

# **Studio di fattibilità per implementare il modello previsionale e report metodologico**

**Dicembre 2018**

Il presente studio è realizzato da INAPP in qualità di Organismo intermedio del PON SPAO ed è finanziato con il contributo del Fondo Sociale Europeo 2014-2020 Azione 8.5.6 Ambito di attività 1

## *Introduzione*

Il modello econometrico utilizzato ai fini dell'anticipazione dei fabbisogni occupazionali è definito da una struttura formale ad approccio ibrido, sviluppata intorno a due formulazioni modellistiche tra loro strettamente collegate, ma concettualmente separabili. La prima, di ispirazione fortemente teorica, presiede alla simulazione del contesto macroeconomico, mentre la seconda, di ispirazione statistico-econometrica, produce le disaggregazioni al livello di dettaglio richiesto dall'analisi. Più nel dettaglio:

1. La prima formulazione è costituita da un modello dinamico, stocastico, di equilibrio generale (DSGE), ossia da una specificazione di natura pienamente strutturale in cui si fornisce una rappresentazione matematica delle principali relazioni tra le grandezze macroeconomiche e del mercato del lavoro (prodotto, consumi, investimenti, occupazione, salari, prezzi al consumo, tassi di interesse, entrate fiscali, spesa pubblica). Tale struttura, che utilizza informazione macroeconomica di fonte statistica ufficiale, definisce il blocco aggregato, o "core" del modello.
2. La seconda formulazione è definita da una serie di relazioni stocastiche, di natura prevalentemente statistica, che forniscono la disaggregazione dell'informazione ottenuta attraverso il primo modello. La disaggregazione segue due linee principali, quella della scomposizione territoriale (regioni) e quella della disaggregazione settoriale e professionale. Queste due linee, che tengono conto di tutta l'informazione disponibile sulla ripartizione territoriale e settoriale/professionale delle principali variabili macroeconomiche e del mercato del lavoro, definiscono i due blocchi "satellite" del modello.

### *1. Il modello aggregato, o "core": caratteri dell'approccio DSGE*

Il modello utilizzato nelle analisi di previsione e simulazione è costruito a partire da una struttura formale di ispirazione "nuovo-keynesiana" (NK) di larga scala. Questo approccio

analitico trae origine da un modello NK-DSGE dell'economia Italiana ed Europea BeTa (Beqiraj e Tancioni, 2014, 2015, 2017, 2018), dal quale sono state derivate diverse versioni opportunamente semplificate e ridotte. Tra di esse, è utile richiamare quella da cui ha preso forma il modello FGB-MKIII dell'economia e del mercato del lavoro italiano, sviluppato per Fondazione Giacomo Brodolini (FGB) e recentemente utilizzato dall'ISFOL e dal CEDEFOP per le previsioni ad alto livello di disaggregazione degli stock e dei flussi del mercato del lavoro e per la simulazione di scenari macroeconomici e di policy.

La caratteristica saliente dell'approccio NK-DSGE è che le equazioni del modello vengono ottenute dalla soluzione di problemi di ottimizzazione vincolata (statica e intertemporale) di agenti economici di cui vengono pienamente specificati gli obiettivi e i comportamenti: i consumatori, le imprese del settore domestico, dell'importazione e dell'esportazione, i sindacati dei lavoratori, le banche e i *policy-makers*. In linea con l'approccio contemporaneo alla definizione delle variabili attese, in una prima fase - strettamente necessaria allo sviluppo e verifica del modello - si assumono aspettative razionali e coerenti con il modello teorico dell'economia adottato, il che comporta il rispetto delle condizioni necessarie alla verifica dell'ipotesi di equivalenza di certezza.

Si forniscono di seguito alcune considerazioni più di dettaglio sui comportamenti degli agenti economici che popolano il modello.

### **1.1. Famiglie**

Una quota di famiglie opera scelte razionali massimizzando la propria utilità intertemporale, positiva nel consumo e negativa nello sforzo lavorativo, sotto il vincolo della spesa. La quota rimanente è razionata nell'accesso al credito e pertanto consuma l'intero reddito del periodo (il salario al netto delle imposte e comprensivo dei trasferimenti e/o dei sussidi monetari). Tal ipotesi garantisce una migliore adattabilità ai dati del modello, poiché aumenta la correlazione contemporanea teorica tra consumo e reddito osservata nelle serie storiche. Un altro vantaggio è che la presenza di consumatori razionati implica la violazione dell'ipotesi di equivalenza Barro-Ricardo, largamente smentita dall'analisi empirica.

### **1.2 Imprese produttrici di beni intermedi**

Le imprese del settore intermedio producono con una tecnologia Cobb-Douglas che ha come argomenti il lavoro, il capitale privato e il capitale pubblico infrastrutturale. Si assume che la consistenza del capitale (e quindi dell'investimento) pubblico non sia stabilita esogenamente, ma seguendo uno schema di massimizzazione della differenza tra prodotto privato e fabbisogno finanziario pubblico, ossia adottando una ipotesi di massimizzazione dell'efficienza della spesa.

### **1.3 Imprese produttrici dei beni finali**

Le imprese operanti nel settore dei beni finali operano in un contesto di concorrenza monopolistica, aggregando e differenziando i beni acquisiti al costo marginale dal settore intermedio. In virtù del loro potere di mercato, esse applicano un sovrapprezzo di entità variabile rispetto all'elasticità di sostituzione tra beni intermedi, definita anch'essa endogenamente (Kimball, 1995) ai fini di massimizzare la capacità del modello di generare una persistenza nei prezzi coerente con l'evidenza sulla frequenza di ottimizzazione degli stessi prezzi da parte delle imprese. Sebbene queste siano *price-makers*, si assume che possano aggiustare i prezzi solo in modo casuale e con una probabilità inferiore ad uno (Calvo, 1983). Con tale ipotesi, il modello esprime rigidità nominali nei prezzi e nei salari coerenti con l'evidenza empirica.

### **1.4 Grossisti, esportatori e importatori**

Le imprese del settore all'ingrosso acquistano i beni dalle imprese del settore intermedio al prezzo domestico e li differenziano adottando una tecnologia di trasformazione di tipo lineare. Tali imprese rivendono i beni differenziati ai dettaglianti domestici, che usano i beni differenziati per produrre un bene composito finale. I grossisti del settore di importazione acquistano il bene omogeneo dai dettaglianti del settore estero al prezzo estero, quindi lo differenziano usando una tecnologia lineare per rivenderlo sotto concorrenza monopolistica agli importatori al dettaglio, che ne fanno un bene composito finale. Infine, i grossisti del settore dell'export acquistano il bene omogeneo dai dettaglianti domestici al prezzo al consumo interno e lo differenziano, utilizzando una tecnologia lineare di trasformazione, per venderlo ai dettaglianti del settore estero, che ne fanno un bene composito finale all'esportazione. Anche in tal caso, in tutti e tre i settori qui considerati, si assume una elasticità di sostituzione tra beni intermedi (domanda) endogena alla Kimball (1995). Attraverso tale ipotesi, per

parametrazioni ragionevoli del valore di stato stazionario dell'elasticità della domanda, è possibile generare, a parità di frequenza di ottimizzazione dei prezzi, una curva di Phillips poco pendente piatta. Ciò permette il riallineamento nelle stime micro e macro della frequenza di ottimizzazione dei prezzi (Christiano *et al.*, 2011a, 2011b; Giuli e Tancioni, 2012).

