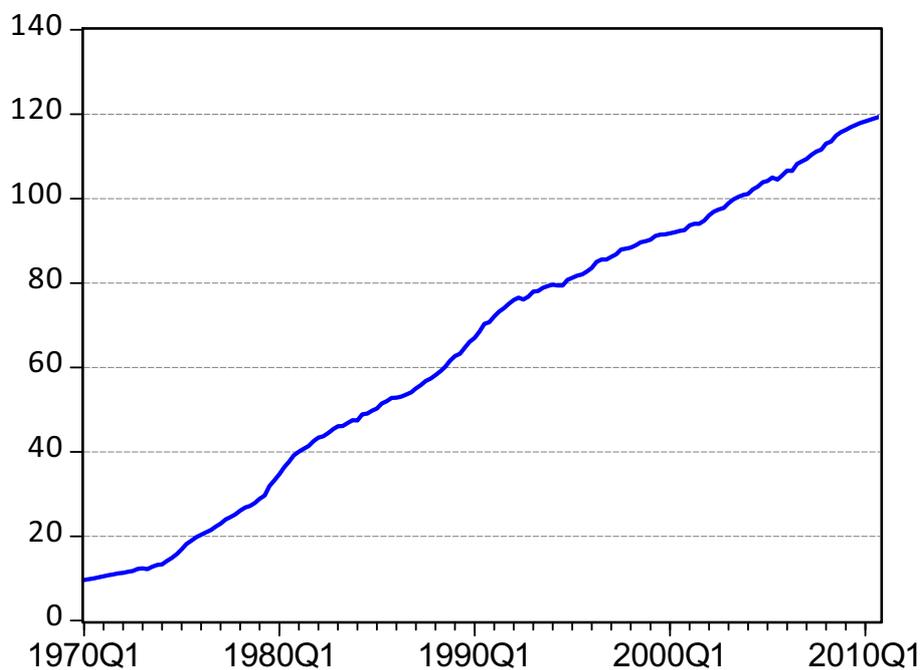
Il Prodotto Interno Lordo di un paese è il valore di mercato di tutti i beni e servizi finali prodotti nell’ambito di un sistema economico in un dato periodo di tempo<sup>1</sup>.

---

1. Mankiw G. “Macroeconomia” p. 15

La teoria della parità dei poteri di acquisto è basata sulla “legge del prezzo unico”, secondo la quale “in un mercato efficiente tutte le merci identiche devono avere un solo prezzo” e utilizza il tasso di cambio di equilibrio a lungo termine di due valute per equiparare il loro potere di acquisto<sup>2</sup>.

*GROSS DOMESTIC PRODUCT – DEFLATOR – MARKET PRICES*



Questa variabile rappresenta il deflatore del Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato.

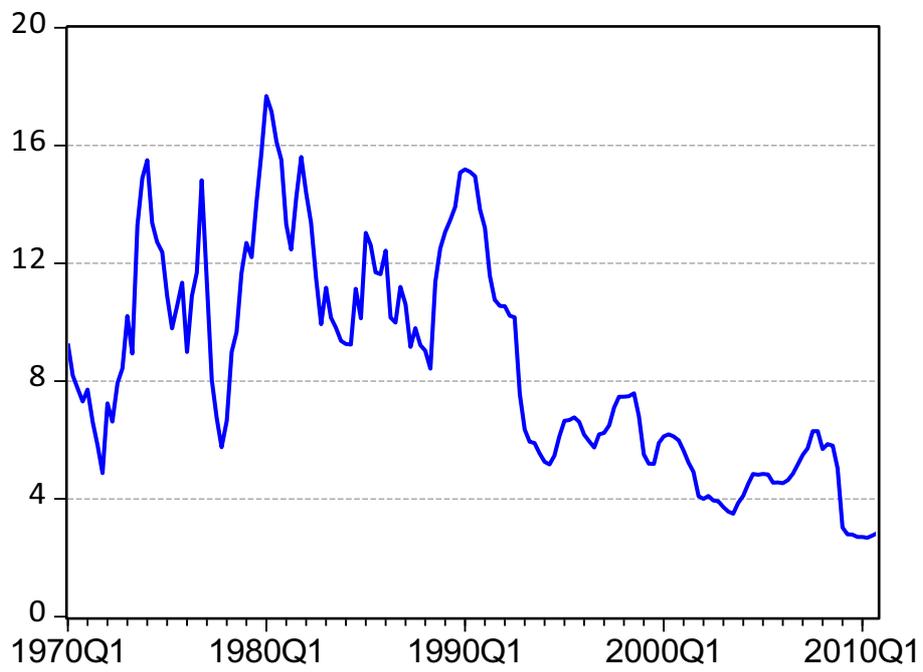
Il deflatore del PIL si definisce come rapporto tra PIL nominale e PIL reale ed è un indice dell'andamento del livello generale dei prezzi in un sistema economico<sup>3</sup>.

---

2. Mankiw G. “Macroeconomia” p. 101

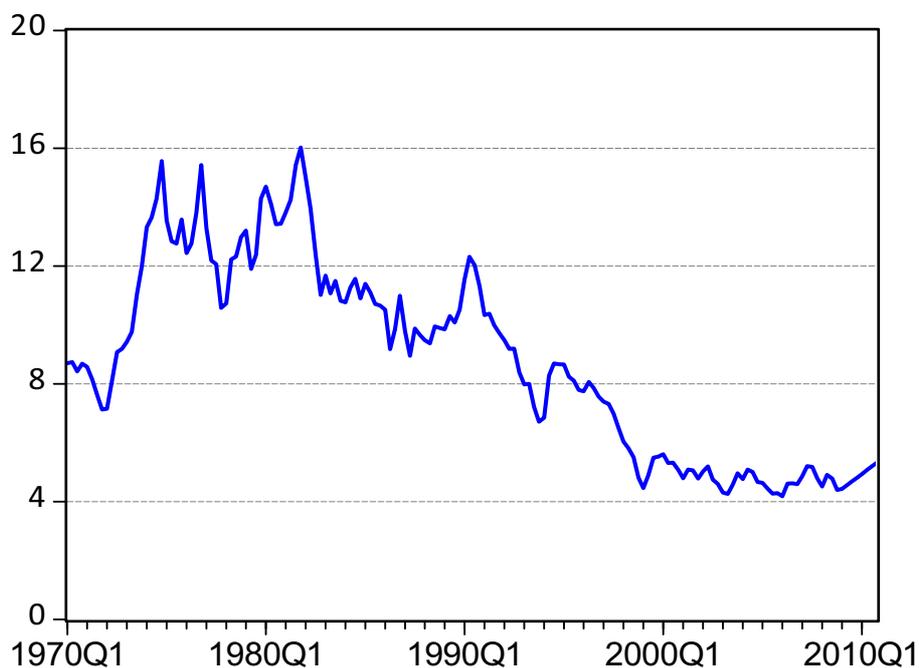
3. Mankiw G. “Macroeconomia” p. 19

*SHORT-TERM INTEREST RATE*



Questa variabile rappresenta il tasso di interesse a breve termine.

### LONG-TERM INTEREST RATE ON GOVERNMENT BOND



Questa variabile rappresenta il tasso di interesse nominale sui titoli di stato a dieci anni.

I due modelli di riferimento utilizzano anche il tasso di inflazione a breve e a lungo periodo che non sono presenti nei dati appena presentati. È però possibile ricavarli utilizzando il deflatore del PIL.

