

## IL MODELLO DI MICROSIMULAZIONE T-DYMM: CARATTERISTICHE E POTENZIALITÀ

di Alessandra Caretta, Sara Flisi, Cecilia Frale, Simone Tedeschi

L'evoluzione di lungo periodo del sistema previdenziale è un tema di policy cruciale in termini di sostenibilità finanziaria nonché di adeguatezza, rispetto al quale i governi si trovano di fronte a un difficile *trade-off*. La particolare complessità di tale tema, anche alla luce delle dinamiche demografiche e della recente crisi economica, sta incoraggiando lo sviluppo di modelli di microsimulazione per l'analisi degli effetti distributivi di riforme pensionistiche. In questo lavoro si presenta un modello di microsimulazione dinamica, T-DYMM che permette di approfondire gli aspetti distributivi connessi alle riforme del sistema di protezione sociale beneficiando della ricchezza dei micro-dati sui cui si basa. Il nuovo database su cui il modello è costruito, AD-SILC, consente infatti stime dettagliate dei parametri che guidano le scelte dei lavoratori e le loro transizioni fra i diversi status occupazionali. Nel lavoro si presentano alcune simulazioni circa gli effetti distributivi degli ultimi cambiamenti legislativi introdotti nel sistema pensionistico italiano.

The long-term evolution of the social security system is a crucial policy issue in terms of financial sustainability and indeed of adequacy, facing governments with a difficult trade-off. The particular complexity of this issue, also in the light of demographic dynamics and the recent economic crisis, is prompting the development of microsimulation models to analyse the distributive effects of pension reforms. Presented in this study is a dynamic microsimulation model, T-DYMM, with which it is possible to investigate the distributive aspects associated with reforms in the social security system, exploiting the information of microdata on which it is based. In fact, the new database upon which the model is constructed, AD-SILC, enables detailed estimates of the parameters guiding the workers' choices and their transitions between various conditions of employment. A number of simulations are presented on the distributive effects of the latest changes in legislation affecting the Italian pension system.

### 1. INTRODUZIONE

L'evoluzione di lungo periodo del sistema previdenziale è un tema di policy cruciale per quanto riguarda sia la sostenibilità finanziaria degli schemi pensionistici, e più in generale di welfare, sia la loro capacità di garantire prestazioni adeguate, ossia tali da evitare un grave peggioramento negli standard di vita post-lavorativi (EC-SPC, 2012). Dovendo conciliare obiettivi di sostenibilità e di adeguatezza delle pensioni, i governi si trovano di fronte a un *trade-off* e quindi sono spesso chiamati a dover scegliere tra alternative non ottimali. La particolare complessità di tali aspetti di policy, anche alla luce delle dinamiche demografiche

Alessandra Caretta, Ministero dell'Economia e delle Finanze.

Sara Flisi, Fondazione Giacomo Brodolini.

Cecilia Frale, Ministero dell'Economia e delle Finanze.

Simone Tedeschi, Sapienza Università di Roma e Fondazione Giacomo Brodolini.

e della recente crisi economica, sta incoraggiando lo sviluppo di modelli di microsimulazione per l'analisi degli effetti di riforme pensionistiche sull'intera popolazione. La microsimulazione, infatti, permette di tener conto dell'intera distribuzione delle variabili obiettivo e non solo dei valori medi e quindi risulta particolarmente adatta per effettuare analisi di adeguatezza. In Italia, le previsioni ufficiali degli aggregati della spesa per prestazioni sociali sono forniti dalla Ragioneria generale dello Stato (Aprile *et al.*, 2002) attraverso il modello di spesa sociale che si basa sui valori medi per differenti categorie. Tuttavia, negli ultimi anni sono nate in ambito accademico alcune importanti esperienze di microsimulazione, di cui il primo esempio è stato il modello CAPP\_DYN (Mazzaferro, Morciano, 2008).

In tale contesto di policy, la Direzione I del dipartimento del Tesoro in collaborazione con la Fondazione Giacomo Brodolini ha avuto l'opportunità di sviluppare un modello di microsimulazione (T-DYMM – Treasury Dynamic Microsimulation Model<sup>1</sup>) per l'analisi delle dinamiche di lungo periodo del sistema previdenziale italiano<sup>2</sup> all'interno di un progetto europeo di durata biennale conclusosi a fine 2011. Oltre al modello, il progetto ha avuto come output il *dataset* AD-SILC, un *panel* retrospettivo – costruito incrociando informazioni amministrative gestite dall'INPS con la *wave* 2005 della versione italiana dell'indagine EU-SILC condotta dall'ISTAT, le cui peculiarità sono spiegate in dettaglio in altri contributi presenti in questa sezione monografica<sup>3</sup>.

Partendo da stime econometriche basate sul *dataset* longitudinale AD-SILC, il modello T-DYMM è in grado di simulare i principali eventi socio-demografici lungo il ciclo di vita degli individui – ad esempio, le nascite e i decessi, i matrimoni, le scelte di istruzione, le scelte lavorative e il pensionamento – e il relativo risultato economico – ad esempio, gli stipendi e i benefici pensionistici. Replicando con un elevato grado di dettaglio le regole pensionistiche, il modello permette la valutazione dell'impatto di medio e lungo termine delle modifiche del sistema di welfare sui principali indicatori distributivi, consentendo dunque di valutare il *trade-off* adeguatezza/efficienza dei diversi schemi pensionistici.

Il principale obiettivo di questo lavoro è presentare la struttura e le caratteristiche peculiari del modello T-DYMM, così da collocarlo all'interno della letteratura sulla modellistica di microsimulazione. In particolare, dopo esserci soffermati, nel PAR. 2, su alcuni aspetti metodologici sui modelli di microsimulazione dinamica, nel PAR. 3 si descrive sinteticamente la struttura del modello T-DYMM. Per mostrare le potenzialità del modello, nel PAR. 4 si riportano alcuni risultati di simulazioni dinamiche sulle tendenze di lungo termine delle più importanti grandezze previdenziali e assistenziali<sup>4</sup>. Il PAR. 5 presenta alcune osservazioni conclusive e propone possibili analisi future.

<sup>1</sup> Si rinvia, per maggiori dettagli, al rapporto finale del progetto (MEF-FGB, 2012) e al sito web <http://www.tdymm.eu/it/home>.

<sup>2</sup> Lo sviluppo è stato reso possibile dalla partecipazione della Direzione I a un progetto europeo di ricerca denominato *Innovative Datasets and Models for Improving Welfare Policies* (INDIW) in collaborazione con la Fondazione Giacomo Brodolini (FGB) e con il finanziamento della Commissione Europea. Nell'ambito del progetto sono state realizzate due conferenze internazionali con esperti di finanza pubblica e studiosi di microsimulazione, due incontri tecnici su microsimulazione dinamica, un rapporto finale e un sito web che documenta tutto l'*output* del progetto (<http://www.tdymm.eu/research-outputs>). Il progetto è stato sviluppato grazie ad una convenzione tra ministero dell'Economia e delle Finanze, ISTAT e INPS per la fornitura dei dati.

<sup>3</sup> Per una più estesa descrizione del *dataset* e della sua rilevanza per valutare le dinamiche reddituali e delle carriere dei lavoratori si rinvia ai lavori di Raitano e di Fabrizi e Raitano presenti in questo volume.

<sup>4</sup> Per ulteriori dettagli si consiglia di fare riferimento al rapporto finale del progetto europeo disponibile all'indirizzo <http://www.tdymm.eu/sites/default/files/Final-report.pdf>.

## 2. ASPETTI METODOLOGICI DELLA MICROSIMULAZIONE DINAMICA

A partire dal lavoro pionieristico di Orcutt (1957), molti progressi sono stati fatti nello sviluppo di modelli di microsimulazione, cioè modelli basati sulle informazioni statistiche riferite all'unità decisionale più piccola, l'individuo o l'impresa, che permettono di riprodurre le scelte economiche dei singoli agenti senza ridurre il grado di eterogeneità della popolazione<sup>5</sup>. In particolare, gli avanzamenti hanno riguardato la metodologia e gli aspetti tecnici, grazie al potenziamento delle capacità computazionali dei computer e alla disponibilità di banche dati più ricche, piuttosto che innovazioni a livello teorico. Sempre più spesso la costruzione di modelli di microsimulazione e il loro utilizzo riguarda le istituzioni che hanno responsabilità di politica economica.