### *1.5. La banca centrale*

L'autorità monetaria fissa il tasso di interesse seguendo una regola di Taylor sullo scostamento dell'inflazione dell'Euro-zona dal target dichiarato. L'inflazione dell'Euro-zona dipende da quella domestica in proporzione al peso relativo di quest'ultima nell'economia dell'area valutaria. Lo strumento di policy viene aggiustato gradualmente, in linea con l'evidenza empirica.

### *1.6. La politica fiscale*

Le autorità fiscali aggiustano la spesa (ad eccezione degli investimenti pubblici, che sono scelti in modo ottimale) e le aliquote di imposizione in modo parzialmente endogeno. La variabile target della politica fiscale è il fabbisogno finanziario del governo. Nelle calibrazioni standard, un ruolo dominante nella determinazione della spesa e delle entrate è giocato da fattori storici e da vincoli pregressi, il che si traduce in un comportamento fortemente autoregressivo delle poste del bilancio pubblico. La componente di spesa non finanziata attraverso maggiori entrate (aumento delle aliquote), o riduzioni di altre spese, viene coperta attraverso emissione di nuovo debito pubblico. E' precluso il ricorso al signoraggio, in linea con il mandato della banca centrale europea.

## 2. Estensioni teoriche considerate nel modello

Rispetto alle specificazioni-tipo del modello nuovo-keynesiano di media scala (come quello di Smets e Wouters, 2007), la struttura utilizzata si caratterizza per l'estensione teorica ed empirica in quattro direzioni fondamentali, motivate dalla necessità di massimizzare le capacità rappresentative ed empiriche del modello:

1. la rappresentazione degli stock e dei flussi del mercato del lavoro, ottenuta attraverso la piena implementazione dello schema teorico del *search and matching* a salari viscosi (Gertler e Trigari, 2009);
2. la rappresentazione microfondata di un mercato del credito in concorrenza monopolistica, in cui si assume l'esistenza di rischi di credito sia per il debito pubblico, sia per quello privato (Corsetti *et al.*, 2013);
3. la rappresentazione delle principali poste pubbliche di spesa (consumi pubblici, investimenti infrastrutturali, sussidi a imprese e famiglie, trasferimenti monetari previdenziali e assistenziali) e di entrata (tassazione diretta su lavoro, capitale e profitti, tassazione indiretta su importazioni e consumi) (Drautzburg and Uhlig, 2011);
4. la rappresentazione del settore estero sotto ipotesi di economia aperta simmetrica rispetto all'Europa e di piccola economia aperta rispetto al resto del mondo (Adolfson *et al.*, 2008; 2011).

Vediamo in maggior dettaglio.

### 2.1 Il mercato del lavoro

La prima estensione, rispetto ad approcci più tradizionali tipicamente centrati sull'ipotesi di mercati del lavoro perfettamente concorrenziali o imperfettamente concorrenziali a salari viscosi, garantisce la coerenza teorica con l'evidenza empirica di situazioni di equilibrio di sotto-occupazione, nonché una spiccata capacità del modello di generare il tipico sfasamento ciclico tra dinamica macroeconomica e occupazionale. In linea con lo schema teorico del *search and matching*, il processo di incontro tra domanda e offerta di lavoro viene descritta da una

funzione di produzione del *match* di tipo Cobb-Douglas avente come argomenti i posti vacanti aperti dall'impresa (domanda di lavoro) e i disoccupati (offerta di lavoro). Il processo di ricerca è costoso sia per le imprese che per il lavoratore, pertanto l'incontro tra domanda e offerta di lavoro genera un surplus di valore che viene spartito tra lavoratore (sindacato) e datore di lavoro in base ai rispettivi poteri negoziali, secondo uno schema di contrattazione alla Nash. L'esistenza di disoccupazione emerge in considerazione dei costi di ricerca e di licenziamento, assunti non nulli e calibrati in base all'evidenza recente dell'economia italiana e in coerenza con i tassi di disoccupazione osservati nel lungo periodo.

## *2.2. Il mercato del credito*

La seconda estensione, oltre a fornire una migliore rappresentazione del ciclo del credito effettivamente osservato, permette il ripristino delle condizioni di stabilità del modello anche in un contesto di politica monetaria centralizzata quando l'economia è soggetta a shock asimmetrici. Infatti, trattandosi di una piccola economia locale che produce un effetto trascurabile (inferiore all'1%) sulle variabili target della politica monetaria, la specificazione di un settore del credito che traduce la politica monetaria centralizzata in tassi di interesse domestici fa emergere un differenziale che, in quanto definito rispetto alla posizione netta sul settore non domestico, garantisce l'emersione delle necessarie variazioni di riequilibrio dei tassi di interesse domestici. I rischi di default prendono pertanto il posto della politica monetaria nel garantire la stabilità del modello.

## *2.3. La politica fiscale*

La terza estensione permette l'analisi e la simulazione di un largo insieme di politiche fiscali, nonché la valutazione delle implicazioni di finanza pubblica, nazionale e locale, connesse a tutte le ipotesi di scenario implementabili e verificabili all'interno del modello pilota.

## *2.4. L'economia aperta e il settore estero*

La quarta estensione aumenta il realismo e le capacità empiriche del modello. L'economia costituita dai partner europei è definita in relazione simmetrica (quindi endogena) rispetto all'economia domestica, mentre per le relazioni con il resto del mondo si assume l'ipotesi di

piccola economia aperta. Sotto tale ipotesi, il settore esterno è assunto esogeno rispetto all'economia domestica ed è definito da una rappresentazione vettoriale autoregressiva di tipo strutturale.

### *3. Linearizzazione, stazionarietà e stima*

#### *3.1. Linearizzazione e scalatura del modello*

Il modello, soggetto a shock sia transitori che permanenti, viene reso stazionario attraverso la scalatura delle variabili di parte reale rispetto al livello della tecnologia, unica fonte di non stazionarietà. Le variabili così scalate vengono quindi linearizzate intorno all'equilibrio non stocastico, definito da un sistema di equazioni simultanee nelle convoluzioni non lineari dei parametri strutturali, che viene risolto numericamente al di fuori del modello tenendo in considerazione la parametrizzazione.

#### *3.2. Calibrazione e stima*

La parametrizzazione del modello avviene per stima bayesiana nello spazio parametrico identificabile empiricamente (nei modelli microfondati l'identificazione teorica è garantita dalle regole di ottimizzazione statica e dinamica) e assimilabile al livello nazionale e sovranazionale. I parametri strutturali non identificabili (Iskrev, 2010; Canova e Sala, 2009, Koopet *al.*, 2011) vengono calibrati adottando evidenza extracampionaria, ossia valori convenzionali o, quando disponibile, l'evidenza prodotta in altri studi.

Operativamente, i valori modali a posteriori sono ottenuti massimizzando il (log) kernel a posteriori (ossia il risultato della distribuzione a priori e della distribuzione condizionale approssimato dal filtro di Kalman) rispetto ai parametri, e le distribuzioni (medie e varianze) sono ottenute attraverso l'utilizzo della tecnica di integrazione numerica Monte Carlo a catena di Markov Metropolis-Hastings.