Per ricavare il tasso di inflazione a breve periodo si è quindi così operato:

$$\pi_{BPt} = \frac{\text{defgdp}_t - \text{defgdp}_{t-1}}{\text{defgdp}_{t-1}} \times 400$$

dove

$\pi_{BP}$  = tasso di inflazione a breve periodo al tempo generico  $t$

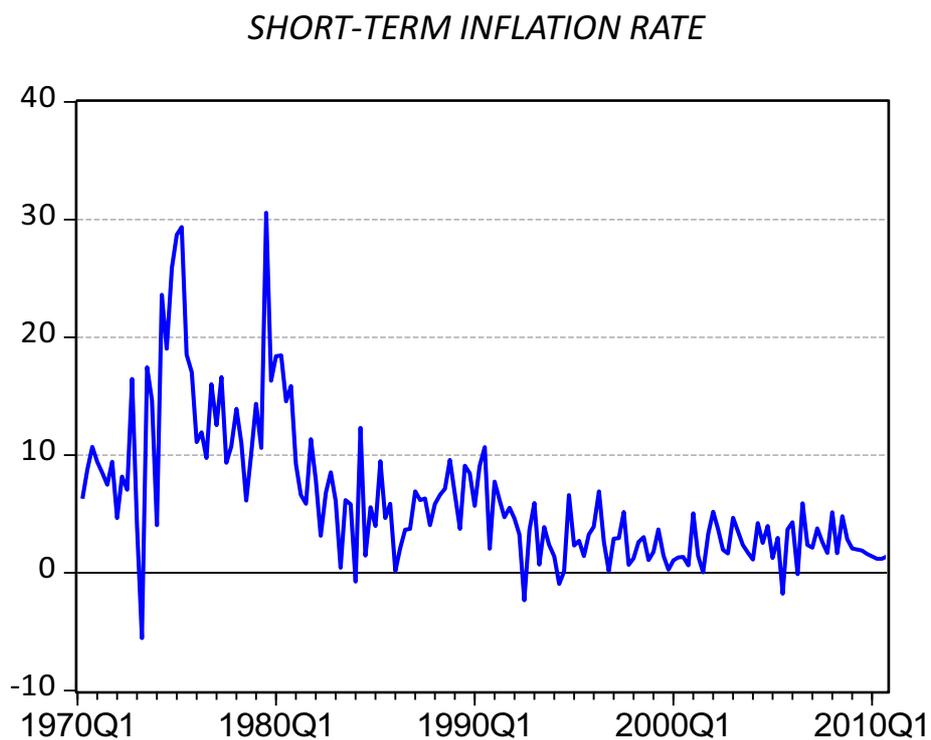
$\text{defgdp}_t$  = livello del deflatore del PIL al tempo generico  $t$

$\text{defgdp}_{t-1}$  = livello del deflatore del PIL al tempo generico  $t-1$

il tutto moltiplicato per 400 in quanto siamo in presenza di dati trimestrali e perché ci si vuole ricondurre a numeri percentualizzati.

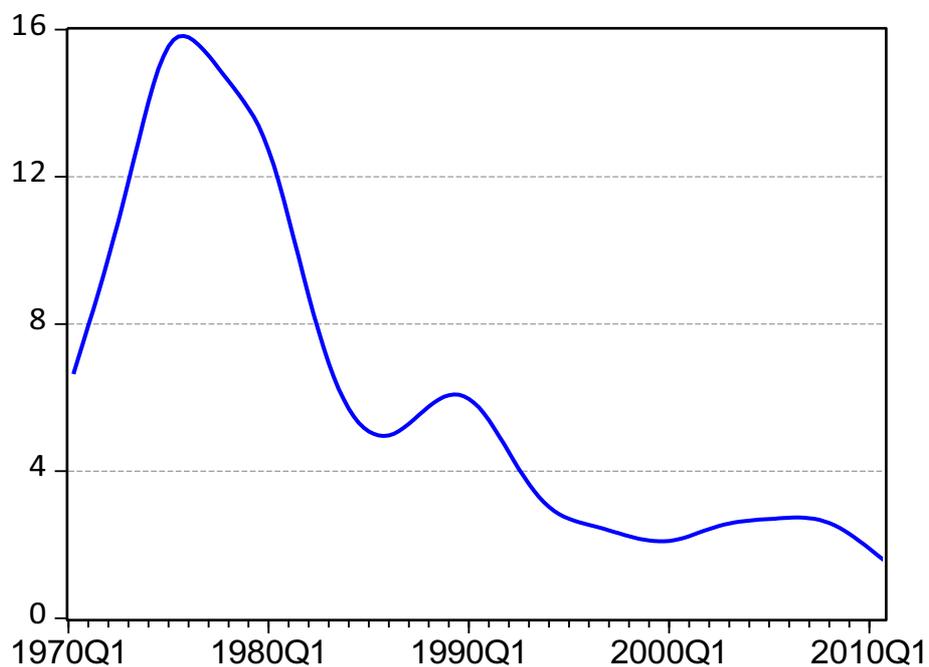
Per passare poi al tasso di inflazione di lungo periodo si è applicato il filtro Hodrick-Prescott (con parametro lambda standard fissato a 1600) alla serie del tasso di inflazione a breve periodo precedentemente creata.

Di seguito si riportano i grafici delle due serie storiche del tasso di inflazione:



Questa variabile rappresenta il tasso di inflazione a breve termine.

### LONG-TERM INFLATION RATE



Questa variabile rappresenta il tasso di inflazione tendenziale, che prendiamo come approssimazione per il tasso di inflazione a lungo termine. Il dato, non essendo presente nei dati disponibili per il Regno Unito, è stato creato mediante l'utilizzo di un filtro Hodrick Prescott.

### **3. ANALISI DEI DATI**

#### **3.1 PRESENTAZIONE DEL METODO DI STIMA**

Tutte le stime necessarie per l'analisi dei dati sono state effettuate con il software statistico EViews 5.0. Sono state ottenute attraverso il metodo dei **Minimi Quadrati Ordinari (OLS - Ordinary Least Squares)**. La stima della matrice di varianza-covarianza è stata effettuata utilizzando il metodo di White, che tiene conto dell'eventuale presenza di eteroschedasticità dei residui. Nonostante una verifica abbia constatato che i risultati sono robusti al non utilizzo della matrice si è preferito effettuare tutti i test con il metodo di White. Si è poi deciso di non includere nell'analisi i dati degli anni 2009 e 2010, in quanto stime e non dati reali.

#### **3.2 IL MODELLO A BREVE TERMINE:**

##### **TASSO DI CRESCITA E FUNZIONE DEL TASSO DI INTERESSE A BREVE TERMINE**

Nella prima stima del modello a breve termine si è deciso di utilizzare il tasso di crescita del PIL come indicatore di ciclo economico, così calcolato:

$$\text{growth}_t = \frac{\text{realgdp}_t - \text{realgdp}_{t-1}}{\text{realgdp}_{t-1}} \times 400$$

dove

**growth<sub>t</sub>** = tasso di crescita del PIL al tempo generico *t*

**realgdp<sub>t</sub>** = volume reale del PIL al tempo generico *t*

**realgdp<sub>t-1</sub>** = volume reale del PIL al tempo generico *t-1*

il tutto di nuovo moltiplicato per 400 (vedi motivazioni precedenti).

Il modello utilizzato per le stime è quindi il seguente:

$$\text{growth}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{growth}_{t-1} + \beta_2 \text{growth}_{t-2} + \beta_3 \Phi_{BP}(i_{t-1} - \pi_{t-1}) + \varepsilon_t$$

dove

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = coefficienti da stimare

$\text{growth}_t$  = tasso di crescita del PIL al tempo generico  $t$

$\text{growth}_{t-1}$  = tasso di crescita del PIL al tempo generico  $t-1$

$\text{growth}_{t-2}$  = tasso di crescita del PIL al tempo generico  $t-2$

$\Phi_{BP}(i_{t-1} - \pi_{t-1})$  = funzione della differenza tra il tasso di interesse reale a breve periodo e il tasso di inflazione a breve periodo ritardati di un lag

$\varepsilon_t$  = termine di errore, interpretabile come "shock" di domanda aggregata.

