



Dipartimento
delle Finanze

**Un modello statistico per il monitoraggio
delle entrate tributarie (MoME)**

**DF WP n.5
May 2020**

Enrico D'ELIA, Francesca FAEDDA, Giacomo GIANNONE

Workshop
Journal Paper

Opinions expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of the public administration of affiliation.

Le opinioni espresse dall'autore (dagli autori) non riflettono necessariamente quelle della pubblica amministrazione di cui fa parte.

DF Working Papers, 2017

MEF Ministero dell'Economia e delle Finanze
Dipartimento delle Finanze
Via dei Normanni, 5
00184 Roma

Email df.wpapers@finanze.it
<http://www.finanze.gov.it/>

Scientific committee

Massimo Bordignon (Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano)

Silvia Giannini (Università di Bologna)

Ernesto Longobardi (Università degli Studi di Bari "Aldo Moro")

Giacomo Pignataro (Università degli Studi di Catania)

Antonio Felice Uricchio (Università degli Studi di Bari "Aldo Moro")

Editorial board

Maria Teresa Monteduro (Dipartimento Finanze)

Paolo Puglisi (Dipartimento Finanze)

ISSN electronic edition 2610-8887

Papers can be downloaded free of charge from the MEF website:

<http://www.finanze.it/opencms/it/il-dipartimento/documentazione/Collana-di-lavori-e-di-ricerca/>

Un modello statistico per il monitoraggio delle entrate tributarie (MoME)

*ENRICO D'ELIA, FRANCESCA FAEDDA, GIACOMO GIANNONE**

Abstract

Le entrate tributarie mensili lorde di competenza, accertate nel bilancio dello Stato, derivanti da IVA, accise sui prodotti petroliferi e ritenute Irpef (che rappresentano circa il 70% del totale delle entrate tributarie lorde) sono state proiettate utilizzando dei modelli bridge e alcuni indicatori statistici particolarmente tempestivi, come l'indice del fatturato, dell'occupazione, delle retribuzioni contrattuali e delle importazioni. I risultati mostrano che, anche utilizzando modelli piuttosto semplici, è possibile ottenere proiezioni statistiche abbastanza accurate, utilizzabili sia per fini previsivi sia, più propriamente, per il monitoraggio delle entrate e l'individuazione precoce di eventuali scostamenti significativi rispetto alle rispettive previsioni annuali. I modelli descritti in questo lavoro sono di tipo aggregato e come tali si prestano ad integrare ed anticipare le informazioni fornite dai modelli di microsimulazione attualmente utilizzati dal Dipartimento delle Finanze. Tra gli ulteriori impieghi si annovera anche la possibilità di monitorare e prevedere in via sperimentale i flussi di cassa; fornire la stima anticipata di alcuni indicatori macroeconomici a prezzi correnti; valutare l'effetto del ciclo sulle entrate tramite simulazioni dinamiche fuori campione.

Keywords: tax revenues forecasting, high-frequency forecasting model, bridge model, Italy tax revenues

JEL classification: C53, H2

* Ministero dell'Economia e delle Finanze, Dipartimento delle Finanze

1. Introduzione

L'andamento delle entrate tributarie è cruciale per la gestione della tesoreria e per l'attuazione delle politiche di spesa. Esso dipende da almeno tre fattori principali: le regole fiscali; la dinamica dell'economia; i comportamenti dei contribuenti. Solo il primo elemento è quasi completamente controllato dal legislatore, pur essendo talvolta soggetto a qualche margine interpretativo e a incertezze applicative. Al contrario, l'andamento dei mercati che, in ultima analisi determina le basi imponibili, può essere influenzato solo indirettamente dalle politiche e dipende da numerosi fattori difficili da prevedere. Infine i contribuenti, anche nell'ambito delle regole vigenti, mantengono alcuni margini di discrezionalità nell'effettuare i versamenti dovuti, soprattutto quando questi sono condizionati da particolari scelte di imprese e famiglie (p.es.: la data e l'entità di alcune spese soggette a imposte o sgravi; il *trade-off* tra interessi di mora e costo della liquidità; la possibilità di effettuare delle compensazioni tra debiti e crediti fiscali; scadenze che cadono a cavallo tra due mesi o sono prorogate; propensione ad evadere o eludere le imposte; ecc.). Un modello di previsione delle entrate non è generalmente in grado di tener conto di tutti questi fattori e può dunque fornire solo indicazioni subordinate ad un determinato scenario macroeconomico e ad ipotesi tecniche come l'invarianza delle "preferenze fiscali" dei consumatori.

D'altro canto, le entrate tributarie possono fornire preziose indicazioni in tempo reale sull'andamento dell'economia e, in particolare, sulle variabili che influenzano maggiormente la base imponibile, come il valore degli scambi, l'occupazione, i redditi primari (da lavoro, da capitale e misti) e la quantità di alcuni beni soggetti ad accise scambiata sul mercato (come i carburanti e gli alcolici).

In questo documento di lavoro si presentano la struttura e le prestazioni di alcuni modelli statistici per la stima anticipata, a livello mensile, delle principali entrate tributarie di competenza¹. I modelli utilizzati appartengono alla categoria dei "bridge", ossia dei modelli che spiegano l'andamento delle variabili da prevedere in funzione di uno o più indicatori scelti, oltre che per motivi teorici, anche per la loro tempestività e disponibilità, nonché per le limitate revisioni all'indietro (che sono invece tipiche degli aggregati di contabilità nazionale, degli indicatori destagionalizzati e delle stime

¹ Oggetto di stima sono le entrate che affluiscono ad alcuni capitoli del bilancio dello Stato, al lordo di rimborsi e compensazioni.

preliminari). Tali modelli rappresentano una novità nello scenario dei modelli di previsione delle entrate finora utilizzati dal Dipartimento delle Finanze che si basano su applicazioni di microsimulazione e che verranno meglio descritti nel paragrafo 2.

Nel successivo paragrafo 3 si presenta brevemente la metodologia dei modelli *bridge*, evidenziandone punti di forza e di debolezza.

Nel paragrafo 4 si descrivono le entrate tributarie oggetto dell'esperimento di previsione, segnalando eventuali fattori che conferiscono una particolare volatilità alle serie storiche delle entrate tributarie.

Nel paragrafo 5 si presentano i modelli e la metodologia adottata per la loro costruzione nonché i risultati di alcuni esperimenti di simulazione "fuori campione", con orizzonte previsivo a 1 mese (che approssima proiezioni statiche) e in forma dinamica con orizzonte previsivo a 12 mesi (che danno indicazioni sulle prestazioni in caso di proiezioni multiperiodali).

La proiezione ad un mese dei modelli riproduce abbastanza fedelmente le condizioni d'uso operative degli stessi, perché utilizzano solo i modelli stimati e gli indicatori effettivamente disponibili al momento in cui si formula la previsione delle entrate in ciascun mese.

Le previsioni fuori campione 12 mesi in avanti sono state effettuate soprattutto per verificare la robustezza dei modelli utilizzati e la loro stabilità dinamica, anche se è appena il caso di ribadire che i modelli *bridge*, per loro natura, non sono progettati per fornire buone prestazioni su un orizzonte previsivo così lungo, se non altro perché esso richiede anche la proiezione degli indicatori di base che, come si è detto, giocano un ruolo essenziale nella stima e nell'utilizzo di questi modelli.

Nel paragrafo 6 si forniscono i principali risultati di un esercizio di previsione, su base mensile, considerato su un arco temporale ampio, dal 2002 al 2018, per evidenziare le capacità previsive del modello. Allo stesso fine si è calcolato lo scostamento mensile del risultato stimato dal modello rispetto al gettito effettivamente consuntivato nel periodo dal 2010 al 2018, che evidenzia errori di previsione piuttosto contenuti su tutto l'arco temporale considerato. Per un'analisi completa dei risultati dei test sui modelli si rimanda alle tavole e figure in appendice.

Il documento si chiude con alcune conclusioni di sintesi e con una indicazione su possibili sviluppi del lavoro.

2. I modelli utilizzati dal Dipartimento

Il Dipartimento delle Finanze, tra le altre cose, elabora le previsioni delle entrate tributarie ai fini dell'attività di programmazione economica, con cadenza programmata, e indirizzate alla pubblicazione del Documento di Economia e Finanza (DEF) e della Nota di Aggiornamento del DEF (NADEF).

Sono previsti ulteriori momenti di elaborazione e aggiornamento delle previsioni delle entrate in sede di Due Diligence, in caso di cambio di governo, o come supporto alla valutazione delle riforme fiscali e per l'analisi dei provvedimenti fiscali.

Il Dipartimento si avvale di due modelli, il DeFFoR, per l'elaborazione delle stime di gettito su base annuale contenute nei documenti di finanza pubblica, e il MMen, per il monitoraggio delle entrate su base mensile. Si tratta di modelli di microsimulazione che utilizzano come input principale i dati di gettito effettivamente monitorato e si avvalgono, nella fase di previsione, della stima delle variabili congiunturali per proiettare il gettito nel periodo successivo e, nella fase di monitoraggio, delle aliquote tecniche di ripartizione per distribuire la previsione annuale su base mensile. I modelli di microsimulazione, per loro natura, non tengono conto degli effetti delle interazioni tra individui. Pertanto la somma dei comportamenti individuali (imposte pagate, evasione, variazioni del livello di attività, delle tecnologie e dei prezzi) non corrisponde necessariamente al valore dei corrispondenti aggregati macroeconomici (a meno che gli effetti delle interazioni siano nulle o si compensino tra loro).

Al contrario, il MoME è un modello aggregato, che tiene conto implicitamente degli effetti complessivi dei comportamenti individuali, senza tuttavia descriverli e senza quantificare separatamente gli effetti diretti e quelli di composizione. I due approcci, rappresentati dalla microsimulazione e dal MoME, forniscono dunque informazioni complementari tra loro. In tal senso, i modelli statistici descritti in questo lavoro si propongono come necessaria integrazione ai modelli già utilizzati dal Dipartimento.

2.1. Il modello DeFFoR

Le previsioni delle entrate contenute nel DEF e nella NADEF sono elaborate attraverso l'utilizzo del modello di microsimulazione DeFFoR (Department of Finance Forecasting Revenue), sviluppato dalla Direzione Studi e Ricerche economico-fiscali del Dipartimento delle Finanze.

Tale modello considera unicamente le entrate tributarie, ossia quelle rientranti tra le Entrate correnti (Titolo I) e le imposte in Conto capitale del Bilancio. Queste rappresentano nel complesso oltre il 60% del totale delle entrate della Pubblica Amministrazione. La previsione delle altre entrate è invece di competenza dei rispettivi uffici della Ragioneria Generale dello Stato.

Le previsioni ottenute attraverso il modello DeFFoR sono a legislazione vigente, ossia incorporano gli effetti di tutti i provvedimenti già adottati, invece non includono gli effetti delle manovre di futura adozione. Per quanto riguarda il periodo di riferimento, si fa presente che il modello fornisce le previsioni delle entrate tributarie per l'anno in corso (t) e per il triennio successivo (da t+1 a t+3).

Nella sua versione attuale, il modello è statico, disaggregato, multi output e multi input.

Statico in quanto, nel rispetto del principio di prudenza, non considera gli effetti comportamentali dei contribuenti.

Disaggregato poiché adotta come unità elementare di calcolo il capitolo/articolo di bilancio e le altre voci di imposta comprese le imposte locali che, secondo i principi di contabilità nazionale, formano il complesso delle entrate stesse (circa 700).

Multi output in quanto il processo di previsione si divide in diverse fasi ed in ognuna di queste si ottengono delle previsioni intermedie (dalle previsioni tendenziali alle previsioni a legislazione vigente, fino alle previsioni finali).

Multi input poiché il modello è alimentato da quattro macro-classi di input, ossia:

- i. l'ammontare delle entrate consuntivate nell'anno t-1 che rappresenta l'anno base per la proiezione del gettito nel periodo successivo t (c.d. effetto Trascinamento);
- ii. l'impatto della congiuntura economica sull'evoluzione delle entrate (c.d. effetto Macroeconomico, QME);
- iii. gli effetti dell'ultima manovra e dei provvedimenti adottati negli anni precedenti nei quali viene effettuata anche una valutazione ex-post in caso si riscontri un disallineamento tra gli effetti realizzati e quelli stimati ex-ante (c.d. effetto Normativo);
- iv. il monitoraggio del gettito nei primi mesi dell'anno in corso (c.d. effetto Monitoraggio).

Nel dettaglio, le previsioni per l'anno t utilizzano come base di calcolo i risultati relativi all'anno precedente t-1, ossia i dati di preconsuntivo pubblicati dall'Istat il 1° Marzo (effetto Trascinamento).

Con riferimento a ciascuna delle unità elementari del bilancio, viene identificata la migliore proxy macroeconomica. La scelta delle variabili è effettuata sulla base di valutazioni di tipo storico-statistico e tenendo conto della struttura dell'imposta. A questo punto il QME viene calato all'interno del modello di previsione per ottenere una proiezione tendenziale (effetto QME).

Al dato così ottenuto vengono poi aggiunti gli effetti finanziari dei provvedimenti normativi. In particolare, i provvedimenti di nuova adozione vengono considerati integralmente sulla base delle quantificazioni contenute nelle relazioni tecniche allegare ai medesimi provvedimenti. Per le misure degli anni precedenti si considerano gli effetti differenziali rispetto all'anno base di riferimento. Inoltre, per quei provvedimenti per i quali si è riscontrata una variazione di gettito non in linea con quanto stimato ex-ante nelle relazioni tecniche si provvede ad un'analisi ex-post, il cui risultato va a modificare le stime iniziali su tutto il periodo o solo in alcuni degli anni considerati. Sommando gli effetti finanziari della manovra si determina una previsione a legislazione vigente (effetto Normativo).

Tale previsione di per sé fornisce già il valore di gettito finale stimato per il periodo di riferimento e si basa su criteri di tipo statistici. Per ottenere una previsione finale più consistente, si affianca a tale stima statistica una stima basata su un'analisi di tipo judgmental che, tra le altre cose, considera i risultati derivanti dal monitoraggio del gettito nei primi mesi dell'anno in corso (effetto Monitoraggio).

2.2. Il modello MMen

Al modello di previsione annuale si affianca un modello di ripartizione della previsione annuale su base mensile, MMen (Modello di Mensilizzazione), quale strumento di supporto per l'attività di monitoraggio delle entrate tributarie.

L'obiettivo dell'attività di monitoraggio è quella di analizzare, con frequenza mensile, l'andamento del gettito in corso d'anno e gli eventuali scostamenti rispetto alle previsioni elaborate ex-ante e contenute nei documenti di finanza pubblica, opportunamente ripartite su base mensile.

Le previsioni elaborate per il DEF e la NADEF sono costruite su base annuale. Il monitoraggio richiede un confronto su base mensile. A tal fine si rende necessario l'utilizzo del modello di mensilizzazione per rideterminare il valore delle previsioni dell'anno t su base mensile.

In particolare, partendo dalla previsione annuale T si determina, per ogni mese i , l'ammontare di gettito previsto T_i secondo la formula:

$$T = \sum_{i=1}^{12} T_i$$

Sono calcolate dodici aliquote di ripartizione mensili per ciascuna delle circa 700 unità elementari considerate nelle previsioni. Tali aliquote rappresentano il peso percentuale del gettito previsto nel mese (T_i) sul totale del gettito annuale (T), ossia:

$$T_i/T \quad \text{per } i \in [1,12]$$

Moltiplicando le aliquote di ripartizione per la previsione annuale T si ottengono gli equivalenti flussi mensili T_i . Le aliquote di ripartizione sono il risultante di un criterio di mensilizzazione stimato sulla base di tre fattori:

- i. la specifica struttura del tributo;
- ii. le modalità e le tempistiche di versamento previste per ciascun tributo;
- iii. gli eventuali effetti normativi intervenuti a modificare aliquote, base imponibile e tempistiche di versamento, tenendo anche conto di eventuali effetti comportamentali dei contribuenti.

