

Scienza e Pace

Science & Peace

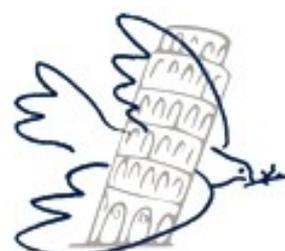
ISSN 2039-1749

VOL. IX, N. 2 (2018)

Modello di Macroeconomia Ecologica per la Transizione Energetica (2METE). Scenari alternativi per la sostenibilità ecologica e l'equità sociale

Simone D'Alessandro

Rivista online del Centro Interdisciplinare
"Scienze per la Pace" – Università di Pisa



Paper soggetto a double-blind peer review

Ricevuto il 15 dicembre 2017

Accettato il 25 novembre 2018

Per citare il *paper*:

D'Alessandro, S. (2018), “Modello di Macroeconomia Ecologica per la Transizione Energetica (2METE). Scenari alternativi per la sostenibilità ecologica e l’equità sociale”, *Scienza e Pace*, IX (2), pp. 1-32.

I contenuti di “Scienza e Pace” sono rilasciati sotto licenza
Creative Commons BY-NC-SA 4.0



Modello di Macroeconomia Ecologica per la Transizione Energetica (2METE). Scenari alternativi per la sostenibilità ecologica e l'equità sociale*

di **Simone D'Alessandro****

Abstract

Questo lavoro presenta i risultati di un'analisi ottenuta applicando al caso italiano il modello 2METE (Modello di Macroeconomia Ecologica per la Transizione Energetica): un modello ispirato alla letteratura di macroeconomia ecologica. Negli ultimi anni la ricerca internazionale ha prodotto numerosi studi che evidenziano come le eccessive emissioni e il costante degrado ambientale richiedano una revisione significativa delle strategie di crescita e una conseguente trasformazione del sistema economico. Il modello 2METE si propone di testare, in modo formale, l'efficacia e la coerenza di politiche che permettano di raggiungere nel 2050 una riduzione di emissioni di CO₂ superiore all'80% rispetto ai livelli del 1990, come richiesto dall'Unione Europea, e che portino, nel contempo, a una riduzione delle disuguaglianze, verificandone l'impatto sulle principali variabili macroeconomiche. Per raggiungere lo scopo è stato necessario sviluppare una teoria che rappresenti i legami tra economia, energia e ambiente, tenendo anche conto delle scelte tecnologiche e di efficienza energetica.

Parole chiave / Keywords

Macroeconomia ecologica, sostenibilità, equità sociale, emissioni, transizione energetica

Ecological macroeconomics, sustainability, social equity, emissions, energy transition

* Si ringraziano per la collaborazione al design del modello e all'analisi dei risultati: Giovanni Bernardo (Università di Palermo), Tiziano Distefano (Politecnico di Torino), Luigi Giorgio (MDF), Pietro Guarnieri (Università di Pisa), Patty L'Abbate (MDF), William M. Mebane (Consulente energia) e Emanuele Piccinno (MDF). Ogni responsabilità di ciò che è scritto nel presente report è esclusivamente dell'autore. Studio sviluppato con il supporto finanziario di MDF (Movimento per la Decrescita Felice).

** Simone D'Alessandro è Professore Associato di Economia Politica presso il Dipartimento di Economia e Management dell'Università di Pisa. E-mail: simone.dalessandro@unipi.it

Introduzione

Questo lavoro presenta i risultati di un'analisi ottenuta applicando al caso italiano il modello 2METE¹, un modello ispirato alla letteratura di macroeconomia ecologica. Negli ultimi anni la ricerca internazionale ha prodotto numerosi studi che evidenziano come le eccessive emissioni e il costante degrado ambientale richiedano una revisione significativa delle strategie di crescita e una conseguente trasformazione del sistema economico (Victor, 2008; Jackson, 2009; Martínez-Alier et al., 2010; Kallis et al., 2012).

Il modello 2METE si propone di testare, in modo formale, l'efficacia e la coerenza di politiche che permettano di raggiungere nel 2050 una riduzione di emissioni di CO₂ superiore all'80% rispetto ai livelli del 1990, come richiesto dall'Unione Europea, e che portino, nel contempo, a una riduzione delle disuguaglianze, verificandone l'impatto sulle principali variabili macroeconomiche². Per raggiungere lo scopo è stato necessario sviluppare una teoria che rappresenti i legami tra economia, energia e ambiente, tenendo anche conto delle scelte tecnologiche e di efficienza energetica.

La cosiddetta crescita verde (*green growth*), alla base di gran parte delle scelte di politiche ambientali all'interno dell'Unione Europea, ha promosso l'idea che l'efficientamento energetico, affiancato dall'automazione, possa determinare un aumento della competitività del sistema industriale europeo. Inoltre, gli investimenti necessari per l'innovazione tecnologica (anche attraverso il sussidio pubblico) possono favorire la ripresa riducendo l'alta disoccupazione che caratterizza le economie europee. La teoria economica prevalente in tema di sostenibilità sostiene, dunque, che le politiche ambientali possono rappresentare un volano per la crescita stessa (Jänicke, 2012; Jacobs et al., 2012).

La difficoltà è che esistono pochi modelli macroeconomici per testare quale insieme di politiche possa promuovere la transizione a una società ecologicamente sostenibile e socialmente più equa. La letteratura della macroeconomia ecologica sta fiorendo cercando di colmare questa lacuna (es. Rezai et al., 2013; Røpke, 2013; Rezai e Stagl, 2016). Come evidenziano Hardt e O'Neill (2017), non esiste ancora una definizione precisa di macroeconomia ecologica, ma si

1 Modello di Macroeconomia Ecologica per la Transizione Energetica.

2 L'obiettivo della riduzione delle emissioni di CO₂, frutto ovviamente di una mediazione politica, è in linea con le stime dell'IPCC per il mantenimento del surriscaldamento globale al di sotto di un incremento di 2 gradi centigradi.

possono identificare tre temi caratterizzanti:

- i. analisi delle dinamiche di un'economia senza crescita (Daly, 1991; Victor, 2008; Jackson, 2009; Kallis et al., 2013; Jackson et al., 2016);
- ii. integrazione delle politiche ambientali con gli effetti macroeconomici (es. effetto rimbalzo) (Dafermos et al., 2017; Røpke, 2016);
- iii. sviluppo di una teoria che unisca la macroeconomia post-keynesiana con l'economia ecologica (Gowdy, 1991; Kronenberg, 2010; Taylor et al., 2016; Rezai e Stagl, 2016)³.

Il modello che proponiamo tiene conto di questi tre aspetti e integra l'analisi della macroeconomia ecologica attraverso la formalizzazione di alcune relazioni che non trovano una trattazione coerente all'interno dei modelli macroeconomici⁴. In particolare, 2METE:

- a. introduce un settore che rappresenta l'ELS che si aggiunge ai beni di consumo finali tradizionali;
- b. analizza la dinamica della popolazione e i suoi effetti sull'invecchiamento della popolazione e, di conseguenza, sulla sostenibilità del sistema pensionistico e del bilancio pubblico;
- c. tiene conto dei cambiamenti avvenuti nelle istituzioni del mercato del lavoro, ad esempio dell'aumento della flessibilità;
- d. disaggrega le fonti di energia esaminando la composizione del mix energetico nazionale.

La molteplicità dei feedback che emerge all'interno del sistema socio-economico e ambientale aumenta notevolmente la complessità della struttura teorica. Per questa ragione, il modello è sviluppato utilizzando la dinamica dei sistemi. Questo approccio, attraverso la struttura del modello e i rapporti di causalità tra le variabili, aiuta la comprensione e la spiegazione dei risultati e dei loro fattori determinanti (Costanza et al., 1993; Costanza e Ruth, 1998; Jackson et al., 2016; Bernardo e D'Alessandro, 2016). Il metodo utilizzato è particolarmente indicato per l'analisi di scenari alternativi attraverso le simulazioni degli effetti delle politiche introdotte.

3 Per una trattazione più dettagliata si veda Hardt e O'Neill (2017, pp. 199-200).

4 Nonostante vi siano numerosi elementi originali, questo modello prende spunto dal modello EUROGREEN che è stato sviluppato all'interno di un progetto finanziato dal gruppo parlamentare europeo Greens/EFA per l'analisi delle politiche di creazione del lavoro in un contesto di post-growth delle economie europee. A questo link è scaricabile il [modello](#).

A questo scopo il modello confronta tre scenari per il periodo 2010-2050:

- Scenario *Business as Usual* (BAU): analizza gli effetti delle politiche attuali ed è utile come confronto e per la calibrazione del modello.
- Scenario *Green Growth* (GG): analizza gli effetti di politiche che promuovono la crescita economica attraverso un forte aumento dell'efficienza energetica e della produttività del lavoro.
- Scenario *Degrowth* (DG): analizza gli effetti di un insieme di politiche che tendono a ridurre i consumi energetici e le disuguaglianze in modo coerente con le proposte del Movimento per la Decrescita Felice.

Per quanto riguarda la parte energetica del modello, le calibrazioni dello scenario BAU sono state fatte seguendo i risultati del modello PRIMES e le stime di EUCO della Commissione Europea. Nonostante la continua riduzione delle emissioni di CO₂ dovute all'efficientamento energetico e all'aumento della quota di energia elettrica rinnovabile, le politiche attuali non sono in grado di rispettare il target di riduzione delle emissioni. Sul lato economico, nonostante un tasso di crescita medio del PIL dello 0.87%, l'aumento dell'automazione e, conseguentemente, della produttività del lavoro comportano un aumento del tasso di disoccupazione (cfr. figura 1).