La stima con il software EViews del modello descritto precedentemente ha dato i seguenti risultati:

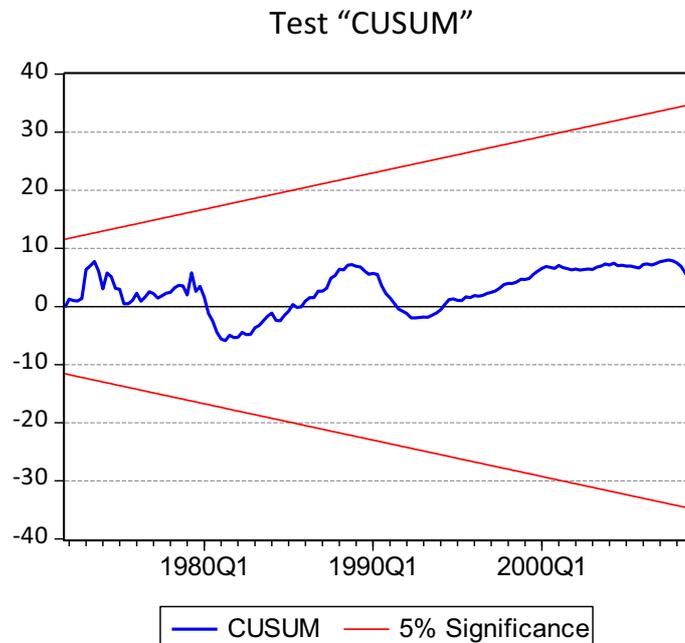
Dependent Variable: GROWTH400\_TR  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/08/09 Time: 23:52  
 Sample (adjusted): 1970Q4 2008Q4  
 Included observations: 153 after adjustments  
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.027061	0.523437	3.872597	0.0002
GROWTH400_TR(-1)	0.034921	0.132561	0.263436	0.7926
GROWTH400_TR(-2)	0.078402	0.106993	0.732775	0.4648
SPDIFF(-1)	0.014344	0.083887	0.170989	0.8645
R-squared	0.008529	Mean dependent var		2.334451
Adjusted R-squared	-0.011433	S.D. dependent var		3.732457
S.E. of regression	3.753733	Akaike info criterion		5.509175
Sum squared resid	2099.486	Schwarz criterion		5.588402
Log likelihood	-417.4519	F-statistic		0.427272
Durbin-Watson stat	2.024811	Prob(F-statistic)		0.733744

Tutte e tre le variabili prese in considerazione (il tasso di crescita ritardato di uno e due periodi e la differenza tra tasso di interesse reale di breve periodo e tasso di inflazione di breve periodo) non risultano significative. Per verificare la significatività delle variabili bisogna confrontare il valore della **statistica t** della variabile presa in analisi con quello di una **distribuzione t di Student** con livello di significatività standard del 5%, nel nostro caso 1,96. Se il modulo del valore della statistica t è superiore a 1,96 significa che siamo portati a rifiutare **l'ipotesi nulla di non significatività**. Dall'output infatti notiamo che tutte in e tre le variabili la statistica t ha un valore inferiore a quello di riferimento (0,263436 per il tasso di crescita ritardato di un periodo, 0,732775 per il tasso di crescita ritardato di un periodo e 0,170989 la differenza tra i due tassi), presentando rispettivamente un p-value di 0,7926, di 0,4648 e di 0,8645;

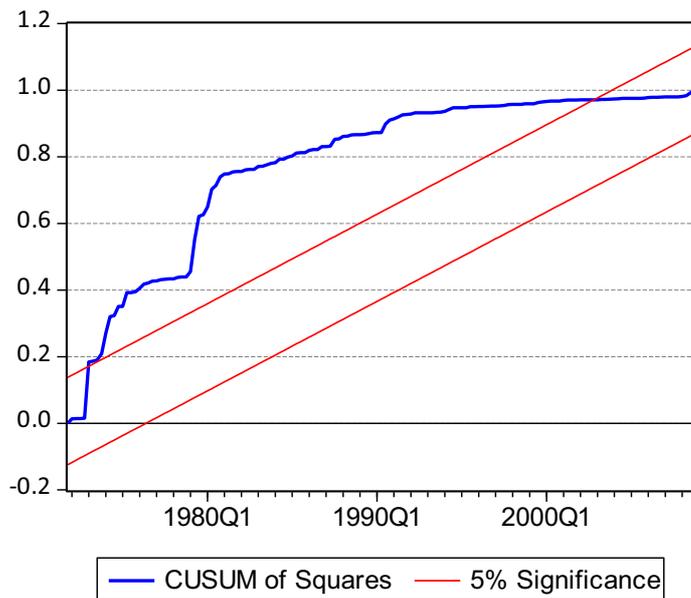
- Il coefficiente associato alla differenza tra i due tassi dovrebbe risultare negativo, in quanto il tasso di interesse dovrebbe influire negativamente sul tasso di crescita del PIL, mentre in questa stima è positivo (0,014344);
- Il valore dell'indicatore statistico "R<sup>2</sup> corretto" (che indica la bontà del modello) è addirittura negativo, con un valore di -0,011433. Non è stato utilizzato l'indicatore statistico R<sup>2</sup> in quanto presenta un difetto: R<sup>2</sup> non diminuisce mai all'aggiungere di nuovi regressori; in casi estremi si può ottenere addirittura sempre un valore di R<sup>2</sup> pari a 1 (il range di oscillazione dei valori è tra 0 e 1) se il numero dei regressori indipendenti è pari al numero delle osservazioni. L' "R<sup>2</sup> corretto" invece penalizza l'introduzione di regressori che non contribuiscono all'accrescimento della bontà del modello. Da notare che l'"R<sup>2</sup> corretto" non assume mai valori maggiori dell'R<sup>2</sup> corrispondente e, in caso di modelli con scarso potere descrittivo, come nel nostro caso, può assumere valori negativi.

Sono poi stati effettuati il **CUSUM Test** e il **CUSUM of Squares Test** per verificare la stabilità dei parametri (il test “CUSUM”) e della varianza (il test “CUSUM of Squares”). Di seguito sono riportati i grafici dei due test:



Il test “CUSUM” effettuato ci porta ad affermare che c’è stabilità nei parametri, perché tutto il grafico è all’interno delle bande di confidenza. Ciò significa che la significatività o meno dei regressori si “estende” in tutto il campione e non esistono dei sottocampioni dove i regressori possono invertire la loro significatività.

Test "CUSUM of SQUARES"



Il test "CUSUM of Squares" invece evidenzia una certa instabilità della varianza. Ciò conferma l'idea di utilizzare il metodo di White per la stima della matrice di varianza-covarianza.

Tutti questi risultati denotano che quella appena effettuata non è una buona stima per la nostra variabile di interesse.



### **3.3 IL MODELLO A BREVE TERMINE:**

#### **TASSO DI CRESCITA E MEDIA DEL TASSO DI INTERESSE A BREVE TERMINE**

Un secondo tentativo è stato effettuato sostituendo alla variabile  $\Phi_{BP}(i_{t-1}-\pi_{t-1})$  la seguente variabile, così definita:

$$\mathbf{spdiffma3} = \frac{\mathbf{spdiff}_t + \mathbf{spdiff}_{t-1} + \mathbf{spdiff}_{t-2} + \mathbf{spdiff}_{t-3}}{4}$$

dove:

$\mathbf{spdiff}_{t-q}$  = differenza tra il tasso di interesse reale di breve periodo e il tasso di inflazione di breve periodo, ritardata di  $q$  lags dal tempo  $t$ .

Il nuovo modello è quindi il seguente

$$\mathbf{growth}_t = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{growth}_{t-1} + \beta_2 \mathbf{growth}_{t-2} + \beta_3 \mathbf{spdiffma3}_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove:

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = coefficienti da stimare

$\mathbf{growth}_t$  = tasso di crescita del PIL al tempo generico  $t$

$\mathbf{growth}_{t-1}$  = tasso di crescita del PIL al tempo generico  $t-1$

$\mathbf{growth}_{t-2}$  = tasso di crescita del PIL al tempo generico  $t-2$

$\mathbf{spdiffma3}_{t-1}$  = variabile definita precedentemente ritardata di un periodo

$\varepsilon_t$  = termine di errore, interpretabile come "shock" di domanda aggregata.