I modelli di microsimulazione possono essere suddivisi in due grandi tipologie<sup>6</sup>: i modelli statici e quelli dinamici. Entrambe le classi possono includere risposte comportamentali, ossia la possibilità di catturare gli effetti di secondo ordine ai cambiamenti di policy, mediante variazioni nei parametri strutturali che guidano le scelte degli agenti. La classe dei modelli statici è impiegata generalmente per valutare gli effetti redistributivi delle riforme del sistema *tax-benefit* (effetti di primo ordine) e raramente questi modelli tengono conto degli effetti di secondo ordine sull'offerta di lavoro degli individui<sup>7</sup>. I modelli di microsimulazione dinamica (d'ora in poi MMD)<sup>8</sup> sono invece sviluppati per proiettare nel tempo le informazioni microeconomiche di partenza attraverso la simulazione di fenomeni di lungo periodo sia di natura demografica (mortalità, matrimoni e fertilità), sia a carattere socio-economico (istruzione, transizioni sul mercato del lavoro, redditi da lavoro). Tipicamente sono modelli utilizzati per valutare gli effetti di riforme sul sistema di protezione sociale, che possono essere analizzati solo in una prospettiva temporale sufficientemente lunga.

Nell'ambito dei modelli dinamici, l'aggiornamento della struttura demografica della popolazione di partenza può avvenire in modo statico (*static ageing*) o dinamico (*dynamic ageing*). Lo *static ageing* della popolazione di partenza richiede la riponderazione dei dati campionari senza alterarne la distribuzione per età e sesso né il numero delle unità campionarie (per esempio per simulare l'invecchiamento della popolazione, viene ridotto il peso dei giovani nel tempo ed aumentato quello degli anziani, senza alterare le caratteristiche degli individui). Una procedura di aggiornamento statico è consigliabile nel caso di previsioni a breve, quando cioè si ipotizza che le caratteristiche della popolazione in esame non siano cambiate. Al contrario, i metodi dinamici di aggiornamento (*dynamic ageing*) agiscono alterando le caratteristiche delle unità di analisi anziché i loro pesi nella popolazione. All'interno di questa classe di modelli si distingue tra i modelli a popolazione dinamica (*dynamic population models*) e quelli a coorte dinamica (*dynamic cohort models*). I primi aggiornano nel tempo le variabili demografiche del campione attraverso una tecnica probabilistica di simulazione dei principali eventi del

<sup>5</sup> Per una ricostruzione storica degli sviluppi dei modelli di microsimulazione applicati all'economia pubblica si veda Atkinson, Sutherland (1988), Harding (1996), Bourguignon, Spadaro (2006) e, più recentemente, Jinjing Li, O'Donoghue (2012).

<sup>6</sup> Diversi autori hanno proposto tassonomie dei modelli di microsimulazione utili per illustrarne le caratteristiche principali e si rimanda a questi per ulteriori informazioni (O'Donoghue, 2001; Zaidi, Rake, 2001).

<sup>7</sup> Per una rassegna dei modelli comportamentali si veda Klevmarken (1997).

<sup>8</sup> Per un approfondimento degli aspetti metodologici connessi alla microsimulazione dinamica si veda Toso (1993).

ciclo vitale<sup>9</sup>. Invece, i modelli a coorte dinamica simulano, lungo l'intero ciclo di vita, i principali eventi socio-demografici ed economici di un'unica generazione anziché di tutta la popolazione<sup>10</sup>. Anche i modelli dinamici possono incorporare risposte comportamentali ai cambiamenti del quadro normativo, ad esempio modellare la scelta di pensionamento, ma tali sviluppi costituiscono un esercizio per lo più limitato all'ambiente accademico.

Nei modelli dinamici che proiettano nel tempo l'andamento delle principali variabili di policy, i requisiti informativi di partenza sono dunque considerevoli. Ad esempio, per l'analisi delle pensioni si richiedono informazioni retrospettive di tipo demografico, lavorativo e previdenziale per le singole unità di analisi, nonché la conoscenza delle probabilità di transizione tra i vari stati, informazioni che in genere sono difficilmente reperibili per i ricercatori. Per tale motivo è spesso necessario impiegare banche dati ibride che mettono insieme dati di fonti diverse (dati amministrativi, dati censuari, campionari) anche grazie a tecniche di *statistical matching* per l'impiego congiunto di informazioni *cross-section* e longitudinali. Ogni modello presente in letteratura ha trovato la propria soluzione per arricchire la base iniziale di micro-dati, per esempio alcuni partono dai dati amministrativi e li arricchiscono con informazioni desunte da indagini campionarie (come DYNASIM relativo agli USA), mentre altri tengono come riferimento la popolazione di survey e vi aggiungono informazioni amministrative (ad esempio, SESIM per la Svezia). Nella selezione del *dataset* è importante anche la dimensione del campione affinché l'analisi sui sotto-gruppi di popolazione sia robusta. Di contro, dimensioni notevoli del *dataset* rallentano i tempi di esecuzione delle simulazioni. A tal riguardo contano la potenza dei calcolatori e l'ambiente di sviluppo del modello.

Complessivamente, le principali difficoltà connesse alla costruzione di un MMD riguardano: 1. le stime econometriche dei comportamenti dinamici individuali vista l'attuale limitata disponibilità di dati *panel*; 2. la complessità di un'efficace convalida; 3. la necessità di ingenti risorse finanziarie e umane per costruire e gestire un modello; 4. la fattibilità computazionale. Inoltre, i MMD necessitano di una piattaforma di calcolo per gestire l'elaborazione simultanea di dati micro, le regole di aggiornamento, la procedura di allineamento e la memorizzazione dell'*output*. Diversi software sono stati impiegati per programmare questi modelli. I più comuni sono SAS, STATA, MATLAB, R tra i linguaggi statistici di programmazione; C, C++, Java tra i linguaggi generici di programmazione e LIAM, LIAM2 e GENESIS tra le piattaforme di microsimulazione<sup>11</sup>. Di contro, l'importanza dei MMD è di essere particolarmente indicati per stimare gli effetti distributivi di riforme del sistema di protezione sociale nel lungo termine, tenendo conto dell'eterogeneità degli individui e/o famiglie, piuttosto che limitandosi a un agente rappresentativo. Infatti, il vantaggio dei MMD deriva dalla possibilità di implementare i cambiamenti di policy e valutarne gli effetti economici a livello di singolo individuo così da permettere un'analisi distributiva che non si limiti al mero confronto tra i valori medi<sup>12</sup>.

<sup>9</sup> A questa categoria appartengono DYNASIM III e CORSIM per gli USA, DYNACAN per il Canada, SESIM III per la Svezia, PENSIM II per il Regno Unito, DESTINIE per la Francia e LIAM/SMILE per l'Irlanda. Si rinvia a Jinjing Li, O'Donoghue (2012) per una comparazione dei vari modelli rispetto alle diverse caratteristiche.

<sup>10</sup> Esempi di questo gruppo sono PENSIM relativo agli USA e HARDING per l'Australia.

<sup>11</sup> Si veda a tal proposito Jinjing Li, O'Donoghue (2012) per una discussione più completa.

<sup>12</sup> Per un quadro completo su come lo strumento della micro simulazione sia usato ai fini di policy si rinvia al sito web dell'International Microsimulation Association: <http://www.microsimulation.org/>.

### 3. IL MODELLO T-DYMM

T-DYMM è un modello di microsimulazione dinamico, che beneficia largamente dell'esperienza di MIDAS-IT, un MMD sviluppato dall'ISAE (Istituto italiano per gli studi e l'analisi economica). In particolare, T-DYMM ha ereditato da MIDAS-IT la struttura generale, il *focus* sulle pensioni, il modulo demografico e la piattaforma di simulazione, LIAM. Inoltre, T-DYMM integra nel modulo fiscale il *know-how* proveniente dal modello EconLav, un modello di micro-simulazione statico del sistema fiscale e assistenziale italiano sviluppato da ISFOL con il sostegno del ministero dell'Economia e delle Finanze e del ministero del Lavoro<sup>13</sup>.