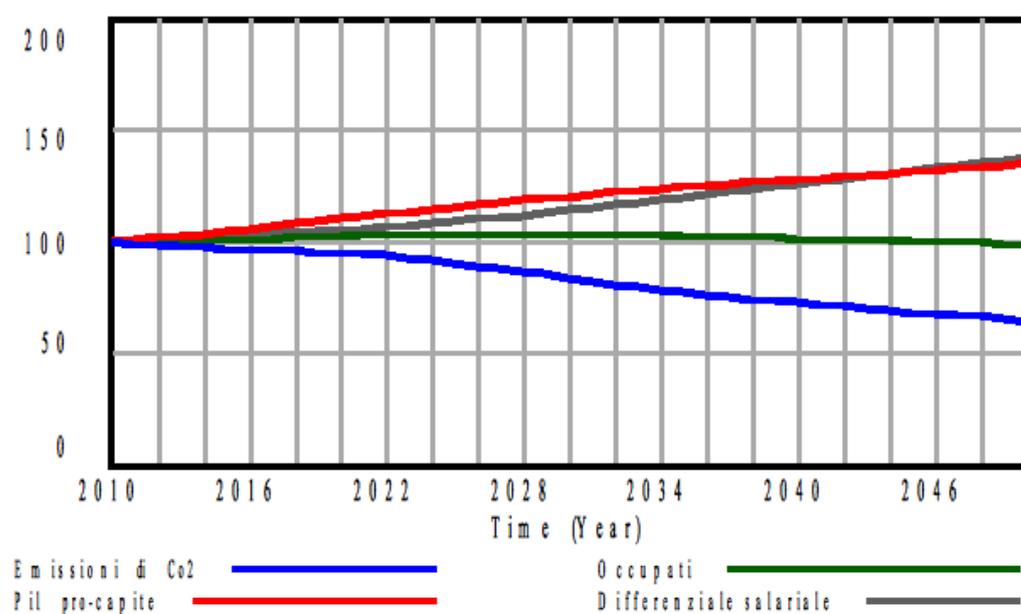


Figura 1. Scenario Business as Usual: indicatori principali

Inoltre, l'aumento della produttività del lavoro che si concentra soprattutto nel settore tradizionale determina un aumento significativo della disuguaglianza nel mercato del lavoro. Infine, il bilancio dello stato peggiora notevolmente soprattutto a causa dell'invecchiamento della popolazione e del conseguente aumento della spesa pensionistica.

Lo scenario GG (cfr. figura 2) si propone di migliorare gli indicatori ambientali attraverso un notevole aumento degli investimenti "verdi" (sia pubblici che privati), sia con l'obiettivo di ridurre drasticamente l'intensità energetica sia con lo sviluppo delle rinnovabili e di un contemporaneo cambiamento nella composizione dei consumi energetici a favore dell'energia elettrica. Questo approccio, dominante all'interno del dibattito scientifico, è al centro della Strategia Energetica Nazionale (SEN2017), documento redatto dal Ministero dello Sviluppo Economico e da quello dell'Ambiente al fine di definire le politiche necessarie al rispetto degli accordi di Parigi (COP212015) e dei target dell'Unione Europea.

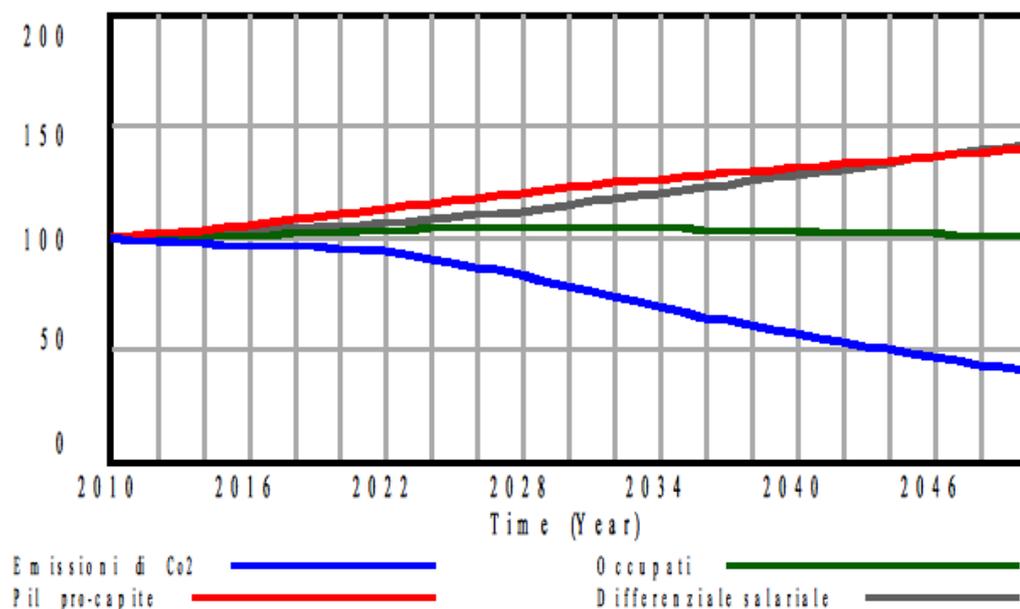


Figura 2. Scenario *Green Growth*: indicatori principali

Lo scenario ottenuto sviluppando le politiche di *green growth* è in grado di generare un lieve miglioramento di tutti gli indicatori economici rispetto allo scenario BAU: aumento del tasso di crescita del PIL (il tasso di crescita medio del PIL raggiunge lo 0.96%), riduzione della disoccupazione, miglioramento dei conti pubblici, aumento del salario medio. Inoltre, mentre rispetto allo scenario

BAU la distribuzione funzionale del reddito premia lievemente il lavoro, all'interno del mercato del lavoro aumenta la disuguaglianza tra i salari nei vari settori. I risultati che si ottengono da un punto di vista energetico e di emissioni sono, almeno parzialmente, in linea fino al 2030 con i target previsti dall'Unione Europea (ad esempio, l'aumento della quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo interno lordo di energia è pari al 27%, l'aumento dell'efficienza superiore al 27% richiesto). Per il 2050 invece, gli obiettivi previsti non risultano raggiungibili. Rispetto alla decarbonizzazione, lo scenario GG raggiunge una riduzione del 65% nel 2050 rispetto ai valori del 1990, nonostante un forte aumento dell'intensità energetica (che si dimezza mediamente tra il 2010 e il 2050), una quasi totale produzione di energia elettrica attraverso le fonti rinnovabili (circa il 95% nel 2050), e un aumento significativo della quota di energia elettrica nella composizione della domanda di energia (che raddoppia tra il 2010 e il 2050 raggiungendo il 36% del consumo di finale di energia).

Lo scenario DG (cfr. figura 3) è l'unico che risolve tutte le problematiche legate all'ottenimento della prosperità sostenibile: una bassa disoccupazione, una bassa polarizzazione sul mercato del lavoro, una bassa disuguaglianza del reddito, la sostenibilità fiscale, un sistema energetico sostenibile, taglio dell'80% di emissioni di CO₂ al 2050 e una sostanziale diminuzione del danno ambientale.

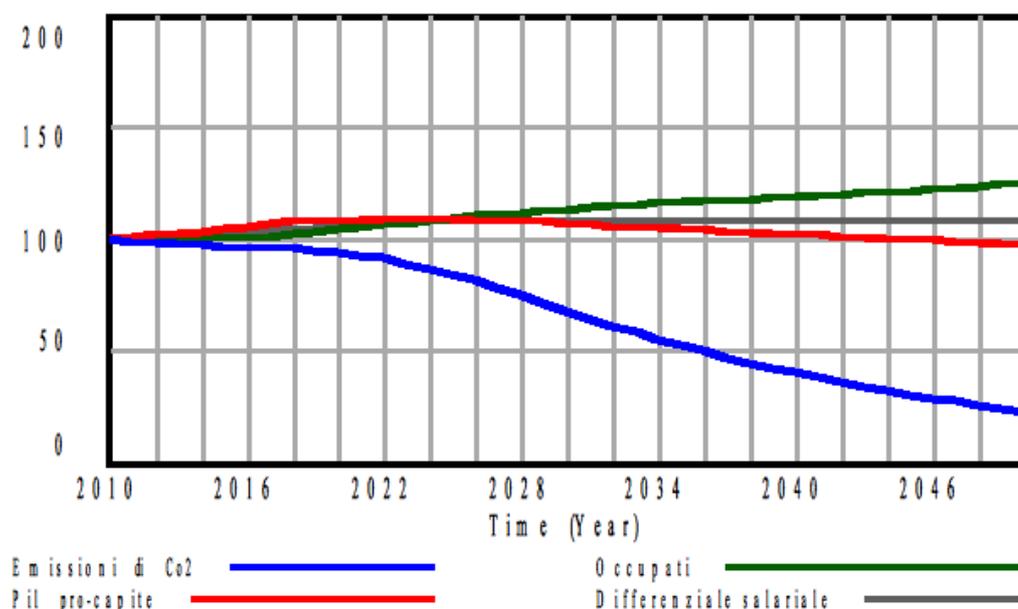


Figura 3. Scenario *De-Growth*: indicatori principali

Lo scenario DG evidenzia come, basando la transizione prevalentemente su

aumenti di efficienza energetica, il sistema sia esposto a un aumento della domanda di energia (Herring, 2006). Per evitare questi effetti servono politiche che implementino scelte di sufficienza energetica. Si noti che lo scenario DG produce una riduzione delle emissioni e dei consumi energetici molto simile a quelle ottenute dagli scenari francesi di *Negawatt* (Acket e Bacher, 2013).