Di seguito viene riportato l'output generato dal software EViews:

Dependent Variable: GROWTH400\_TR

Method: Least Squares

Date: 06/09/09 Time: 00:21

Sample (adjusted): 1971Q2 2008Q4

Included observations: 151 after adjustments

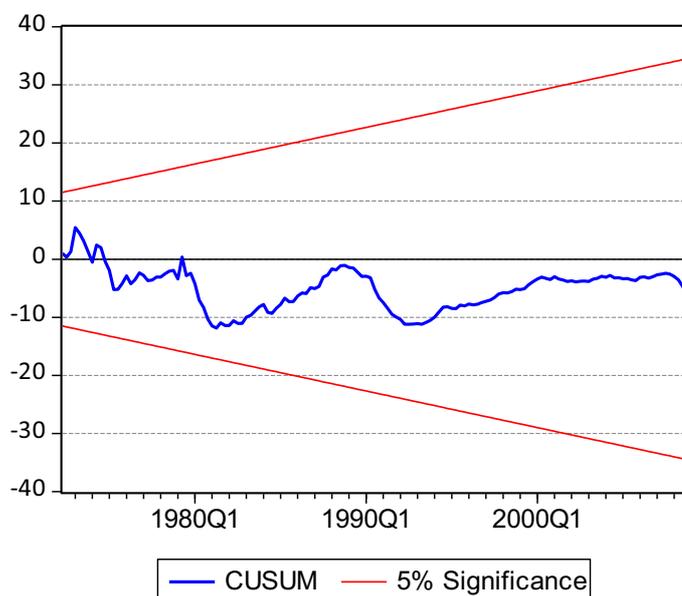
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.036786	0.541398	3.762088	0.0002
GROWTH400_TR(-1)	0.036319	0.124285	0.292225	0.7705
GROWTH400_TR(-2)	0.080045	0.110135	0.726789	0.4685
SPDIFFMA3(-1)	0.027003	0.089295	0.302405	0.7628
R-squared	0.009759	Mean dependent var	2.377509	
Adjusted R-squared	-0.010450	S.D. dependent var	3.718229	
S.E. of regression	3.737607	Akaike info criterion	5.500901	
Sum squared resid	2053.546	Schwarz criterion	5.580829	
Log likelihood	-411.3180	F-statistic	0.482891	
Durbin-Watson stat	2.001696	Prob(F-statistic)	0.694680	

Con questa nuova variabile la situazione è migliorata, ma non a sufficienza, in quanto il valore dell'"R<sup>2</sup> corretto" è aumentato, ma continua ad essere negativo (-0,010450), il valore della statistica test t della nuova variabile introdotta (ritardata di un periodo) è, nonostante sia più elevato della precedente, sempre inferiore al valore di riferimento (0,302405) e il suo coefficiente continua ad essere positivo (0,027003).

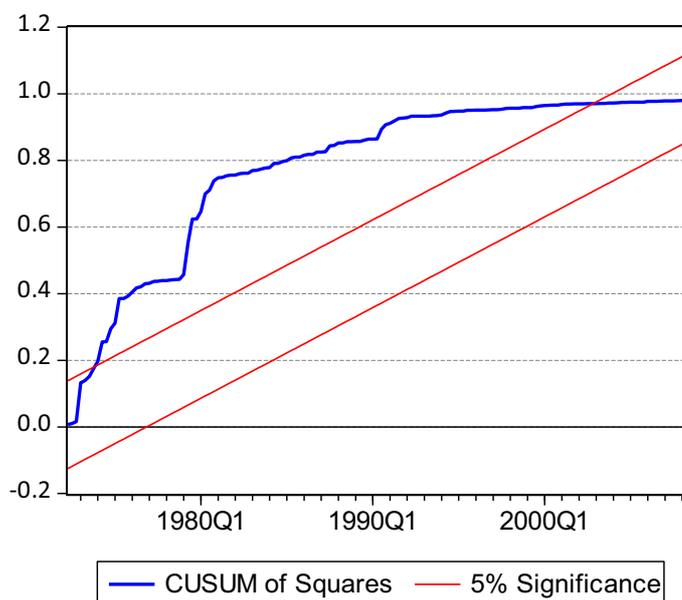
Di seguito vengono presentati il CUSUM Test e il CUSUM of Squares Test:

Test "CUSUM"



Il test "CUSUM" evidenzia stabilità nei parametri.

Test "CUSUM of Squares"



Il test "CUSUM of Squares" invece evidenzia di nuovo instabilità nella varianza.



### 3.4 IL MODELLO A BREVE TERMINE: ANALISI SU UN PERIODO RIDOTTO

Il tentativo successivo è stato quello di ridurre l'analisi ad un periodo di tempo più breve, in questo caso il periodo tra il primo trimestre del 1983 e il quarto trimestre del 2000, mantenendo sempre il modello sopra citato.

Si riporta di seguito l'output generato dal software EViews:

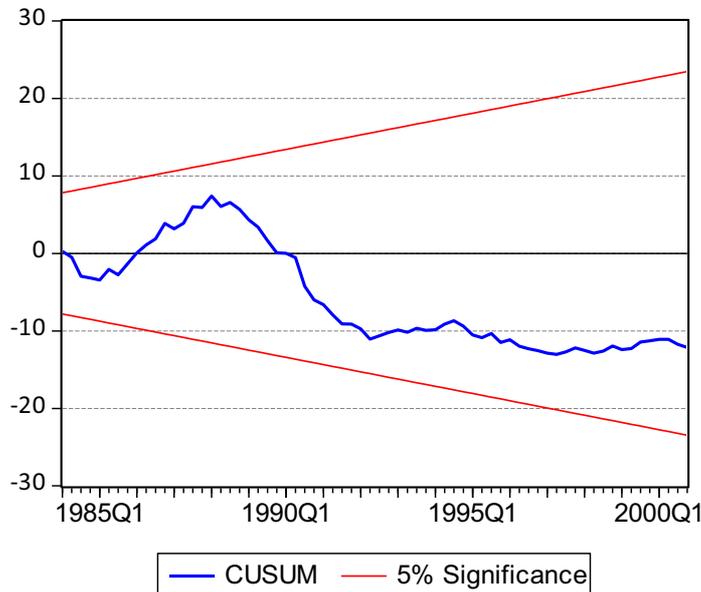
Dependent Variable: GROWTH400\_TR  
Method: Least Squares  
Date: 06/04/09 Time: 13:30  
Sample: 1983Q1 2000Q4  
Included observations: 72  
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.474112	1.066577	3.257253	0.0018
GROWTH400_TR(-1)	0.327778	0.095774	3.422414	0.0011
GROWTH400_TR(-2)	0.060205	0.135068	0.445738	0.6572
SPDIFFMA3(-1)	-0.085099	0.045582	-1.866954	0.0662
R-squared	0.222366	Mean dependent var		2.865533
Adjusted R-squared	0.188058	S.D. dependent var		2.346185
S.E. of regression	2.114096	Akaike info criterion		4.389084
Sum squared resid	303.9194	Schwarz criterion		4.515566
Log likelihood	-154.0070	F-statistic		6.481569
Durbin-Watson stat	1.967904	Prob(F-statistic)		0.000636

Con questa stima i risultati son ancora migliorati: il valore dell'"R<sup>2</sup> corretto" è diventato positivo (0,188058), il regressore del tasso di crescita ritardato di un periodo è significativo ad un livello di significatività del 5%, il regressore della differenza tra il tasso di interesse reale a breve periodo e il tasso di inflazione a breve periodo è significativo ad un livello di significatività del 10% (ma non al 5%) ed è negativo. Quello che potrebbe spingerci a variare di nuovo il modello è il basso valore dell'"R<sup>2</sup> corretto": essendo questo un modello "backward-looking" ci si aspettano valori più alti.

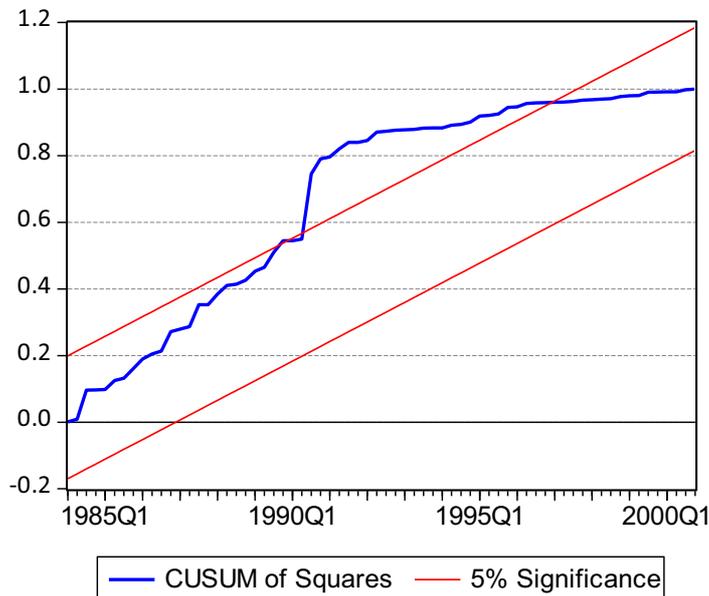
Di seguito vengono presentati il CUSUM Test e il CUSUM of Squares Test:

Test "CUSUM"



Il test "CUSUM" evidenzia stabilità nei parametri.

Test "CUSUM of Squares"



Il test "CUSUM of Squares" evidenzia di nuovo instabilità nella varianza, però per un periodo ridotto. Ciò può essere spiegato dal fatto che, il periodo preso in esame, cioè dal 1983 al 2000, è chiamato "periodo di **grande moderazione**", quindi presenta dati abbastanza omoschedastici.