Data la bassa numerosità campionaria connessa alla necessità di restringere i campioni al periodo successivo all'introduzione della moneta comune (per limitare le distorsioni indotte dai cambiamenti di struttura), il metodo bayesiano viene utilizzato anche nella stima del VAR



strutturale del settore estero. In tal caso, si adotta una strategia di definizione degli “a priori” ispirata alla logica dei *Minnesota priors* (Doan, 1994; Litterman, 1986; Sims e Zha, 1998; Banbura *et al.*, 2010). Nello specifico, i momenti a priori vengono specificati sotto l’ipotesi di processi autoregressivi del primo ordine tra loro indipendenti, con variabilità a priori decrescenti nella potenza dell’ordine di ritardo del VAR e scalate considerando i rapporti tra varianze delle variabili, quest’ultime approssimate dai residui di rappresentazioni autoregressive univariate delle variabili nello SVAR.

#### ***4. Il modello disaggregato: satelliti***

Al fine di massimizzare le capacità di previsione del modello, le relazioni di questo blocco disaggregato vengono specificate sulla base di considerazioni esclusivamente statistiche ed econometriche, sebbene sotto il vincolo di consistenza tra valori aggregati (prodotti dal pilota, o core) e valori disaggregati (generati nei due blocchi satellite). Per ogni valore aggregato prodotto dal primo blocco del modello, la disaggregazione richiesta viene ottenuta attraverso la specificazione di sistemi di equazioni simultanee in specificazione auto-regressiva a ritardi distribuiti (ARDL), in cui si ha una relazione della variabile dipendente (della disaggregazione di interesse) con i ritardi di se stessa e con il valore contemporaneo e quelli ritardati dell’esplicativa, ossia della variabile aggregata. In presenza di equilibri statistici di lungo periodo (cointegrazione), il processo ARDL ha una rappresentazione sia in termini di relazioni statiche di equilibrio di lungo periodo, sia di relazioni dinamiche a correzione del disequilibrio. I sistemi sono stimati utilizzando lo stimatore SUR di Zellner.

## 5. Rappresentazione formale delle principali equazioni del modello

### 5.1. Le famiglie

Il sistema delle famiglie. Consideriamo due tipi differenti di famiglie. Il primo ha accesso al mercato del credito, mentre il secondo no (si tratta di famiglie con *limited-asset market participation*). Indicizzando le famiglie su un segmento continuo con  $j \in [0,1]$  indichiamo con  $\Phi^h$  la frazione che ha accesso al credito (consumatori ricardiani). Queste famiglie massimizzano la seguente funzione di utilità:

$$\max_{C_t^r, B_t^r, B_t^{*r}, K_t^{p,r}, I_t^r, u_t^k} E_0 U_t = \sum_0^\infty \beta^t \left[ \xi_t^c \frac{C_t^{r1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - \chi_t \int_0^1 n_t(i) di \right],$$

Dove  $C_t^r$  è il paniere di consumo della famiglia,  $\sigma_c$  è un indice delle preferenze per il consumo;  $n_t \in [0,1]$  è la frazione di membri della famiglia occupati.

Ogni famiglia acquista beni di consumo e di investimento utilizzando i redditi da trasferimenti pubblici, capitale e lavoro dopo aver pagato le imposte. Il vincolo di bilancio della famiglia è il seguente:

$$\begin{aligned} (1 + \tau_t^c) C_t^r + I_t^r + \frac{B_t^r}{P_t R_t^g} + \frac{e_t B_t^{*r}}{P_t R_t^{g*} \Phi} + \frac{D_t^r}{P_t} \\ = T r_t^r + \left[ (1 - p_t^{d,g}) + z^g p_t^{d,g} \right] \frac{B_{t-1}^r}{P_t} + (1 - \tau_t^n) \int_0^1 \left[ w_t(i) n_t(i) + b_t^u (1 - n_t(i)) \right] di \\ + \frac{R_{t-1} D_{t-1}^r}{P_t} + \frac{e_t B_{t-1}^{*r}}{P_t} + \left\{ (1 - \tau_t^k) \left[ \frac{R_t^k}{P_t} u_t^k - a(u_t^k) \right] + \delta \tau_t^k \right\} k_{t-1}^{p,r} + \frac{\Pi_t^p \mu^t}{P_t}, \end{aligned}$$

Dove  $I_t^r$  è l'investimento privato,  $A_t = e_t B_{t+1}^{*r} / P_t$  è la posizione finanziaria aggregata rispetto l'esterno,  $e_t$  è il tasso di cambio nominale effettivo e  $D_t^r / P_t$  rappresenta la quota di depositi presso intermediari finanziari in termini reali  $B_t^r$  e  $B_t^{*r}$  sono i titoli finanziari nazionali ed esteri detenuti,  $P_t$  è l'indice dei prezzi al consumo e  $R_t^g = R_t q_{b,t}$ ,  $R_t^{g*} = R_t^* q_{b,t}^*$  sono i tassi interni ed esteri sui titoli di stato, dove  $R_t$ ,  $R_t^*$  rappresentano i *policy rates* e  $q_{b,t}$ ,  $q_{b,t}^*$  sono gli spread. La variabile  $p_t^{d,g}$  e il parametro  $z^g$  rappresentano la probabilità di default del debito sovrano e

l'eventuale quota di riappropriazione del credito in caso di default.  $R_t^k / P_t$  è il ritorno reale del capitale privato  $K_t^{p,r}$ ,  $u_t^k$  e  $a(u_t^k)$  rappresentano il tasso di utilizzazione della capacità produttiva e il costi di aggiustamento del capitale,  $\delta$  è il suo tasso di deprezzamento.  $w_t(i) = W_t(i) / P_t$  è il salario reale e  $\Pi_t^p \mu' / P_t$  i dividendi reali. I trasferimenti del governo  $Tr_t^r$ , i sussidi alla disoccupazione  $b_t^u = b\mu'$  e le aliquote fiscali sul consumo  $\tau_t^c$ , reddito da lavoro  $\tau_t^n$  e redditi da capitale  $\tau_t^k$  completano il vincolo di bilancio. Il termine  $\Phi_t$  rappresenta il premio per il rischio sui titoli esterni nell'equazione della parità scoperta sui tassi di interesse. I restanti termini rappresentano parametri tecnici di preferenza o stocastici.

La legge di moto del capitale è descritta dalla seguente equazione:

$$K_t^{p,r} = (1 - \delta) K_{t-1}^{p,r} + q_{i,t} [1 - S] I_t^r,$$

Dove  $S(I_t^r / I_{t-1}^r)$  definisce la funzione di aggiustamento dell'investimento.

La domanda aggregata per i beni di consumo e gli investimenti  $X_t = (C_t, I_t)$  è ottenuta da un aggregatore CES, da cui:

$$X_t = \left[ (1 - \nu)^{\frac{1}{\eta}} \left( X_t^d \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \nu^{\frac{1}{\eta}} \left( X_t^m \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}},$$

Dove  $X_t^d = (1 - \nu) \left[ P_t^d / P_t \right]^{-\eta} X_t$  e  $X_t^m = \nu \left[ P_t^m / P_t \right]^{-\eta} X_t$ .  $P_t^d$  e  $P_t^m$  sono indici dei prezzi:

$$P_t = \left[ (1 - \nu) \left( P_t^d \right)^{1-\eta} + \nu \left( P_t^m \right)^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}}.$$

i restanti termini sono parametri.