Il resto del report è così organizzato. Nella sezione successiva presentiamo una descrizione qualitativa del modello rimandando al Materiale Supplementare 2 la parte analitica. Nella sezione 3 vengono riportate le fonti dei dati che sono stati utilizzati per le calibrazioni e la definizione degli scenari attraverso la descrizione delle politiche prese in considerazione. La sezione 4 riporta la discussione dei principali risultati ottenuti. La sezione 5 conclude con le considerazioni finali. Infine, il Materiale Supplementare 1 riporta la descrizione dettagliata delle 27 politiche utilizzate nel modello per la determinazione dei tre scenari.

1. Il modello

Una rappresentazione aggregata del modello è presentata nella Figura 4. Il modello prende in considerazione quattro tipologie di individui: gli occupati, i disoccupati, i pensionati e i capitalisti. La dinamica della popolazione determina il numero dei soggetti attivi e dei pensionati. In questa versione non prendiamo in considerazione effetti endogeni (di retroazione) sul tasso di partecipazione la cui dinamica è stabilita esogenamente⁵.

L'economia è composta da tre settori principali: il settore dei beni di consumo finali tradizionali, il settore dell'economia locale e sociale e il settore di produzione di energia. Data l'importanza del settore energetico nella struttura del modello, distinguiamo il consumo finale e intermedio di energia elettrica, di

5 La dinamica della popolazione è basata sulle proiezioni demografiche dell'ISTAT, sia per quanto riguarda la crescita della popolazione sia per le stime della forza lavoro e quindi del tasso di partecipazione. Si noti che queste stime sono significativamente diverse da quelle del modello PRIMES (la popolazione in Italia nel 2050 è prevista pari a 67 milioni nel modello PRIMES e 62,5 milioni nelle previsioni più alte dell'ISTAT limite superiore 90% dell'intervallo di confidenza). Assumiamo una struttura della popolazione a quattro coorti: I = 0-14, II = 15-44, III = 45-64 e IV = 65+ anni. Seguiamo nel tempo l'evoluzione di queste coorti dati i tassi di maturazione tra una e la successiva e i tassi di mortalità e il tasso di natalità (che vale anche per migrazione in ogni coorte). I parametri scelti sono basati sulle stime demografiche dell'ISTAT. Le due coorti centrali costituiscono la popolazione attiva. Per una rappresentazione grafica del modulo della popolazione usato in 2METE, si veda Fig. 5.

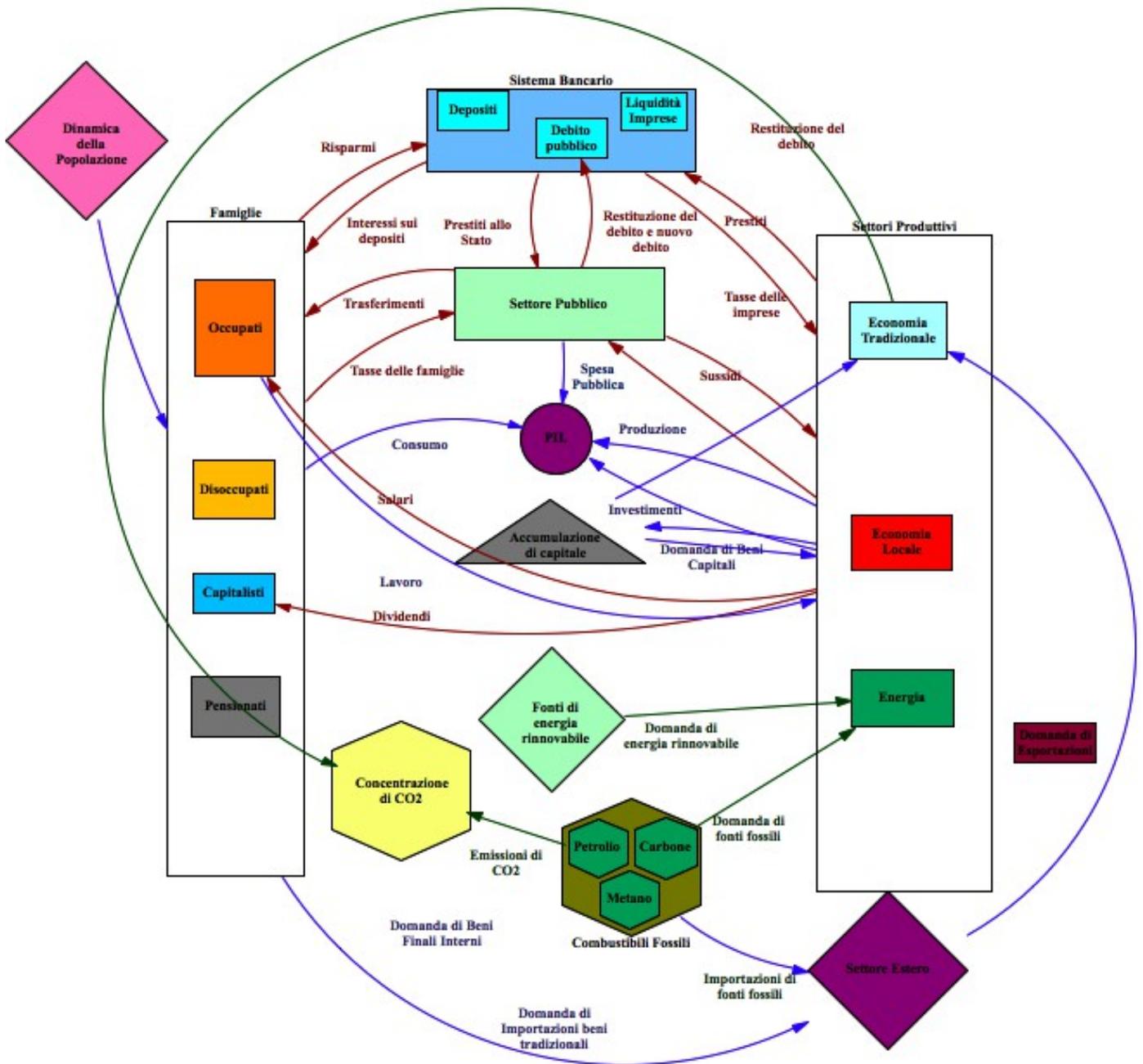


Figura 4. La struttura macro del modello

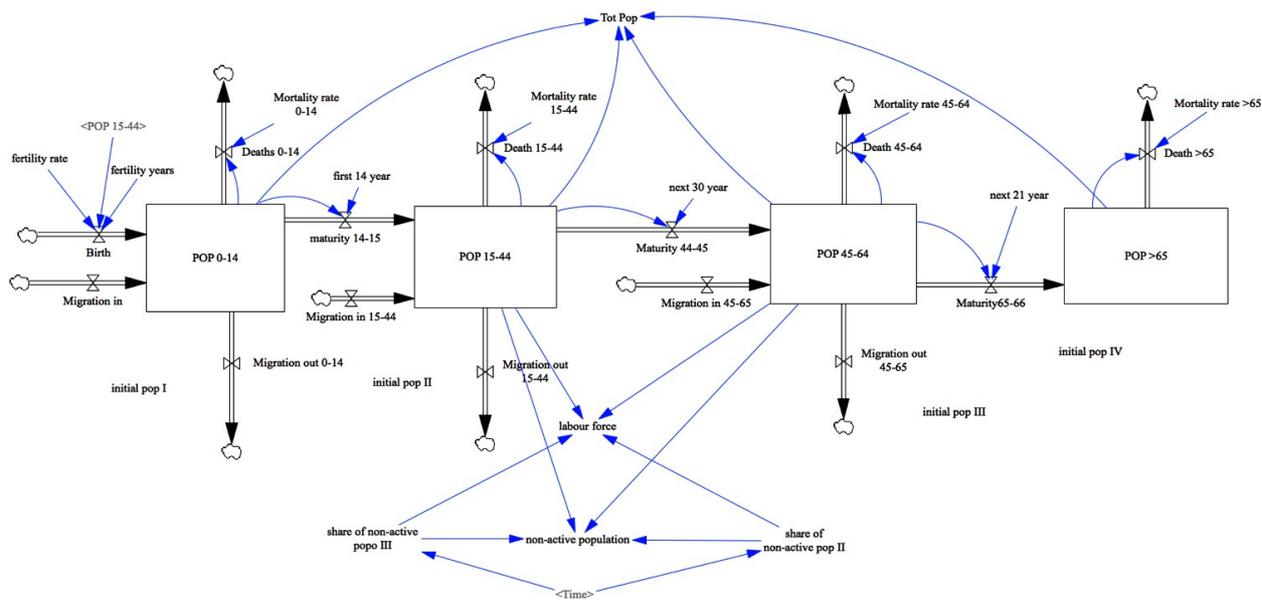


Figura 5. Il modulo della popolazione usato in 2METE

gas metano e di petrolio, tenendo conto che la produzione di energia elettrica può avvenire attraverso le fonti fossili (solide, liquide e gassose) o con l'energia rinnovabile. L'uso di fonti fossili per l'uso di energia produce CO_2 , che è il principale indicatore ambientale che consideriamo. Allo stesso tempo però l'uso di energia e il consumo di beni e servizi produce un impatto ambientale che riduce la qualità ambientale. Inoltre, assumiamo che le famiglie possano fare investimenti in efficienza energetica al fine di ridurre il consumo di energia.

All'interno dell'economia locale e sociale (ELS) includiamo oltre ai settori generalmente considerati non di mercato (si veda ad es. la definizione di *Eurostat* all'interno della divisione dei settori produttivi *NACE*), anche la vendita diretta, intesa sia in termini di produzione di beni alimentari (ad es. produzione a chilometro zero, gruppi di acquisto solidale) che di artigiani e riparatori locali. Questo ci allontana dai modelli standard, ma ci consente di capire gli effetti che determinate politiche per la diffusione dell'ELS possono avere all'interno del sistema economico (ad es. l'effetto dell'aumento della durata media di alcuni prodotti soprattutto rispetto al lavoro locale generato e al consumo di energia). Purtroppo, al momento, non esistono ricostruzioni rigorose quantitative dell'importanza di questo settore.