I risultati ottenuti fino ad ora devono però essere valutati molto attentamente: il tasso di crescita del PIL reale non è un buon indicatore di ciclo economico per le nostre analisi per vari motivi: di fatto, ciò non è sorprendente. Questo perché la durata del ciclo economico che esso rappresenta è ridotta, ha un'autocorrelazione inferiore a misure alternative e ha una volatilità marcatamente bassa. Il vantaggio che questo indicatore presenta, cioè il fatto di non applicare nessuna trasformazione ai dati, non è sufficiente per farci propendere al suo utilizzo, nonostante i risultati ottenuti non siano così negativi.



### **3.5 IL MODELLO A BREVE TERMINE:**

#### **OUTPUT GAP - LA STIMA DEFINITIVA DELLA CURVA IS DINAMICA**

Una delle possibili alternative è utilizzare l'output gap come indicatore di ciclo economico. Questo output gap è stato calcolato come differenza tra le trasformate logaritmiche della serie del PIL reale e della stima di quest'ultimo utilizzando un modello con trend lineare quadratico.

Il nuovo modello sarà quindi così definito:

$$\text{outputgap}_t \times 100 = \beta_0 + \beta_1 \text{outputgap}_{t-1} \times 100 + \beta_2 \text{outputgap}_{t-2} \times 100 + \beta_3 \text{spdiffma3}_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = coefficienti da stimare

$\text{outputgap}_t$  = output gap al tempo generico  $t$

$\text{outputgap}_{t-1}$  = output gap al tempo generico  $t-1$

$\text{outputgap}_{t-2}$  = output gap al tempo generico  $t-2$

$\text{spdiffma3}_{t-1}$  = variabile definita precedentemente ritardata di un periodo

$\varepsilon_t$  = termine di errore, interpretabile come "shock" di domanda aggregata.

L'output gap è stato moltiplicato per 100 in quanto ci si è ricondotti ad un dato percentualizzato.

Si riporta l'output del software EViews:

Dependent Variable: OUTPUTGAP\*100

Method: Least Squares

Date: 06/04/09 Time: 11:23

Sample: 1983Q1 2000Q4

Included observations: 72

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

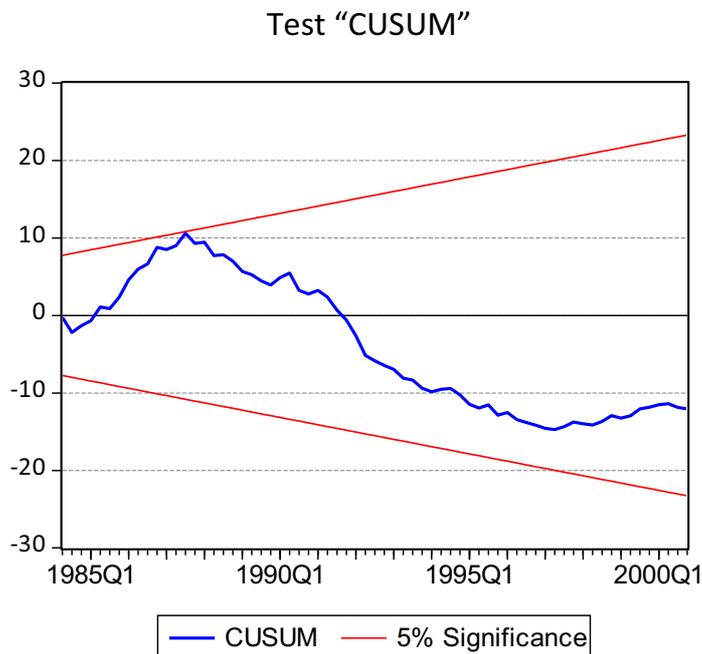
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.503330	0.185799	2.708999	0.0085
OUTPUTGAP(-1)*100	1.323982	0.081652	16.21485	0.0000
OUTPUTGAP(-2)*100	-0.371170	0.082992	-4.472341	0.0000
SPDIFFMA3(-1)	-0.022070	0.010132	-2.178214	0.0329
R-squared	0.964732	Mean dependent var	-0.170764	
Adjusted R-squared	0.963177	S.D. dependent var	2.675397	
S.E. of regression	0.513394	Akaike info criterion	1.558406	
Sum squared resid	17.92298	Schwarz criterion	1.684887	
Log likelihood	-52.10261	F-statistic	620.0393	
Durbin-Watson stat	2.041032	Prob(F-statistic)	0.000000	

I risultati di quest'ultima stima sembrano aver condotto alla formulazione di un modello soddisfacente, in quanto tutte le variabili sono significative ad un livello di significatività del 5%, il coefficiente della variabile che rappresenta la differenza tra il tasso di interesse reale a breve termine e il tasso di inflazione a breve termine è negativo, come ci si aspetta, e l'"R<sup>2</sup> corretto" si attesta su valori buoni per un modello "backward-looking" (0,963177).

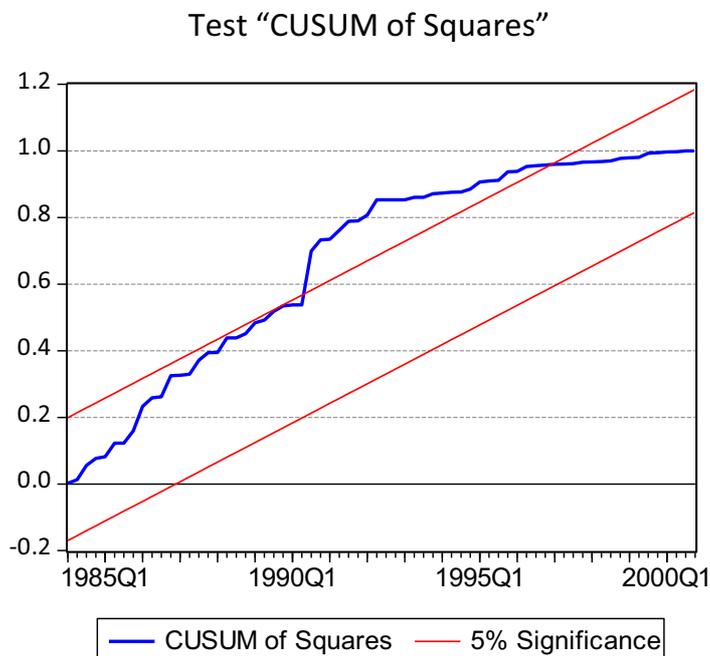
Ora che il modello stimato per il breve periodo è soddisfacente, non ci resta che provare a verificare se aggiungendo al nostro modello il tasso di interesse reale di lungo periodo si ha un significativo miglioramento del modello.

Di seguito vengono presentati il CUSUM Test e il CUSUM of Squares

Test:



Il test "CUSUM" evidenzia stabilità nei parametri anche in questo modello.



Il test "CUSUM of Squares" evidenzia di nuovo instabilità nella varianza, come nel modello precedente.



### **3.6 IL MODELLO A LUNGO TERMINE:**

#### **OUTPUT GAP E MEDIA DEL TASSO DI INTERESSE NOMINALE A LUNGO TERMINE**

Per la stima di questo modello agiremo come nei vari modelli stimati in precedenza.

Come modello di riferimento utilizzeremo l'ultimo modello stimato, cioè quello che ha dato i migliori risultati.

Per rappresentare il tasso di interesse di lungo periodo si è utilizzata, analogamente a come operato per il tasso di interesse di breve periodo, una variabile così costruita:

$$\mathbf{ltima3} = \frac{\mathbf{l}t_i + \mathbf{l}t_{i-t-1} + \mathbf{l}t_{i-t-2} + \mathbf{l}t_{i-t-3}}{4}$$

dove:

$\mathbf{l}t_{i-q}$  = tasso di interesse nominale a lungo termine su titoli di stato a 10 anni ritardato di  $q$  lags dal tempo generico  $t$

Il nuovo modello sarà quindi così definito:

$$\text{outputgap}_t \times 100 = \beta_0 + \beta_1 \text{outputgap}_{t-1} \times 100 + \beta_2 \text{outputgap}_{t-2} \times 100 + \beta_3 \text{spdiffma3}_{t-1} + \beta_4 \mathbf{l}t_{i-3}_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  = coefficienti da stimare

$\text{outputgap}_t$  = output gap al tempo generico  $t$

$\text{outputgap}_{t-1}$  = output gap al tempo generico  $t-1$

$\text{outputgap}_{t-2}$  = output gap al tempo generico  $t-2$

$\text{spdiffma3}_{t-1}$  = variabile definita precedentemente ritardata di un periodo

$\mathbf{l}t_{i-3}_{t-1}$  = variabile definita precedentemente ritardata di un periodo

$\varepsilon_t$  = termine di errore, interpretabile come "shock" di domanda aggregata.