3. I modelli bridge

I modelli “*bridge*” (ponte) sono nati per monitorare in modo tempestivo l'andamento di alcune variabili chiave ed hanno la caratteristica di poter essere aggiornati rapidamente sfruttando la crescente quantità di indicatori ad alta frequenza disponibili (mensili o inframensili), creando un “ponte” tra le variabili da prevedere e gli indicatori.

Generalmente tale tipologia di modelli viene utilizzata per produrre proiezioni a uno o al massimo due periodi in avanti dei principali aggregati ed indicatori macroeconomici. I modelli *bridge* sono utilizzati tradizionalmente per calcolare le proiezioni del PIL e delle sue componenti, l'inflazione, la produzione industriale, ecc. Tutti i maggiori istituti di ricerca internazionali e la Direzione I del Dipartimento del Tesoro dispongono di un insieme di modelli di questo tipo. Ad esempio, Baffigi, Golinelli, Parigi (2004) discutono un modello bridge per la previsione del Pil trimestrale

nell'Eurozona, confrontandolo con varie specificazioni alternative. Schumacher e Breitung (2008) stimano il Pil tedesco e Bessec (2013) quello francese. Golinelli e Parigi (2014) utilizzano le stesse tecniche per anticipare l'andamento del commercio e del Pil mondiale e Golinelli e Parigi (2007) per prevedere il Pil trimestrale nei paesi del G7. Ferrara, Guegan e Rakotomalahy (2010) estendono l'uso dei modelli bridge al caso di indicatori non disponibili tutti con lo stesso livello di aggiornamento, che è una condizione tipica delle applicazioni concrete. Lui e Mitchell (2013) utilizzano indicatori con diversa frequenza e mostrano come anche un sofisticato modello VAR a frequenze miste non fornisce particolari vantaggi rispetto ai tradizionali modelli bridge. In campi diversi dalla stima anticipata e dalla previsione del Pil, Baffigi, Golinelli e Parigi (2004) hanno utilizzato i modelli bridge per prevedere l'inflazione nell'Eurozona. Girardi, Guardabascio, e Ventura (2016) hanno elaborato un modello per la previsione dell'indice della produzione industriale italiana; Brunhes-Lesage e Darné, (2012) per quella francese e Bodo, Golinelli e Parigi (2000) per l'Eurozona.

All'interno del MEF i modelli bridge e quelli a frequenza mista sono utilizzati correntemente per prevedere le principali componenti del Pil², ma non avevano avuto finora nessuna applicazione nell'ambito della previsione delle entrate tributarie. L'approccio dei modelli bridge consiste nel selezionare opportuni indicatori di carattere quantitativo e/o qualitativo e di postulare una relazione statistica (non necessariamente supportata da una particolare ipotesi economica) tra questi indicatori e la variabile oggetto della previsione. La necessità di generare previsioni anche quando non si ha a disposizione tutta l'informazione mensile relativa al periodo di previsione rende talvolta indispensabile prevedere preliminarmente anche gli indicatori mensili non ancora disponibili attraverso altri modelli bridge, oppure semplici modelli di tipo autoregressivo (ARIMA) o autoregressivi vettoriali (VAR).

Operativamente, una volta individuate le serie storiche da includere nella stima del modello, si valuta la tempestività con cui queste sono aggiornate per poter definire l'informazione effettivamente disponibile ad una data prefissata, proiettando preliminarmente sull'intero periodo quegli indicatori mensili per cui l'informazione risulti parziale. Poiché la teoria economica fornisce raramente indicazioni in proposito, la

² Vedi

http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita_istituzionali/analisi_programmazione_economico_finanziaria/modelli_stica/bridge_models.html

scelta della specificazione dinamica e della forma funzionale dei modelli (p.es.: lineari, log-lineari, ecc.) è generalmente affidata a esperimenti di simulazione fuori campione, effettuate con la tecnica della *rolling regression* (ovvero su campioni scorrevoli di osservazioni) o semplicemente con campioni in cui solo l'inizio è fissato mentre la fine è precedente al dato da prevedere, valutando le proprietà delle previsioni risultanti. Tale tecnica risulta sicuramente preferibile alla tradizionale ricerca di specificazione sull'intero campione, perché nel caso dei modelli *bridge* non sono tanto rilevanti le proprietà delle equazioni stimate su un dato campione di osservazioni prefissato, quanto la capacità di produrre buone previsioni basate su campioni incompleti. Questo obiettivo fa sì che siano accettabili anche modelli che, in fase di stima, producano residui di regressione autocorrelati ed eteroschedastici, poiché gli errori di una previsione N passi in avanti (che sono il fine ultimo dei modelli stessi) presentano tipicamente una correlazione seriale ed una varianza che cresce con l'orizzonte di previsione. Giova rilevare che, seguendo questa procedura, la specificazione dinamica dei modelli non dipende da particolari ipotesi sul funzionamento dell'economia (e nel nostro caso del sistema tributario), come nei modelli econometrici tradizionali, ma piuttosto dalle proprietà statistiche delle serie storiche dei dati utilizzati che, come osservato da Sims (1980), risentono poco dei cambiamenti delle politiche anche nel caso di aspettative razionali.³

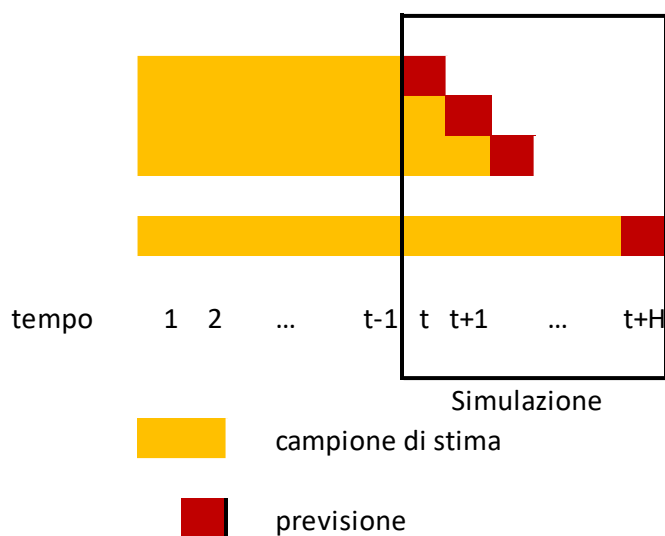
È opportuno segnalare come la diagnostica sui modelli *bridge* (e su quelli di previsione in generale) segua una logica lievemente differente da quella sui modelli econometrici utilizzati a scopi analitici. In termini formali, i test di specificazione sulle regressioni utilizzano gli errori stimati $u_t = X_t - E(X_t|I_T)$, dove I_T è l'insieme di tutte le informazioni contenute nel campione su cui si stima il modello con $T > t$ e l'operatore $E(\cdot)$ è il valor medio di X_t condizionato all'insieme informativo I_T . Al contrario, i modelli *bridge* devono essere ottimizzati in modo che abbiano buone proprietà statistiche gli errori di previsione $e_t = X_t - E(X_t|I_{t-h})$, dove $h > 0$ è l'orizzonte della proiezione. Solo in casi molto speciali $u_t = e_t$ o almeno le due serie storiche sono proporzionali tra loro oppure differiscono per una componente piccola e del tutto casuale. Il semplice uso dell'insieme

³ Qualsiasi modello, anche con aspettative razionali, ha una forma ridotta linearizzata che è un VAR, soggetto a vincoli sui parametri e con una particolare struttura di varianza e covarianza dei residui. Di conseguenza, un VAR è in grado di approssimare le previsioni di un modello anche quando le politiche influenzano il meccanismo di formazione delle aspettative degli operatori ed i relativi comportamenti.

informativo I_t , in luogo di I_T , introduce generalmente una componente autoregressiva o addirittura un *random walk* nella differenza tra u_t e e_t perché $I_{t-1} \subseteq I_t \subseteq \dots \subseteq I_T$ e quindi per qualsiasi $S > t-1$ si ha che $E(e_t | I_S) = e_t$, perché il modello $E(\cdot)$ incorpora già l'informazione su X_t . Tuttavia, se $e_t \neq 0$, come accade generalmente per fenomeni non perfettamente prevedibili, allora vale a maggior ragione anche $E(e_t e_{t-1} | I(S)) \neq 0$. Queste circostanze richiedono spesso una strategia di specificazione e stima dei modelli *bridge* diversa da quella dei comuni modelli econometrici. In particolare, si devono preferire metodi di stima GLS in cui la matrice di varianza e covarianza dei residui non è proporzionale ad una matrice identità, come ipotizzato invece per gli OLS.

In compenso, la formulazione dei modelli *bridge* mette al riparo da problemi di endogeneità, poiché è altamente improbabile che la variabile oggetto di previsione influenzi senza ritardi i semplici indicatori statistici utilizzati per prevederla (che spesso sono anche ritardati). Se, infatti, esistesse una retroazione significativa tra X_t e gli indicatori, allora sarebbe possibile invertire la relazione statistica stimata per prevedere gli indicatori (noti) in funzione di X_t (che, per ipotesi, non è nota al tempo t !) e quindi il modello *bridge* sarebbe del tutto inutile.

La diagnosi dei modelli *bridge* consiste nello stimare sul periodo passato, per il quale si ha a disposizione l'intero insieme informativo, le equazioni all'interno di una finestra di ampiezza costante o variabile che si sposta lungo il campione di un periodo alla volta. In tal modo si generano delle pseudo-previsioni nel periodo storico ottenute con un *set* informativo confrontabile con quello adottato per calcolare la previsione in tempo reale ed è dunque possibile valutare statisticamente l'accuratezza delle proiezioni. Nel caso più semplice di previsioni un tempo in avanti effettuate senza eliminare osservazioni all'inizio di ciascun campione di stima, lo schema degli esperimenti di simulazione è quello riportato di seguito.



Infine, variando la composizione del *set* di indicatori e utilizzando dei modelli ARIMA come benchmark, si sceglie quale strategia seguire in funzione del minor errore generato dalle previsioni “a scorrimento”. In genere la statistica utilizzata è l’errore quadratico medio ma possono essere rilevanti anche altri parametri di giudizio, come l’errore massimo o quello commesso in una determinata percentuale di casi. Altrettanto rilevanti sono alcune proprietà degli errori, come la mancanza di autocorrelazione, la loro indipendenza dal livello della variabile da prevedere e la mancanza di una distorsione sistematica (verso l’alto o verso il basso) delle previsioni.

Come si vedrà nel successivo paragrafo 5, i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate mostrano che, anche utilizzando modelli piuttosto semplici, è possibile ottenere proiezioni statistiche abbastanza accurate e robuste. Ciò che stupisce è soprattutto la capacità previsiva di tali modelli su orizzonti temporali più lunghi, fino a 12 mesi avanti, considerando che per costruzione tali modelli non considerano modifiche normative, slittamento delle date di versamento, effetti comportamentali, shock macroeconomici. Come si è accennato, la robustezza di MoME e degli altri modelli *bridge* sono coerenti con l’approccio di Sims (1980). MoME, infatti, è essenzialmente un VAR ristretto e, come tale, è compatibile con molte diverse interpretazioni teoriche delle relazioni tra ciclo economico e imposte e con diversi meccanismi di formazione delle aspettative degli operatori in funzione delle politiche. Quindi descrive molto bene le relazioni dinamiche osservabili tra le variabili, a prescindere dalle politiche economiche adottate.

4. Le entrate tributarie oggetto dell'esperienza di simulazione

Oggetto dell'esperienza di simulazione sono state le seguenti voci d'imposta: 1) l'Iva sugli scambi interni, 2) l'Iva sulle importazioni, 3) le accise sui prodotti energetici e derivati e 4) le ritenute Irpef sul lavoro dipendente e autonomo. Tutti i dati sono stati considerati al lordo di eventuali compensazioni.

4.1. L'IVA

L'imposta sul valore aggiunto è disciplinata dal D.P.R. n. 633/1972. Atti economici rilevanti ai fini dell'Iva sono gli scambi di beni e servizi, derivanti sia da operazioni effettuate nel territorio dello Stato che dalle importazioni. Non rientrano nell'ambito di applicazione dell'Iva le operazioni effettuate al di fuori del territorio dello Stato (art. 7, D.P.R. n. 633/1972). Sotto il profilo economico l'imposta colpisce i consumi, intesi come acquisti effettuati da soggetti che destinano i beni e servizi a loro uso e consumo personale o familiare; sotto il profilo giuridico, invece, può essere definita come un'imposta sugli scambi, in quanto colpisce tutte le forniture di beni e servizi effettuate da imprenditori e professionisti, anche se non rivolte a favore di consumatori finali. In relazione a ciò si distingue tra contribuenti di fatto (consumatori finali) e contribuenti di diritto (imprenditori e professionisti); questi ultimi sono i soggetti a cui la legge affida il compito di procedere all'applicazione ed alla riscossione del tributo medesimo, gravandoli di una serie di obblighi e di adempimenti formali. Il bilancio dello Stato contabilizza separatamente l'Iva sugli scambi interni e l'Iva sulle importazioni.

4.1.1. L'IVA scambi interni (cap. 1203, art. 1)

È l'imposta riscossa dall'Erario in riferimento agli scambi che avvengono all'interno dei Paesi dell'Unione Europea. I soggetti passivi Iva devono liquidare e versare l'imposta periodicamente su base mensile o, in alcuni casi su base trimestrale, utilizzando esclusivamente in via telematica il modello F24. Fanno eccezione le Amministrazioni pubbliche centrali che versano l'Iva direttamente in Tesoreria.

I termini di versamento variano a seconda del tipo di contribuente:

- per i contribuenti mensili il versamento dell'eventuale Iva a debito deve essere effettuato entro il giorno 16 del mese successivo;

- per i contribuenti trimestrali il versamento dell'imposta va fatto entro il 16 del secondo mese successivo a ciascuno dei primi tre trimestri solari (16 maggio, 20 agosto e 16 novembre). Il versamento relativo all'ultimo trimestre va effettuato in sede di conguaglio annuale entro il 16 marzo dell'anno successivo salvo la possibilità di usufruire dei maggiori termini previsti per il versamento delle imposte dovute in base alla dichiarazione dei redditi. Per i contribuenti trimestrali speciali i versamenti vanno effettuati con le stesse scadenze previste per i trimestrali "ordinari" (16 maggio, 20 agosto e 16 novembre) a eccezione del versamento relativo al quarto trimestre che va effettuato entro il 16 febbraio dell'anno successivo, anziché entro il 16 marzo⁴.

Il 27 dicembre di ogni anno è previsto il versamento dell'**acconto** Iva dovuto per le liquidazioni periodiche di chiusura dell'ultimo mese o dell'ultimo trimestre dell'anno. Il versamento deve essere effettuato con il modello F24, esclusivamente in via telematica. Per i contribuenti mensili, l'acconto è pari, in via generale, all'88% del versamento eseguito per il mese di dicembre dell'anno precedente. Per i contribuenti trimestrali, l'acconto Iva è pari all'88% del versamento eseguito per il quarto trimestre dell'anno precedente. Il 16 marzo di ciascun anno è previsto il versamento del **saldo** in base a quanto emerso dalla dichiarazione annuale.

4.1.2. L'IVA importazioni (cap. 1203, art. 2)

È l'imposta riscossa sulle operazioni di scambio effettuate con Paesi extra-Unione Europea. L'effettuazione di operazioni di importazione di beni costituisce autonomo presupposto di applicazione dell'Iva. Non è rilevante che l'operazione sia effettuata nell'esercizio di imprese, arti o professioni; l'importazione, da chiunque effettuata, è un'operazione rilevante ai fini IVA (artt. 1 e 67, D.P.R. n. 633/1972). Al fine di uniformarne il trattamento l'Iva va applicata sui beni importati con la stessa aliquota prevista per le cessioni interne, la base imponibile è costituita dal valore doganale della

⁴ L'Iva viene versata su base trimestrale se il contribuente nell'anno solare precedente ha realizzato un volume d'affari non superiore a:

- 400.000 euro, per i lavoratori autonomi e per le imprese che hanno come oggetto della propria attività la prestazione di servizi;

- 700.000 euro, per le imprese che esercitano altre attività.