Consideriamo ora le famiglie che non hanno accesso al mercato del credito. Assumiamo che il numero di lavoratori sia lo stesso di quelle che possono accedervi:  $n_t = n_t^r = n_t^{nr}$ . Il loro comportamento è quindi descritto dalla seguente equazione:

$$(1 + \tau_t^c) C_t^{nr} = \left[ Tr_t^{nr} + (1 - \tau_t^n) w_t(i) n_t(i) + (1 - \tau_t^n) b_t^u (1 - n_t(i)) \right],$$

Ovvero queste famiglie consumo l'intero reddito disponibile.

## 5.2. Le imprese

Le imprese del settore intermedio operano in un contesto perfettamente concorrenziale combinando capitale privato, infrastrutture pubbliche e lavoro. La funzione di produzione di un'impresa intermedia è quindi la seguente:

$$Y_t^i(i) = \xi_t^a \left[ \frac{K_{t-1}^g}{\int_0^1 Y_t^i(j) dj} \right]^{1-\xi} [K_t(i)]^\alpha [\mu^t n_t(i)]^{(1-\alpha)},$$

dove  $K_t^g$  è il capitale pubblico,  $\alpha$  e  $\xi$  sono parametri e  $\xi_t^a = \xi_{t-1}^{a \rho_{\xi^a}} e^{\varepsilon_{\xi^a, t}}$  definisce l'evoluzione della TFP (*total factor productivity*).

Descriviamo ora la struttura del settore di produzione dei beni finali destinati al mercato interno (prodotti internamente o importati) ed estero.

La produzione interna avviene attraverso l'utilizzo del bene intermedio omogeneo  $Y_t^i$  acquistato al prezzo  $P_t^i$ , producendo con una tecnologia lineare il bene differenziato  $Y_t^d(i)$ , che viene aggregato ( $Y_t^d$ ) e rivenduto in un mercato di concorrenza imperfetta alle famiglie. La produzione negli altri settori segue un analogo processo.

La funzione di domanda è data dall'espressione (derivata assumendo un aggregatore Kimball):

$$Y_t^k(i) = Y_t^k G^{-1} \left[ \frac{P_t^k(i)}{P_t^k} \dot{u}_{p,t}^k \right],$$

con:

$$\dot{u}_{p,t}^k \equiv \int_0^1 G' \left( \frac{Y_t^k(i)}{Y_t^k}; \lambda_{p,t}^k \right) \frac{Y_t^k(i)}{Y_t^k} di.$$

Il problema di fissazione dei prezzi deve risolvere un problema del seguente tipo:

$$\max_{\tilde{P}_t^k(i)} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \theta_p^k)^j \frac{\Lambda_{t+j} P_t}{\Lambda_t P_{t+j}} [\tilde{P}_t^k(i) - MC_{t+j}^k] Y_{t+j}^k(i)$$

dove  $MC_t^d = P_t^i$ ,  $MC_t^m = e_t P_t^*$  e  $MC_t^x = P_t^d / e_t$  sono i costi marginali dei vari settori (interno, importazioni ed esportazioni). Il termine  $(\beta \theta_p^k)^j \Lambda_{t+j} P_t / \Lambda_t P_{t+j}$  cattura il fattore di sconto stocastico dell'impresa, mentre  $\theta_p^k$  misura la rigidità dei prezzi;  $\lambda_{p,t}^k = e^{\varepsilon_{p,t}^k}$  sono processi stocastici che definiscono i markup.

### 5.3. Il mercato del lavoro

Il mercato del lavoro è descritto da un meccanismo di incontro tra la domanda e l'offerta basato su una funzione di *matching* standard (Cobb-Douglas *matching technology*):  $m_t = \sigma_m v_t^{\sigma_m} u_t^{1-\sigma_m}$ , dove  $v_t$  è il numero di "offerte" di lavoro delle imprese e  $u_t = 1 - n_{t-1}$  è il tasso di disoccupazione. I restanti simboli sono parametri indicanti elasticità e gradi di rigidità strutturali. Utilizzando la funzione di valore dei lavoratori e quella delle imprese si ottiene il livello di occupazione e il salario reale corrispondente. Formalmente, occorre risolvere una il prodotto di Nash che, sotto le ipotesi di eterogeneità considerate nel modello (che distingue tra valori del lavoro e produttività di lavoratori esistenti e nuovi) da origine ad una relazione molto complessa, la cui descrizione esula gli obiettivi di questa descrizione solo minimamente tecnica e per la quale si rimanda a Beqiraj e Tancioni (2015, 2018).

Si noti che sotto l'ottica di *search and matching* l'occupazione evolve secondo la logica dell'"inventario permanente", dove lo stock occupazionale di un dato periodo è uguale allo stock ereditato dal periodo precedente (ossia al netto delle uscite dal mercato del lavoro, o separazioni) più le nuove assunzioni, che definiscono il fabbisogno occupazionale lordo (con riferimento alla logica dell'accumulazione dello stock di capitale, tale componente è "l'investimento lordo" in occupazione).

La quantificazione di tale grandezza ad un elevato livello di dettaglio costituisce l'obiettivo principale di questa occasione modellistica. Alcuni aspetti tecnici riguardo la definizione della dinamica dei flussi al livello disaggregato e la loro derivazione da fonti statistiche ufficiali è riportata in appendice.

### 5.4. Il settore pubblico

Il vincolo del governo in termini reali è dato dall'espressione seguente:

$$\frac{P_t^d}{P_t} \left[ G_t + I_t^g + (1 - \tau_t^n) b_t^u \int_0^1 (1 - n_t(i)) di \right] + \phi^i Y_t + Tr_t + \left[ (1 - p_t^{d,s}) + z^g p_t^{d,s} \right] \frac{B_{t-1}}{P_t} = \frac{B_t}{P_t R_t^g}$$

$$- d_t^{c,s} \frac{B_{t-1}}{P_t} + \tau_t^c C_t + \tau_t^n \int_0^1 w_t(i) n_t(i) di + \tau_t^k \left[ r_t^k u_t^k - a(u_t^k) - \delta \right] K_{t-1}^{p,r} + \tau_t^p \int_0^1 [\zeta_t - w_t(i)] di,$$

Il bisogno finanziario del governo  $D_t$  è definito come:

$$D_t \equiv \frac{P_t^d}{P_t} \left[ G_t + I_t^g + (1 - \tau_t^n) b_t^u \int_0^1 (1 - n_t(i)) di \right] + \phi^i Y_t + Tr_t + \frac{B_{t-1}}{P_t} - \tau_t^c C_t$$

$$- \tau_t^n \int_0^1 w_t(i) n_t(i) di - \tau_t^p \int_0^1 [\zeta_t - w_t(i)] di - \tau_t^k \left[ r_t^k u_t^k - a(u_t^k) - \delta \right] K_{t-1}^p.$$

Assumiamo che una frazione  $\psi_\tau$  di  $D_t$  è finanziata con tassazione distorsiva, in modo che:

$$\psi_\tau (D_t - D) = (\bar{\tau}_t^c - \tau^c) C_t + (\bar{\tau}_t^p - \tau^p) \int_0^1 [\zeta_t - w_t(i)] di$$

$$+ (\bar{\tau}_t^n - \tau^n) \int_0^1 [w_t(i) n_t(i) + b_t^u (1 - n_t(i))] di$$

$$+ (\bar{\tau}_t^k - \tau^k) K_{t-1}^p \left[ r_t^k u_t^k - a(u_t^k) - \delta \right],$$

La restante parte è finanziata attraverso indebitamento:

$$\frac{B_t - B}{P_t R_t^g} = (1 - \psi_\tau) (D_t - D).$$

Le aliquote fiscali  $\omega = [\omega^c \omega^n \omega^k \omega^p]^1$ , con  $\omega^c + \omega^n + \omega^k + \omega^p = 1$ , sono fissate come segue:

$$\omega^c \psi_\tau (D_t - D) = (\bar{\tau}_t^c - \tau^c) C_t$$

$$\omega^n \psi_\tau (D_t - D) = (\bar{\tau}_t^n - \tau^n) \int_0^1 [w_t(i) n_t(i) + b_t^u (1 - n_t(i))] di$$

$$\omega^k \psi_\tau (D_t - D) = (\bar{\tau}_t^k - \tau^k) \frac{K_{t-1}^p}{\mu} \left[ r_t^k u_t^k - a(u_t^k) - \delta \right]$$

$$\omega^p \psi_\tau (D_t - D) = (\bar{\tau}_t^p - \tau^p) \int_0^1 [\zeta_t - w_t(i)] di$$

Dove  $\bar{\tau}_t^i$ ,  $i = c, n, k, p$  è la parte sistematica cui si contrappone la componente discrezionale.