Il carattere distintivo di T-DYMM rispetto ad altri MMD è, innanzitutto, il suo *dataset* di partenza AD-SILC, che incorpora tutte le informazioni richieste per la simulazione nel medio-lungo periodo delle carriere lavorative, le scelte di pensionamento e i relativi trattamenti pensionistici. Tali dati sono di difficile reperimento dal momento che il nostro paese è carente di indagini longitudinali che rilevino con sufficiente dettaglio una moltitudine di aspetti legati alla vita lavorativa. Inoltre, AD-SILC permette di indagare dinamicamente l'eterogeneità della popolazione di partenza a differenza dei modelli macroeconomici, che sono basati su stime dell'evoluzione dei "valori medi" delle variabili in gioco e quindi non tengono in considerazione il delicato e complesso aspetto dell'eterogeneità delle popolazioni rispetto alle quali sono misurati gli effetti (macroeconomici) delle politiche pubbliche.

Ai fini del modello, la banca dati AD-SILC è stata trattata come un *panel* retrospettivo sbilanciato in cui sono registrate le informazioni longitudinali sulla storia lavorativa completa degli individui (ovvero a partire dal primo lavoro) e che per il 2005 incorpora le informazioni socio-demografiche rilevate dall'indagine IT-SILC. Per le simulazioni dinamiche, i dati grezzi forniti dall'INPS su base infrannuale sono stati aggregati per consentire la contabilizzazione delle carriere lavorative su base annua in tempo discreto.

Seguendo la tradizionale tassonomia di O'Donoghue (2001), T-DYMM è un modello ad aggiornamento dinamico che permette di simulare l'evoluzione delle caratteristiche demografiche, sociali ed economiche di un campione rappresentativo della popolazione su tutto l'orizzonte di simulazione (2005-60). Il processo di invecchiamento è probabilistico e avviene mediante processi markoviani finiti e discreti. La simulazione degli eventi socio-economici avviene in maniera sequenziale utilizzando probabilità di transizione condizionate, stimate a partire dalla banche dati a disposizione. Le simulazioni di T-DYMM sono condotte annualmente applicando a ogni unità presente nel periodo ( $t - 1$ ) e invecchiata di un anno, una sequenza di moduli che consentono di simulare i principali eventi socio-economici caratterizzanti il ciclo di vita di un individuo. La popolazione aggiornata all'anno  $t$  costituirà la base di partenza del ciclo successivo che definirà le caratteristiche della popolazione dell'anno ( $t + 1$ ). L'unità di analisi è l'individuo, ma il modello conserva il raccordo dei singoli *records* individuali al nucleo familiare. In questo modo sarà possibile disporre delle informazioni necessarie per l'applicazione delle scale di equivalenza, il calcolo di alcune componenti di tassazione (detrazioni per carichi di famiglia) e assistenziali (per esempio, l'assegno sociale che dipende dal reddito familiare). T-DYMM è, infine, un modello chiuso, in quanto simula l'evoluzione del ciclo

<sup>13</sup> Per una descrizione dettagliata di EconLav si veda Curci *et al.* (2007).

di vita delle principali caratteristiche demografiche ed economiche della popolazione all'interno di un numero dato di individui, con la sola eccezione dei nuovi nati<sup>14</sup>. Inoltre, allo stato dell'arte, i flussi migratori non sono simulati in T-DYMM, così le principali tendenze demografiche del modello, cioè quelli concernenti sesso ed età, sono il risultato del processo di allineamento alle proiezioni demografiche e macroeconomiche AWG (Ageing Working Group) per il periodo 2012-60<sup>15</sup>.

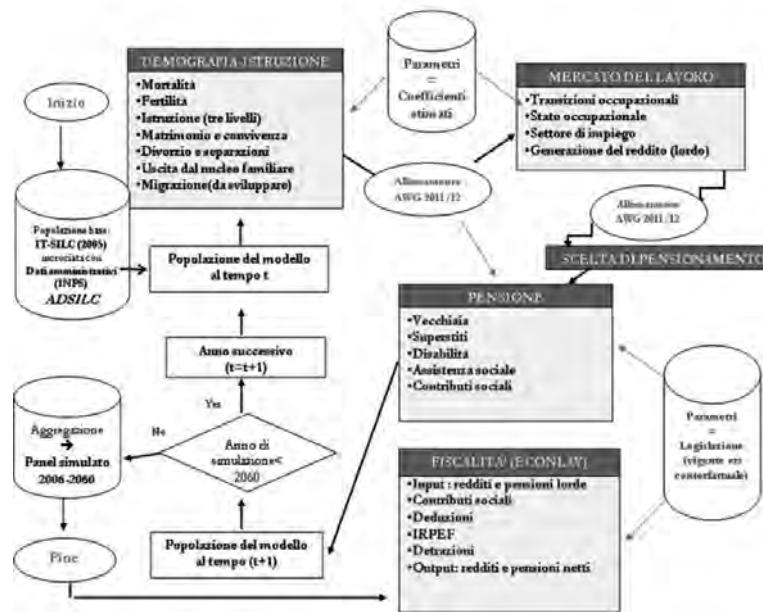
In generale, T-DYMM utilizza le procedure di allineamento al fine di agganciare alcuni risultati aggregati alle proiezioni ufficiali. La principale fonte di allineamento è AWG mentre i dati reali di alcune serie storiche registrate per l'Italia sono state utilizzate al fine di allineare il primo periodo di simulazione (2006-11) che corrisponde al dato storico. Esiste un vivace dibattito sull'opportunità di utilizzare procedure di allineamento, che rischiano di ridurre la forza dei MMD, ma essendo T-DYMM un modello utilizzato ai fini di policy e sviluppato all'interno di un'istituzione, si è ritenuto più conveniente utilizzare le previsioni ufficiali concordate a livello europeo per fissare esogenamente il percorso dinamico delle principali variabili demografiche (crescita della popolazione, fertilità, mortalità ecc.) e macroeconomiche (crescita del PIL, tasso di occupazione, tassi di invalidità).

La FIG. 1 mostra la struttura stilizzata del modello, che consiste di tre moduli principali collegati tra loro da feedback ricorsivi (cioè nello stesso periodo la relazione causale è unidirezionale), più un quarto (esterno) che introduce la tassazione. Mentre i primi tre moduli vengono replicati in successione anno dopo anno, il modulo fiscale è finora un ulteriore blocco in esecuzione al termine del periodo di simulazione. Si tratta di un calcolatore delle imposte dinamico, che permette di riprodurre il processo che conduce dal lordo al reddito netto per ogni unità di campionamento e per ogni anno del periodo di simulazione. La struttura di base ed i principi fondamentali del modulo fiscale sono simili a quelli utilizzati in EconLav. L'insieme simulato di norme contabili è stato generalizzato su tutto il periodo di simulazione utilizzando il sistema fiscale italiano del 2007 come punto di partenza, ma tutti gli scaglioni di reddito e le soglie delle detrazioni d'imposta sono aggiornati utilizzando il tasso di crescita reale del PIL pro-capite. Per ogni anno del periodo di simulazione, il punto di partenza del modulo fiscale è il vettore di redditi lordi individuali e delle pensioni lorde simulati dal mercato del lavoro e dai moduli pensionistici, rispettivamente. Con l'eccezione dei contributi previdenziali da lavoro autonomo, il modulo fiscale ignora tutta una serie di deduzioni di reddito minori (ad esempio, quelle per l'assistenza domiciliare, per la previdenza integrativa, per i contributi versati dai familiari fiscalmente a carico, per le spese sanitarie dei parenti disabili e per l'assegno periodico al coniuge per separazione o divorzio) e presuppone che il reddito totale lordo al netto dei contributi sociali coincida con il reddito imponibile. Infine, nel calcolo della tassazione del reddito personale si tiene conto delle detrazioni per familiari a carico e per i redditi da pensione e lavoro. Altre detrazioni di imposta minori non sono considerate perché non ci sono informazioni nei dati micro a disposizione.

<sup>14</sup> Così, ad esempio, se un individuo è stato selezionato per il *marriage market*, il suo partner è individuato all'interno della popolazione esistente del modello; mentre un modello aperto parte con una popolazione data e genera nuovi individui per l'accoppiamento nel *marriage market*.