Per capire quanta parte del reddito delle famiglie sia speso nell'ELS abbiamo utilizzato l'indagine sulla spesa delle famiglie prodotta dall'ISTAT su un

campione di circa 25000 famiglie italiane. Alla luce di vari studi assumiamo che questo settore riceva, inizialmente, circa il 10% della domanda delle famiglie e della pubblica amministrazione⁶.

Questa struttura è completata considerando la presenza del “Sistema Bancario” e del Settore Pubblico. Il sistema bancario detiene i depositi delle famiglie, lo stock di debito pubblico e la liquidità delle imprese (i debiti delle imprese). I flussi monetari sono visibili in rosso nella figura 4. Il settore pubblico percepisce tasse sia dalle famiglie che dalle imprese e fronteggia tre tipologie di spesa: i trasferimenti alle famiglie, i sussidi alle imprese (che per il momento non sono considerati) e la spesa per acquisto di beni e servizi.

Infine, consideriamo gli scambi con l'estero che riguardano i beni prodotti nei settori dei beni di consumo finali tradizionali e l'importazione di fonti di energia fossili e di energia elettrica. Al contrario, non consideriamo la possibilità che vi siano rapporti con l'estero nel settore ELS (i prodotti del settore sono beni e servizi non esportabili).

2.1. Distribuzione del reddito e comportamento dei consumatori

Gli occupati percepiscono un reddito pari al salario orario del settore nel quale sono occupati moltiplicato per il numero di ore annuali mediamente lavorate nel settore. I disoccupati ottengono mediamente un reddito annuale (es. sussidio di disoccupazione) che è una frazione del salario annuale più basso fra i quattro settori. I redditi dei pensionati sono proporzionali al salario medio⁷. Assumiamo, inoltre, che esista una classe di capitalisti, che ottengono i dividendi (ossia i profitti distribuiti) in quanto proprietari di banche e/o imprese⁸. Questa distinzione consente di valutare la dinamica della distribuzione funzionale del reddito che ha certamente un forte impatto sulla distribuzione personale del

6 Il dato di partenza non è comunque estremamente importante, quello che ci interessa è capire l'effetto di un cambiamento strutturale dell'economia verso l'ELS.

7 Questa proporzione varia nel tempo. Vista l'attuale legislazione vigente ci si aspetta una continua riduzione del reddito del pensionato medio. Nonostante questa riduzione la spesa per pensioni aumenta in modo significativo a causa dell'invecchiamento della popolazione. Ritorneremo su questo punto nella definizione degli scenari e nella descrizione delle politiche.

8 È chiaro che questa ipotesi è un'approssimazione. La proprietà delle imprese è almeno parzialmente all'interno dei “portafogli” finanziari delle famiglie. La gran parte della proprietà delle imprese in Italia è distribuita tra un gruppo di persone che non sono lavoratori dipendenti e non percepiscono un salario. Da un punto di vista formale, l'ipotesi che viene fatta nel modello è che esista un comportamento medio degli agenti percettori dei profitti distribuiti. In altre parole, un lavoratore dipendente che ha un reddito addizionale da capitale, si comporta come un “puro” lavoratore per la parte di reddito da lavoro, e come un “puro” capitalista per i redditi da capitale.

reddito e della ricchezza. A sua volta, nella tradizione di Kalecki (1954, 1971), la distribuzione del reddito influenza la domanda aggregata per consumi e servizi finali. Infatti, data la tradizionale assunzione che i lavoratori consumano una quota maggiore del proprio reddito rispetto ai capitalisti, una distribuzione del reddito più progressiva aumenta la domanda aggregata.

Dati i redditi lordi di queste quattro categorie, attraverso la tassazione differenziata per ogni categoria si determina il reddito disponibile complessivo dell'economia. I consumi delle famiglie è una funzione del reddito disponibile realizzato nel periodo precedente e della ricchezza iniziale del periodo. Una volta determinata la spesa per consumi assumiamo che le preferenze delle famiglie determinino la quota spesa nei tre settori (economia tradizionale, ELS, energia). Queste quote sono assunte stabili nello scenario BAU mentre subiscono lievi modifiche negli altri due scenari.

Tutte le tipologie di investimento delle imprese dipendono, in un dato periodo, dalle condizioni caratteristiche del periodo precedente, che sono quindi date all'inizio del periodo. Per semplicità assumiamo che tutti gli investimenti siano in beni tradizionali e quindi siano da considerarsi una componente della domanda complessiva del settore tradizionale. Come tale, parte di questa domanda è rivolta a beni prodotti all'estero.

Si noti, infatti, che l'unico settore finale aperto agli scambi con l'estero è quello tradizionale, mentre l'importazione di energia elettrica e fonti fossili è un bene intermedio che rientra nei costi delle imprese produttrici di energia. Le importazioni sono una frazione della domanda aggregata del settore finale. Questa frazione dipende dal rapporto tra i prezzi dei prodotti nazionali e quelli internazionali⁹.

Dati i prezzi decisi dalle imprese, le quote di spesa e la spesa totale per consumi, le domande di beni e servizi finali sia del settore tradizionale che di quello locale sono determinate. Per quanto riguarda la domanda di energia, la spesa energetica delle famiglie viene distribuita tra elettricità, metano e prodotti petroliferi. Inizialmente (2010) la spesa per energia è così distribuita: 28% elettricità, 32% metano e 40% petrolio¹⁰. Le famiglie inoltre possono impiegare

⁹ In questa versione del modello, le variazioni di prezzo nel settore tradizionale sono estremamente limitate, quindi l'effetto sulla quota di importazioni è sostanzialmente ininfluenza almeno per quanto riguarda lo scenario BAU e GG.

¹⁰ Fonte: indagine ISTAT sui consumi delle famiglie 2011.

una parte della propria ricchezza per investimenti in efficienza energetica.

Questi investimenti dipendono dagli incentivi ricevuti e, più in generale, dal grado di informazioni in proprio possesso e dalla loro consapevolezza delle problematiche ambientali¹¹. L'efficientamento energetico delle famiglie produce un risparmio. Questo risparmio aumenta i consumi del periodo successivo in tutti e tre i settori. Questo feedback, che vuole rappresentare l'effetto rimbalzo, non è quindi concentrato nel settore energetico ma viene suddiviso proporzionalmente nelle domande di tutti i settori.

La variazione dei depositi delle famiglie, unica forma di ricchezza considerata nel modello, è data dalla differenza tra il reddito disponibile e la spesa per consumi meno la spesa per investimenti in efficientamento energetico nel periodo. Seguendo il ragionamento sul ruolo della distribuzione funzionale, abbiamo analizzato due stock di depositi: uno per i redditi da capitale (profitti distribuiti) e uno per tutti i redditi da lavoro.

La spesa pubblica per acquisto di beni e servizi segue una struttura analoga a quella delle famiglie, per questa ragione non viene discussa in dettaglio. Si noti però che, da un lato, la spesa per investimenti del settore pubblico entra direttamente nel saldo del bilancio pubblico, dall'altro, le quote di spesa nei vari settori sono decisioni che varieranno negli scenari in modo significativo attraverso le politiche ipotizzate.

Inoltre, assumiamo che il settore tradizionale riceva una domanda estera di esportazioni. Le esportazioni sono determinate da un tasso di crescita esogeno e dalla dinamica dei prezzi interni rispetto a quelli esteri.

2.2. Produzione e domanda dei fattori

L'economia è composta da tre settori produttivi: beni e servizi tradizionali, beni e servizi sociali e locali, ed energia. L'energia può essere prodotta attraverso le fonti fossili o quelle rinnovabili. Le due industrie energetiche sono caratterizzate da una diversa tecnologia. Questa distinzione è importante per capire come l'atteso sviluppo delle fonti rinnovabili determini cambiamenti nel saggio di profitto del settore energetico "tradizionale" e, quindi, sia sull'occupazione che sull'accumulazione di capitale. Inoltre, la produzione di energia rinnovabile è

¹¹ Vedremo che il governo può incentivare direttamente questi investimenti.

strettamente legata alla capacità installata che è specifica di quell'industria e quindi è importante determinare l'accumulazione di capitale propria di questa industria. La produzione necessita di tre fattori produttivi: lavoro, capitale ed energia. Una delle assunzioni che caratterizzano l'economia post-keynesiana è che i coefficienti di produzione siano costanti, almeno nell'unità di tempo considerata. Uno dei punti cruciali di questo modello è la dinamica della produttività del lavoro e dell'efficienza energetica.

Data la discussione del paragrafo precedente, le domande interne nel settore tradizionale e ELS sono determinate dalla domanda ricevuta. Data la quantità prodotta e dato il capitale disponibile all'inizio del periodo vengono, in questo modo, definite le domande di lavoro ed energia. Per quanto riguarda il lavoro, per tenere conto delle continue modifiche delle istituzioni che regolano il mercato del lavoro, assumiamo che una quota dei lavoratori sia proporzionale alla capacità installata dalle imprese mentre la restante quota dipenda direttamente dalla domanda fronteggiata nell'anno dal settore. Alla base di questa specificazione vi è la tradizionale divisione tra lavoro "fisso" e "flessibile". L'occupazione totale è data dalla somma dei due tipi di lavoratori. L'aumento della flessibilità nel mercato del lavoro tende ad aumentare la quota di lavoro variabile che seguirà il ciclo economico della domanda. Assumendo data la produttività media del settore all'inizio del periodo e il numero di ore medie lavorate viene così determinata la quantità di lavoro impiegata.