Per alcune categorie di contribuenti è prevista la possibilità di effettuare le liquidazioni con cadenza trimestrale, a prescindere dal volume di affari. Si tratta, in particolare dei seguenti soggetti:

- distributori di carburanti;
- autotrasportatori di merci conto terzi;
- esercenti attività di servizi al pubblico;
- esercenti arti e professioni sanitarie.

merce importata, pari al valore di transazione, aumentato delle spese accessorie precedenti al momento dell'importazione. L'Iva viene calcolata e versata direttamente in dogana per cui lo Stato la riscuote immediatamente, sulla singola operazione, e non periodicamente sulla base di liquidazioni periodiche. In presenza di determinati requisiti, è possibile acquistare beni e/o servizi senza anticipare l'imposta ai propri fornitori o, nel caso di importazioni, all'ufficio doganale, attraverso l'istituto del c.d. "plafond Iva".

4.2. L'accisa sui prodotti energetici, loro derivati e prodotti analoghi (cap. 1409, art. 1)

L'accisa sui prodotti energetici, loro derivati e prodotti analoghi (oli minerali) è disciplinata dal T.U. sulle accise (d.lgs. n. 504/1995), integrato e modificato dal D.L. n. 452/2001, coordinato ed armonizzato con le direttive della Unione Europea. Obbligato al pagamento è il titolare del deposito fiscale dal quale avviene l'immissione al consumo; il versamento deve essere effettuato entro il 16 del mese successivo all'immissione in consumo dei prodotti. Nel mese di dicembre, oltre al versamento ordinario del giorno 16, è previsto anche il versamento dell'accisa sui prodotti immessi in consumo nei primi quindici giorni del mese di dicembre, da effettuarsi il giorno 27. Corrispondentemente, il 16 gennaio successivo il versamento dell'accisa avrà come riferimento solamente i prodotti immessi in consumo dal 16 al 31 dicembre dell'anno precedente. Per alcune categorie di impiego degli oli minerali la normativa prevede l'esenzione dall'accisa o l'applicazione di una aliquota ridotta.

4.3. Le ritenute Irpef

Le ritenute Irpef di lavoro dipendente e autonomo costituiscono circa il 90% del gettito totale Irpef. Vengono effettuate dal sostituto d'imposta e si applicano sull'ammontare complessivo di tutte le somme e valori percepiti dal dipendente in relazione al rapporto di lavoro. Nel bilancio dello Stato vengono indicate separatamente a seconda che si tratti di ritenute di lavoro dipendente del settore pubblico, del settore privato o relative alla ritenuta d'acconto sui redditi di lavoro autonomo.

4.3.1. Le ritenute dei dipendenti del settore pubblico (cap. 1023, art. 2)

Vi rientrano le ritenute operate sul reddito di lavoro dipendente e da pensione delle Pubbliche Amministrazioni. La ritenuta è effettuata alla fonte a titolo d'acconto dall'Amministrazione pubblica in qualità di sostituto d'imposta.

4.3.2. Le ritenute dei dipendenti del settore privato (cap. 1023, artt. 3, 17, 18, 21, 25)

Si distinguono dalle ritenute operate sulle retribuzioni dei dipendenti del settore pubblico solo per la qualifica rivestita dal sostituto d'imposta. Il datore di lavoro sarà rappresentato dalle società di capitali, dalle società cooperative, dagli enti privati diversi dalle società che hanno per oggetto esclusivo o principale l'esercizio di attività commerciali, dalle società di persone, dalle associazioni costituite per l'esercizio in forma associata di arti e professioni, dalle persone fisiche che esercitano attività professionali ovvero imprese commerciali. Vi rientrano anche le ritenute operate sulle collaborazioni coordinate e continuative.

4.3.3. Le ritenute dei lavoratori autonomi (cap. 1023, art. 4)

In questa componente dell'Irpef confluiscono le ritenute sui redditi di lavoro autonomo, sui compensi per avviamento commerciale e sulle provvigioni (artt. 25, 25/bis e 28 comma 1, del D.P.R. n. 600/1973). Sono redditi di lavoro autonomo quelli derivanti dall'esercizio di arti e professioni nonché i redditi assimilati. Tali attività devono essere rese senza organizzazione di impresa o comunque con la prevalenza del lavoro del contribuente.

Le ritenute di lavoro dipendente e di lavoro autonomo devono essere versate entro il giorno 16 del mese successivo a quello del pagamento. Il versamento va effettuato utilizzando il modello F24, esclusivamente in via telematica, per i datori di lavoro titolari di partita Iva. Soltanto le ritenute effettuate da Amministrazioni pubbliche centrali vengono versate direttamente in Tesoreria (senza l'utilizzo del modello F24) con la medesima tempistica. Con cadenza annuale i sostituti d'imposta sono obbligati a effettuare il conguaglio tra l'ammontare delle ritenute operate sulle somme e valori corrisposti in ciascun periodo di paga e l'imposta dovuta sull'ammontare complessivo delle somme e valori corrisposti nel corso dell'anno, rideterminando anche le detrazioni effettivamente spettanti. Una volta determinata l'imposta netta complessiva, il datore di

lavoro è tenuto a riportare tale importo all'ammontare complessivo delle ritenute operate in modo da: i) recuperare la differenza in meno qualora l'imposta netta risulti superiore all'ammontare trattenuto, ii) rimborsare al dipendente l'eccedenza qualora le ritenute operate eccedano l'imposta netta. Le operazioni di trattenuta e versamento o di rimborso e compensazione derivanti dalle risultanze del conguaglio devono essere effettuate entro il 28 febbraio dell'anno successivo.

5. I modelli e i risultati delle simulazioni fuori campione

In via preliminare sono stati costruiti dei modelli *bridge* per le quattro voci principali delle entrate tributarie descritte nel capitolo precedente, che complessivamente rappresentano circa il 70% delle entrate tributarie totali del bilancio dello Stato e sono più strettamente collegate all'andamento dell'economia. Per il momento non sono state considerate entrate come l'IRES e l'IRAP, che hanno subito troppe modifiche normative nel corso del tempo, e imposte come quelle di bollo o altre accise, il cui andamento dipende largamente da fattori difficilmente quantificabili utilizzando indicatori statistici tempestivi e ad alta frequenza. I modelli sono stati stimati sui dati di competenza, che presentano un andamento più regolare nel tempo perché non risentono di fattori del tutto erratici, di natura puramente contabile, come i ritardi di pagamento.

Per quanto riguarda la specificazione dei modelli, sono state privilegiate equazioni molto semplici, che includono generalmente un solo indicatore e pochi ritardi delle variabili esplicative. Tutte le variabili sono state preventivamente trasformate in logaritmi e non sono state destagionalizzate. Tale scelta tende a sfruttare al massimo la capacità informativa degli indicatori originali, lasciando all'utilizzatore finale il compito di valutare in termini qualitativi l'effetto dei fattori stagionali (che spesso sono alterati dalle modifiche normative) di eventi eccezionali e modifiche legislative e procedurali. L'uso dei dati grezzi, inoltre, minimizza gli effetti di possibili revisioni retrospettive degli indicatori, che sono tipiche di quasi tutte le procedure di destagionalizzazione avanzate.

Poiché i modelli sono destinati prevalentemente a scopi previsivi, sono state incluse preferibilmente variabili esplicative ritardate, anche quando i tradizionali *test* di specificazione delle equazioni suggerivano la significatività di variabili contemporanee. Tale scelta ha probabilmente determinato qualche perdita di accuratezza nelle stime e nelle previsioni ma ha fornito modelli effettivamente utilizzabili nell'ambito delle attività

istituzionali correnti. Solo in un caso è stato indispensabile utilizzare un indicatore contemporaneo alle entrate. Pertanto, anche in fase di simulazione un solo passo in avanti è stato necessario proiettare un sistema di equazioni simultanee.

Ovviamente l'impiego di modelli di previsione anche per gli indicatori (e la simulazione di un sistema di equazioni simultanee) è invece indispensabile per le previsioni delle entrate su un orizzonte superiore al mese. Nel nostro caso, per la simulazione dinamica a 12 mesi, le entrate tributarie sono state proiettate in avanti utilizzando tre indicatori "esterni", ossia l'indice del fatturato (a prezzi correnti) sul mercato interno delle imprese che producono beni di consumo (FAT), le importazioni in valore (IMP) e una stima del reddito da lavoro (RED) ottenuta moltiplicando le stime mensili dell'occupazione per l'indice delle retribuzioni contrattuali.

Visti gli scopi dell'esperimento, sono stati scelti modelli statistici particolarmente semplici (con una forte componente autoregressiva) per proiettare questi indicatori 12 mesi in avanti. Per definizione, questo tipo di modelli sono in grado di anticipare solo gli effetti inerziali degli *shock* verificatisi in passato (almeno 12 mesi prima nel nostro caso). Pertanto ci si può aspettare al massimo che i modelli "ausiliari" utilizzati riescano a tracciare il *trend* e la stagionalità degli indicatori di base. Di conseguenza, le proiezioni del modello devono essere interpretate come previsioni effettuate sotto l'ipotesi che il ciclo economico e l'andamento dei prezzi incorporati negli indicatori utilizzati non registri punti di svolta, accelerazioni o decelerazioni diverse da quelle individuabili in base ai dati più recenti disponibili al momento dell'esercizio. In altri termini, i risultati del modello devono essere considerate un limite inferiore per le entrate quando il ciclo economico e/o i prezzi sono in accelerazione e un limite superiore in caso contrario. Proiettando i modelli fino a fine anno, si ottiene dunque una indicazione assimilabile al tradizionale "acquisito" congiunturale corretto per i fattori stagionali.

Il periodo di stima va dal 2002 al 2018 e ha come unità osservata il valore mensile delle entrate tributarie. A seconda dei dati disponibili per ciascuna imposta, ogni modello si basa su un numero differente di osservazioni mensili.

Per una guida all'interpretazione delle principali statistiche sulle stime e sulle proiezioni dei modelli si rimanda alla Tavola 1 in appendice.

5.1. Il modello per l'IVA sugli scambi interni

Dopo aver esaminato diverse specificazioni alternative, è risultato che previsioni mensili abbastanza affidabili un passo in avanti dell'IVA sugli scambi interni (al netto delle compensazioni, IVAI) sono fornite dal seguente modello lineare:

$$\begin{aligned} \text{IVAI}_t = & a_0 + a_1 \text{IVAI}_{t-1} + a_{12} \text{IVAI}_{t-12} + a_{13} \text{IVAI}_{t-13} + \\ & + b_1 (\text{FAT}_{t-1} - \text{FAT}_{t-13}) + b_2 A_t + b_3 S_t \end{aligned} \quad [1]$$

dove FAT è il fatturato dell'industria dei beni di consumo; A_t riproduce il meccanismo del calcolo dell'acconto versato a dicembre e S_t quello del saldo dovuto a gennaio di ogni anno. I parametri a_j e b_j sono stati stimati con i minimi quadrati generalizzati, utilizzando una matrice di varianza e covarianza diagonale in cui i pesi di ciascuna osservazione sono inversamente proporzionali ai corrispondenti residui di regressione, secondo la procedura iterativa illustrata da Verardi, V., and C. Croux. (2009). Questo metodo di stima è più robusto dei minimi quadrati ordinari rispetto all'influenza di dati anomali e garantisce dunque risultati più stabili nel tempo.

Il modello [1] può essere riparametrizzato come

$$\begin{aligned} (\text{IVAI}_t - \text{IVAI}_{t-12}) = & a_0 + b_1 (\text{FAT}_{t-1} - \text{FAT}_{t-13}) + b_2 A_t + b_3 S_t + \\ & + a_1 (\text{IVAI}_{t-1} - \text{IVAI}_{t-13}) + (a_{12} - a_1) \text{IVAI}_{t-12} + (a_{13} - a_1) \text{IVAI}_{t-13} \end{aligned} \quad [2]$$

che mostra come la variazione annuale dell'IVA sia prevista in funzione della corrispondente variazione del fatturato registrata nel mese precedente (con una elasticità istantanea b_1 che è generalmente diversa da 1) e dei fattori correttivi A_t e S_t , tenuto conto che l'adeguamento delle entrate al fatturato è solo parziale, come indicato dalla seconda riga della equazione precedente, e del fatto che esistono i "fattori di disturbo" di natura stagionale riportati nell'ultima riga.

Anche se, come si è detto, è improprio dare ai modelli bridge una interpretazione "economica", il modello [1] e la sua riparametrizzazione [2] discendono dall'ipotesi che l'IVA versata sugli scambi interni sia sostanzialmente proporzionale ai consumi domestici, approssimati dal fatturato sul mercato interno delle imprese che producono beni di consumo. Il modello incorpora inoltre alcune variabili esplicative che

rappresentano molto schematicamente il meccanismo di pagamento dell'acconto di gennaio e le oscillazioni stagionali dei versamenti (per la parte non spiegata dalle fluttuazioni stagionali del fatturato). Il modello sarà integrato con eventuali variazioni delle aliquote IVA, che si sono verificate in misura molto ridotta all'interno del periodo di stima. Ovviamente si tratta di forti semplificazioni. In particolare, il modello non tiene conto del fatturato dei servizi destinati al consumo soggetti a IVA (trasporti, ristorazione, alberghi, ecc.) perché su di essi non sono ancora disponibili indicatori mensili tempestivi. Inoltre il modello ipotizza implicitamente che la percentuale di evasione resti costante nel tempo. Ciò significa che le previsioni ottenute dal modello possono essere utilizzate anche come un benchmark per valutare approssimativamente l'impatto delle misure di contrasto all'evasione. Nonostante ciò, tutti i parametri sono statisticamente significativi e il *test Lagrange multiplier* sull'autocorrelazione dei residui mostra che si può accettare solo a livelli di confidenza molto elevati tale ipotesi che, qualora fosse verosimile, indicherebbe errori di specificazione tali da introdurre una componente sistematica (e quindi prevedibile) nei residui di regressione. Tuttavia il test di Ramsey sulla non linearità della relazione tra variabile dipendente e variabili esplicative indica che introducendo nel modello anche il quadrato delle variabili esplicative si registrerebbero significativi miglioramenti dell'adattamento del modello ai dati effettivi. Tale generalizzazione non è stata adottata proprio per mantenere il modello abbastanza semplice e per garantire una maggiore stabilità dinamica e un più elevato numero di gradi di libertà alle stime dei parametri. I residui della regressione non passano neanche il test contro l'eteroschedasticità autoregressiva dei residui, ossia sulla correlazione tra l'ampiezza assoluta di residui successivi. Anche in questo caso, tenuto conto dell'uso finale del modello, si è preferito non correggere le stime per tale fattore.

I risultati delle stime (vedi Tavola 2) indicano anche che il modello di previsione potrebbe essere approssimato senza particolari perdite di precisione utilizzando le sole prime due righe della [2], ponendo $a_1=0,27$ e $b_1=0,49$. In altri termini, il modello suggerisce che le variazioni annuali delle entrate da IVA sugli scambi interni sono pari a circa la metà di quelle sul fatturato industriale per beni di consumo più circa un terzo della variazione passata delle corrispondenti entrate.