<sup>15</sup> Il gruppo di lavoro su Ageing Populations and Sustainability del Comitato di Politica economica ha il compito di realizzare le proiezioni di finanza pubblica relative all'invecchiamento della popolazione sulla base di scenari macroeconomici condivisi a livello UE27 ([http://europa.eu/epc/working\\_groups/ageing\\_en.htm](http://europa.eu/epc/working_groups/ageing_en.htm)).

Figura 1. La struttura di T-DYMM



### 3.1. Il modulo demografico

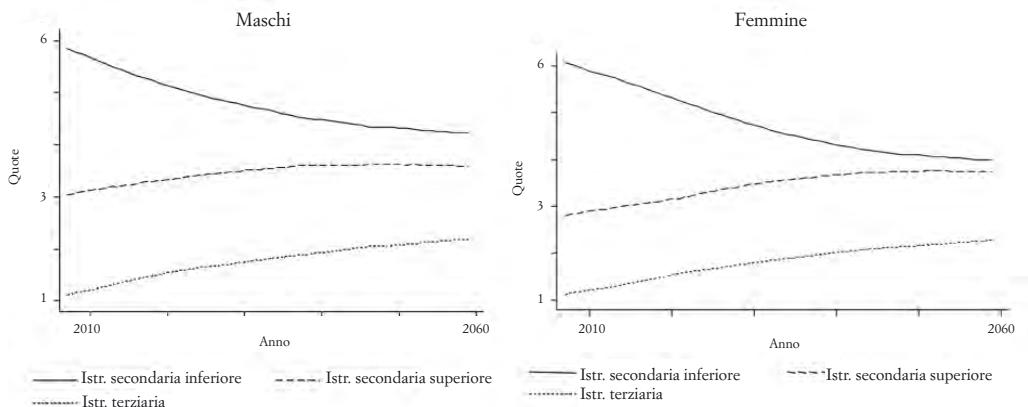
Il modulo riguardante la Demografia eredita da MIDAS (Dekkers *et al.*, 2009) il processo di nascita dei nuovi individui, il processo di sopravvivenza, e il cosiddetto *marriage market*. Le novità introdotte in T-DYMM riguardano la procedura per assegnare il livello di istruzione ai nuovi nati e una maggiore flessibilità dell'età di uscita dal sistema formativo di quelli con un titolo universitario. Ciò è possibile grazie alla disponibilità della sezione *ad hoc* di IT-SILC 2005 sulla trasmissione intergenerazionale della povertà, che comprende informazioni sul background familiare. In particolare, il più alto livello di istruzione, la laurea, viene assegnato con probabilità che varia in base al livello di istruzione dei genitori: più alto è tale livello, maggiore è la probabilità per i figli di essere assegnati a un livello di istruzione terziario. Tale approccio è coerente con quanto risulta da diversi lavori per l'Italia (Checchi, 2010). I parametri della regressione sono presentati nella TAB. 1, mentre la FIG. 2 proietta lungo l'intervallo di simulazione le quote di popolazione per grado di istruzione. La figura mostra un lento processo di convergenza verso un livello medio di istruzione. Tale processo, se confermato, non sarebbe sufficiente a raggiungere l'obiettivo UE 2020 per quanto riguarda la percentuale di giovani tra 30-34 anni con un grado di istruzione superiore, che dovrebbe raggiungere almeno il 40% nel 2020 (era il 19,8% in Italia nel 2010). Tra coloro che non ottengono un diploma universitario, il 51% degli individui consegna secondo il modello un titolo secondario, il restante 49% avrà l'istruzione dell'obbligo.

Tabella 1. Stima della probabilità di conseguire un livello di istruzione terziario

Variabile dipendente: titolo universitario	Coeff.	Student-T
<i>Livello di istruzione dei genitori</i>		
Entrambi con la licenza media inf.	0,89	(0,142)***
La madre con il diploma di scuola superiore e il padre con la licenza media	1,49	(0,151)***
La madre con la licenza media e il padre con il diploma di scuola superiore	1,67	(0,149)***
Entrambi con il diploma di scuola superiore	2,51	(0,210)***
Uno/a con laurea, l'altro/a con diploma	2,65	(0,124)***
Entrambi laureati	4,13	(0,349)***
<i>costante</i>	-2,58	(0,175)***
osservazioni	14.819	
Pseudo $R^2$	0,146	
Wald chi <sup>2</sup>	911,94	

*Nota:* errori standard in parentesi. \* p < 0,10, \*\* p < 0,05, \*\*\* p < 0,01. Stime basate su IT-SILC 2005. Gruppo di riferimento: entrambi i genitori con un livello di istruzione inferiore al diploma di scuola superiore.

Figura 2. Evoluzione nei livelli di istruzione

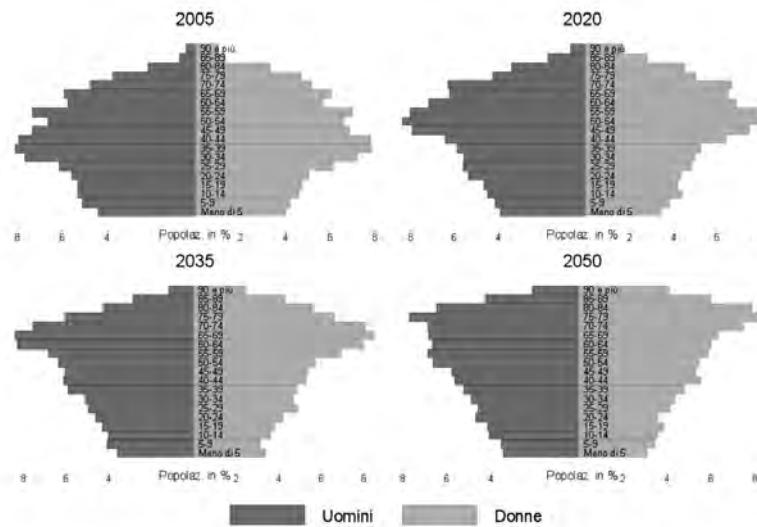


Fonte: T-DYMM; nostre elaborazioni.

La FIG. 3 mostra invece l'andamento nel tempo (nel 2005, 2020, 2035 e 2050) della distribuzione dei diversi gruppi di età nel campione. Nell'anno di riferimento, si osserva un valore modale sia per gli uomini che per le donne di età compresa tra 30 e 49; un'altra coorte di grandi dimensioni può essere trovata per la fascia di età 55-59. La quota di donne in classi di età più elevate è superiore a quella degli uomini, a causa della loro maggiore aspettativa di vita. Le piramidi successive mostrano la variazione prevista della struttura demografica simulata nel modello: lo spostamento verso l'alto dei picchi negli histogrammi è una conseguenza del processo di invecchiamento della popolazione tipica dei paesi avan-

zati, che presentano bassi tassi di fertilità e un'aspettativa di vita elevata. Inoltre, dobbiamo ricordare che al momento il nostro modello non simula la presenza di nuovi immigrati, per cui l'evoluzione mostrata nei grafici rappresenta uno scenario senza entrata di nuova popolazione immigrata, di solito appartenente a fasce d'età giovani.

Figura 3. Variazioni nella piramide per età nel tempo



Fonte: T-DYMM, nostre elaborazioni.