Dati i vicoli su assume che la tassazione sugli investimenti sia fissata in modo ottimale (ossia secondo una regola ottima). L'autorità fiscale sceglie il capitale pubblico  $K_t^g$  e l'investimento  $I_t^g$  by massimizzando la differenza tra l'output e il fabbisogno finanziario.

La politica monetaria (centralizzata) segue una regola per il tasso di interesse di tipo standard:

$$\frac{R_t^{ez}}{R^{ez}} = \left( \frac{R_{t-1}^{ez}}{R^{ez}} \right)^{\rho^R} \left[ \left( \frac{\pi_t^{ez}}{\bar{\pi}^{ez}} \right)^{\psi_1} \right]^{1-\rho^R} \left( \frac{Y_t^{ez}}{Y_{t-1}^{ez}} \right)^{\psi_2} + \delta_t^r,$$

### 5.5. L'economia esterna (resto del mondo)

L'output esterno all'Europa ( $y_t^*$ ), la variazione dei prezzi ( $\pi_t^*$ ), e i tassi di interessi di breve e lungo termine  $r_{s,t}^*$  e  $r_{b,t}^*$  sono modellizzati come esogeni e la loro evoluzione è descritta da un modello SVAR di ordine 4, dove le correlazioni contemporanee sono definite dalla matrice di correlazione  $\mathbf{B}$  (*structural error correlation matrix*). Formalmente:

$$\mathbf{A}(L) \begin{bmatrix} \pi_t^* (27) \\ y_t^* (28) \\ r_{s,t}^* (29) \\ r_{b,t}^* \end{bmatrix} = \mathbf{B} \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{\pi^*} (30) \\ \varepsilon_t^{y^*} (31) \\ \varepsilon_t^{r_s^*} (32) \\ \varepsilon_t^{r_b^*} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}_0 = \mathbf{I}_4, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \mathbf{I}_4)$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0(34) \\ 0 & b_{22} & 0 & 0(35) \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & 0(36) \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B}\mathbf{B}' = \mathbf{\Omega}.$$

## Appendice A – Descrizione delle principali variabili utilizzate

**Tabella A1: Denotazione e descrizione delle variabili**

<b>Variabile</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Definizione simulazione/previsione</b>
<i>y</i>	prodotto interno lordo	deviazione % dal controllo/livello
<i>c</i>	consumi privati	deviazione % dal controllo/livello
<i>i</i>	investimenti privati	deviazione % dal controllo/livello
<i>cg</i>	consumi pubblici	deviazione % dal controllo/livello
<i>ig</i>	investimenti pubblici	deviazione % dal controllo/livello
<i>x</i>	esportazioni di beni e servizi	deviazione % dal controllo/livello
<i>m</i>	importazioni di beni e servizi	deviazione % dal controllo/livello
<i>x-m</i>	saldo netto con l'estero	deviazione % dal controllo/livello
<i>w</i>	salario reale	deviazione % dal controllo/livello
<i>u</i>	tasso di disoccupazione	deviazione % dal controllo/livello
<i>n</i>	Occupazione	deviazione % dal controllo/livello
<i>infl (cpi)</i>	inflazione prezzi al consumo	deviazione % dal controllo/livello
<i>infl (xpi)</i>	inflazione prezzi all'esportazione	deviazione % dal controllo/livello
<i>tax_ind</i>	tassazione indiretta (IVA)	deviazione % dal controllo/livello
<i>tax_lab</i>	tassazione diretta (lavoro dip/ind)	deviazione % dal controllo/livello
<i>fabb_fin</i>	fabbisogno finanz. settore pubblico	deviazione % dal controllo/livello



**Tabella A2: Definizione di ulteriori variabili**

Spesa aggiuntiva G+X (milioni di euro)	variazione discrezionale della componente autonoma (spesa pubblica - 0.7 cg, 0.3 ig - ed esportazioni)
Spesa aggiuntiva cumulata	cumulata della spesa discrezionale
var entrate per imp dir (mln euro)	maggiori entrate dello stato per imposte dirette su redditi da lavoro (dipendente ed indipendente)
addizimp dir - di cui - (mln euro)	maggiori entrate per l'addizionale locale all'imposta sul reddito (è un di cui del totale)
var entrate per impind (mln euro)	maggiori entrate dello stato per imposte indirette, consumi dei residenti e dei non residenti
addizimpind - di cui - (mln euro)	maggiori entrate per l'addizionale locale all'imposta sui consumi(è un di cui del totale)
var entrate cumulate (mln euro)	cumulata delle maggiori entrate
var indebitamento (mln euro)	variazione dell'indebitamento netto
% ricorso al mercato	quota di fabbisogno finanziata attraverso emissione diretta, il complemento ad 1 è la parte fin con entrate
moltiplicatore spesa	moltiplicatore monetario dinamico della spesa (variaz PIL in euro/variazione G in euro)
variazioni di PIL in euro a prezzi costanti 2010 (milioni di euro)	variazione del prodotto (la variazione di VA si ottiene sottraendo le indirette)
B variazioni di prodotto in euro a prezzi costanti 2010 (ml euro)	variazione del prodotto nei 4 macrosettori - scenario basso
M variazioni di prodotto in euro a prezzi costanti 2010 (ml euro)	variazione del prodotto nei 4 macrosettori - scenario medio o base
A variazioni di prodotto in euro a prezzi costanti 2010 (ml euro)	variazione del prodotto nei 4 macrosettori - scenario alto
variazione occupazionale	definisce la variazione in ULA dell'occupazione
occupati	numero di occupati
tasso di disoccupazione	tasso di disoccupazione con ipotesi tasso di variazione della FL e del tasso di attività nulli (FL costante)
variazione salariale reale %	variazione del salario orario in termini reali
variazione prezzo relativo xpi-cpi	differenza tra tasso di variazinfl. domestica (CPI) e infl dei prezzi all'export, cumulato (indice di competitività)
contributi alla crescita (punti di PIL), vari scenari	contributi alla crescita del prodotto (moltiplicando per variazione del PIL si ha variazione delle poste in euro)

## Appendice B – Logica stock flussi e dati campionari

### B.1 Alcune definizioni

Per una migliore comprensione del meccanismo di simulazione delle relazioni stock-flussi del mercato del lavoro al livello disaggregato, si consideri un generico stock  $X$  osservato al tempo  $t$ . Esso può essere anche definito come somma tra lo stock in  $t-1$  e la variazione netta intercorsa nel passaggio da  $t-1$  a  $t$ . La variazione netta è a sua volta scomponibile in una dinamica di flusso in entrata ed in una dinamica di flusso in uscita. Potendo essere identificati i processi generatori delle dinamiche di flusso, l'approccio a tassi per la definizione delle matrici degli attivi e degli occupati, generalmente utilizzato nei modelli demografici deterministici, può essere sostituito da un approccio pienamente dinamico centrato sulla simulazione dei flussi.