Le principali statistiche sui risultati della simulazione fuori campione sono evidenziate nella Tavola 9. Come si vede, il modello tende a sottostimare molto

lievemente (dello 0,8%) le entrate. Nella simulazione con orizzonte previsivo di 1 mese, l'ampiezza media dell'errore, tenuto conto degli *outliers* è del 6,2%, mentre la deviazione media assoluta (MAE), che è meno influenzata dai valori anomali, è del 4,7%. Nella metà dei casi l'errore è inferiore al 3,7%, nel 75% dei casi non supera il 7% e solo in un caso su 10 supera l'11%. Gli errori di previsione non sembrano autocorrelati, come testimonia il bassissimo coefficiente di autocorrelazione del primo ordine ($\rho(1)$) e il livello di confidenza pari al 32% necessario per accettare l'ipotesi di correlazione in un test del moltiplicatore di Lagrange (LM(1)). Non vi sono neanche segni di eteroschedasticità autoregressiva, pertanto ci si può attendere che il valore e l'ampiezza assoluta di errori successivi siano sostanzialmente indipendenti tra loro, come è desiderabile se il modello previsivo tiene conto della maggior parte delle informazioni rilevanti. Si noti che tale apprezzabile proprietà non era riscontrabile per i residui di regressione calcolati sull'intero campione. Anche l'ipotesi di indipendenza tra errori e livello della variabile (*orthogonality*) non può essere rifiutata a meno di adottare un livello di confidenza dell'87% e quella di "inefficienza" delle previsioni (ossia della presenza di errori sistematici sul livello e la tendenza delle variabili previste) può essere accettata solo al livello di confidenza del 70%, ad ulteriore conferma della buona specificazione del modello. Infine la scomposizione della varianza degli errori di previsione indica che solo l'1,8% di tale misura è spiegata dalla distorsione (*bias*) sistematica delle previsioni (che, come è stato già segnalato, è infatti pari a meno dell'1% nella media del campione); una frazione ancora inferiore è attribuibile al mancato allineamento del *trend* delle previsioni con quello delle entrate effettive (*regression*), ossia dall'inefficienza delle previsioni. Gli errori sono dunque attribuibili in massima parte (98,1%) alla volatilità intrinseca delle entrate. Ciò conferma l'affidabilità del modello utilizzato ma mette anche in guardia sul fatto che le entrate siano molto soggette a oscillazioni difficilmente prevedibili.

Nella simulazione dinamica, con orizzonte previsivo di 12 mesi, la distorsione media resta modesta (meno del 3% di sottovalutazione) come pure la dimensione media degli errori (5,7% in termini di MAE, al di sotto del 12% in 9 casi su 10). Anche l'autocorrelazione degli errori e la dipendenza dal livello della variabile da prevedere risultano poco significative. Compare, tuttavia, qualche segno di inefficienza delle previsioni, del tutto atteso per proiezioni su un orizzonte così ampio. Come si è detto, tuttavia, le carenze delle previsioni a 12 mesi su ciascuna variabile sono attribuibili

all'intero processo di simulazione, che coinvolge la proiezione simultanea in avanti di tutti gli indicatori e delle altre tre entrate fiscali considerate. È appena il caso di ricordare che tali prestazioni non dipendono solo dalle caratteristiche del modello uniequazionale stimato per l'IVA sugli scambi interni ma anche dalla soluzione di un modello (debolmente) simultaneo che comprende tutte le altre equazioni di cui si compone il modello MoME.

La Figura 1, che riporta la sequenza delle simulazioni fuori campione, conferma, anche visivamente, i risultati dei test formali sugli errori di previsione.

5.1.1. Il modello ausiliario di previsione dell'indice del fatturato

Nel modello non è stato introdotto alcun *trend* lineare deterministico per evitare di proiettare meccanicamente le tendenze passate di medio-lungo periodo delle singole variabili, che difficilmente si ripeteranno nel prossimo futuro (essendo fortemente influenzate, in particolare, dagli effetti dalle crisi del 2008 e del 2011). I risultati principali della stima su tutto il campione sono evidenziati nella Tavola 3. Come si vede, i residui non mostrano segni di autocorrelazione, eteroschedasticità e non-linearità della relazione tra variabile indipendente ed esplicative.

Il modello che proietta il fatturato risulta molto più efficiente delle attese perché riesce a cogliere esattamente quasi tutti i punti di svolta della corrispondente serie storica (quasi tutti stagionali).

Le statistiche sugli errori di previsione e l'analisi grafica (vedi Tavola 10 e Figura 2) mostrano infatti che anche un modello così semplice riesce a fornire previsioni 12 mesi in avanti abbastanza affidabili, soprattutto in termini di dimensione degli errori (che restano sotto il 6,7% nel 75% dei casi e toccano al massimo il 10,1%).

5.2. Il modello per l'IVA sulle importazioni

Il gettito IVA sulle importazioni è molto più volatile di quello sugli scambi interni per la variabilità intrinseca della base imponibile, ossia il valore dei flussi di merci e servizi provenienti dall'estero, che cambia rapidamente per la composizione merceologica e l'origine geografica delle importazioni.

Limitandoci ai modelli di previsione più semplici, quello che ha fornito i risultati migliori in un esperimento di simulazione sugli ultimi 3 anni è il seguente:

$$IVAE_t = a_0 + a_1 IVAE_{t-1} + a_{12} IVAE_{t-12} + b_0 IMP_t + b_1 IMP_{t-1} + b_{12} IMP_{t-12} \quad [3]$$

che differisce da quello utilizzato per l'IVA sugli scambi interni per la mancanza del termine $a_{13} IVAE_{t-13}$, che si è rivelato ininfluenza in fase di stima, e soprattutto per la presenza del termine corrente dell'indice delle importazioni in valore (IMP), al posto dell'indicatore ritardato di un mese presente nel modello [1] costruito per l'IVA sugli scambi interni. Tale caratteristica rende il modello [3] inutilizzabile a fini pratici, perché l'ammontare delle importazioni al tempo t sono diffuse dall'Istat solo un paio di mesi dopo la pubblicazione dei dati sulle entrate da IVA sulle importazioni. Pertanto, nell'esperimento di simulazione questo termine è stato sostituito da una previsione un tempo in avanti delle importazioni (ricavata dal modello descritto nella sezione 5.2.1). In questo modo si è riusciti a riprodurre le condizioni effettive di utilizzo del modello.

Anche il modello [3] non si presta ad una interpretazione teorica particolarmente sofisticata, come tutti i modelli bridge. La formulazione utilizzata sfrutta essenzialmente il legame tra la base imponibile teorica dell'imposta, rappresentata approssimativamente dalle importazioni di beni, e i corrispondenti versamenti. Restano fuori dalla portata del modello le variazioni del gettito dovute a cambiamenti qualitativi delle importazioni, a variazioni delle aliquote (che tuttavia possono essere facilmente incorporate qualora si verificassero) e dell'efficacia delle misure di contrasto all'evasione.

I risultati della stima del modello [3] su tutto il campione, basati sui valori effettivi di IMP_t , sono sintetizzati nella Tavola 4.

Anche in questo caso tutti i parametri stimati sono statisticamente significativi, anche se non sembrano coerenti con la semplificazione in termini di variazioni annuali delle variabili originali ammissibile per il modello [1]. In altre parole, i termini contenuti nell'ultima riga della [2] non possono essere trascurati e ad essi andrebbero inoltre aggiunti anche alcuni termini ritardati dell'indicatore che non erano presenti nella [1]. Il modello presenta chiari segni di autocorrelazione dei residui (come dimostra il risultato del corrispondente test del *Lagrange multiplier*). Anche il test sulla correlazione dell'ampiezza assoluta dei residui fornisce indicazioni sfavorevoli all'ipotesi nulla di omoschedasticità. Al contrario, il test di Ramsey sulla non-linearità della relazione indica che sarebbe inutile inserire nel modello ulteriori potenze delle variabili esplicative utilizzate. Poiché la correlazione seriale dei residui e della loro varianza non è stata ridotta

neanche adottando una specificazione dinamica più generale, il cattivo risultato del test potrebbe essere verosimilmente collegato a variabili esplicative omesse, fattori inerziali non osservabili, ecc., segno che il modello di previsione richiederebbe l'inclusione di ulteriori indicatori, che tuttavia non sono disponibili alla frequenza e con la tempestività richiesta da un modello *bridge*. Il test di Ramsey suggerisce anche che i fattori omessi non sono significativamente correlati (in modo non-lineare) con quelli già inclusi.

Le principali statistiche sulle performance previsive del modello sono riportate nella Tavola 11. Rimandando al paragrafo precedente per una guida alla interpretazione di questi test, nella simulazione con orizzonte previsivo di 1 mese, si può notare che le previsioni sono afflitte da una modesta sovrastima (1,5%) e da una dimensione media degli errori piuttosto significativa (7,1% anche utilizzando la misura meno sensibile agli *outliers*). Peraltro, gli errori sul segno delle variazioni mensili si limitano a meno del 5% dei casi, che è un risultato particolarmente sorprendente per un modello afflitto da segni di cattiva specificazione e da una forte variabilità degli errori di previsione. In 9 casi su 10 l'errore supera di poco il 15%, tuttavia si registrano errori anche superiori al 19% in almeno 5 casi su 100. Come per i residui della regressione sull'intero campione, vi sono segni di autocorrelazione anche tra gli errori di previsione, ma non per le rispettive ampiezze assolute. Gli errori sono anche indipendenti dal livello assoluto delle entrate da prevedere, come testimoniano i test di ortogonalità ed efficienza. Infine il 97,1% della varianza degli errori sembra attribuibile alla volatilità intrinseca di questo tipo di entrate piuttosto che alla carenza del modello.

Nella simulazione dinamica, con orizzonte previsivo di 12 mesi, in media le previsioni sottostimano dell'1,9% le corrispondenti entrate. La dimensione media degli errori è significativa (quasi 13,4% in termini di MAE, ma non supera il 13% nella metà dei casi). L'autocorrelazione degli errori resta significativa e ci sono chiari segni di dipendenza degli errori dal livello della variabile da prevedere. La scomposizione del RMSE indica che gran parte dell'imprecisione sembra attribuibile alle insufficienti performance del modello ausiliario utilizzato per la previsione delle importazioni, anche se rimane dominante la componente legata alla volatilità propria del gettito IVA sulle importazioni.

L'analisi grafica dei valori effettivi e simulati conferma questa diagnosi (vedi Figura 3), ma indica anche un miglioramento delle *performance* del modello nel periodo più recente, soprattutto per quanto riguarda le proiezioni ad un mese.

5.2.1. Il modello ausiliario di previsione delle importazioni

Per proiettare un mese in avanti le importazioni in valore si è utilizzato un modello molto semplice, in cui i principali fattori esplicativi sono i valori ritardati delle importazioni stesse e la quasi-variazione su 12 mesi del fatturato, che approssima la dinamica della domanda interna di beni.

I risultati principali della stima su tutto il campione sono evidenziati in Tavola 5. Come si vede, tutte le variabili esplicative sembrano significative dal punto di vista statistico, tuttavia i residui presentano fortissimi segni di autocorrelazione ed eteroschedasticità, a testimonianza che il modello richiederebbe una specificazione molto più complessa. Anche la non linearità della relazione statistica tra importazioni e variabili esplicative appare significativa. Ancora una volta, visti gli obiettivi specifici del modello ausiliario, non si è tentato di correggere queste imperfezioni.

Nonostante ciò, le statistiche sugli errori di previsione e l'analisi grafica (vedi Tavola 12 e Figura 4) mostrano che anche un modello così semplice e affetto da simili segni di cattiva specificazione riesce a fornire previsioni un mese in avanti abbastanza affidabili, soprattutto in termini di dimensione degli errori (che restano sotto il 6,2% nel 75% dei casi e toccano al massimo l'11%). Tenuto conto della natura della variabile da prevedere, si tratta di valori sostanzialmente accettabili per supportare un modello *bridge* finalizzato alla previsione del gettito IVA sulle importazioni. Sorprendentemente, anche la correlazione degli errori e della loro ampiezza risulta trascurabile.

Per la stima dinamica a 12 mesi, invece, il modello usato per le importazioni comporta una forte sottostima (7,3%) su tutto l'orizzonte di simulazione, con errori particolarmente ampi nei 3-4 mesi a cavallo di gennaio 2017, gennaio 2018 e gennaio 2019. Inoltre i casi di errori sul segno delle variazioni della variabile prevista sono relativamente frequenti (9%). Nonostante ciò, gli errori di previsione sono poco correlati tra loro. La spiegazione del RMSE si divide quasi equamente tra errori sistematico (*bias*) e variabilità intrinseca della serie storica.

5.3. Il modello per le accise sui prodotti energetici e derivati

Il modello utilizzato per questo tipo di imposte è tra i più semplici:

$$ACC_t = a_0 + a_{12} ACC_{t-12} \quad [4]$$

Sostanzialmente il modello [4] si limita a tracciare il profilo stagionale della serie storica corretto per un incremento costante. Come si rileva dalla Tavola 6, tale formulazione sembra sufficiente a mantenere entro limiti accettabili la correlazione seriale dei residui e della loro ampiezza, anche se la relazione potrebbe essere migliorata considerando una formulazione non-lineare.

Il modello si presta solo ad una interpretazione puramente statistica, in quanto non tiene conto né delle variazioni della base imponibile, né di altri fattori potenzialmente rilevanti, ma difficili da misurare in modo tempestivo a livello mensile. Nonostante la semplicità del modello, le sue performance previsive a 1 mese sono apprezzabili, come si può verificare dai test formali riportati nella Tavola 13, che segnalano una distorsione trascurabile, errori sostanzialmente accettabili (se paragonati alla volatilità della serie) in almeno il 75% dei casi e solo un modesto disallineamento tra il trend delle previsioni e quello delle entrate effettive, come indicato dal test di efficienza.

La precisione del modello è addirittura stupefacente se si considera l'ultimo anno del periodo di simulazione fuori campione in cui previsioni ed entrate effettive sono sostanzialmente coincidenti, come mostra la Figura 5.

Nella simulazione dinamica a 12 mesi, la distorsione media resta modesta (al di sotto dell'1% di sottovalutazione) e la dimensione media degli errori non supera il 7,7% in termini di MAE (ponendosi comunque al di sotto del 16% in 9 casi su 10). Gli errori non sembrano autocorrelati, anche se dipendono chiaramente dal livello della variabile da prevedere, come segnalato dal test di ortogonalità. È piuttosto rilevante la frazione del RMSE attribuibile a carenze del modello (43%).

5.4. Il modello per le ritenute Irpef

Nel caso delle ritenute Irpef, il modello mensile selezionato è il seguente:

$$IRPEF_t = a_0 + a_1 IRPEF_t + a_{12} IRPEF_{t-12} + a_{13} IRPEF_{t-13} + b_1 (RED_{t-1} - RED_{t-13}) \quad [5]$$

che ha la stessa struttura dinamica del modello dell'IVA e dove l'indicatore RED è il prodotto del valore dell'occupazione moltiplicato per l'indice delle retribuzioni contrattuali rilevati mensilmente dall'Istat. Anche in questo caso l'interpretazione "economica" del modello è particolarmente povera, perché esso ipotizza semplicemente una relazione di proporzionalità tra imposta e base imponibile, trascurando anche il cambiamento dell'aliquota media implicita e delle numerose modifiche normative in materia di Irpef. Il modello non tiene conto di eventuali variazioni delle aliquote (non verificatesi durante il periodo di stima, ma che possono essere facilmente incorporate in caso di necessità).

Le principali statistiche sulla stima del modello sull'intero periodo disponibile (che è più breve rispetto all'IVA perché l'indicatore RED, in forma omogenea, è disponibile solo dal 2005) sono evidenziate nella Tavola 7.

Anche in questo caso le variabili esplicative sono tutte statisticamente significative e i residui sembrano virtualmente privi di autocorrelazione, nonostante l'estrema semplicità del modello. Inoltre sarebbe pienamente giustificabile una riformulazione del modello in termini di variazioni annuali del gettito. I residui mostrano pochi segni di autocorrelazione, ma qualche sintomo di eteroschedasticità autoregressiva. Non vi sono invece particolari segni di non linearità della relazione stimata.