### 3.2. Il modulo del mercato del lavoro

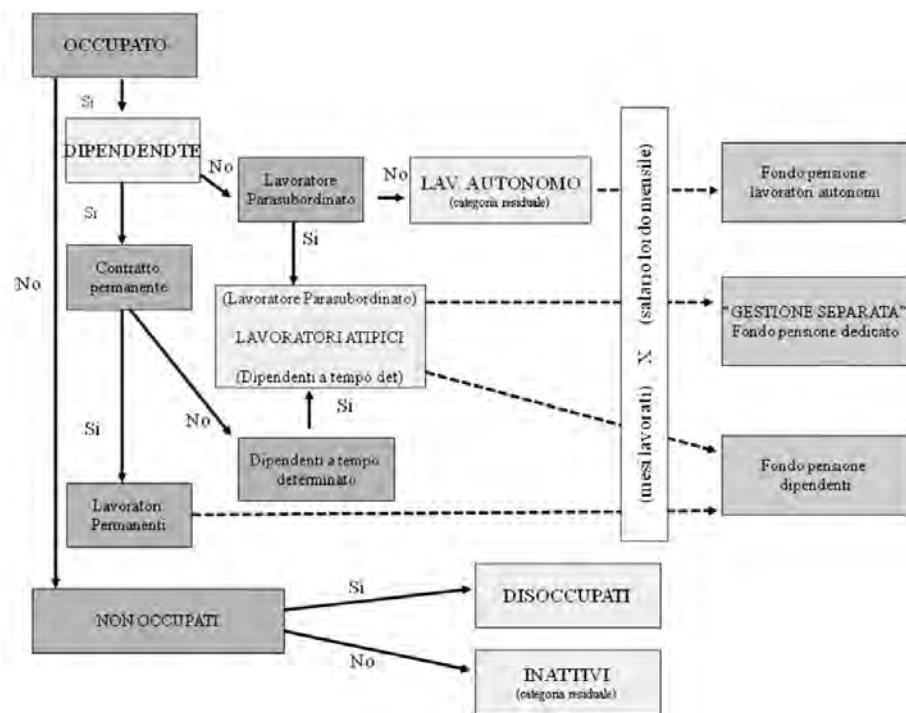
Il secondo modulo di T-DYMM è dedicato al mercato del lavoro e permette di simulare probabilisticamente le transizioni tra posizioni lavorative (occupazione a tempo pieno e parziale, disoccupazione, inattività), settori di attività (pubblico e privato) e condizioni contrattuali (a tempo determinato, permanente e parasubordinato). Queste transizioni sono basate su tecniche Monte Carlo robuste in cui si confronta un numero casuale ( $0 < r < 1$ ) estratto da una distribuzione uniforme con una probabilità condizionata stimata tramite modelli di scelta discreta o matrici di transizione basati sui microdati. Il modulo beneficia largamente della disponibilità delle informazioni raccolte nel dataset AD-SILC, il cui dettaglio consente di tenere conto nella simulazione:

1. di elementi specifici di persistenza nelle probabilità di transizione, legati alle caratteristiche del contratto e dello stato del lavoratore;
2. delle distribuzioni reali dei redditi lordi di differenti tipologie di lavoratori.

Entrambe queste componenti sono rilevanti per il calcolo delle pensioni future, soprattutto per i lavoratori che rientrano nel sistema contributivo e nel pro-quota, dato che le loro pensioni si basano sull'intero flusso dei redditi da lavoro percepiti durante la carriera lavorativa.

La FIG. 4 illustra la struttura di base del modulo mercato del lavoro, che inizia con la determinazione dello stato occupazionale dell'individuo (lavora o non lavora). Quelli che risultano senza lavoro vengono poi assegnati dal modello allo stato di disoccupazione o di inattività. Quelli che invece rientrano tra gli occupati vengono ripartiti tra le tre possibili tipologie di lavoratori, vale a dire: dipendenti, lavoratori parasubordinati o autonomi. La distinzione tra questi tre gruppi è rilevante ai fini della simulazione per il fatto che, in base alla legislazione italiana, le aliquote di contribuzione e l'età legale di pensionamento differiscono in base alla tipologia di lavoro (almeno nei primi anni della simulazione).

Figura 4. Il modulo del mercato del lavoro in T-DYMM



Inoltre, le diverse tipologie contrattuali presentano caratteristiche peculiari per il livello di reddito percepito (dichiarato) – che incide sulla determinazione del beneficio atteso – e per la connessa probabilità di lavorare tutto l'anno. Una volta che un individuo è assegnato allo *status* di dipendente, il modello seleziona il tipo di attività economica in cui è coinvolto (privata o pubblica), la durata del suo contratto (permanente o temporanea), e gli orari di lavoro (a tempo pieno o part-time). Questi elementi della condizione lavorativa producono effetti sia sulla probabilità di transizione tra gli stati occupazionali, che sulla retribuzione percepita. Il passo finale del modulo mercato del lavoro è la simulazione di un reddito annuo da lavoro, al lordo delle imposte sul reddito personale, che rappresenta la base su

cui vengono applicate le aliquote contributive per calcolare le prestazioni pensionistiche future.

È importante sottolineare che, rispetto ad altri MMD relativi all'Italia, il modulo mercato del lavoro in T-DYMM presenta due rilevanti novità. In primo luogo, grazie alla disponibilità di informazioni dettagliate in AD-SILC sui contributi alla Gestione separata, il modello è in grado di simulare con elevata precisione le traiettorie lavorative dei contratti parasubordinati, tipologia di lavoratori che ha visto una larga diffusione negli anni recenti. Pertanto, T-DYMM fornisce una rappresentazione realistica della dualità del mercato del lavoro italiano, permettendo quindi una valutazione adeguata degli effetti di variazioni legislative (ad esempio sulle aliquote contributive) sulle prestazioni previdenziali. La seconda innovazione è legata alla possibilità di stimare con dettaglio la persistenza di un lavoratore in un dato stato, così da valutare ad esempio situazioni che possono agevolare o frenare la transizione verso posizioni professionali migliori. Il modello consente attualmente di effettuare stime di durata semplici, ovvero basate su una funzione di rischio logistica integrata con informazioni sulla durata in uno stato<sup>16</sup>. Le informazioni circa le transizioni nel mercato del lavoro possono essere dedotte con elevata precisione dalla componente longitudinale di AD-SILC.

### 3.3. Il modulo pensioni

Il modulo pensioni permette infine di simulare le scelte di pensionamento e di calcolare le prestazioni pensionistiche in base alla legislazione in vigore fino all'ultimo intervento legislativo (legge 22 dicembre 2011, n. 214, *recante disposizioni urgenti per la crescita, l'equità e il consolidamento dei conti pubblici*, la cosiddetta "riforma Fornero"). In particolare, il modulo è diviso in due blocchi dedicati: 1. ai requisiti di ammissibilità e alla decisione di pensionamento; 2. al calcolo del trattamento pensionistico.

Nella versione attuale del modello (senza risposte comportamentali ai cambiamenti di policy), il primo blocco si basa su due elementi principali: *a*) una transizione deterministica subordinata al raggiungimento dei requisiti necessari per l'accesso alle pensioni di vecchiaia e *b*) un processo decisionale di tipo probabilistico basato sul superamento di un certo livello di reddito per coloro che soddisfano i requisiti per il pensionamento anticipato.

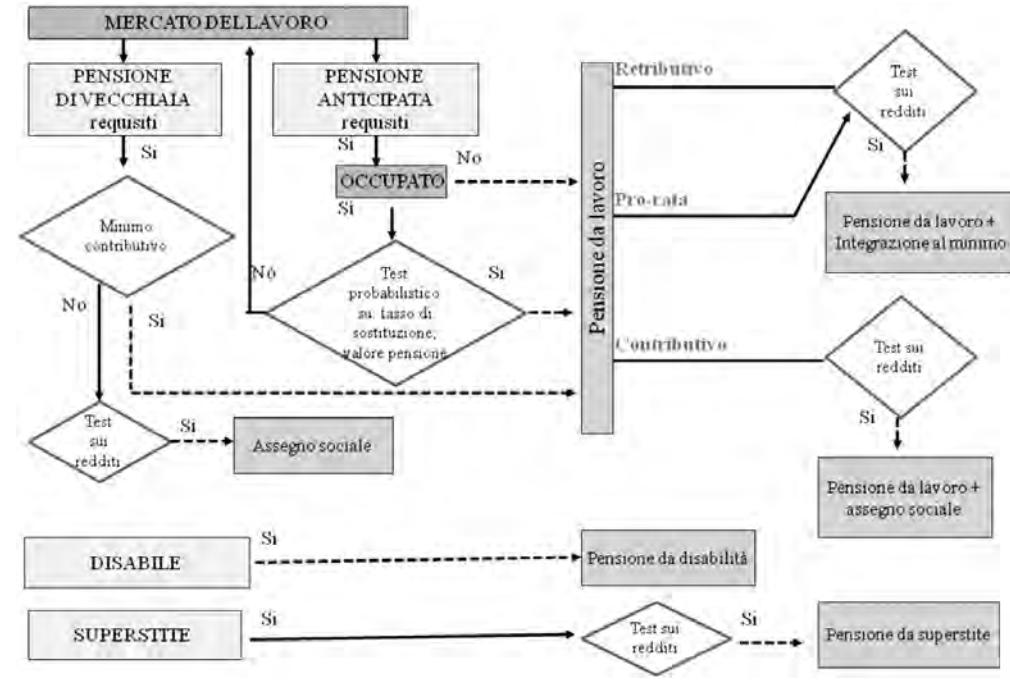
Le regole di calcolo riproducono le pensioni da lavoro, per invalidità e quelle a favore dei superstiti, nonché le integrazioni al minimo e gli assegni sociali che sono soggetti a test sul reddito, tenendo conto dei diversi regimi che caratterizzano il sistema italiano di protezione sociale.