Per la dinamica di una generica matrice di stock  $X$  definita al tempo  $t$  valgano le seguenti relazioni di definizione:

$$\begin{aligned} X_t &= X_{t-1} + \Delta X_t \\ \Delta X_t &= \Delta X_t^{in} - \Delta X_t^{out} \\ \Delta X_t^{in} &= \Delta X_t + \Delta X_t^{out} \\ \Delta X_t^{out} &= \Delta X_t^{in} - \Delta X_t \end{aligned} \quad (B1)$$

Le definizioni date sopra stabiliscono una scomposizione della dinamica in flussi in entrata ed in uscita. Come si nota, il flusso totale in entrata è dato dalla somma del flusso in uscita e della variazione netta dello stock. Con riferimento all'occupazione, ciò comporta che la definizione del fabbisogno richiede la conoscenza della variazione netta di sistema e della componente di uscita dal lavoro.

L'idea di cogliere le dinamiche di entrata e di uscita per differenza longitudinale<sup>1</sup> non è del tutto adeguata, dal momento che tale metodologia identifica in realtà una dinamica spuria, che è il risultato di una varietà di processi latenti. Tuttavia, disponendo di informazioni di dettaglio, è possibile identificare alcuni di tali processi e quindi approssimare le dinamiche nette. Questa linea di ragionamento definisce pienamente l'idea centrale del meccanismo di simulazione alla base del secondo modulo.

E' stato sperimentato in applicazioni del modello che per le uscite dallo stato di attività e di occupazione è possibile identificare, quindi simulare, una componente biologica ed una componente pensionistica, che rappresentano insieme circa il 94% della dinamica lorda di uscita osservata per differenza longitudinale<sup>2</sup>. Data la terza relazione scritta sopra, ed essendo nota la variazione netta dello stock (definita dallo SMIE), è pertanto possibile effettuare una simulazione pienamente integrata del livello demografico, macroeconomico-occupazionale e pensionistico.

Di seguito ne viene fornita una esemplificazione. Sostituendo alla generica matrice di stock  $\mathbf{X}$  gli stock di forza lavoro  $\mathbf{L}$  e di occupazione  $\mathbf{N}$ , è possibile scriverne le relazioni del processo generatore. Per semplificare, si assume che non venga considerata né la dimensione geografica né la disaggregazione per settori di attività economica. L'elemento generico di ogni matrice è quindi definito rispetto alla disaggregazione per età, (righe =  $r$ ) e sesso (colonne =  $c$ ).

$$\mathbf{A}_t = \mathbf{H}(\mathbf{L}_{t-1} \times \mathbf{TS}_{t-1} - \mathbf{N}_{t-1} \times \mathbf{T}^{out}) + \sum_r \sum_c \Delta \mathbf{L}_t^{out} \times \mathbf{R} + \Delta \mathbf{L}_t \times \mathbf{R}; \quad (\text{B2})$$

$$\mathbf{N}_t = \mathbf{H}(\mathbf{N}_{t-1} \times \mathbf{TS}_{t-1} - \mathbf{N}_{t-1} \times \mathbf{TP}_t - \mathbf{N}_{t-1} \times \mathbf{T}^{res}) + \sum_r \sum_c \Delta \mathbf{N}_t^{out} \times \mathbf{R} + \Delta \mathbf{N}_t \times \mathbf{R}, \quad (\text{B3})$$

<sup>1</sup> I flussi vengono identificati, secondo questa metodologia, per sottrazione di stock osservati in periodi successivi e relativi ad individui di età successive:  $\Delta X_{30,t} = X_{30,t} - X_{29,t-1}$ .

<sup>2</sup> La componente biologica può essere identificata dal momento che si conoscono i tassi biologici nelle disaggregazioni richieste e quella pensionistica è identificata dal momento che, attraverso opportune elaborazioni sulle fonti utilizzate (dati elementari RCFL), si dispone del numero di uscite dal mercato del lavoro per pensionamento nelle scomposizioni richieste. La quota rimanente definisce pertanto una componente residuale. La sua identificazione avviene nel modo seguente: nota la dinamica lorda definita dalla differenza longitudinale, essa viene depurata delle componenti identificate, pensionistica e biologica, anch'esse note.

dove l'operatore  $\times$  definisce il prodotto di Hadamard, o elemento per elemento,  $\Delta L_t$  e  $\Delta N_t$  sono le variazioni aggregate definite dal modello simultaneo,  $\mathbf{TS}$ ,  $\mathbf{T}^{out}$ ,  $\mathbf{TP}$  e  $\mathbf{T}^{res}$  sono matrici di transizione contenenti, rispettivamente i tassi biologici di sopravvivenza, i tassi di uscita dalla forza lavoro, i tassi di pensionamento ed i tassi di uscita dallo stato di occupazione per componente residuale<sup>3</sup>. Queste matrici sono ottenute attraverso opportune elaborazioni della matrice delle differenze longitudinali<sup>4</sup>, delle quali verrà data una breve descrizione in seguito.  $\mathbf{H}$  è una matrice a blocchi che effettua lo "slittamento" delle righe del termine tra parentesi tonde, cioè la dinamicizzazione della struttura delle età ad ogni iterazione del processo rispetto al tempo<sup>5</sup>. Le matrici  $\Delta \mathbf{L}^{out}$  e  $\Delta \mathbf{N}^{out}$  contengono le uscite totali dallo stato di attività ed occupazione, definite dalle stesse moltiplicazioni espresse in parentesi tonda. La somma per righe e colonne fornisce la dimensione scalare della componente compensativa, in altri termini, delle posizioni lavorative che devono essere sostituite per mantenere costanti gli stock. La matrice  $\mathbf{R}$  è una matrice di ripartizione ottenuta per normalizzazione dei tassi di entrata, a loro volta ottenuti per differenza longitudinale.

È opportuno sottolineare che la componente compensativa è esattamente uguale al numero di uscite simulate, il che comporta che la variazione di stock di forza lavoro ed occupazione è interamente dovuta alle grandezze  $\Delta L_t$  e  $\Delta N_t$  definite dal modello "core").

La funzione del satellite risiede quindi, oltre che nella ripartizione della variazione di stock aggregata netta prodotta dalla matrice  $\mathbf{R}$ , nella definizione della distribuzione degli stock rispetto alle disaggregazioni considerate, ottenuta non per estrapolazione di proporzioni definite su base storica, ma per simulazione diretta dei passaggi di stato connessi agli eventi

<sup>3</sup> Si è visto che la componente residuale è data dalla differenza tra flussi in uscita totali e flussi per componenti identificate (biologica, transizione al pensionamento).

<sup>4</sup> La metodologia è trattata in dettaglio in Tancioni (2003).