L'energia usata nella produzione di beni e servizi dipende dalla domanda aggregata. Nei settori tradizionale e ELS, l'efficienza energetica all'inizio del periodo e la domanda finale determinano la quantità di energia necessaria alla produzione che viene suddivisa in base a specifici parametri tra elettricità, metano e prodotti petroliferi. Questi parametri cambiano nel tempo tendendo a far aumentare la domanda di energia elettrica¹².

La dinamica del capitale nei vari settori è discussa nella sezione 2.4.

2.3. Il settore energetico

Il settore energetico fronteggerà la domanda degli altri settori oltre a quella delle famiglie e del settore pubblico. Più precisamente sono definite le domande delle tre fonti principali di energia: elettrica, metano, petrolio.

¹² Le variazioni di queste quote sono uno dei parametri chiave nella costruzione dei tre scenari.

Per quanto riguarda il metano e il petrolio, teniamo conto delle limitate estrazioni nazionali e ipotizziamo un leggero aumento della resa per l'intero periodo¹³. La restante quantità di fonti fossili necessaria viene importata. La raffinazione e la distribuzione di queste fonti sono parte del settore energetico tradizionale (insieme, come vedremo a breve, alla produzione di energia termoelettrica, in particolare per quanto riguarda il metano). Per semplicità ipotizziamo che la domanda di petrolio e metano determina direttamente la quantità di lavoro, indipendentemente dal capitale installato¹⁴.

Come accennato sopra, la produzione di energia elettrica si divide in due settori. Quella termoelettrica che utilizza fonti fossili gassose e solide (carbone in particolare) per la produzione elettrica, e quella rinnovabile. Il cambiamento del mix energetico è uno degli indicatori più importanti che saranno presentati nell'analisi degli scenari. Inoltre, parte della domanda di energia elettrica è soddisfatta tramite le importazioni¹⁵. L'industria rinnovabile è l'unico settore nel quale la produzione non dipende dalla domanda. Assumiamo, infatti, che essa sia proporzionale al capitale installato. Di conseguenza, la produzione di energia termoelettrica sarà data dalla domanda lorda ricevuta (compresa del consumo dello stesso settore energetico e delle perdite di distribuzione) al netto delle importazioni e della produzione rinnovabile. Entrambe le produzioni hanno un loro specifico capitale. Mentre nel settore termoelettrico l'occupazione è determinata esattamente come per i due settori di beni di consumo, nella produzione delle rinnovabili l'occupazione è proporzionale al capitale installato.

2.4. Dinamica del capitale, efficienza energetica e produttività del lavoro

Le decisioni private di investimento sono il cardine della dinamica del modello. Queste decisioni riguardano l'investimento in capitale fisso e l'investimento specifico in efficienza energetica.

L'ammontare di investimento in capitale fisso è determinato dal tasso di crescita

13 L'energia ottenuta dall'estrazione nazionale varia esogenamente. Il metano passa da poco meno di 7 a poco più di 10 Mtep, e il petrolio da 5 a circa 7,5. Nonostante fosse più coerente con le proposte di MDF una riduzione delle estrazioni nazionali, la variazione resta costante nei tre scenari. Si noti che l'effetto all'interno del modello è comunque marginale.

14 Per quanto questa ipotesi sia una semplificazione del modello, le politiche per la riduzione delle emissioni determineranno un eccesso di capacità produttiva in queste industrie. E quindi se la domanda di lavoro fosse legata alla capacità produttiva ci sarebbero molti lavoratori sotto-occupati.

15 Per semplicità ipotizziamo che la quantità importata sia costante, in linea comunque con i dati a disposizione.

desiderato del capitale che dipende dall'utilizzazione della capacità produttiva e dal rapporto tra i profitti non distribuiti e il valore del capitale impiegato (*cash flow to capital ratio*). Data la produttività del capitale, il tasso di utilizzazione della capacità produttiva è definito come il rapporto tra la domanda fronteggiata e la produzione potenziale (pari allo stock di capitale moltiplicato per la produttività del capitale). Se questo livello è diverso da quello desiderato le imprese tendono ad aumentare o ridurre gli investimenti. Gli investimenti in ogni settore saranno stabiliti in modo da raggiungere il tasso di crescita desiderato del capitale, tenuto conto del deprezzamento del capitale. Da un punto di vista finanziario, se gli investimenti sono maggiori dei profitti non distribuiti la differenza è realizzata attraverso il credito delle banche che aumenta lo stock di debito delle imprese. Nel caso contrario, lo stock di debito dell'impresa si riduce.

La produttività del capitale dipende dagli investimenti pubblici in infrastrutture e solo nel settore tradizionale da un tasso di crescita esogeno (pari allo 0,4% annuo).

In ogni settore, la variazione della produttività del lavoro dipende linearmente da cinque fattori (il segno nella parentesi quadra indica se l'effetto è positivo o negativo):

- a. dal tasso di crescita esogeno (0,2% nel settore tradizionale e in quello termoelettrico, 0,1% nel settore dell'ELS e in quello delle rinnovabili) [+];
- b. dal tasso di crescita del capitale del settore [+];
- c. dal tasso di crescita del salario orario medio del settore [+];
- d. dalla variazione percentuale del numero di ore lavorate nel settore [-];
- e. dagli investimenti pubblici in automazione (che incorporano anche i sussidi pubblici a questo scopo) [+].

La variazione dell'efficienza energetica dipende dall'ammontare degli specifici investimenti effettuati dalle imprese o dallo stato e dal tasso di crescita del capitale. L'investimento privato è determinato da una componente esogena (che varierà nei tre scenari), dalla differenza tra la variazione del prezzo dell'energia e il tasso di inflazione e dall'ammontare richiesto per mantenere costante il livello di efficienza energetica (si suppone un grado di deprezzamento dell'efficienza energetica). Assumiamo inoltre che gli investimenti in efficientamento energetico mostrino rendimenti decrescenti. Quindi, più alto è il livello di efficienza raggiunto più piccolo sarà l'effetto sul livello dello stock di un'unità di investimento. Questo effetto viene ottenuto fissando tetti massimi di

efficienza energetica raggiungibili in ogni settore.

2.5. Salari e prezzi

I salari orari in ogni settore dipendono positivamente dal tasso di crescita della produttività del lavoro e dall'inflazione, negativamente dal tasso di disoccupazione¹⁶.

Dati i salari, possiamo stabilire quali sono i costi unitari di produzione e, attraverso il costo unitario e il livello di tassazione indiretta, possiamo fissare il prezzo dei beni, assumendo un mark-up specifico in ogni settore che dipende all'aumento di produttività del lavoro¹⁷. Inoltre, i profitti settoriali sono dati dalla differenza tra ricavi e costi in ogni settore, nei quali andranno inseriti i costi per gli interessi sui prestiti ricevuti.

Infine, assumiamo che i profitti siano in parte distribuiti e in parte trattenuti dalle imprese nel periodo successivo per ripagare i debiti o per coprire una parte della spesa in investimenti. Se, in un certo periodo, i profitti trattenuti fossero maggiori della spesa in investimenti, il debito si ridurrebbe.

2.6. Settore Pubblico

Le uscite si dividono in quattro macro aggregati: la spesa pubblica; i trasferimenti per pensioni; i sussidi di disoccupazione; gli interessi sul debito pubblico; gli incentivi e gli investimenti pubblici. Per semplicità assumiamo che il settore pubblico abbia un livello di spesa pubblica proporzionale al prodotto interno lordo del periodo precedente. Questa spesa si divide tra l'acquisto di beni e servizi nel settore tradizionale e in quello sociale e locale, i consumi di energia e gli investimenti pubblici. Gli investimenti pubblici vengono divisi tra efficientamento energetico della pubblica amministrazione, delle imprese e delle famiglie; investimenti per automazione e per infrastrutture e in aumento della capacità produttiva di energia rinnovabile. Le politiche determinano l'ammontare specifico di questi investimenti.

Le entrate sono determinate dalla somma della tassazione diretta e quella indiretta.

¹⁶ Si noti che mentre il tasso di disoccupazione non è specifico di ogni settore, possono esserlo le sensibilità delle sue variazioni nei tre settori, dovute ad esempio al grado di sindacalizzazione, alla stabilità dei contratti e ad altri fattori.

¹⁷ Si noti che nel calcolo del costo unitario viene comunemente incluso anche l'ammortamento del capitale nell'unità di tempo.

La prima comprende le tasse su tutte le tipologie di reddito e quelle sui profitti delle imprese. La seconda quelle sui beni scambiati nell'economia.

La differenza tra entrate e uscite determina il saldo del bilancio pubblico in ogni periodo. Se questa differenza è negativa (positiva), lo stock di debito pubblico aumenta (diminuisce).

Come detto nel modello 2METE il sistema finanziario è estremamente semplice e composto da banche che detengono tutte le attività finanziarie. Il debito pubblico è quindi posseduto interamente dal sistema bancario. Dati i tassi di interesse sui depositi, sui debiti delle imprese e sul debito pubblico che consideriamo costanti, i profitti delle banche sono dati dalla differenza di questi flussi monetari che saranno totalmente distribuiti.

2.7. Qualità ambientale

Nonostante il modello non integri una funzione di danno ambientale, è stata introdotta una variabile di qualità ambientale caratterizzata da una propria dinamica che si basa su un tasso di rigenerazione e sulla quale impatta il sistema produttivo. Questo impatto avviene non solo attraverso l'uso di fonti fossili, ma in generale attraverso l'uso di energia e della quantità di consumo. Per una descrizione più precisa della funzione e delle sue proprietà si veda Bernardo e D'Alessandro (2016). Questo indicatore consente di investigare se le politiche volte a ridurre le emissioni di CO₂ siano allo stesso tempo in grado di limitare il danno ambientale o di sostenere un miglioramento di questo indicatore.