Una rappresentazione sintetica del modulo pensioni di T-DYMM è presentata nel diagramma di flusso riportato nella FIG. 5.

Data la stratificazione di molteplici riforme, la riproduzione delle regole del sistema pensionistico pubblico italiano ha richiesto alcune ipotesi semplificatrici, come ad esempio l'accorpamento di alcune soglie nei requisiti anagrafici per il pensionamento (essendo il modello su base annuale), o alcune semplificazioni circa i requisiti di età e il computo del beneficio in base alla tipologia di lavoratore (pubblico, privato, autonomo) per il periodo precedente al 2012. Tuttavia, i risultati della simulazione rappresentano una sintesi del sistema pensionistico nel suo complesso con sufficiente grado di completezza, compresi gli aspetti relativi a norme e parametri per il calcolo dei benefici pensionistici previsti, a legislazione invariata, per i prossimi decenni.

<sup>16</sup> Il passaggio verso piattaforme *software* più potenti potrà consentire di affinare le metodologie di stima.

Figura 5. Il meccanismo di attribuzione del diritto al pensionamento in T-DYMM



In particolare il modello T-DYMM simula sia l'età che le prestazioni pensionistiche da lavoro (pensione di vecchiaia e anticipata), differenziando le condizioni di accesso e computo delle prestazioni fra dipendenti pubblici, privati e lavoratori autonomi, coerentemente alle disposizioni legislative che si sono avvicendate dal 2005 ad oggi. Oltre alle pensioni da lavoro, il modello calcola altri tipi di benefici:

1. integrazione al minimo per gli iscritti al sistema retributivo o misto, per coloro che non raggiungono un livello sufficiente di pensione e che soddisfano il requisito contributivo minimo;
2. assegno sociale, che prescinde del tutto dal versamento dei contributi e spetta ai cittadini che si trovino in condizioni economiche disagiate;
3. pensioni di reversibilità, pagate alla vedova/o del pensionato/a o ai figli;
4. pensioni di invalidità, corrisposte ai lavoratori la cui capacità di guadagno è ridotta a causa di malattia.

Il modello tiene conto di tutte le riforme pensionistiche introdotte dal 1996 ad oggi ed è predisposto per la valutazione comparata di scenari di policy alternativi. La legge 22 dicembre 2011, n. 214, ha notevolmente modificato la precedente normativa pensionistica, velocizzando il passaggio al contributivo e rafforzando i saldi finanziari nel periodo di transizione. A seguito di questo intervento normativo, che ha di fatto cancellato il tradizionale canale di pensionamento per anzianità, il sistema pensionistico italiano è strutturato, con riferimento alle regole di accesso, su due canali:

1. il pensionamento di vecchiaia ordinario;
2. il pensionamento anticipato con anzianità contributive elevate.

In particolare, la simulazione delle nuove misure ha richiesto di aggiornare T-DYMM rispetto ai seguenti aspetti:

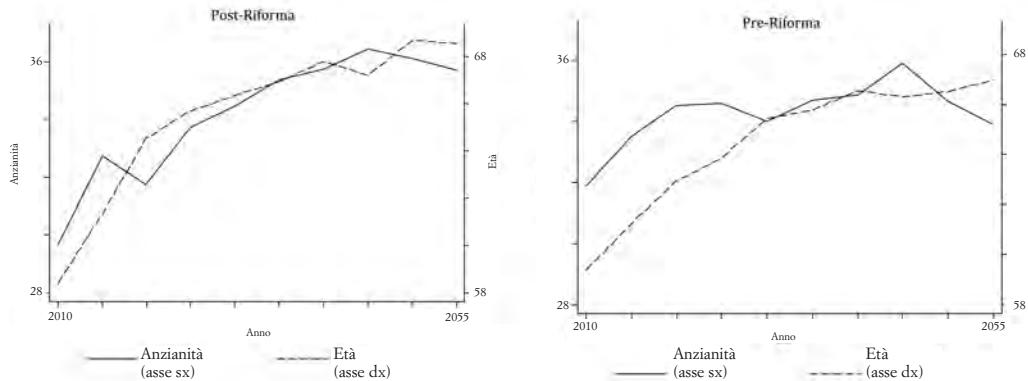
1. estensione del metodo contributivo “pro rata” ai lavoratori appartenenti al regime retributivo;
2. implementazione dei nuovi requisiti anagrafici (collegati all’aspettativa di vita) per l’accesso al pensionamento di vecchiaia, al pensionamento anticipato e per il diritto all’assegno sociale;
3. aggiornamento dei coefficienti di trasformazione calcolati ora fino a 70 anni di età;
4. innalzamento delle aliquote contributive a carico dei lavoratori autonomi ed atipici a partire dal 2011;
5. de-indicizzazione per il biennio 2012-2013 delle pensioni di importo superiore a 3 volte il trattamento minimo (circa 1.400 euro al mese)<sup>17</sup>.

#### 4. RISULTATI DEL MODELLO E SIMULAZIONI DI POLICY

In questo paragrafo si riepilogano i principali risultati delle simulazioni realizzate con il modello T-DYMM e si cerca di offrire una valutazione degli effetti delle recenti riforme in termini di adeguatezza delle pensioni tra il 2010 e il 2060. Nello specifico, lo scenario relativo alla “riforma Fornero” (legge 214/2011) è confrontato con lo scenario pre-riforma (relativo al maxi-emendamento alla legge di stabilità 2012).

A seguito dell’ultima riforma, l’anzianità media e l’età media al momento del pensionamento salgono fino ad arrivare a 36 anni la prima e a 68 la seconda. Alla fine del periodo di previsione per andare in pensione occorrono in media 2 anni in più per entrambi i requisiti rispetto alla legislazione precedente (FIG. 6). Il rapporto pensionati su occupati totali si stabilizzerà al di sotto del 100% con una riduzione di quasi 20 punti percentuali rispetto allo scenario pre-riforma per le donne e leggermente inferiore per gli uomini (FIG. 7).

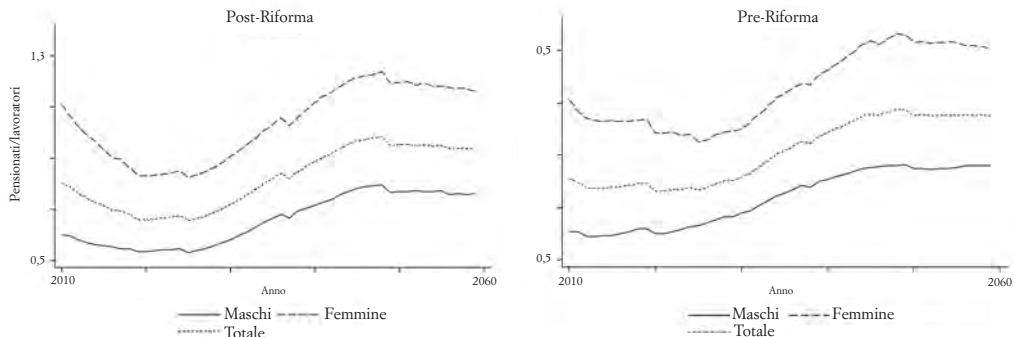
Figura 6. Età e anzianità media al pensionamento (medie quinquennali)



Fonte: T-DYMM, nostre elaborazioni.

<sup>17</sup> Sebbene nel modello non ci sia inflazione, si è ritenuto opportuno riprodurre la perdita di potere d’acquisto in termini reali insita nella penalizzazione per simulare in modo completo la riforma.

Figura 7. Tasso di dipendenza (pensionati da lavoro/occupati)



Fonte: T-DYMM, nostre elaborazioni.

Una prima misura della capacità del sistema previdenziale di assicurare adeguate condizioni di reddito ai pensionati è costituita dal tasso di sostituzione, calcolato come rapporto tra la prima pensione e l'ultima retribuzione percepita<sup>18</sup>.