Le statistiche sugli errori di previsione simulati a 1 mese confermano che le proiezioni non sono afflitte da una significativa distorsione e che la dimensione media degli errori è molto limitata (1,7% in termini di MAE). Solo in 5 casi su 100 gli errori eccedono il 5,6%, mentre nella metà dei casi si mantengono addirittura al di sotto dell'1% (vedi Tavola 14). Gli errori sono inoltre indipendenti dal livello della variabile prevista e il modello risulta complessivamente efficiente e tale da produrre errori sostanzialmente causali (non autocorrelati e omoschedastici).

Nella simulazione dinamica a 12 mesi la sottovalutazione media resta al di sotto del 3% e la dimensione media degli errori è dell'ordine del 4% (in termini di MAE), con errori inferiori al 6,7% in 9 casi su 10. Vi sono deboli segni di autocorrelazione degli errori e di dipendenza dal livello della variabile da prevedere.

Anche la semplice analisi grafica dei risultati della simulazione sembrano confermare l'affidabilità della procedura di previsione (vedi Figura 6). Dal grafico delle

previsioni a 12 mesi si desume anche che gran parte degli errori si concentrano all'inizio per periodo di simulazione.

5.4.1. Il modello ausiliario di previsione del reddito da lavoro

Per stimare il reddito da lavoro RED (dato dal prodotto di occupazione per retribuzioni) a 12 mesi si sono inclusi tra i regressori le variabili “dfat”, che è la variazione su 12 mesi del fatturato, e la variabile “dum”, che è una dummy utilizzata solo in sede di simulazione, pari a 0 in tutti i periodi eccetto l'ultimo mese utilizzato per la stima e nei successivi. Tale variabile serve a trascinare l'ultimo errore di regressione su tutto l'arco della previsione, sotto l'ipotesi che esso misuri un cambiamento permanente nel trend della serie. In termini formali, ciò equivale ad ipotizzare che l'errore di previsione incorpori una componente che segue un *random walk senza drift*.

I risultati principali della stima su tutto il campione sono evidenziati in Tavola 8. Essi indicano che anche un modello così semplice riesce a produrre residui privi di correlazione seriale, anche se è possibile una non-linearità della relazione tra variabili dipendenti e indipendenti.

Nelle proiezioni a un mese il modello è particolarmente performante, con errori di previsione addirittura inferiori all'1,7% nella quasi totalità dei casi. Nel complesso, le previsioni sembrano “efficienti”, anche se mostrano segni di dipendenza tra errori e valori previsti e forti sintomi di autocorrelazione (vedi Tavola 15).

Nelle proiezioni a 12 mesi le proiezioni restano piuttosto accurate (con errori entro il 3,2% nel 95% dei casi), tuttavia l'analisi grafica, esposta nella Figura 7, indica oscillazioni piuttosto erratiche delle previsioni attorno ai valori effettivi (anche se la scala del grafico tende ad amplificare l'entità di tali errori). Inoltre si notano vari errori sul segno delle variazioni dei redditi.

6. Risultati del modello di previsione

Al fine di verificare la bontà del modello è stato effettuato un esercizio di previsione per gli anni dal 2002 al 2018. L'esercizio ha previsto una stima del gettito mensile dell'IVA scambi interni e importazioni, delle accise sui prodotti petroliferi e delle ritenute Irpef, per un totale di oltre 190 osservazioni.

I risultati mostrano che, anche utilizzando modelli piuttosto semplici, è possibile ottenere proiezioni statistiche abbastanza accurate, utilizzabili sia a fini previsivi sia, più propriamente, per il monitoraggio delle entrate e l'individuazione precoce di eventuali scostamenti significativi rispetto alle rispettive previsioni annuali.

In particolare, l'IVA sugli scambi interni risulta prevedibile con un mese di anticipo con un errore che in media è dello 0,8% e in tre casi su quattro non eccede il 7% (vedi Tavola 9). Nelle simulazioni fuori campione a 12 mesi, che rappresenta un orizzonte di previsione estremamente ambizioso per un modello bridge come quello utilizzato, l'errore medio sale al 2,7% e solo in un caso su quattro eccede l'8,3%.

Con riferimento ad una delle variabili esogene del modello IVA, ossia il fatturato, è possibile individuare almeno due distinte argomentazioni che consentono di spiegare la forte correlazione statistica riscontrata con un indicatore che rappresenta solo una parte degli scambi soggetti ad IVA. La prima considerazione si riferisce alle modalità di riscossione dell'IVA e, quindi, all'incidenza che le diverse fasi di versamento hanno sulle casse dell'erario. Una seconda argomentazione si ricollega alla funzione di deterrente all'evasione svolta dall'obbligo di rivalsa e a come questa potenzialità si affievolisca in corrispondenza dei passaggi finali della catena distributiva. Alcuni economisti⁵ ritengono che la propensione all'evasione tenda ad aumentare nelle ultime fasi della distribuzione e che, pertanto, una quota preponderante del gettito IVA sia da attribuirsi all'imposta riscossa nei primi passaggi del processo distributivo, laddove il numero degli operatori è contenuto, i quantitativi scambiati sono maggiori (in volume ed in valore) ed i controlli risultano più efficaci.

Le entrate derivanti dall'IVA sulle importazioni sono molto più volatili di quelle sugli scambi interni per la variabilità intrinseca dei flussi di merci e servizi provenienti dall'estero. Il gettito relativo a tale imposta risulta prevedibile con un mese di anticipo con un errore che in media è dell'1,5% e in tre casi su quattro non eccede il 9,5% (vedi Tavola 11). Nelle simulazioni fuori campione a 12 mesi, l'errore medio sale all'1,9% e solo in un caso su quattro eccede il 16,2%.

Il modello delle entrate da accise sui prodotti energetici e derivati fornisce una previsione del gettito con un mese di anticipo con un errore che in media è dello 0,3% e

⁵ Si veda tra tutti Bosi P., Guerra M.C. (2007).

in tre casi su quattro non eccede il 7% (vedi Tavola 13). Nelle simulazioni fuori campione a 12 mesi, l'errore medio sale all'1% e solo in un caso su quattro eccede l'8,8%.

Infine il gettito delle ritenute Irpef è prevedibile con un mese di anticipo con un errore che in media è dello 0,4% e in tre casi su quattro non eccede il 2,3% (vedi Tavola 14). Nelle simulazioni fuori campione a 12 mesi, l'errore medio sale al 2,6% e solo in un caso su quattro eccede il 4,3%.

Un ulteriore test è stato effettuato per ottenere un indicatore di performance del modello. Nuovamente, l'esercizio ha previsto una stima del gettito mensile, nel periodo da gennaio 2010 a dicembre 2018, per un totale di 108 osservazioni. Per la stima del gettito di ciascun anno t si sono utilizzati i dati congiunturali e di gettito disponibili a tutto dicembre dell'anno $t-1$.

Infine si è calcolato lo scostamento, su base mensile, del risultato stimato dal modello rispetto al gettito effettivamente consuntivato. I risultati dell'esercizio di previsione sui dati storici evidenziano che tale scostamento non eccede il 5% in 90 casi su cento per l'IVA scambi interni, 82 casi su cento per l'IVA importazioni, 85 casi su cento per le accise sui prodotti petroliferi e 94 casi su cento per le ritenute Irpef (vedi Tavola seguente).

Scostamento mensile delle stime rispetto al gettito effettivo. Gennaio 2010-Dicembre 2018					
<i>tax</i>	<i>observations</i>	<i>error</i>			
		$\leq 1 \%$	$\leq 2 \%$	$\leq 5 \%$	$\leq 10 \%$
IVA scambi interni	108	58,3%	66,7%	89,8%	99,1%
IVA importazioni	108	74,1%	74,1%	81,5%	88,9%
accise oli minerali	108	68,5%	76,9%	85,2%	89,8%
ritenute IRPEF	108	70,4%	76,9%	93,5%	98,1%

7. Conclusioni

Le entrate tributarie mensili lorde di competenza, accertate nel bilancio dello Stato, derivanti da IVA, accise sui prodotti petroliferi e Irpef (che rappresentano circa il 70% del totale) sono state proiettate in avanti utilizzando dei modelli *bridge* e basati su alcuni

indicatori statistici particolarmente tempestivi, come l'indice del fatturato nell'industria, dell'occupazione e delle retribuzioni contrattuali.

Le sorprendenti capacità previsionali su simulazioni dinamiche a 12 mesi del MoME sono coerenti con l'approccio di Sims (1980). MoME, infatti, è essenzialmente un VAR ristretto e, come tale, è compatibile con molte diverse interpretazioni teoriche delle relazioni tra base imponibile e imposte. Quindi descrive molto bene le relazioni dinamiche complessive osservabili tra le variabili, a prescindere dalle politiche economiche adottate e dai nessi causali sottostanti. È presumibile, invece, che le politiche influenzino in misura più significativa i parametri di un modello strutturale/causale ma non nella sua "forma ridotta". Tale caratteristica conferisce ai modelli VAR e *bridge* una "robustezza" superiore a quella ottenibile con altre metodologie.

Dato l'attuale calendario di pubblicazione dei dati che entrano nei modelli, il flusso di acquisizione delle informazioni di base e l'elaborazione delle proiezioni statistiche sulle entrate potrebbe avvenire secondo il cronoprogramma indicato di seguito. Ad esempio, ad aprile di ciascun anno, quando sono disponibili i dati statistici su fatturato, occupazione e retribuzione relativi a febbraio, e le importazioni relative a gennaio, i modelli sono in grado di fornire proiezioni del gettito da aprile in poi. L'orizzonte previsivo può spingersi prudentemente fino a 3 o 4 mesi in avanti.

Cronoprogramma. Produzione corrente delle stime anticipate e previsioni delle entrate			
<i>Ultima settimana del mese t</i>			
<i>Dati statistici di base</i>	Fatturato, occupazione e retribuzione al tempo t-2 Importazioni al tempo t-3	Proiezione degli indicatori fino al tempo t+3 o t+4	Analisi degli errori di previsione al tempo t-2 e t-3 Eventuale aggiustamento delle proiezioni statistiche degli indicatori
<i>Dati fiscali</i>	Entrate al tempo t-1 (definitive) e t (provvisorie)	Proiezione delle entrate fino al tempo t+3 o t+4	Analisi degli errori di previsione al tempo t-1 e proiezione delle entrate al tempo t+4

I modelli descritti in questo lavoro si prestano a diversi impieghi nell'ambito delle attività istituzionali del Dipartimento delle Finanze:

- 1) il primo è quello di disporre di un *benchmark* “tecnico” per valutare l’andamento del gettito in corso d’anno. Date le buone prestazioni dei modelli, le discrepanze tra le previsioni e le entrate effettive possono essere infatti interpretate come una misura approssimativa degli effetti di eventi particolari intervenuti nel periodo oggetto di analisi (ad esempio modifiche normative, slittamento delle date di versamento, effetti comportamentali e *shock* macroeconomici);
- 2) il secondo utilizzo è quello di disporre di una proiezione statistica delle entrate che tenga conto soltanto dell’andamento del ciclo economico e degli effetti consolidati della normativa vigente. Questa proiezione può essere utilizzata per anticipare il risultato dell’attività di monitoraggio delle entrate. Si tratta di una generalizzazione del calcolo della variazione annuale “acquisita”, che tiene conto sia delle oscillazioni stagionali, sia della più recente dinamica ciclica;
- 3) a livello annuale, i modelli possono fornire un supporto alle elaborazioni sottostanti i documenti di finanza pubblica;
- 4) in via sperimentale, i modelli che in questo lavoro sono stati applicati ai dati di competenza potrebbero essere impiegati per monitorare e prevedere i flussi di cassa, seppure scontando una maggiore volatilità di queste poste;
- 5) considerato le performance previste dei modelli e particolarmente quello sull’IVA sugli scambi interni, le proiezioni delle entrate possono essere impiegate a supporto della stima anticipata di alcuni indicatori macroeconomici a prezzi correnti;
- 6) infine, i modelli possono essere utilizzati per valutare l’effetto del ciclo economico tramite simulazioni dinamiche fuori campione.

Tra gli sviluppi futuri del lavoro è prevista l’estensione ad altre voci di entrata del bilancio dello Stato e una sperimentazione su dati relativi ad altri paesi, in modo da testare ulteriormente la robustezza di questo approccio. È anche previsto l’impiego delle previsioni di entrata per anticipare l’andamento di alcune variabili macroeconomiche particolarmente legate alla dinamica del gettito (come Pil, consumi, redditi delle famiglie e importazioni).

Bibliografia

- Baffigi A., Golinelli R., Parigi G. (2004). Bridge models to forecast the euro area GDP. *International Journal of forecasting*, 20(3), 447-460.
- Bessec M. (2013). Short-Term Forecasts of French GDP: A Dynamic Factor Model with Targeted Predictors. *Journal of Forecasting*, 32(6), 500-511.
- Bodo G., Golinelli R., Parigi G. (2000). Forecasting industrial production in the euro area. *Empirical economics*, 25(4), 541-561.
- Bosi P., Guerra M.C. (2007). *I tributi nell'economia italiana*. Il Mulino.
- Brunhes-Lesage V., Darné O. (2012). Nowcasting the French index of industrial production: A comparison from bridge and factor models. *Economic Modelling*, 29(6), 2174-2182.
- Ferrara L., Guegan D., Rakotomaroahy P. (2010). GDP nowcasting with ragged-edge data: a semi-parametric modeling. *Journal of Forecasting*, 29(1-2), 186-199.
- Franck Sédillot and Nigel Pain (2003). Indicator models of real GDP growth in selected OECD countries. *Economics Department working papers no. 364 OECD*.
- Girardi A., Guardabascio B., Ventura M. (2016). Factor-Augmented Bridge Models (FABM) and Soft Indicators to Forecast Italian Industrial Production. *Journal of Forecasting*, 35(6), 542-552.
- Golinelli R., Parigi G. (2005). Short-Run Italian GDP Forecasting and Real-Time Data. *C.E.P.R. Discussion Papers 5302*.
- Golinelli R., Parigi G. (2007). The use of monthly indicators to forecast quarterly GDP in the short run: an application to the G7 countries. *Journal of Forecasting*, 26(2), 77-94.
- Golinelli R., Parigi G. (2014). Tracking world trade and GDP in real time. *International Journal of Forecasting*, 30(4), 847-862.
- Lui S., Mitchell J. (2013). *Nowcasting quarterly euro-area GDP growth using a global VAR model*. Oxford University Press, Oxford.
- Rünstler G., Sédillot F. (2003), Short-term estimates of euro area real GDP by means of monthly data. *Working paper no. 276 ECB*.

- Schumacher C., Breitung J. (2008). Real-time forecasting of German GDP based on a large factor model with monthly and quarterly data. *International Journal of Forecasting*, 24(3), 386-398.
- Sims C. A. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, Vol. 48, No.1, 1-48.
- Verardi V., Croux C. (2009). Robust regression in Stata. *Stata Journal* 9, 439–453.

Appendice

Tavola 1. Guida all'interpretazione delle principali statistiche sulle stime e sulle previsioni

Statistiche	Significato	Valore desiderato
R ² adjusted	Coefficiente di correlazione tra valori effettivi e stimati, corretto per il numero di variabili esplicative	vicino a 1
S.E.	Errore standard dei residui di regressione	zero
Ramsey(2) LM p-value	test sulla non-linearità delle relazioni tra variabile dipendente ed esplicative	alto
RMSE	ampiezza media degli errori	basso
MAE		
wrong changes %	errori sul segno delle variazioni mensili	basso
skewness p-value	test sull'asimmetria degli errori	alto
kurtosis p-value	test sulla presenza di errori elevati	alto
Quantiles of absolute errors		
50%		
75%	ampiezza massima degli errori nell'x% dei casi	basso
90%		
95%		
99%		
orthogonality p-value	test di indipendenza tra errori e livello delle variabili	alto
efficiency p-value	test congiunto di distorsione su media e trend	alto
rho(1)	correlazione tra errori successivi	zero
LM(1) p-value	test di autocorrelazione	alto
ARCH(1) p-value	test di correlazione tra le ampiezze di errori successivi	alto
bias %	errore dovuto alla distorsione	basso
regression %	errore sul trend	basso
error %	errore residuo	alto

Per tutti i modelli il periodo di stima va dal 2002 al 2018. Le statistiche sulle previsioni sono calcolate in base a simulazioni fuori campione (vedi il paragrafo 3 e lo schema in esso contenuto) sul periodo gennaio 2016 - marzo 2019. A titolo di informazione, vengono riportati di seguito anche i risultati delle stime sull'intero campione a disposizione.