2. Fonti principali dei dati e definizione degli scenari

Le numerose interazioni descritte nella sezione precedente rendono evidente la complessità del modello che consente di valutare l'impatto sociale, economico e ambientale di cambiamenti nelle scelte del governo e degli agenti economici. L'analisi dei risultati è fatta attraverso le simulazioni di scenari alternativi. Per quanto il modello sia calibrato sui dati italiani, gli scenari che vengono costruiti non hanno l'ambizione di rappresentare delle previsioni numeriche precise, ma mirano a illustrare la catena di cause ed effetti e le ripercussioni delle variazioni di alcuni parametri sul sistema. L'obiettivo, dunque, è quello di migliorare la nostra conoscenza e la consapevolezza in merito alle problematiche e alle

possibili soluzioni tenendo conto di un'ampia gamma di indicatori, che saranno discussi in questa sezione.

Le calibrazioni dei parametri esogeni del modello e la scelta dei valori iniziali sono state effettuate considerando le banche dati disponibili. Per quanto riguarda la parte demografica e quella economica (sia per quello che riguarda le famiglie e i loro consumi, le imprese e il settore pubblico) i dati derivano dall'ISTAT, in particolare, dai conti nazionali, dalle indagini sui consumi delle famiglie e dalle stime demografiche. Per quanto riguarda la parte energetica, abbiamo fatto riferimento ai dati Eurostat sul bilancio energetico confrontando anche le previsioni di EUCO basate sul modello PRIMES. Infine, i dati sulle emissioni derivano dalle stime ISPRA. Si noti che il modello considera soltanto le emissioni collegate all'uso di energia.

Sono stati definiti tre scenari alternativi: *Business as Usual*, *Green Growth* e *DeGrowth*. Discutiamo qui brevemente le caratteristiche dei tre scenari, mentre tutte le differenze sono presentate e commentate nella scheda delle politiche nel Materiale Supplementare 1.

Business as Usual (BAU). Questo scenario rappresenta la dinamica del sistema date le politiche attuali sia in termini di risparmio energetico sia economiche. La parte energetica è costruita partendo dalle stime EUCO basate sul modello PRIMES. Differentemente da questi dati, il tasso di crescita medio del PIL risulta essere inferiore (specialmente nel periodo 2030-2050) come significativamente inferiore è il tasso di crescita della popolazione (nel 2050 la popolazione raggiunge i 62,5 milioni nel nostro modello contro i 67 milioni di PRIMES). In questo scenario, si considerano investimenti pubblici in efficienza energetica e in aumento della produttività del lavoro (Industria 4.0).

Green Growth (GG). Lo scenario GG si propone di raggiungere i target stabiliti dai vari accordi Europei prendendo spunto sia dalle politiche discusse dalla letteratura internazionale su *green growth*, sia dalle azioni indicate nella Strategia Energetica Nazionale (Ministero dello Sviluppo Economico, 2017). Queste azioni, oltre a cambiare la composizione della spesa pubblica, sono in grado di modificare le scelte delle famiglie e delle imprese. Particolarmente rilevanti risultano essere l'aumento degli investimenti pubblici rispetto allo scenario BAU con un notevole aumento degli investimenti in rinnovabili, il cambiamento nella composizione della domanda di energia a favore dei consumi elettrici, il

mantenimento di alti contributi all'automazione¹⁸. In sintesi, un'economia che cerca, attraverso l'efficientamento energetico e l'aumento della produttività del lavoro di mettere insieme il rispetto ambientale e la crescita economica.

DeGrowth (DG). Le politiche che sono state ipotizzate sono molteplici: quelle ambientali sono in parte simili a quelle della GG: i) aumento degli investimenti famiglie in efficienza energetica, ii) aumento degli investimenti pubblici e privati sull'efficienza della produzione, e iii) aumento degli investimenti in rinnovabili (anche se a un tasso inferiore rispetto al GG, data la riduzione di risorse pubbliche e private). Lo scenario DG aggiunge in particolare: (i) la Carbon Tax; (ii) una tassa sui redditi disponibili pari al 5% per il ripristino dei danni ambientali. Sul lato sociale i cambiamenti sono molto più significativi:

- i. riduzione dell'orario di lavoro di circa il 30% tra il 2018 e il 2050 (una riduzione annuale media di circa l'1%);
- ii. cambiamento delle quote di spesa delle famiglie e del settore pubblico dal settore tradizionale a quello locale che induce un cambiamento strutturale;
- iii. aumento della tassazione dei redditi da profitti dal 42% al 52% in 15 anni. Questi cambiamenti influenzano strutturalmente il sistema economico e sociale e anche la qualità dell'ambiente¹⁹.

4. Risultati

Le Figure 6-11 illustrano i risultati ottenuti attraverso le simulazioni dei tre scenari descritti.

Le prime quattro figure, 6a-6d, mostrano i risultati nei tre scenari in termini di emissioni. Rispetto al target della riduzione di emissioni di CO₂ dell'80% nel 2050 rispetto ai valori del 1990, lo scenario DG è l'unico che raggiunge l'obiettivo con una riduzione di circa l'81% (cfr. Figura 6c). A livello pro-capite le

18 Si noti che i sussidi e le detrazioni concessi a privati (sia famiglie che imprese) per miglioramenti ambientali sono considerati nel modello impropriamente come investimenti pubblici.

19 Si noti che nonostante una produzione di rinnovabili inferiore a quella dello scenario GG, la percentuale delle rinnovabili aumenta significativamente. Soprattutto lo spostamento verso l'economia locale aiuta a mantenere un basso tasso di disoccupazione perché il settore non è soggetto al commercio internazionale. Questo fa sì che il moltiplicatore della domanda aumenti, mantenendo un PIL piuttosto elevato. I salari medi scendono notevolmente, questo è dovuto alla riduzione del tempo di lavoro.

riduzioni sono ancora più evidenti passando dalle attuali 6,7 tonnellate a 1,4 nello scenario DG (cfr. Figura 6b). Al contrario nello scenario GG, la riduzione delle emissioni si ferma a circa il 65%. Anche lo scenario BAU, date le politiche correnti riesce a portare una riduzione significativa delle emissioni. Si noti che in termini di intensità delle emissioni, gli scenari DG e GG sono molto simili (cfr. Figura 6d). Il contributo all'ulteriore riduzione in DG è dovuto principalmente alla riduzione dei consumi energetici ma anche, e soprattutto, di quelli di beni e servizi.

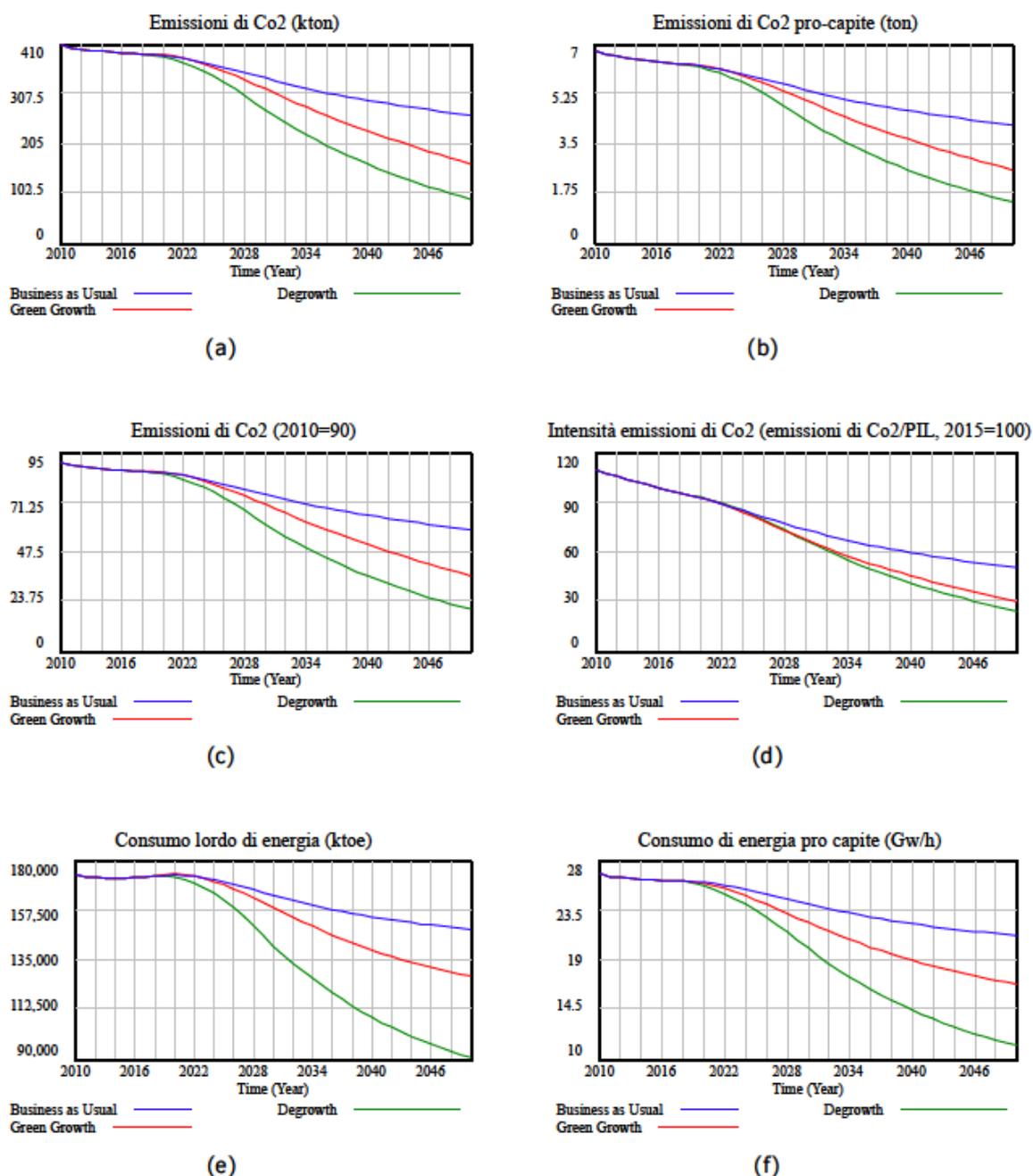


Figura 6. Scenari – Emissioni di CO₂ e consumo lordo di energia

Questo risultato è illustrato nelle figure sui consumi energetici lordi 6e e 6f dove le differenze tra lo scenario GG e DG sono molto evidenti. Nonostante il forte aumento nella produzione di energia elettrica attraverso le fonti rinnovabili (le figure 7c e 7d illustrano il mix della produzione elettrica nazionale) e la riduzione sotto il 50% dell'intensità energetica (cfr. figura 7) – sostanzialmente pari a quella dello scenario DG, lo scenario GG non riduce sufficientemente i consumi energetici.