I risultati mostrano un calo del tasso di sostituzione medio annuo delle pensioni lungo l'arco temporale di circa 7 punti percentuali (dall'80% nel 2010 al 73% dell'ultimo salario nel 2060) nello scenario relativo alla “riforma Fornero” (FIG. 8). Invece, nello scenario pre-riforma a causa del minore requisito di età che, in un sistema contributivo, riduce l'ammontare della prestazione – sia a causa della minore accumulazione di contributi, sia del più basso coefficiente di trasformazione – il tasso di sostituzione è inferiore di oltre 20 punti percentuali passando da valori superiori all'80 a valori prossimi al 60% nel 2045 per poi risalire fino al 65% nel 2060<sup>19</sup>.

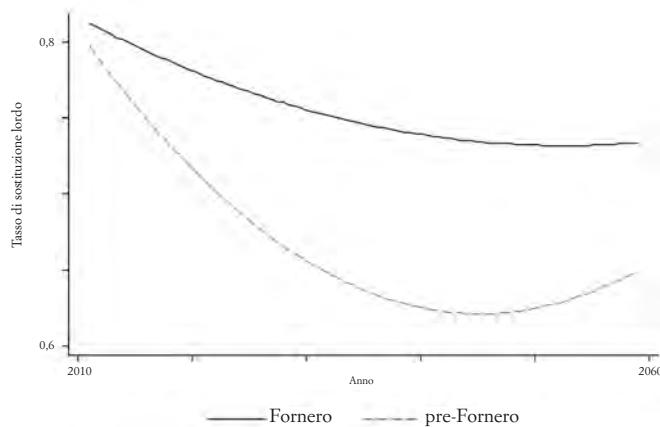
Come noto, il sistema contributivo è privo di meccanismi redistributivi interni, dato che i benefici pensionistici dipendono unicamente dai versamenti contributivi individuali. Pertanto, è possibile che le prestazioni di alcuni lavoratori possano risultare di importo talmente limitato da dover richiedere una integrazione tramite ad esempio un assegno sociale, ossia una misura *means tested* di carattere assistenziale, finanziata dalla fiscalità generale. Al riguardo, nonostante l'impatto positivo della “riforma Fornero” sui tassi di sostituzione, si osserva che il ricorso all'assegno sociale è previsto aumentare con tassi crescenti dal 2010 al 2060, interessando oltre il 15% dei pensionati nel 2060 (FIG. 9). Ad appannaggio di coloro che appartengono agli altri sistemi pensionistici (retributivo e misto) resta invece l'integrazione al trattamento minimo. In questo caso si osserva che la “riforma Fornero” riduce la platea di beneficiari rispetto al totale dei pensionati lungo tutto l'orizzonte temporale a partire dal 2015. Tale percentuale aumenta fino al 2030 raggiungendo il picco del 7%, e poi diminuisce coerentemente con l'aumento della quota di pensionati aderenti al sistema contributivo.

<sup>18</sup> Si precisa che le curve rappresentate nei grafici sono un'interpolazione dei dati simulati e quindi nella visualizzazione grafica ogni punto cattura anche gli andamenti dei valori contigui.

<sup>19</sup> Trattandosi di un modello che ha come unità di analisi gli individui, i tassi di sostituzione sono calcolati a livello individuale e poi aggregati in modo da riflettere l'eterogeneità della popolazione italiana, invece di considerare solo la media complessiva.

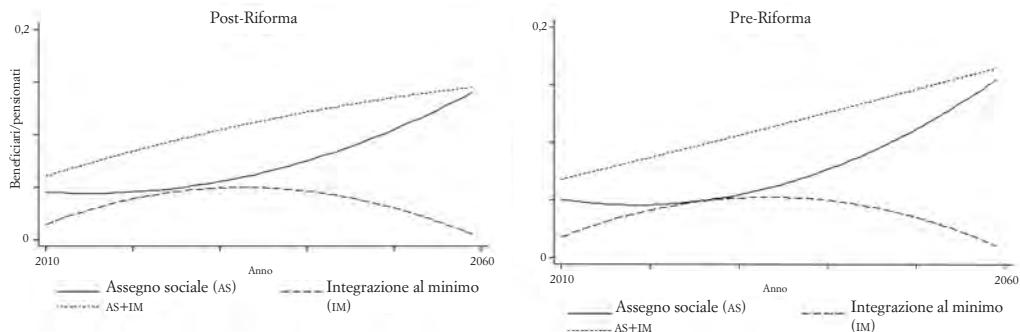
Occorre in ogni modo precisare che, sebbene le integrazioni al minimo e gli assegni sociali siano prestazioni il cui accesso è legato al reddito familiare complessivo, attualmente nel modello sono considerati i soli redditi da lavoro e da pensione e non le rendite finanziarie e immobiliari. Pertanto, i risultati del modello possono essere considerati un'approssimazione per eccesso della platea dei beneficiari delle prestazioni assistenziali.

Figura 8. Tassi teorici di sostituzione lordi pre e post riforma (legge 214/2011)



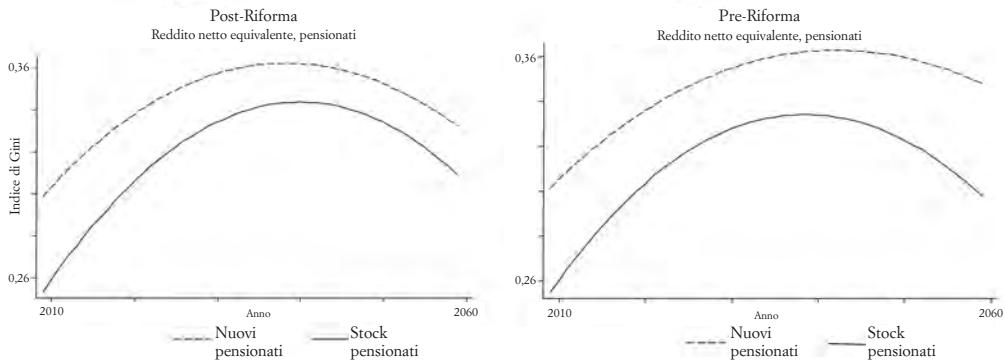
Fonte: T-DYMM, nostre elaborazioni. Interpolazione polinomiale.

Figura 9. Quota dei beneficiari di assegno sociale e integrazione al minimo sul totale dei pensionati



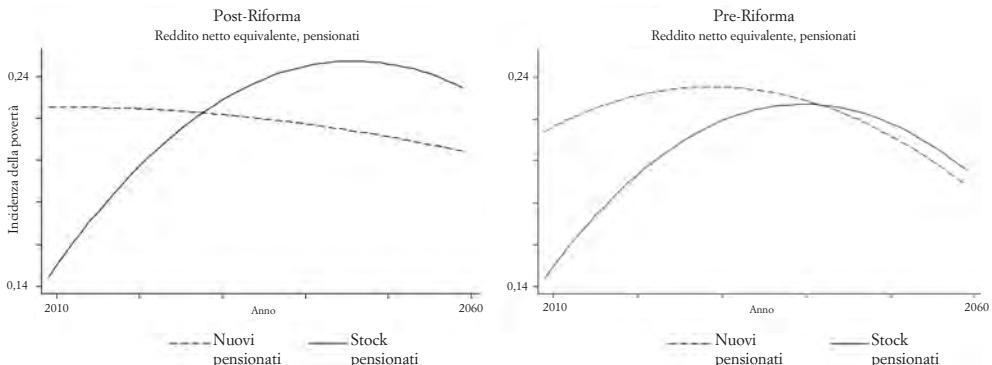
Fonte: T-DYMM, nostre elaborazioni. Interpolazione polinomiale.

Figura 10. Indice di Gini del reddito netto totale equivalente da pensione



Fonte: T-DYMM, nostre elaborazioni. Interpolazione polinomiale.

Figura 11. Incidenza della povertà basata sul reddito netto equivalente dei pensionati



Fonte: T-DYMM, nostre elaborazioni. Interpolazione polinomiale.