Tavola 2. Modello per la stima dell'IVA scambi interni

diva_int	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
diva_int L1.	.2833599	.0565231	5.01	0.000	.1718626	.3948572
dfat L1.	.4656881	.0694947	6.70	0.000	.3286032	.602773
iva_int L12.	-.0219358	.0099723	-2.20	0.029	-.0416071	-.0022644
iva_int_g dummyg	.0674261	.0109397	6.16	0.000	.0458464	.0890058
_cons	-7.288182	1.17929	-6.18	0.000	-9.614445	-4.96192
	.2131647	.0900918	2.37	0.019	.03545	.3908794

Number of obs	=	195	S.E.	0.04338
F(5, 189)	=	25.28	AR(1) LM p-value	0.66537
Prob > F	=	0.0000	ARCH(1) LM p-value	0.01685
R ² adjusted		0.38492	Ramsey(2) LM p-value	0.00779

Tavola 3. Modello per la stima dell'indice del fatturato

fat	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
fat L12.	.8579242	.0316676	27.09	0.000	.7953715	.9204769
dred L1.	1.26163	.249731	5.05	0.000	.7683394	1.75492
_cons	.6397042	.1467803	4.36	0.000	.3497709	.9296375

Number of obs	=	159	S.E.	0.04207
F(2, 156)	=	390.37	AR(1) LM p-value	0.39154
Prob > F	=	0.0000	ARCH(1) LM p-value	0.76819
R ² adjusted		0.83133	Ramsey(2) LM p-value	0.19557

Tavola 4. Modello per la stima dell'IVA importazioni

iva_imp	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
iva_imp						
L1.	.442976	.0401813	11.02	0.000	.3637172	.5222348
L12.	.3837025	.0427378	8.98	0.000	.299401	.4680041
imp						
--.	.9265924	.0543599	17.05	0.000	.819366	1.033819
L1.	-.2370086	.0427896	-5.54	0.000	-.3214122	-.152605
L12.	-.5603196	.062495	-8.97	0.000	-.6835927	-.4370465
_cons	-.1233648	.3381917	-0.36	0.716	-.7904574	.5437278

Number of obs	=	196	S.E.	0.06500
F(5, 190)	=	172.71	AR(1) LM p-value	0.00195
Prob > F	=	0.0000	ARCH(1) LM p-value	0.00104
R ² adjusted		0.81491	Ramsey(2) LM p-value	0.24263

Tavola 5. Modello per la stima delle importazioni

imp	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
imp						
L1.	.3710946	.0554774	6.69	0.000	.2616487	.4805404
L2.	.3559902	.0547802	6.50	0.000	.2479199	.4640605
L12.	.797656	.047218	16.89	0.000	.7045044	.8908077
L13.	-.3274402	.0560343	-5.84	0.000	-.4379846	-.2168958
L14.	-.291531	.056312	-5.18	0.000	-.4026232	-.1804387
fat						
--.	.8323288	.0871636	9.55	0.000	.6603724	1.004285
L12.	-.6748745	.09359	-7.21	0.000	-.8595089	-.4902401
_cons	.2441985	.3364001	0.73	0.469	-.4194518	.9078487

Number of obs	=	194	S.E.	0.04976
F(7, 186)	=	274.07	AR(1) LM p-value	0.00000
Prob > F	=	0.0000	ARCH(1) LM p-value	0.03372
R ² adjusted		0.90829	Ramsey(2) LM p-value	0.02176

Tavola 6. Modello per la stima delle Accise sugli oli minerali

accise	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
accise						
L12.	.88301	.0318038	27.76	0.000	.8202825	.9457376
_cons	.890458	.2391759	3.72	0.000	.4187237	1.362192
Number of obs	=	195		S.E.		0.09830
F(1, 193)	=	770.86		AR(1) LM p-value		0.05806
Prob > F	=	0.0000		ARCH(1) LM p-value		0.48238
R ² adjusted		0.79873		Ramsey(2) LM p-value		0.00001

Tavola 7. Modello per la stima delle Ritenute Irpef

irpef_rit	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
irpef_rit						
L1.	.2712703	.046793	5.80	0.000	.1788265	.3637141
L12.	.9905084	.0098346	100.72	0.000	.9710792	1.009938
L13.	-.2734605	.0466333	-5.86	0.000	-.3655888	-.1813322
dred						
L1.	.8110575	.1790724	4.53	0.000	.4572837	1.164831
_cons	.1113553	.1090833	1.02	0.309	-.1041486	.3268592
Number of obs	=	158		S.E.		0.02651
F(4, 153)	=	2847.17		AR(1) LM p-value		0.35290
Prob > F	=	0.0000		ARCH(1) LM p-value		0.00082
R ² adjusted		0.98640		Ramsey(2) LM p-value		0.11725

Tavola 8. Modello per la stima dei redditi da lavoro

red	Coef.	Std. Err.	t	P> t 	[95% Conf. Interval]	
red						
L1.	.6781722	.0463777	14.62	0.000	.5865583	.7697861
L12.	.2915168	.0429777	6.78	0.000	.2066192	.3764143
dfat						
L1.	.0492459	.0126382	3.90	0.000	.0242805	.0742113
dum	.0084021	.0070876	1.19	0.238	-.0055987	.0224029
_cons	.4487589	.1307826	3.43	0.001	.1904126	.7071053
Number of obs	=	160		S.E.		0.00700
F(4, 155)	=	3426.98		AR(1) LM p-value		0.76085
Prob > F	=	0.0000		ARCH(1) LM p-value		0.40463
R ² adjusted		0.98853		Ramsey(2) LM p-value		0.00095

Tavola 9. Modello per la stima dell'IVA scambi interni - principali statistiche

Orizzonte previsivo: 1 mese		Orizzonte previsivo: 12 mesi	
mean	0.00836	mean	0.02679
RMSE	0.06190	RMSE	0.07211
MAE	0.04712	MAE	0.05739
wrong changes %	0.00000	wrong changes %	0.00000
skewness p-value	0.63065	skewness p-value	0.59754
kurtosis p-value	0.54860	kurtosis p-value	0.40502
Quantiles of absolute errors		Quantiles of absolute errors	
50%	0.03728	50%	0.05281
75%	0.07023	75%	0.08271
90%	0.11000	90%	0.11697
95%	0.14008	95%	0.14532
99%	0.14204	99%	0.19017
orthogonality p-value	0.87320	orthogonality p-value	0.72775
efficiency p-value	0.69561	efficiency p-value	0.05587
Serial correlation and heteroskedasticity		Serial correlation and heteroskedasticity	
rho(1)	-0.06369	rho(1)	0.05980
LM(1) p-value	0.68219	LM(1) p-value	0.69525
ARCH(1) p-value	0.81113	ARCH(1) p-value	0.35528
MSE decomposition		MSE decomposition	
bias %	0.01826	bias %	0.13808
regression %	0.00067	regression %	0.00278
error %	0.98108	error %	0.85914

Tavola 10. Modello per la stima dell'indice del fatturato - principali statistiche

Orizzonte previsivo: 1 mese		Orizzonte previsivo: 12 mesi	
mean	0.00911	mean	0.02518
RMSE	0.03557	RMSE	0.05510
MAE	0.02981	MAE	0.04816
wrong changes %	0.01923	wrong changes %	0.03846
skewness p-value	0.65029	skewness p-value	0.03932
kurtosis p-value	0.02154	kurtosis p-value	0.58686
Quantiles of absolute errors		Quantiles of absolute errors	
50%	0.02799	50%	0.04170
75%	0.04562	75%	0.06685
90%	0.05560	90%	0.09104
95%	0.06707	95%	0.09840
99%	0.07443	99%	0.10127
orthogonality p-value	0.33718	orthogonality p-value	0.26574
efficiency p-value	0.17300	efficiency p-value	0.00623
Serial correlation and heteroskedasticity		Serial correlation and heteroskedasticity	
rho(1)	-0.27571	rho(1)	-0.24791
LM(1) p-value	0.09459	LM(1) p-value	0.10161
ARCH(1) p-value	0.98580	ARCH(1) p-value	0.43253
MSE decomposition		MSE decomposition	
bias %	0.06553	bias %	0.20887
regression %	0.02267	regression %	0.02570
error %	0.91179	error %	0.76543

Tavola 11. Modello per la stima dell'IVA importazioni - principali statistiche

Orizzonte previsivo: 1 mese		Orizzonte previsivo: 12 mesi	
mean	-0.01545	mean	0.01949
RMSE	0.09405	RMSE	0.15605
MAE	0.07073	MAE	0.13408
wrong changes %	0.04327	wrong changes %	0.08173
skewness p-value	0.07822	skewness p-value	0.13080
kurtosis p-value	0.13703	kurtosis p-value	0.86813
Quantiles of absolute errors		Quantiles of absolute errors	
50%	0.05078	50%	0.12858
75%	0.09503	75%	0.16249
90%	0.15023	90%	0.21597
95%	0.19061	95%	0.33160
99%	0.29608	99%	0.37907
orthogonality p-value	0.75940	orthogonality p-value	0.00007
efficiency p-value	0.56688	efficiency p-value	0.00023
Serial correlation and heteroskedasticity		Serial correlation and heteroskedasticity	
rho(1)	0.32951	rho(1)	0.44065
LM(1) p-value	0.03983	LM(1) p-value	0.00482
ARCH(1) p-value	0.30692	ARCH(1) p-value	0.53749
MSE decomposition		MSE decomposition	
bias %	0.02700	bias %	0.01560
regression %	0.00243	regression %	0.34024
error %	0.97057	error %	0.64416

Tavola 12. Modello per la stima delle importazioni - principali statistiche

Orizzonte previsivo: 1 mese		Orizzonte previsivo: 12 mesi	
mean	0.01591	mean	0.07263
RMSE	0.04899	RMSE	0.11523
MAE	0.03949	MAE	0.09816
wrong changes %	0.04327	wrong changes %	0.08654
skewness p-value	0.59327	skewness p-value	0.37086
kurtosis p-value	0.12602	kurtosis p-value	0.48760
Quantiles of absolute errors		Quantiles of absolute errors	
50%	0.02977	50%	0.08469
75%	0.06159	75%	0.14219
90%	0.08355	90%	0.18631
95%	0.09078	95%	0.21394
99%	0.10956	99%	0.22547
orthogonality p-value	0.57567	orthogonality p-value	0.00247
efficiency p-value	0.10272	efficiency p-value	0.00000
Serial correlation and heteroskedasticity		Serial correlation and heteroskedasticity	
rho(1)	0.04874	rho(1)	0.22970
LM(1) p-value	0.76252	LM(1) p-value	0.15921
ARCH(1) p-value	0.71403	ARCH(1) p-value	0.90844
MSE decomposition		MSE decomposition	
bias %	0.10544	bias %	0.39732
regression %	0.00744	regression %	0.13065
error %	0.88712	error %	0.47204

Tavola 13. Modello per la stima delle accise sugli oli minerali - principali statistiche

Orizzonte previsivo: 1 mese		Orizzonte previsivo: 12 mesi	
mean	0.00284	mean	0.00937
RMSE	0.07712	RMSE	0.10899
MAE	0.05338	MAE	0.07724
wrong changes %	0.04808	wrong changes %	0.06731
skewness p-value	0.98128	skewness p-value	0.00386
kurtosis p-value	0.04102	kurtosis p-value	0.00456
Quantiles of absolute errors		Quantiles of absolute errors	
50%	0.03329	50%	0.04862
75%	0.06932	75%	0.08793
90%	0.15916	90%	0.16173
95%	0.18502	95%	0.29642
99%	0.21997	99%	0.33961
orthogonality p-value	0.00072	orthogonality p-value	0.00000
efficiency p-value	0.00297	efficiency p-value	0.00002
Serial correlation and heteroskedasticity		Serial correlation and heteroskedasticity	
rho(1)	-0.08864	rho(1)	-0.28953
LM(1) p-value	0.56688	LM(1) p-value	0.07199
ARCH(1) p-value	0.03364	ARCH(1) p-value	0.34861
MSE decomposition		MSE decomposition	
bias %	0.00136	bias %	0.00738
regression %	0.26248	regression %	0.42664
error %	0.73616	error %	0.56598

Tavola 14. Modello per la stima delle ritenute Irpef - principali statistiche

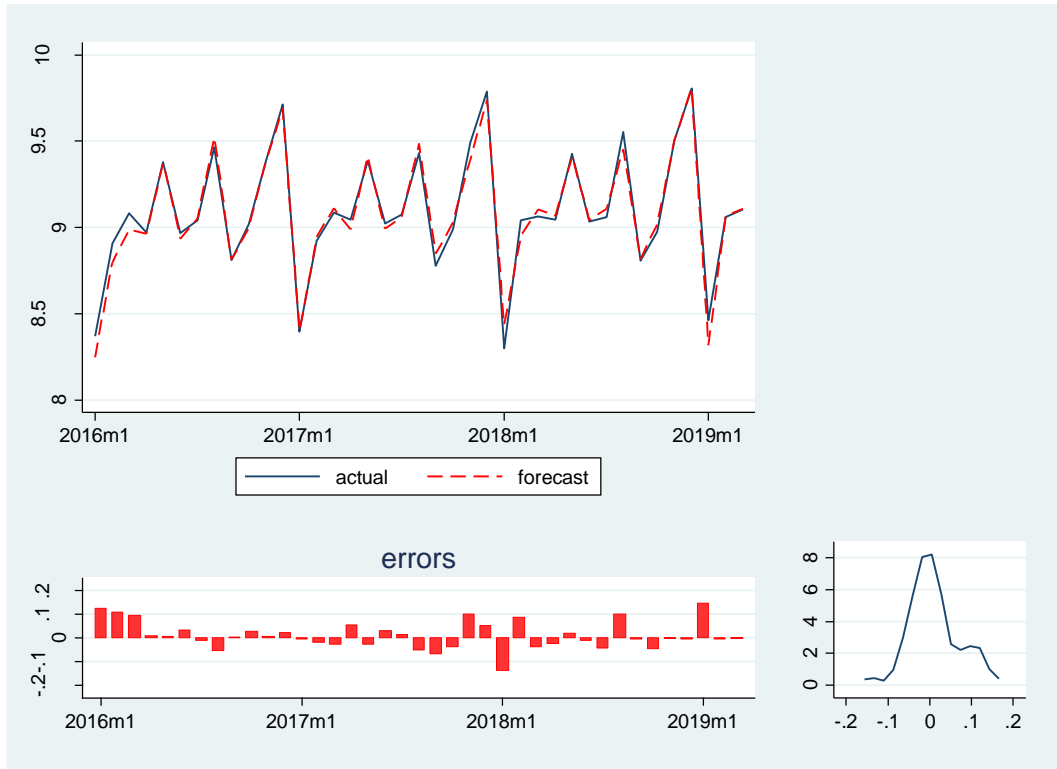
Orizzonte previsivo: 1 mese		Orizzonte previsivo: 12 mesi	
mean	0.00436	mean	0.02644
RMSE	0.02364	RMSE	0.06762
MAE	0.01665	MAE	0.03997
wrong changes %	0.03846	wrong changes %	0.03846
skewness p-value	0.36647	skewness p-value	0.00000
kurtosis p-value	0.04289	kurtosis p-value	0.00008
Quantiles of absolute errors		Quantiles of absolute errors	
50%	0.00976	50%	0.02489
75%	0.02300	75%	0.04339
90%	0.03853	90%	0.06702
95%	0.05632	95%	0.17758
99%	0.06863	99%	0.26747
orthogonality p-value	0.75992	orthogonality p-value	0.07510
efficiency p-value	0.49359	efficiency p-value	0.00860
Serial correlation and heteroskedasticity		Serial correlation and heteroskedasticity	
rho(1)	-0.03252	rho(1)	0.29860
LM(1) p-value	0.84378	LM(1) p-value	0.06656
ARCH(1) p-value	0.88303	ARCH(1) p-value	0.02817
MSE decomposition		MSE decomposition	
bias %	0.03408	bias %	0.15281
regression %	0.00240	regression %	0.06862
error %	0.96352	error %	0.77857