Per poter confrontare questo modello con il precedente le analisi statistiche verranno effettuate sul campione ridotto che va dal primo trimestre del 1983 al quarto trimestre del 2000.

Si presenta di seguito l'output generato dal software EViews:

Dependent Variable: OUTPUTGAP\*100  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/09/09 Time: 01:12  
 Sample: 1983Q1 2000Q4  
 Included observations: 72  
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

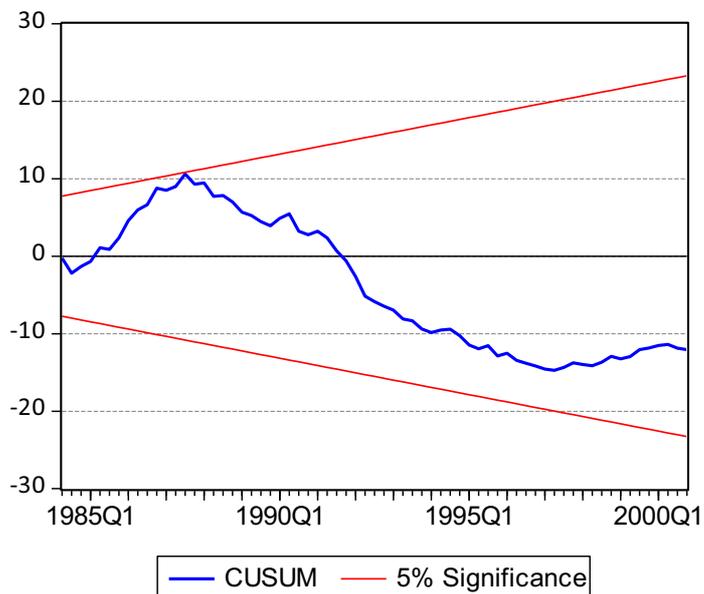
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.575670	0.255743	2.250973	0.0277
OUTPUTGAP(-1)*100	1.318305	0.085220	15.46951	0.0000
OUTPUTGAP(-2)*100	-0.367594	0.084136	-4.369034	0.0000
SPDIFFMA3(-1)	-0.080856	0.042273	-1.912728	0.0601
LTIMA3(-1)	-0.012147	0.030432	-0.399171	0.6910
R-squared	0.964791	Mean dependent var	-0.170764	
Adjusted R-squared	0.962689	S.D. dependent var	2.675397	
S.E. of regression	0.516778	Akaike info criterion	1.584509	
Sum squared resid	17.89300	Schwarz criterion	1.742611	
Log likelihood	-52.04233	F-statistic	458.9868	
Durbin-Watson stat	2.037981	Prob(F-statistic)	0.000000	

Osservando l'output fornito da EViews notiamo che l'"R<sup>2</sup> corretto" è elevato (0,962689) e che i coefficienti dei parametri sono coerenti con quello che ci saremmo aspettati di ottenere: in particolare i due coefficienti dei tassi di interesse son negativi.

Si riscontra però un problema: tutti e due i regressori dei tassi di interesse, sia a breve termine che a lungo termine non sembrano essere significativi ad un livello di significatività del 5% (si può notare però che il tasso di interesse a breve termine è significativo ad un livello di significatività del 10%), in quanto presentano un valore della statistica t rispettivamente di -1,912728 e -0,399171 (in valore assoluto inferiori al valore di riferimento fissato 1,96).

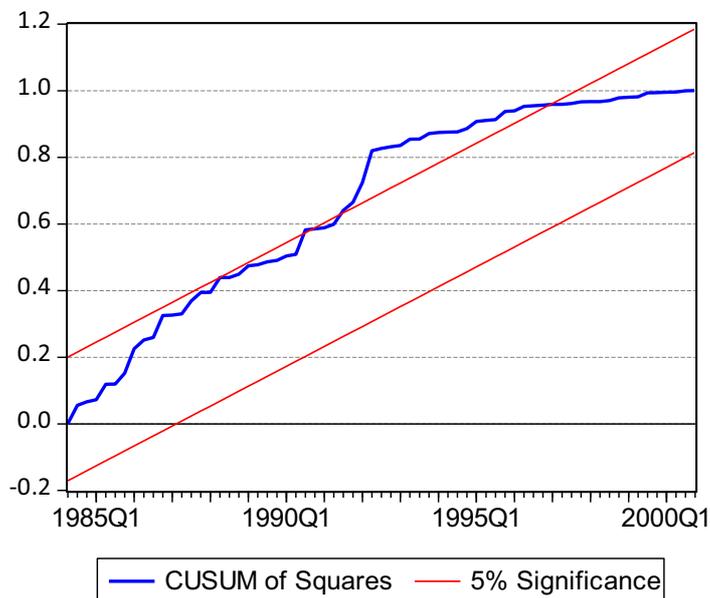
Di seguito vengono presentati il CUSUM Test e il CUSUM of Squares Test:

Test "CUSUM"



Il test "CUSUM" evidenzia stabilità nei parametri.

Test "CUSUM of Squares"



Il test "CUSUM of Squares" presenta instabilità nella varianza.



### 3.7 IL MODELLO A LUNGO TERMINE:

#### OUTPUT GAP E MEDIA DEL TASSO DI INTERESSE REALE A LUNGO TERMINE

Un ulteriore tentativo è stato effettuato inserendo al posto del tasso di interesse nominale a lungo periodo la differenza tra quest'ultimo e il tasso di inflazione a lungo periodo. Si andrà ad utilizzare, come effettuato in precedenza, la seguente variabile:

$$\text{lpdiffma3} = \frac{\text{lpdiff}_t + \text{lpdiff}_{t-1} + \text{lpdiff}_{t-2} + \text{lpdiff}_{t-3}}{4}$$

dove:

$\text{lpdiff}_{t-q}$  = differenza tra il tasso di interesse di lungo periodo e il tasso di inflazione di lungo periodo, ritardata di  $q$  lags dal tempo  $t$ .

Di seguito si presenta l'output generato dal software EViews:

Dependent Variable: OUTPUTGAP\*100

Method: Least Squares

Date: 06/09/09 Time: 01:12

Sample: 1983Q1 2000Q4

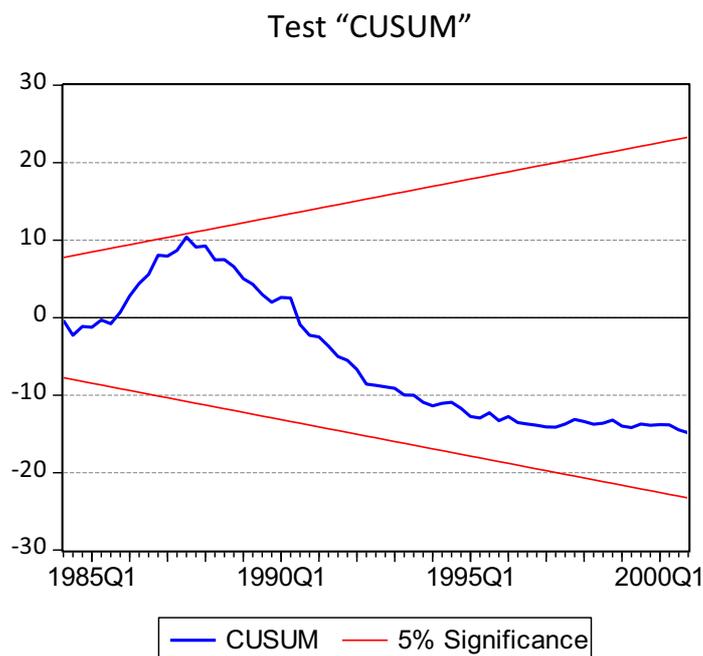
Included observations: 72

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.065744	0.356117	2.992678	0.0039
OUTPUTGAP(-1)*100	1.269585	0.088432	14.35666	0.0000
OUTPUTGAP(-2)*100	-0.336948	0.083478	-4.036352	0.0001
SPDIFFMA3(-1)	-0.072173	0.038721	-1.863956	0.0667
LPDIFFMA3(-1)	-0.136742	0.071067	-1.924126	0.0586
R-squared	0.966013	Mean dependent var	-0.170764	
Adjusted R-squared	0.963984	S.D. dependent var	2.675397	
S.E. of regression	0.507735	Akaike info criterion	1.549202	
Sum squared resid	17.27226	Schwarz criterion	1.707303	
Log likelihood	-50.77126	F-statistic	476.0840	
Durbin-Watson stat	2.005581	Prob(F-statistic)	0.000000	