<sup>5</sup> La matrice  $\mathbf{H}$  è costruita considerando che una generica matrice con elementi sotto-diagonali unitari produce uno slittamento delle righe verso il basso della generica matrice conformabile  $\mathbf{A}$  con la quale è moltiplicata. Questo

fatto è evidente nel seguente esempio: 
$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$$
. Nel nostro caso specifico, assumendo

le dimensioni date per  $\mathbf{L}_{t-1}$  e  $\mathbf{N}_{t-1}$ , la matrice  $\mathbf{H}$  è la seguente matrice a blocchi:  $\mathbf{H}_{56 \times 56} = \begin{pmatrix} \mathbf{0}' & \mathbf{0} \\ \mathbf{I}_{55} & \mathbf{0} \end{pmatrix}$ , una matrice  $56 \times 56$

in cui  $\mathbf{0}$  è un vettore colonna composto di 55 zeri e  $\mathbf{I}_{55}$  è la matrice identica di ordine 55.

identificati e formalmente rappresentati. Ad esempio, eventuali modificazioni della normativa pensionistica, producendo alterazioni alla matrice **TP**, definiscono una variazione nella composizione dell'occupazione e della forza lavoro, pur non avendo effetti sullo stock complessivo, la cui consistenza è definita interamente dal primo modulo. Il modello simula pertanto un meccanismo a generazioni sovrapposte nelle singole età, condizionatamente a valori aggregati definiti nel primo modulo. Il condizionamento stabilisce in sostanza la piena integrazione tra i moduli.

Come si nota dalle relazioni, le interrelazioni tra dinamica pensionistica e occupazionale sono pienamente rappresentate. Un provvedimento in materia pensionistica, producendo effetti sulla dinamica delle uscite, automaticamente produce effetti, di segno opposto, su quella delle entrate totali. Stock e flussi netti sono infatti definiti simultaneamente con le relazioni macroeconomiche del modello. Si vede inoltre che la dinamica della domanda e dell'offerta di lavoro, a livello aggregato, è definita internamente al modello simultaneo. La procedura qui esposta determina quindi esclusivamente la distribuzione per età e per sesso delle due componenti del mercato del lavoro.

La metodologia utilizzata permette una piena rappresentazione delle componenti inerziali nei processi sottostanti la dinamica occupazionale. Questo aspetto è evidente nella piena considerazione dello stock definito al periodo precedente. Ogni coorte di età  $x$  al tempo  $t$  è infatti definita, oltre che dal flusso in entrata, dalla transizione di stato della consistenza della coorte di età  $x-1$  al tempo  $t-1$ .

Come anticipato, l'approccio generalmente utilizzato nella simulazione deterministica di modelli fortemente disaggregati utilizza invece un approccio moltiplicativo a tassi di attività e tassi di occupazione<sup>6</sup>. Si consideri che ogni  $ij$ -esimo elemento della matrice dei tassi rappresenta la stima puntuale della probabilità di transizione da uno stato simulato all'altro. L'assunzione implicita all'approccio a tassi di attività e di occupazione è pertanto che, per ogni istante di simulazione, ogni individuo della popolazione venga riestratto; in altri termini, che la sua probabilità di transitare ad uno stato successivo sia indipendente dal suo stato all'istante

---

<sup>6</sup> È questa la procedura preferita nei modelli di simulazione di ispirazione demografica. Nota la proiezione demografica, la forza lavoro è ottenuta per moltiplicazione della partizione della popolazione in età attiva per una matrice dei tassi di attività e l'occupazione attraverso la moltiplicazione della matrice degli attivi per i tassi di pensionamento. Le matrici dei tassi di partecipazione sono generalmente definite all'anno base e vengono modificate sulla base di ipotesi *ad-hoc*. Per esperienze modellistiche ed applicazioni in tal senso, si veda RGS, (1999, 2000) e Aprile (1998). Per un'analisi critica, Tancioni (2002).

di simulazione precedente. Sotto questa formulazione della dinamica di transizione si ottiene una sostanziale costanza della struttura per età delle popolazioni simulate, a meno di modificazioni nella componente demografica, la cui dinamica assume rilevanza esclusiva. La distribuzione per età delle popolazioni simulate (attivi e occupati) è infatti il risultato della struttura della proiezione demografica e di quella dei tassi di attività ed occupazione, calcolati all'anno-base o imposti per ipotesi.

L'approccio qui considerato rimuove queste limitazioni, favorendo una rappresentazione dei processi simulati che considera pienamente i fattori inerziali osservati nella dinamica occupazionale.

La definizione delle matrici dei tassi di uscita assume pertanto una rilevanza fondamentale. Esse possono essere definite con la procedura standard, cioè in termini di rapporti tra flussi in uscita e rispettivi stock di riferimento (popolazioni esposte al rischio) o attraverso una formulazione e stima diretta dei fattori marginali nella definizione delle probabilità di transizione, facendo riferimento ai flussi osservati storicamente (ottenuti per differenza longitudinale)<sup>7</sup>. La sezione che segue approfondisce questi aspetti.

## ***B.2 Matrici di transizione e ripartizione: differenze longitudinali e loro condizionamento***

La definizione delle matrici di transizione e di ripartizione utilizzate nel modello vengono ottenute per stima diretta (componenti identificate, mortalità, pensionamento) o attraverso elaborazioni delle matrici delle differenze longitudinali. Dal momento che nel primo caso non sorgono problemi rilevanti per la loro definizione, concentreremo la nostra attenzione al secondo.

Si è visto che la differenza longitudinale è la variazione numerica che si osserva nel passaggio dal tempo  $t-1$  al tempo  $t$  per la generica coorte di età  $x$  in  $t-1$ . Essa è una variazione spuria, nel senso che le variazioni positive osservate (flussi in entrata) sono in realtà il risultato della differenza tra (maggiori) entrate e (minori) uscite sottostanti, e le variazioni negative osservate (flussi in uscita) sono il saldo della differenza tra (maggiori) uscite e (minori) entrate.

---

<sup>7</sup> Nelle applicazioni preliminari del modello STEP si è adottata la prima strategia, considerando tuttavia una media pesata dei valori storici, con pesi decrescenti rispetto all'ordine di ritardo considerato.

Come anticipato, il meccanismo di calcolo implementato intende fornire una rappresentazione adeguata dei flussi totali in entrata (fabbisogni) ed in uscita, assumendo inoltre che le consistenze di stock e le variazioni nette vengano stabilite al livello del primo modulo. Note le variazioni spurie ottenibili con il metodo delle differenze longitudinali e note le probabilità di transizione per le componenti identificate (componente biologica e pensionistica), il problema è pertanto quello di una definizione dei tassi di transizione e delle matrici di ripartizione tale che, dati gli aggregati stabiliti dal primo modulo, l'applicazione delle relazioni del secondo non ne alteri la consistenza di stock (flussi in entrata ed in uscita si compensino in condizioni di stabilità a livello aggregato) e permetta una simulazione non spuria dei flussi in entrata ed in uscita.

È utile ribadire che la questione rileva esclusivamente nella definizione delle matrici di ripartizione e dei tassi di transizione per componente residua, che non possono essere identificate per osservazione diretta.

Una trattazione di dettaglio del metodo utilizzato per la depurazione dei flussi spuri è fuori dai limiti di portata di questa occasione. Forniremo comunque una esemplificazione del problema con riferimento alla definizione della correzione dei flussi in entrata ed in uscita necessaria alla resa della condizione di stabilità degli stock simulati sotto ipotesi di  $\Delta X_t = 0$  e alla definizione di una matrice di ripartizione che sia esente dalle componenti spurie sopra accennate.