Tavola 15. Modello per la stima dei redditi da lavoro - principali statistiche

Orizzonte previsivo: 1 mese		Orizzonte previsivo: 12 mesi	
mean	0.00075	mean	0.00591
RMSE	0.00689	RMSE	0.01658
MAE	0.00544	MAE	0.01327
wrong changes %	0.08654	wrong changes %	0.06731
skewness p-value	0.13648	skewness p-value	0.34998
kurtosis p-value	0.48983	kurtosis p-value	0.63030
Quantiles of absolute errors		Quantiles of absolute errors	
50%	0.00479	50%	0.01290
75%	0.00808	75%	0.01776
90%	0.01203	90%	0.02467
95%	0.01458	95%	0.03211
99%	0.01701	99%	0.04898
orthogonality p-value	0.01951	orthogonality p-value	0.00257
efficiency p-value	0.05036	efficiency p-value	0.00075
Serial correlation and heteroskedasticity		Serial correlation and heteroskedasticity	
rho(1)	-0.40425	rho(1)	0.20914
LM(1) p-value	0.00991	LM(1) p-value	0.21676
ARCH(1) p-value	0.28488	ARCH(1) p-value	0.50623
MSE decomposition		MSE decomposition	
bias %	0.01180	bias %	0.12724
regression %	0.13375	regression %	0.18778
error %	0.85445	error %	0.68498

Figura 1. Modello per la stima dell'IVA scambi interni - analisi grafica

Orizzonte previsivo: **1 mese**



Orizzonte previsivo: **12 mesi**

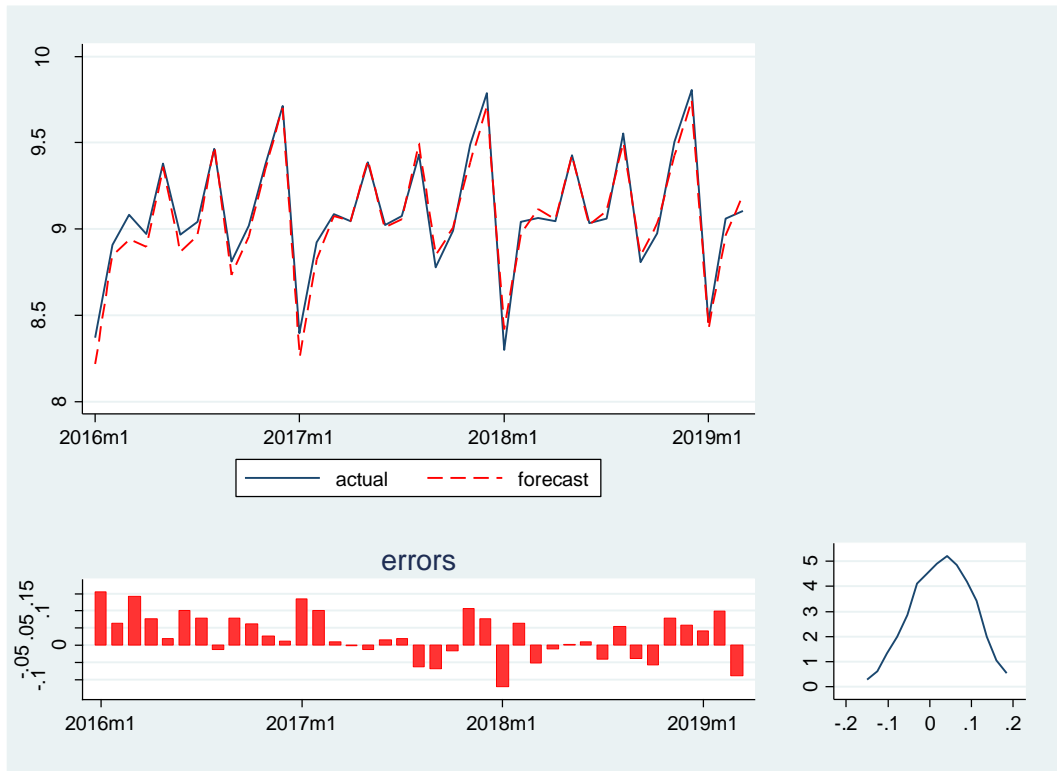
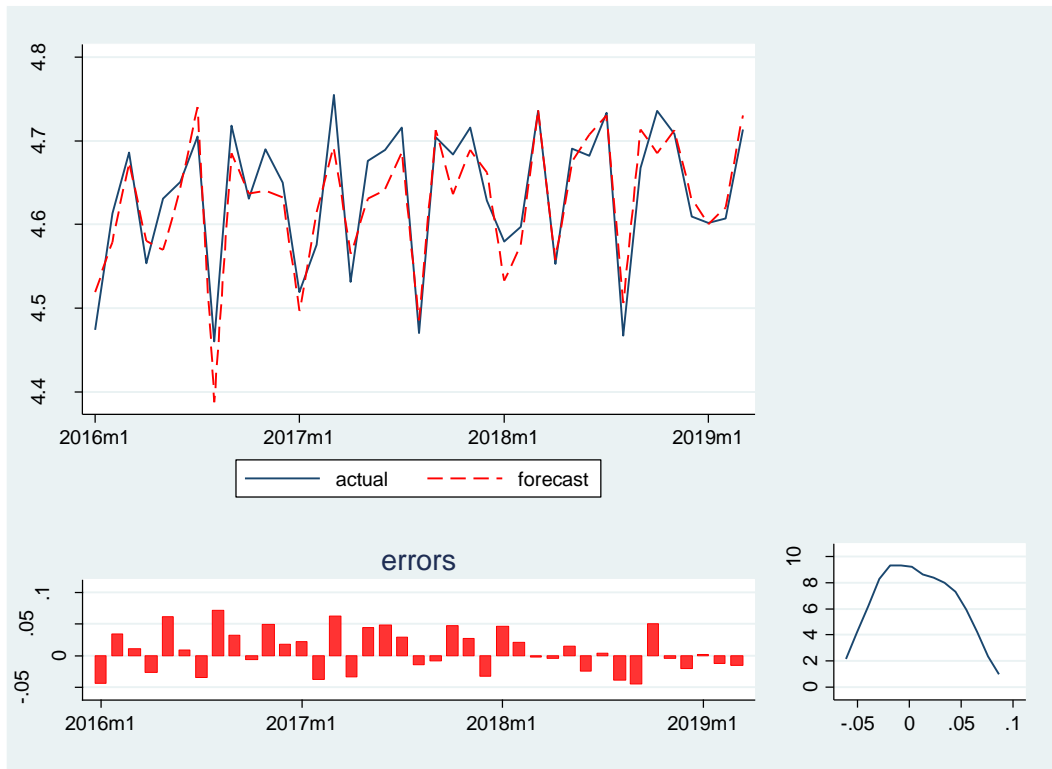


Figura 2. Modello per la stima dell'indice del fatturato - analisi grafica

Orizzonte previsivo: **1 mese**



Orizzonte previsivo: **12 mesi**

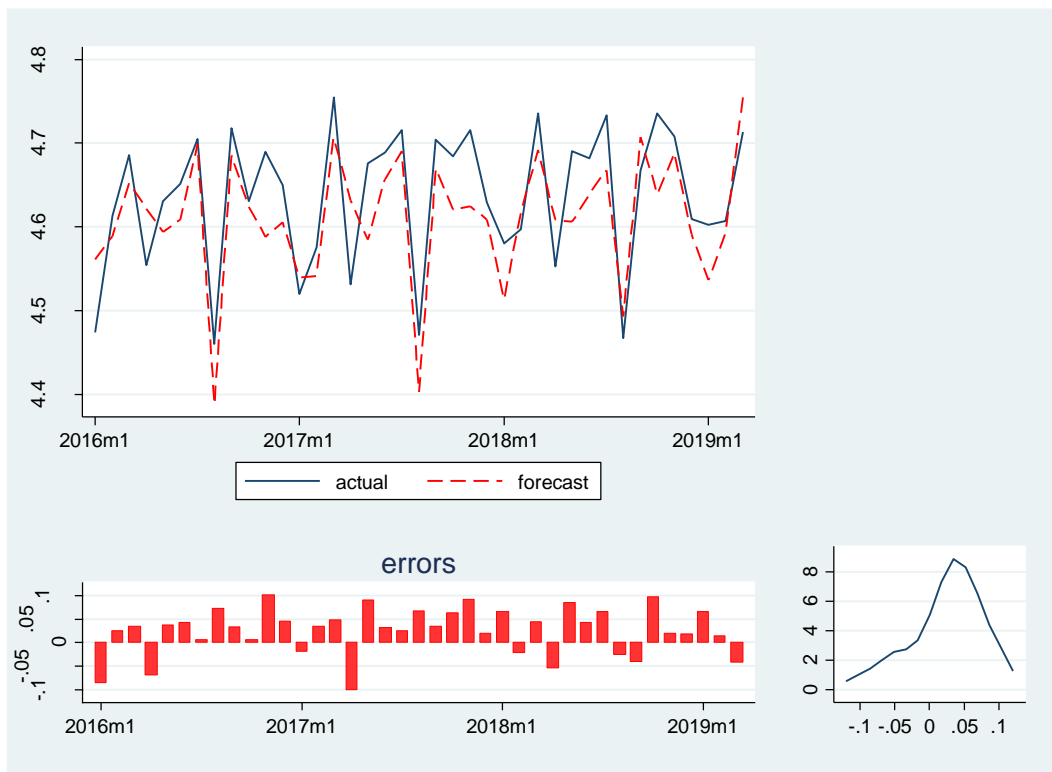


Figura 3. Modello per la stima dell'IVA importazioni - analisi grafica

Orizzonte previsivo: **1 mese**



Orizzonte previsivo: **12 mesi**

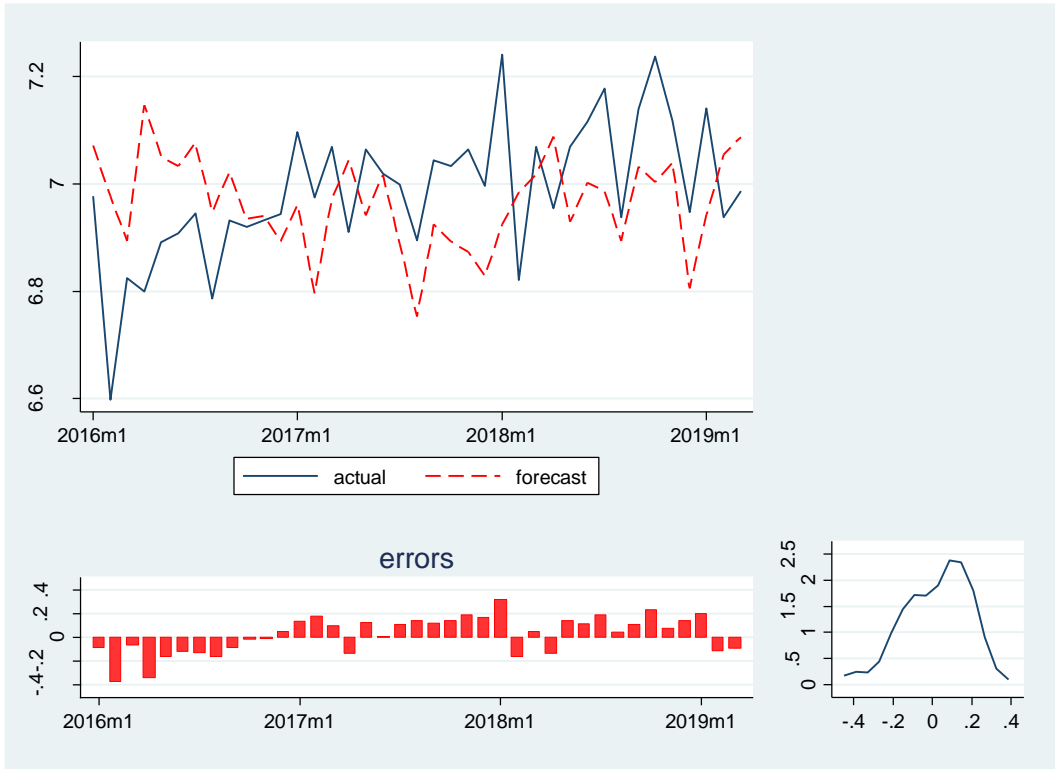
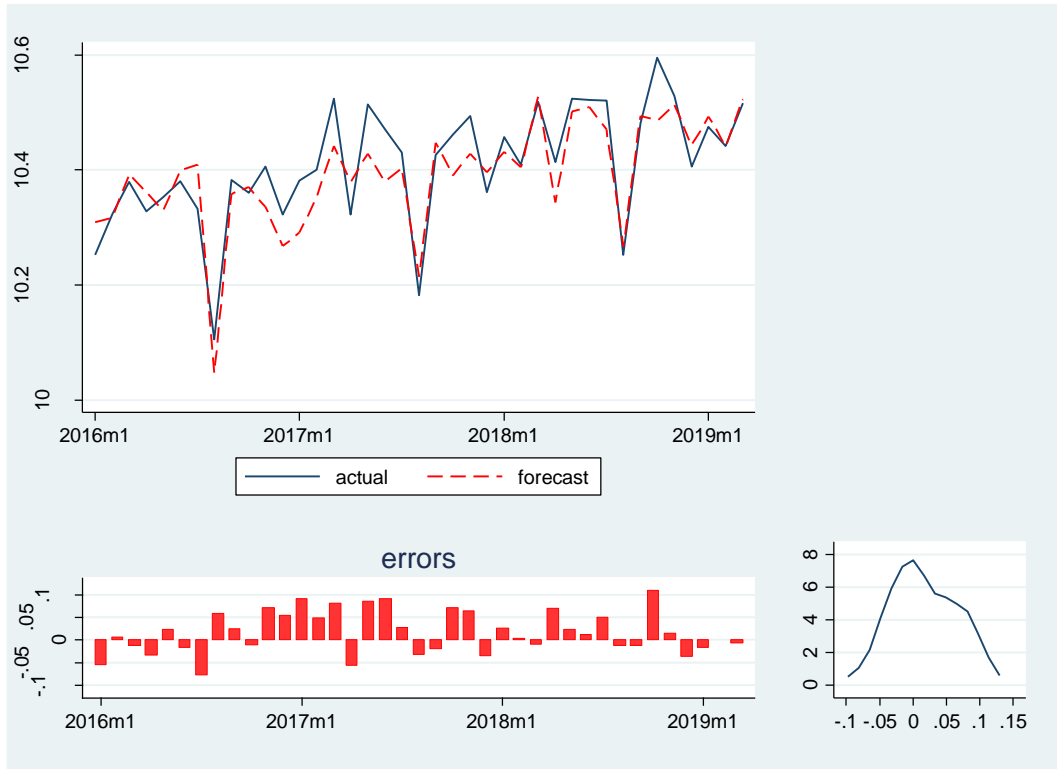