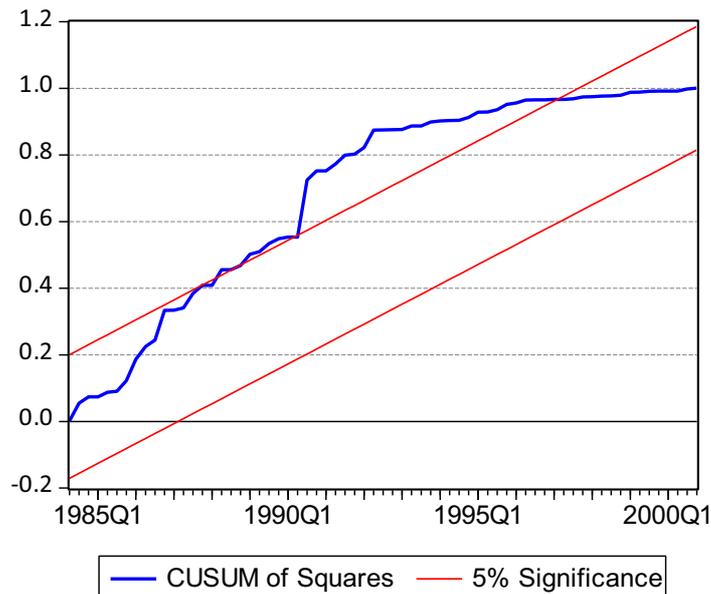
Anche in questo caso la variabile rappresentante il tasso di interesse a lungo termine non è significativa ad un livello di significatività del 5%, però si può notare che entrambe le variabili diventano significative ad un livello di significatività del 10%.

Di seguito vengono presentati il CUSUM Test e il CUSUM of Squares Test:



Il test "CUSUM" presenta stabilità nei parametri.

Test "CUSUM of Squares"



Il test "CUSUM of Squares" presenta instabilità nella varianza.

Analizzando l'" $R^2$  corretto" di entrambi i modelli a lungo termine notiamo che nel primo caso l'indicatore statistico nel modello "ridotto" è leggermente superiore a quello nel modello "completo".

Per come l'" $R^2$  corretto" è concepito, ciò significa che l'introduzione della variabile del tasso di interesse a lungo periodo non porta nessun miglioramento nella capacità di stima del modello (si ricorda infatti che l'" $R^2$  corretto" "penalizza" l'introduzione di regressori non significativi nel modello, cosa che l'indicatore  $R^2$  ordinario non fa). Questo è ulteriormente confermato dal valore della statistica t del tasso di interesse a lungo periodo.

Nel secondo caso invece l'" $R^2$  corretto" del modello "completo" è leggermente più elevato del corrispondente indicatore nel modello "ridotto" però, essendo la variabile introdotta non significativa ad un livello di significatività del 5% (anche se ad un livello di significatività del 10% lo diventa), non possiamo accettare il modello stimato.



### 3.8 IL MODELLO A LUNGO TERMINE: UN SOLO RITARDO PER L'OUTPUT GAP

Provando ad eliminare l'output gap ritardato di due periodi dall'ultimo modello preso in analisi i risultati variano ulteriormente, portandoci ad avere un'ulteriore stima del modello a lungo termine.

Il modello sarà quindi così strutturato (per il significato delle variabili fare riferimento al capitolo 3.5):

$$\text{outputgap}_t \times 100 = \beta_0 + \beta_1 \text{outputgap}_{t-1} \times 100 + \beta_2 \text{spdiffma3}_{t-1} + \beta_3 \text{lpdiffma3}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Di seguito si riporta l'output generato dal software EViews:

Dependent Variable: OUTPUTGAP\*100  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/09/09 Time: 01:36  
 Sample: 1983Q1 2000Q4  
 Included observations: 72  
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.447995	0.359292	4.030136	0.0001
OUTPUTGAP(-1)*100	0.926768	0.026983	34.34669	0.0000
SPDIFFMA3(-1)	-0.089910	0.039540	-2.273882	0.0261
LPDIFFMA3(-1)	-0.190819	0.072217	-2.642294	0.0102
R-squared	0.961027	Mean dependent var		-0.170764
Adjusted R-squared	0.959308	S.D. dependent var		2.675397
S.E. of regression	0.539689	Akaike info criterion		1.658307
Sum squared resid	19.80600	Schwarz criterion		1.784788
Log likelihood	-55.69905	F-statistic		558.9353
Durbin-Watson stat	1.240725	Prob(F-statistic)		0.000000

Come si può notare, al prezzo di un lieve abbassamento del valore dell'"R<sup>2</sup> corretto" rispetto al modello con tutti e due i ritardi, ora tutti i regressori sono significativi ad un livello di significatività del 5%.

Confrontando però questo modello con il corrispondente modello a breve termine (cioè con il modello a breve termine privato dell'output gap ritardato di due periodi) si può notare che, il modello a lungo termine

presenta un valore dell' "R<sup>2</sup> corretto" lievemente superiore, portandoci ad affermare che, in questo caso, il tasso di interesse a lungo termine effettivamente riesce ad aumentare leggermente il potere descrittivo del modello.

Di seguito viene riportato l'output generato dal software EViews per il modello a breve termine privato dell'output gap ritardato di due periodi:

Dependent Variable: OUTPUTGAP\*100

Method: Least Squares

Date: 06/09/09 Time: 02:04

Sample: 1983Q1 2000Q4

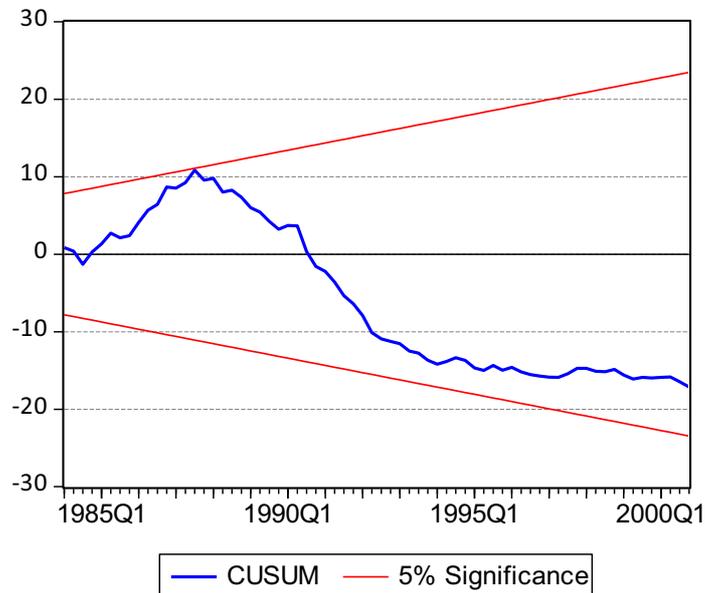
Included observations: 72

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.686769	0.196203	3.500297	0.0008
OUTPUTGAP(-1)*100	0.955233	0.023041	41.45734	0.0000
SPDIFFMA3(-1)	-0.115945	0.043449	-2.668515	0.0095
R-squared	0.958429	Mean dependent var	-0.170764	
Adjusted R-squared	0.957224	S.D. dependent var	2.675397	
S.E. of regression	0.553332	Akaike info criterion	1.695058	
Sum squared resid	21.12619	Schwarz criterion	1.789919	
Log likelihood	-58.02208	F-statistic	795.4137	
Durbin-Watson stat	1.200576	Prob(F-statistic)	0.000000	