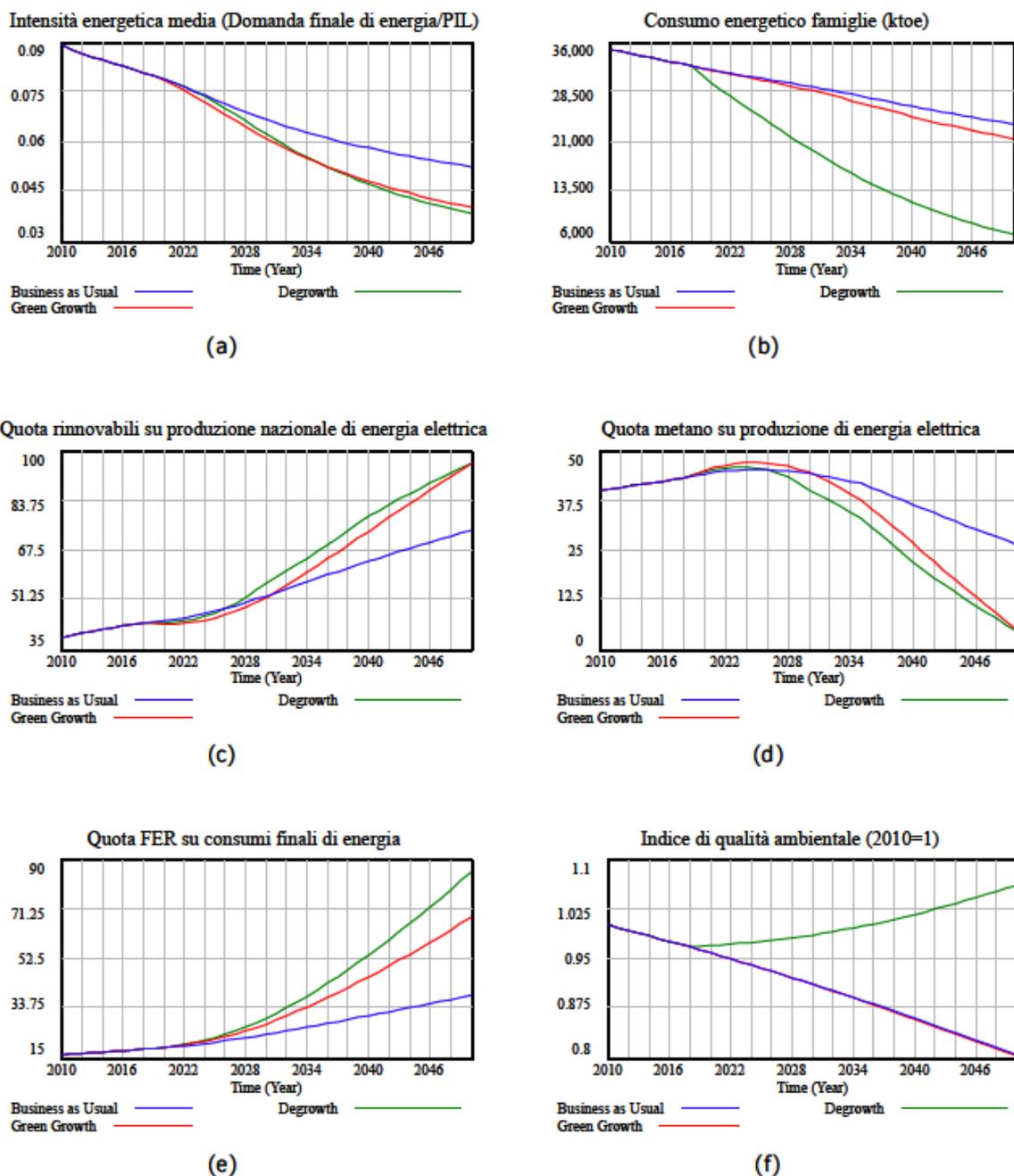


Figura 7. Scenari – Energia e qualità ambientale

Il fatto che l'intensità energetica sia sostanzialmente equivalente negli scenari GG e DG non significa, come si evince dalle politiche, che gli investimenti in efficienza siano gli stessi. La riduzione della domanda di beni e servizi in DG aiuta a ridurre l'intensità energetica. Inoltre, si noti che il forte calo del consumo energetico finale delle famiglie pesa, a fine periodo, per il 39% della differenza totale di consumo lordo (7b). Più del 60% è dunque dovuto alla riduzione del consumo di beni e servizi.

Nello scenario GG la quota di FER rispetto ai consumi finali di energia raggiunge il 27% nel 2030 e circa il 70% nel 2050 (cfr. figura 7e). L'ulteriore aumento di questa quota nello scenario DG è dovuto nuovamente alla riduzione della domanda aggregata, la quale più che compensa una riduzione nella produzione aggregata di energia rinnovabile (si noti che nello scenario GG la produzione di energia rinnovabile arriva nel 2050 a circa 62 Mtoe contro i 51,5 in DG).

Infine, l'indice di qualità ambientale peggiora significativamente sia nel BAU che nel GG. Attraverso la tassazione "di scopo", lo scenario DG riesce invece a ripristinare il danno ambientale e a ridurre i conseguenti rischi di danni consistenti al sistema socio-economico (cfr. figura 7f).

La figura 8 mostra la dinamica del PIL e dei principali aggregati della domanda nei tre scenari (per la dinamica della spesa pubblica si veda figura 11d). In termini di PIL nominale e pro-capite (cfr. figure 8a e 8b rispettivamente), lo scenario GG risulta quello che raggiunge i risultati migliori, con un tasso di crescita medio del PIL di circa l'1% nell'intero periodo. La differenza con lo scenario BAU è legata principalmente all'aumento degli investimenti in risparmio energetico e capacità rinnovabile (cfr. Figura 8d). Attraverso il moltiplicatore della domanda l'aumento di investimenti si riflette anche sui consumi aggregati (cfr. Figura 8c). Per quanto riguarda le esportazioni e le importazioni non ci sono differenze sostanziali tra gli scenari BAU e GG (cfr. Figure 8e e 8f). Dai grafici della figura 8 appare evidente la diversità dello scenario DG. La riduzione della propensione marginale al consumo, l'aumento della tassazione sui profitti e il contributo per il ripristino ambientale riducono la domanda aggregata. Questa decrescita contribuisce in modo sostanziale a ridurre il consumo di energia sia diretto che indiretto e a raggiungere gli obiettivi di risparmio energetico e emissioni (cfr. Figura 7).

Si noti che la riduzione dell'orario di lavoro non contribuirebbe, da sola, al contenimento della domanda. Al contrario, i consumi aggregati aumenterebbero