Figura 4. Modello per la stima delle importazioni - analisi grafica

Orizzonte previsivo: **1 mese**



Orizzonte previsivo: **12 mesi**

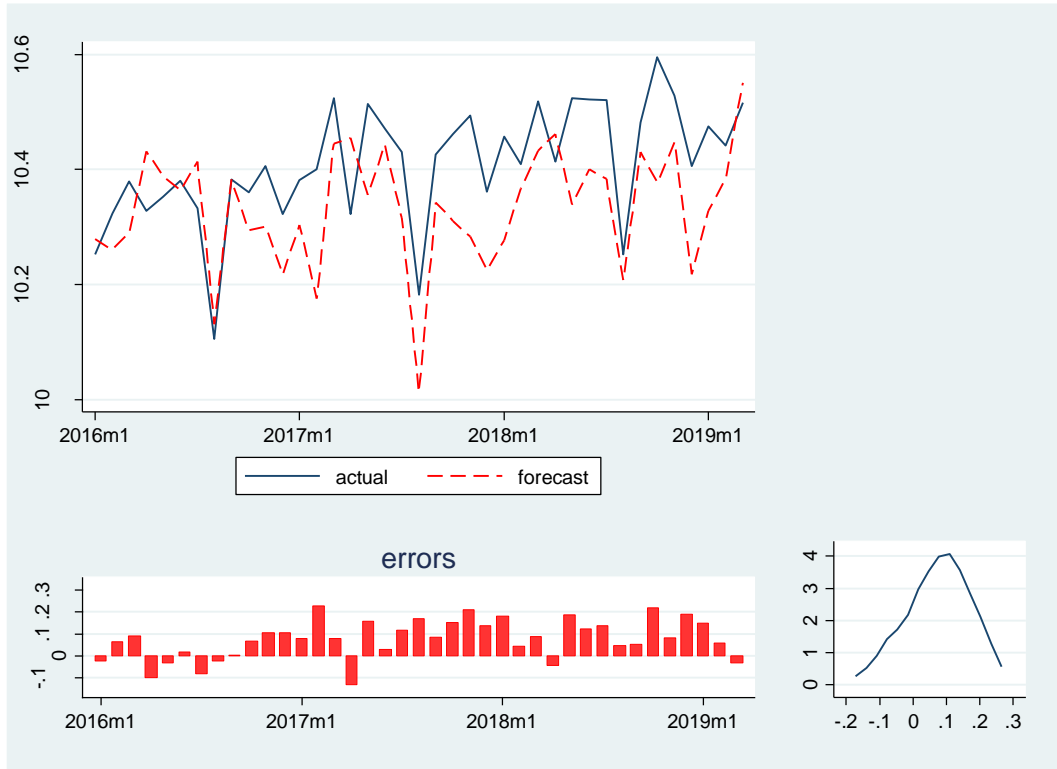
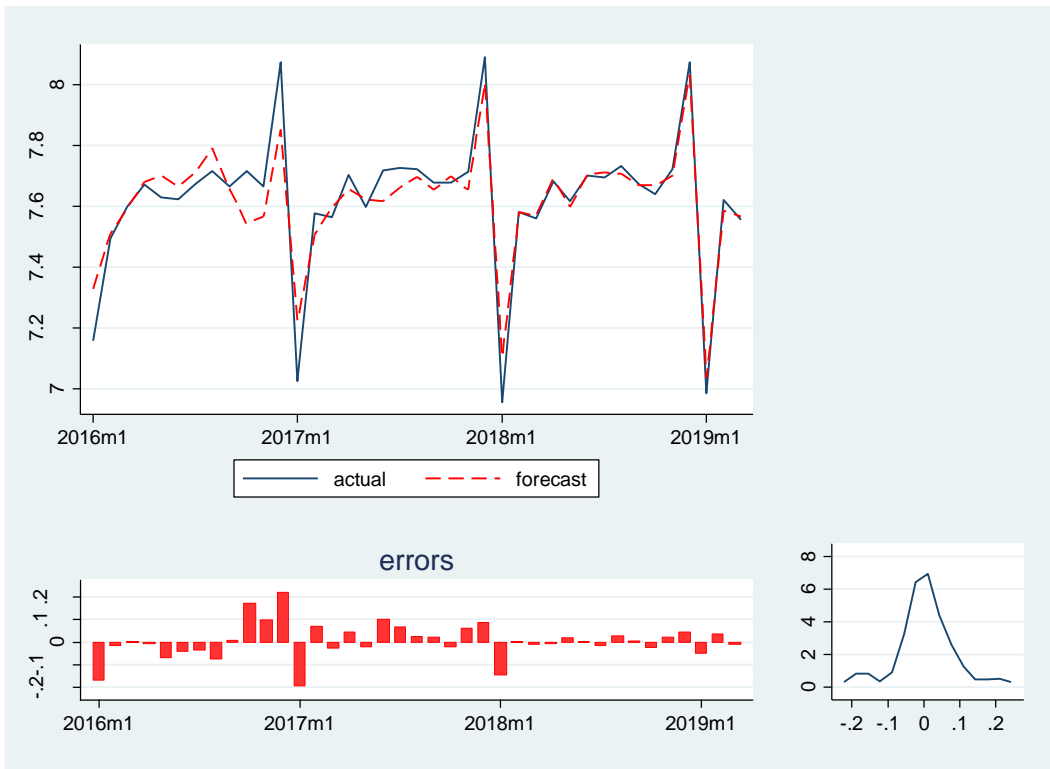


Figura 5. Modello per la stima delle Accise sugli oli minerali - analisi grafica

Orizzonte previsivo: **1 mese**



Orizzonte previsivo: **12 mesi**

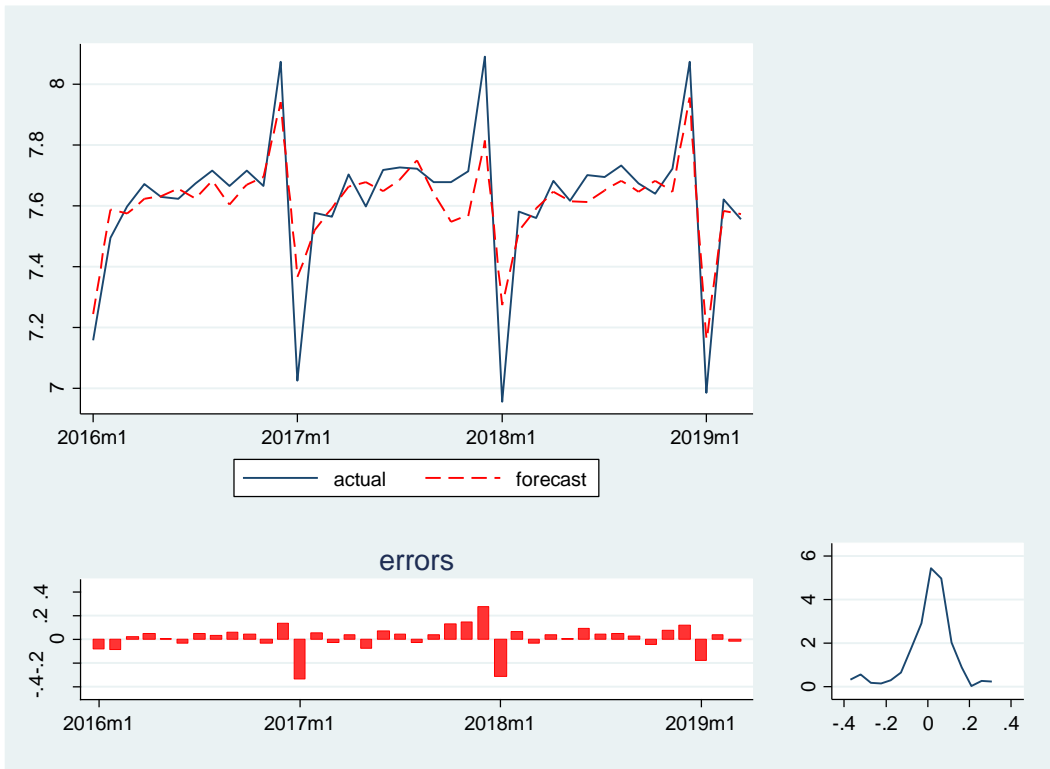
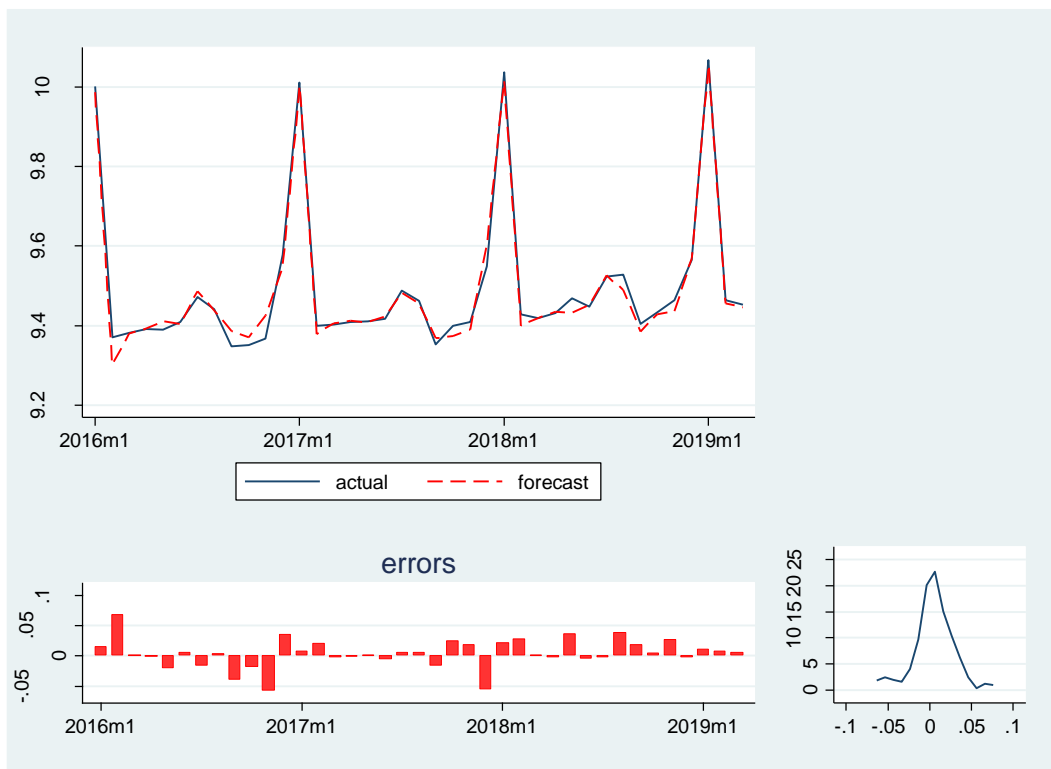


Figura 6. Modello per la stima delle Ritenute Irpef - analisi grafica

Orizzonte previsivo: **1 mese**



Orizzonte previsivo: **12 mesi**

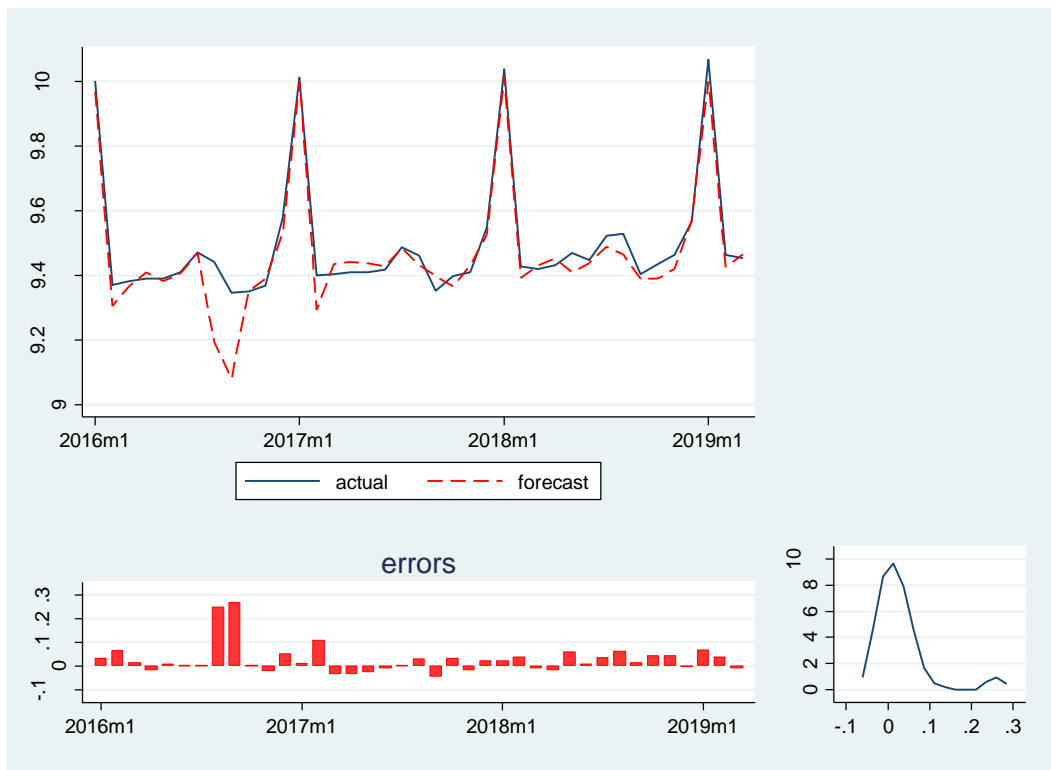
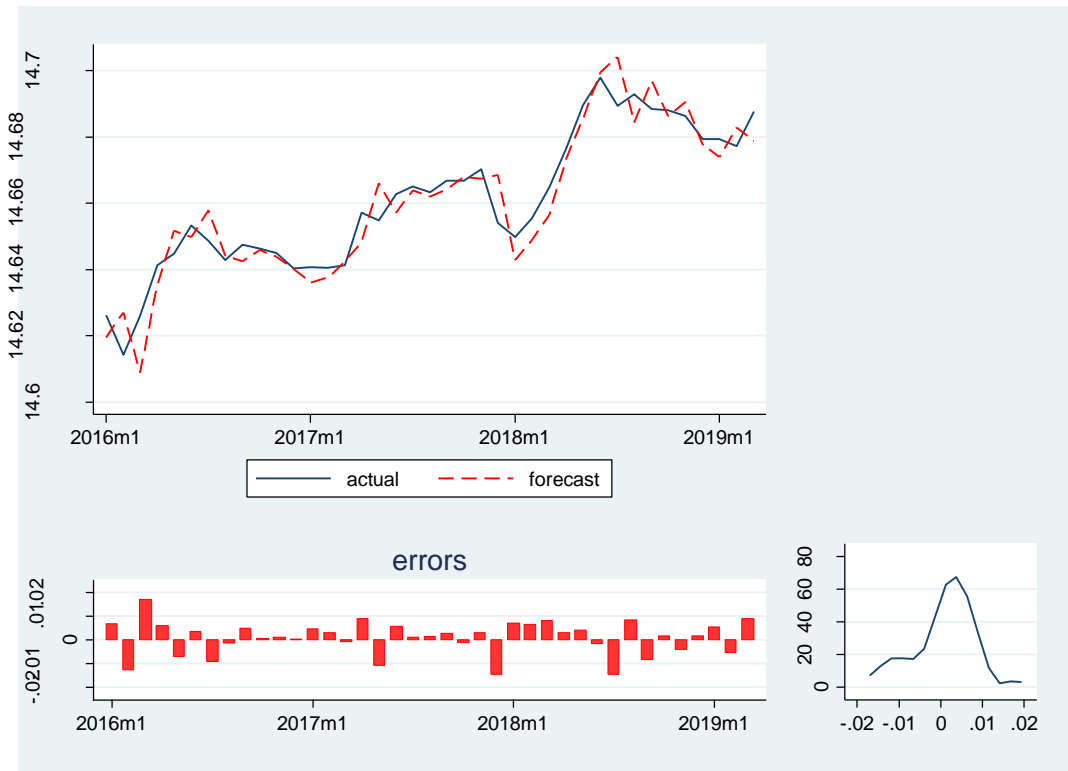


Figura 7. Modello per la stima dei redditi da lavoro - analisi grafica

Orizzonte previsivo: **1 mese**



Orizzonte previsivo: **12 mesi**