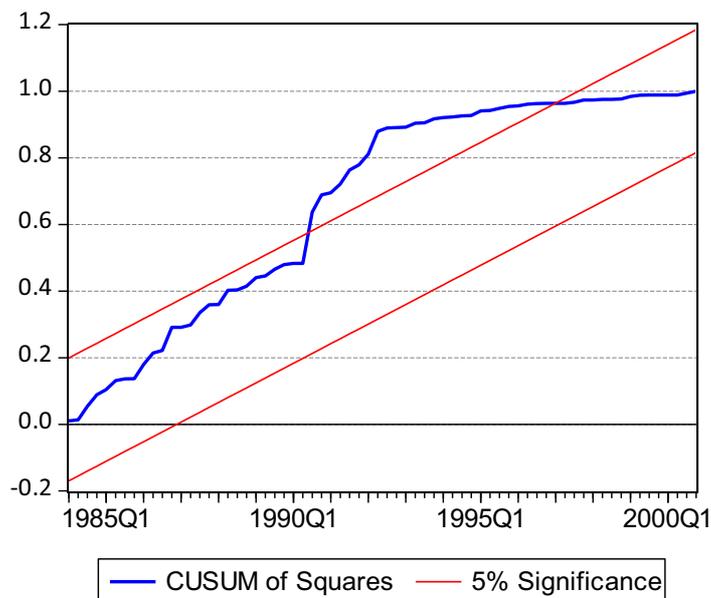
Di seguito vengono presentati il CUSUM Test e il CUSUM of Squares Test del modello comprendente i due ritardi:

Test "CUSUM"



Il test "CUSUM" presenta stabilità nei parametri.

Test "CUSUM of Squares"



Il test "CUSUM of Squares" presenta instabilità nella varianza.



#### **4. CONCLUSIONI**

L'obiettivo di questa tesi era verificare se la stima "classica" della domanda aggregata con il solo tasso di interesse a breve termine fosse una stima soddisfacente oppure se il modello ottenuto con l'aggiunta del tasso di interesse a lungo termine avremmo ottenuto stime migliori.

Le prime stime effettuate fanno riferimento al periodo che va dal primo trimestre del 1970 al quarto trimestre del 2008, su dati riguardanti il Regno Unito.

Il punto di partenza è stato stimare un buon modello per l'analisi di breve periodo. Il primo tentativo è rappresentato dal modello dove è stato inserita la differenza tra il tasso di interesse reale a breve periodo e il tasso di inflazione a breve periodo ritardati di un lag.

Questo modello non ha però dato buoni risultati in quanto tutti regressori sono risultati non significativi e l'indicatore statistico "R<sup>2</sup> corretto" è addirittura negativo.

Con l'introduzione della variabile rappresentata dalla media tra il tasso di interesse reale a breve termine e i primi tre ritardi di quest'ultimo si sono riscontrati dei deboli miglioramenti, non sufficienti però a definire il modello così creato una buona stima, in quanto i regressori continuano ad essere non significativi.

Il tentativo seguente è stato quello di ridurre il periodo di analisi dei dati, più precisamente riconducendoci al periodo che va dal primo trimestre del 1983 al quarto trimestre del 2000, mantenendo il modello precedentemente ipotizzato.

I risultati sono decisamente migliorati, in quanto tutti i regressori sono diventati positivi e i coefficienti assumono segno "coerente", però il valore

dell' "R<sup>2</sup> corretto" non è ancora soddisfacente.

Il quarto ed ultimo tentativo è stato effettuato cambiando la variabile indicatrice di ciclo economico, sostituendo il tasso di crescita del PIL con l'output gap, sempre mantenendo lo stesso periodo di analisi.

Questo è stato considerato il modello definitivo in quanto i regressori son tutti significativi, i loro coefficienti "coerenti" e l' "R<sup>2</sup> corretto" assume valori soddisfacenti.

Si è quindi partiti da questo modello per "allargare" l'analisi anche al lungo periodo.

Sono stati effettuati due tentativi, con due regressori diversi per rappresentare il tasso di interesse a lungo periodo.

Con l'introduzione del regressore riferito al lungo periodo non ci sono stati miglioramenti significativi, in quanto nonostante l' "R<sup>2</sup> corretto" sia abbastanza alto e il coefficiente del regressore sia di segno negativo, la statistica t di riferimento ci suggerisce che il tasso di lungo periodo non è significativo ad un livello di significatività del 5% nel modello, quindi non aggiunge informazioni a quelle già presenti nella stima precedente.

Eliminando l'output gap ritardato di due periodi si è ottenuto un modello con tutte le variabili significative ad un livello di significatività del 5% e con un valore dell' "R<sup>2</sup> corretto" inferiore al modello a lungo termine comprendente anche la variabile ritardata di due periodi, però superiore al corrispondente modello a breve termine (cioè privato dell'output gap ritardato di due periodi).

Di seguito si riporta una breve tabella riassuntiva dei vari indicatori statistici "R<sup>2</sup> corretto" per un rapido confronto (il modello "completo" è il modello con entrambi gli output gap ritardati di uno e due periodi, il modello "ridotto" è il modello con solo l'output gap ritardato di un periodo; il valore in grassetto significa che il modello corrispondente presenta variabili non significative):

	M. ridotto	M. completo
Breve periodo	0,957224	0,963177
Lungo periodo	0,959308	<b>0,963984</b>

Le analisi effettuate ci portano quindi ad affermare che, a parità di modello stimato (confrontando quindi tra loro i due modelli "completi" e i due modelli "ridotti"), per quanto riguarda i dati riferiti al Regno Unito nel periodo che va dal primo trimestre del 1983 al quarto trimestre del 2000, l'aggiunta del tasso di interesse a lungo periodo porta un lieve miglioramento nella stima del modello della domanda aggregata.



## **5. BIBLIOGRAFIA**

### **ARTICOLI**

- Hafer R.W., Haslag J. H., Jones G., *“On money and output: Is money redundant?”* (2007), Journal of Monetary Economics

### **LIBRI**

- Di Fonzo T., Lisi F., *“Serie storiche e economiche. Analisi statistiche e applicazioni”* (2005), Corraci Editore
- Mankiw G., *“Macroeconomia”* (2004), Zanichelli Editore

Sono stati inoltre consultati i seguenti siti web:

<http://it.wikipedia.org>

<http://en.wikipedia.org>

<http://titania.sourceoecd.org>



## **6. RINGRAZIAMENTI**

Ed eccomi giunto al capitolo che molti di voi probabilmente riterranno il più interessante della mia tesi: il capitolo dei ringraziamenti!

Naturalmente il primo pensiero e ringraziamento va ai miei genitori, Elvira e Luigi, che in questi anni di università mi hanno sempre appoggiato ed aiutato in ogni mia scelta in tutti i modi possibili, a volte anche mettendo in secondo piano i loro interessi.

Grazie poi al mio relatore, il prof. Efrem Castelnuovo, che nonostante tutti i suoi impegni è riuscito a seguirmi in maniera eccellente, sempre con estrema disponibilità e cordialità.

Grazie a tutti i ragazzi della grande famiglia di Scienze Statistiche: per le ore passate a giocare a briscola in aula studio rubando ore allo studio, per tutte le volte che ho rotto le scatole chiedendo lumi sui vari Modelli Statistici Unolstituzioni Di Analisi Matematica Uno & Due Eccetera Eccetera e per tantissime altre cose che adesso di sicuro sto dimenticando ma non per questo meno importanti... insomma, grazie di esserci stati!

Grazie a tutti i miei amici che mi son sempre stati vicini nei momenti di difficoltà, che mi hanno supportato (e soprattutto sopportato) quando ero abbattuto per qualunque motivo, "universitario" o meno (soprattutto quest'ultimi). Grazie per aver sempre creduto in me, quando magari non ci credevo nemmeno io e grazie per aver avuto così tanta pazienza nell'aspettare per 5 lunghi anni la mia fatidica laurea!!!

Grazie al Dr. Pernice che mi ha prontamente rimesso a posto il ginocchio, duramente provato da tante partite a calcio e non solo.

Grazie all'Internazionale F.C. che anche quest'anno ci ha regalato un altro scudetto, lasciando agli altri... "Zeru Tituli"!

Tornando un attimo seri, il mio ultimo pensiero, ma non per questo meno importante, va alla mia cara nonna Gina che purtroppo non è riuscita a vedere il suo nipote laureato. Sono sicuro che da lassù sarai felice per il tuo nipotino.

Grazie a tutti quelli che non ho nominato e a tutti quelli di cui ora come ora mi sto dimenticando, ma sapete ormai tutti che la mia memoria fa spesso cilecca!!