Infine, considerando tutta la popolazione, la proiezione dei tassi di povertà relativa<sup>20</sup>, sotto le ipotesi semplificate che la pensione pubblica e il lavoro siano le uniche fonti di reddito, suggerisce che la percentuale di pensionati appartenenti al contributivo sotto la soglia di povertà sia nei primi anni di simulazione più elevata rispetto a quella di altri gruppi (l'intera popolazione e i pensionati degli altri regimi pensionistici). Il rischio di povertà dovrebbe d'altronde diminuire grazie al progressivo allungamento dell'età pensionabile, a condizione che vi siano un sufficiente aumento della domanda di lavoro per i lavoratori anziani e salari adeguati. Tuttavia, va di nuovo sottolineato che l'introduzione nel computo dei redditi familiari della ricchezza mobiliare e immobiliare potrebbe ridurre

<sup>20</sup> La povertà relativa è calcolata rispetto alla soglia del 60% dei redditi mediani equivalenti.

in modo significativo il rischio di povertà dei pensionati. Le maggiori criticità della manovra di fine 2011 sembrano riguardare gli aspetti distributivi all'interno del gruppo dei pensionati. Infatti, rispetto allo scenario pre-riforma si osserva un aumento dell'indice di diseguaglianza di Gini soprattutto per i nuovi pensionati fino al 2040 (FIG. 10). Tuttavia, nel lungo periodo, l'allungamento dell'età lavorativa e l'estinzione dei regimi diversi dal contributivo porterebbero ad un più veloce rientro delle diseguaglianze. Parallelamente, si osserva un miglioramento dell'incidenza della povertà relativa tra i nuovi pensionati, probabilmente a seguito della de-indicizzazione dei redditi pensionistici elevati prevista dall'ultima manovra.

## 5. CONCLUSIONI E LINEE DI SVILUPPO

L'obiettivo principale di questo lavoro è stato presentare il modello di microsimulazione T-DYMM, sviluppato all'interno di un progetto europeo che ha visto coinvolto il Dipartimento del Tesoro. Il modello nasce con lo scopo di approfondire gli aspetti distributivi connessi alle riforme del sistema di protezione sociale e, rispetto ad altri modelli esistenti, beneficia della ricchezza di informazioni presenti nella nuova banca dati AD-SILC che consente stime dettagliate dei parametri che guidano le scelte dei lavoratori e le loro transizioni fra i diversi status occupazionali.

In particolare, il modello è stato implementato sulla base dei recenti cambiamenti legislativi del sistema pensionistico italiano, valutandone l'impatto in termini distributivi. Considerando i risultati preliminari delle simulazioni, si osserva che i recenti interventi normativi tesi a rafforzare la componente contributiva del sistema pensionistico italiano, attraverso l'allungamento della vita lavorativa ed un più stretto legame dei requisiti di pensionamento con la speranza di vita, hanno ridotto significativamente i potenziali rischi di inadeguatezza delle pensioni, a condizione che le carriere individuali siano abbastanza lunghe. Ciononostante occorre ricordare che, nel sistema contributivo, i benefici pensionistici dipendono strettamente della carriera lavorativa individuale e quindi più in generale dalle performance del mercato del lavoro. Tenuto conto che l'impatto dell'attuale crisi economica sul mercato del lavoro potrebbe avere effetti prolungati e che il mercato del lavoro italiano negli ultimi vent'anni è stato caratterizzato da una crescente segmentazione e dalla proliferazione di contratti cosiddetti atipici, è opportuno valutare con cautela il legame tra eterogeneità delle carriere e livelli di adeguatezza del sistema pensionistico.

Ed è proprio in questa ottica che un modello dinamico di microsimulazione rappresenta uno strumento ideale per effettuare valutazioni a supporto dei *policy makers*, permettendo il controllo delle dinamiche di lungo periodo.

Per tale motivo, sono attualmente in corso alcuni affinamenti ed estensioni del modello, quali: *a)* aggiornamento della banca dati che includa informazioni di fonte INPS sulla storia lavorativa fino al 2011; *b)* aggiornamento della piattaforma di programmazione<sup>21</sup>; *c)* revisione dei principali moduli e relative stime; *d)* inclusione di nuovi moduli. In particolare, si ritiene essenziale includere nel modello due nuovi moduli, uno relativo alla popolazione immigrata e l'altro sull'accumulazione della ricchezza individuale e familiare. La stima dei flussi migratori permetterebbe una più accurata valutazione degli effetti delle dinamiche

<sup>21</sup> Nello specifico si passerà dalla piattaforma LIAM a quella LIAM2, sviluppata presso il Federal Planning Bureau del Belgio e disponibile gratuitamente all'indirizzo <http://liam2.plan.be/#LatestNews>.

demografiche, mentre il modulo ricchezza migliorerebbe la valutazione dei flussi di redditi non da lavoro e delle scelte di risparmio, anche in relazione alla partecipazione alla previdenza complementare. In questo modo l'analisi distributiva e la valutazione delle condizioni di accesso ai trasferimenti assistenziali includerebbero la stima di tutte le principali componenti di reddito familiare e individuale.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- APRILE R., DE PERSIO P., LUCARELLI A. (2002), *Una previsione di medio-lungo periodo dei tassi di attività secondo un approccio generazionale*, "Economia & Lavoro", 2.
- ATKINSON A., SUTHERLAND H. (1988), *Tax Benefit Models*, Sticerd Occasional Paper, n. 10, London School of Economics, London.
- BOURGUIGNON F., SPADARO A. (2006), *Microsimulation as a Tool for Evaluating Redistribution Policies*, Working Paper, n. 20, Society for the Study of Economic Inequality.
- CHECCHI D. (a cura di) (2010), *Inmobilità diffusa*, il Mulino, Bologna.
- CURCI N., COROMALDI M., DE LUCA G., DE PALO D. (2007), *The Italian Micro-simulation Model EconLaw*, paper presentato alla prima conferenza della International Microsimulation Association, Vienna, 21 agosto.
- DEKKERS G. et al. (2009), *What Are the Consequences of the AWG Projections for the Adequacy of Social Security Pensions? An Application of the Dynamic Micro Simulation Model, MIDAS, for Belgium, Italy and Germany*, Final report of the AIM project.
- EC-ECONOMIC PROTECTION COMMITTEE (2012), *The Ageing Report 2012*.
- EC-SOCIAL PROTECTION COMMITTEE (2012), *Report on pension adequacy 2010-2050*.
- FABRIZI E., RAITANO M. (2012), *Rigido, flessibile o liquido? L'immagine del mercato del lavoro italiano dal dataset AD-SILC*, "Economia & Lavoro", 3.
- HARDING A. (1996), *Microsimulation and Public Policy*, North Holland, Amsterdam.
- JINJING LI, O'DONOGHUE C. (2012), *A Methodological Survey of Dynamic Microsimulation Models*, mimeo.
- KLEVMARKEN N. A. (1997), *Behavioral Modelling in Microsimulation Models. A Survey*, Working Paper, Uppsala University, Department of Economics, Uppsala.
- MAZZAFERRO C., MORCIANO M. (2008), *CAPP\_DYNN: A Dynamic Microsimulation Model for the Italian Social Security System*, Center for the Analysis of Public Policies (CAPP), Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Economia Politica, Modena.
- MEF-FGB (2012), *Innovative Datasets and Models for Improving Welfare Policies*, Final report.
- O'DONOGHUE C. (2001), *Dynamic Microsimulation: A Methodological Survey*, "Brazilian Electronic Journal of Economics", 4, 2.
- ORCUTT G. (1957), *A New Type of Socio-economic System*, "Review of Economics and Statistics", 58, 2.
- RAITANO M. (2012), *La distribuzione delle retribuzioni da lavoro dipendente in Italia nel periodo 1996-2009: l'evidenza dal campione AD-SILC*, "Economia & Lavoro", 3.
- SUTHERLAND H. (1995), *Static Microsimulation Models in Europe: a Survey*, Microsimulation Unit Discussion Paper, University of Cambridge, Cambridge.
- TOSO S. (1997), *Modelli di microsimulazione dinamici e analisi di lungo periodo delle politiche fiscali*, in G. Muraro, G. M. Rey (a cura di), *Ineguaglianza e redistribuzione*, Franco Angeli, Milano.
- ZAIDI A., RAKE K. (2002), *Dynamic Microsimulation Models: A Review and Some Lessons for Sage*, Sage Discussion Paper, n. 2, London.