L'unica ipotesi necessaria alla correzione è che le variazioni nette nel passaggio da  $t-1$  a  $t$  interessino esclusivamente le età per le quali si rilevano differenze longitudinali positive. Ciò corrisponde a ritenere che gli aggiustamenti di stock avvengano attraverso variazioni della componente in entrata (fabbisogno)<sup>8</sup>.

Per quanto riguarda i flussi in entrata, la correzione viene quindi effettuata considerando, per ogni elemento della generica matrice di stock  $X$ , la differenza tra i valori positivi delle differenze longitudinali e la media pesata (con pesi definiti sulla base dei contributi relativi di ogni singolo valore positivo) della variazione netta della consistenza  $X$ , correggendo quindi per l'effetto della dinamica di mortalità sottostante il processo, che in simulazione viene pienamente considerato<sup>9</sup>. Formalmente, per ogni elemento della matrice delle differenze longitudinali si ha:

---

<sup>8</sup> Si noti che questa ipotesi non esclude la possibilità che gli aggiustamenti netti avvengano dal lato delle uscite, dal momento che a variazioni di queste ultime corrispondono variazioni di segno opposto nelle entrate compensative.

<sup>9</sup> La depurazione della componente biologica è necessaria poiché essa viene direttamente considerata in simulazione. Non effettuando la depurazione, essa verrebbe considerata due volte.

$$\Delta X_{x,s}^{t_0,IN,corr} = \left\{ pos(X_{x,s}^{t_0} - X_{x-1,s}^{t_0-1}) - \left[ \sum_{x=1}^{56} \sum_{s=1}^2 (X_{x,s}^{t_0} - X_{x-1,s}^{t_0-1}) \frac{pos(X_{x,s}^{t_0} - X_{x-1,s}^{t_0-1})}{\sum_{x=1}^{56} pos(X_{x,s}^{t_0} - X_{x-1,s}^{t_0-1})} \right] \right\} + X_{x-1,s}^{t_0-1} (1 - TS_{x-1,s}^{t_0-1})$$

(B5),

dove la grandezza tra parentesi quadre stabilisce la correzione rispetto alla variazione netta intercorsa nel calcolo all'anno base e l'ultima addizione corregge per la presenza del processo biologico sottostante i flussi spuri. Il termine  $x$  indica le età,  $s$  il sesso delle coorti rappresentate, mentre  $pos$  è la funzione di selezione degli elementi positivi delle differenze longitudinali:  $pos(x) = \frac{x + |x|}{2}$ .

Per quanto riguarda la correzione dei flussi in uscita per componente residuale, considerando la restrizione di identificazione adottata, secondo la quale le variazioni nette nel passaggio da  $t-1$  a  $t$  interessano esclusivamente le età per le quali si rilevano differenze longitudinali positive, si ha che le differenze longitudinali al netto delle uscite per pensionamento devono essere corrette esclusivamente con riferimento alla dinamica di mortalità. Formalmente:

$$\Delta X_{x,s}^{t_0,OUTres,corr} = pos(X_{x-1,s}^{t_0-1} - X_{x,s}^{t_0}) - \Delta X_{x,s}^{PENS,t_0} + X_{x-1,s}^{t_0-1} (1 - S_{x-1,s}^{t_0-1}) \quad (B6),$$

dove  $\Delta X^{PENS}$  è il flusso di uscite per pensionamento nel passaggio da  $t-1$  a  $t$ , ed i termini della differenza longitudinale sono invertiti al fine di utilizzare la funzione  $pos$ .

Le relazioni 10 ed 11 evocano chiaramente l'aumento di complessità dei calcoli che si avrebbe in corrispondenza dell'aumento di dettaglio richiesto dal modello (dimensione settoriale e dimensione geografica).

Come accennato, la definizione delle matrici di ripartizione e dei tassi di uscita utilizza i flussi corretti definiti dalle relazioni generiche 10 e 11. Per le prime, si ricorre alla normalizzazione della matrice dei flussi in entrata corretti, mentre per i secondi si effettua il rapporto dei tassi corretti di uscita per componente residua con le rispettive popolazioni di riferimento (occupazione).



## Bibliografia

- Adolfson, M. Laséen, S., Lindé, J., Villani, M. (2007). "Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through", *Journal of International Economics*, 72: 481-511.
- Adolfson, M. Laséen, S., Lindé, J., Villani, M. (2008). "Evaluating an estimated new Keynesian small open economy model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32: 2690-2721.
- Adolfson, M., Lindé, J. (2011). "Parameter identification in a estimated New Keynesian open economy model", *Working Paper Series SverigesRiksbank* (Central Bank of Sweden), No 251.
- Banbura, M. Giannone, D., Reichlin, L. (2010). "Large Bayesian vector auto regressions", *Journal of Applied Econometrics*, 25: 71-92.
- Calvo, G. (1983). "Staggered prices in a utility-maximizing framework", *Journal of Monetary Economics*, 12; 383-398.
- Canova, F., Sala, L. (2009). "Back to square one: Identification issues in DSGE models", *Journal of Monetary Economics*, 56: 431-449.
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M., Rebelo, S. (2011a). "When is the government spending multiplier large?", *Journal of Political Economy*, 119: 78-121.
- Christiano, L. J., Trabandt, M., Walentin, K. (2011b). "Introducing financial frictions and unemployment into a small open economy model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35: 1999-2041.
- Corsetti, G., Kuester, K., Meier, A., Müller, G. J. (2013). "Sovereign risk, fiscal policy, and macroeconomic stability", *Economic Journal, Royal Economic Society*, vol. 0, F99-F132, 02.
- Doan, T., Litterman, R., Sims, C. (1984). "Forecasting and conditional projection using realistic prior distributions", *Econometric Reviews*, 3, 1.100.
- Drautzburg, T., Uhlig, H. (2011). "Fiscal stimulus and distortionary taxation", NBER Working Papers No. 17111, National Bureau of Economic Research.
- Gertler, M., Trigari, A. (2009). "Unemployment fluctuations with staggered Nash wage bargaining", *Journal of Political Economy*, 117: 38-86.

- Giuli, F., Tancioni, M. (2012). "Real rigidities, productivity improvements and investment dynamics", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36: 100-118.
- Hall, C.M. (1992). *Hallmark tourist events: Impact, management and planning*. Halsted Press, New York.
- Hall, C.M. (1997). "Mega-events and their legacy" in Murphy P. E. (a cura di) *Quality management in urban tourism*, Wiley, Chichester.
- Iskrev, N., (2010). "Local identification in DSGE models", *Journal of Monetary Economics*, 57: 189-202.
- Kimball, M.S. (1995). "The quantitative analytics of the basic neomonetarist model", *Journal of Money, Credit and Banking*, 27: 1241-1277.
- Koop G., Pesaran, H. M., Smith P. R. (2013). "On identification of Bayesian DSGE models", *Journal of Business & Economic Statistics*, 31: 300-314.
- Litterman, R. (1986). "Forecasting with Bayesian vector autoregressions. Five years of experience", *Journal of Business and Economic Statistics*, 4: 25-38.
- Sims, C. A., Zha, T. (1998). "Bayesian methods for dynamic multivariate models", *International Economic Review*, 39: 949-968.
- Smets, F., Wouters, R. (2007). "Shocks and frictions in US business cycle: A Bayesian approach", *American Economic Review*, 97: 586-606.