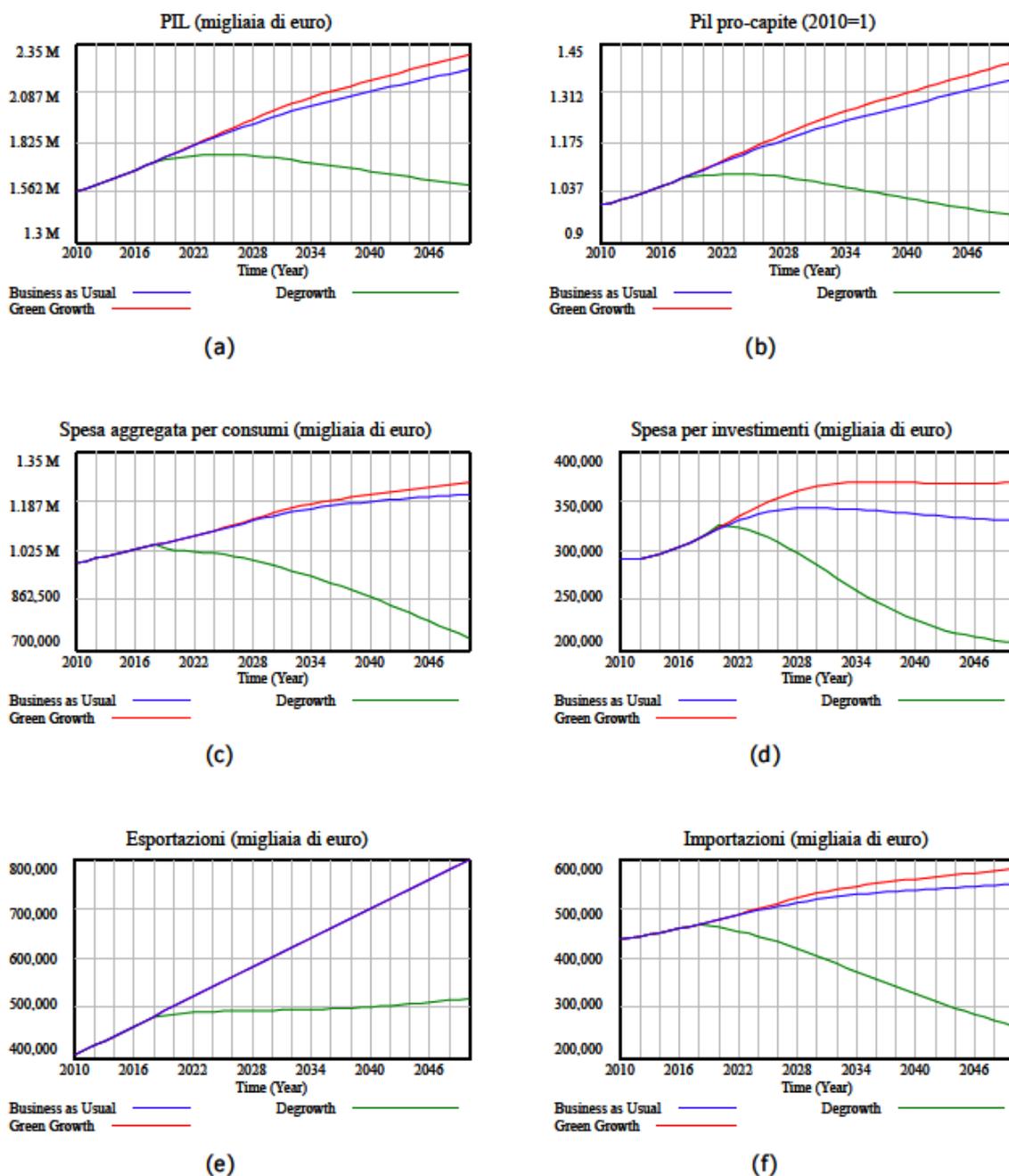


Figura 8. Scenari – Prodotto interno lordo e domanda

mentre si ridurrebbero gli investimenti (per via dell'aumento dei costi di produzione e quindi del tasso di profitto). L'esito di questi feedback non è scontato, ma nel modello l'aumento dei consumi più che compensa le imprese per l'aumento dei costi, soprattutto grazie all'aumento della quota di spesa nel settore locale che aumenta il moltiplicatore. Quindi, in un contesto di decrescita, la riduzione dell'orario di lavoro contribuisce in modo sostanziale a ridurre gli effetti negativi della riduzione del PIL. Nello scenario DG, il tasso di crescita medio del

PIL, a partire dal 2018, è circa -0,3%. L'effetto complessivo in termini nominali è un ritorno a fine periodo ai livelli iniziali, mentre in termini di PIL pro-capite è lievemente al di sotto (di circa il 3%). Si noti inoltre che nonostante l'aumento dell'investimento in risparmio energetico e rinnovabili sia pubblico che privato, la spesa totale per investimenti si riduce notevolmente – nel 2050 si raggiunge un livello pari a circa i 2/3 di quello del 2018. Nelle figure 10e e 10f vengono riportati rispettivamente i livelli di investimento in efficienza energetica e sviluppo delle rinnovabili sia pubblici che privati e la percentuale di questo aggregato sugli investimenti totali. Come si nota le politiche di GG riescono a mobilitare una somma di investimenti più alta che lo scenario DG mentre in percentuale le differenze sono limitate. Questa quota raggiunge circa il 3,5% nel 2030 in GG e DG contro l'1,45% in BAU e poi continua ad aumentare in modo più marcato nello scenario DG data la riduzione significativa degli investimenti totali.

L'aumento dei costi di produzione, sostanzialmente blocca la crescita delle esportazioni (cfr. Figura 8e). Il risultato in termini di bilancia commerciale nello scenario DG è comunque positivo dato che il forte aumento del settore sociale e locale riduce significativamente le importazioni (cfr. Figura 8f).

La figura 9 presenta la dinamica del mercato del lavoro. Il tasso di disoccupazione cresce negli scenari BAU e GG fino a raggiungere livelli superiori al 20% nel 2050 (cfr. Figura 9a). L'aumento della produttività del lavoro dovuta in particolare all'automazione nel settore tradizionale (cfr. figure 9c e 9d), produce una lieve flessione nel numero degli occupati (Figura 9b). La crescita della forza lavoro (da 27,5 a 29,5 milioni) determina l'aumento significativo del tasso di disoccupazione. Attraverso la riduzione dell'orario di lavoro, nello scenario DG, il tasso di disoccupazione si riduce tra il 2018 e il 2030 per poi restare stabile attorno al 6%. La riduzione della produttività media del lavoro (cfr. Figure 9c e 9d) è dovuta alla riduzione degli investimenti privati (che dipendono dai costi di produzione) ma anche allo spostamento degli incentivi pubblici dall'automazione al risparmio energetico.

Gli ultimi due grafici della figura 9 (9e e 9f), chiariscono l'effetto sui salari della riduzione dell'orario di lavoro. Mentre la riduzione del numero delle ore riduce il salario medio annuale, la riduzione della disoccupazione tende ad aumentare il salario orario. Questo effetto modera la riduzione dei salari e contribuisce significativamente, come vedremo nel paragrafo successivo, alla riduzione della disuguaglianza sia tra percettori di redditi da lavoro e da profitti, sia all'interno

del mercato del lavoro tra coloro che beneficiano dell'aumento di produttività nel settore tradizionale e gli altri.

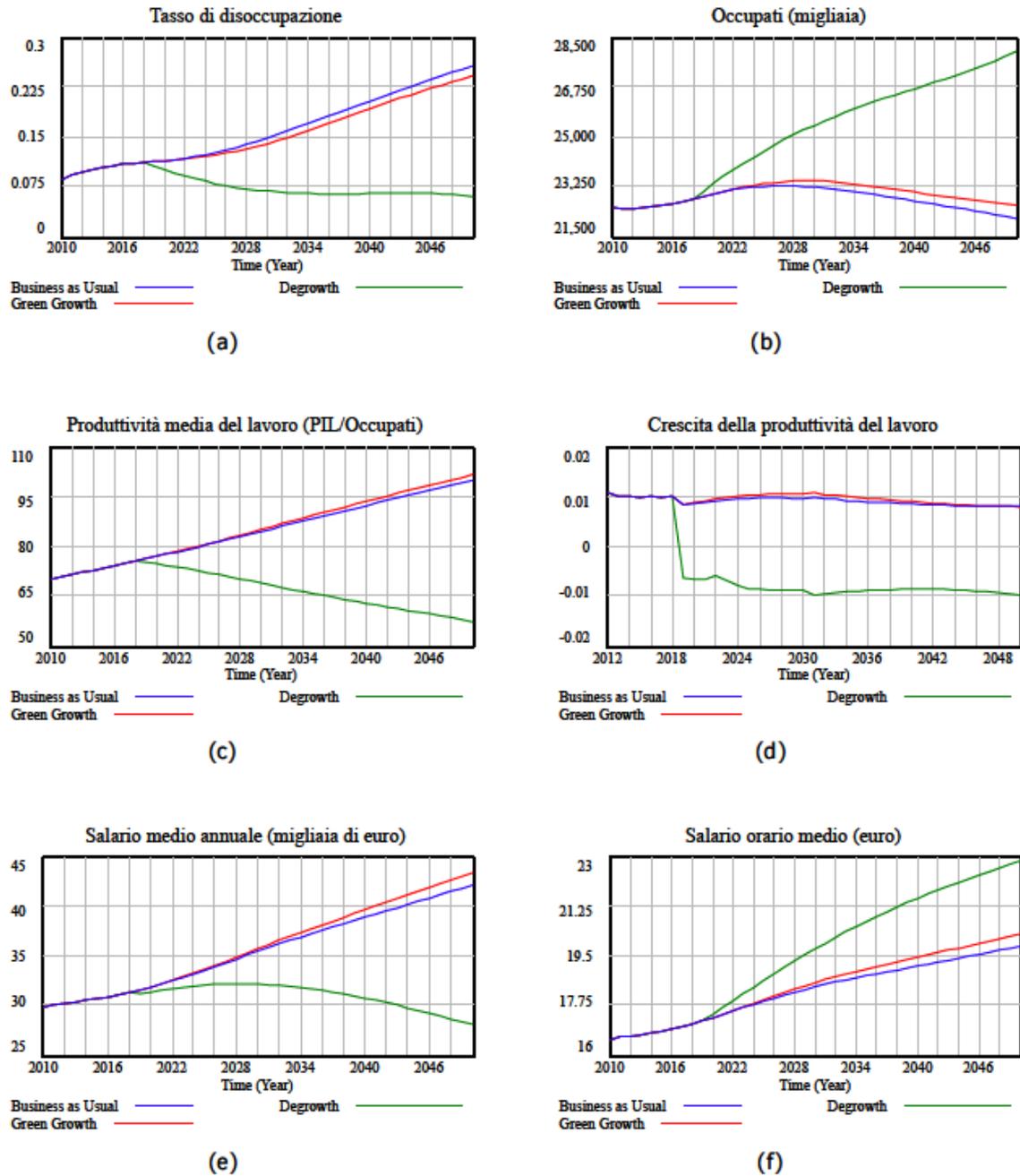


Figura 9. Scenari – Mercato del lavoro

Per quanto riguarda la distribuzione funzionale del reddito (cfr. Figure 10a e 10b), possiamo notare che mentre in BAU e GG essa appare sostanzialmente stabile con un rapporto monte salari PIL medio attorno al 41%, nello scenario

DG questa quota aumenta in misura significativa raggiungendo un livello di poco inferiore al 50%. Inoltre, il rapporto tra profitti distribuiti e PIL segue in modo complementare l'indicatore precedente. Si noti che, nello scenario GG, la quota dei profitti subisce una diminuzione nel 2018 dovuta al cambiamento di incentivi alla produzione di energia dall'uso di fonti fossili a quelle rinnovabili.

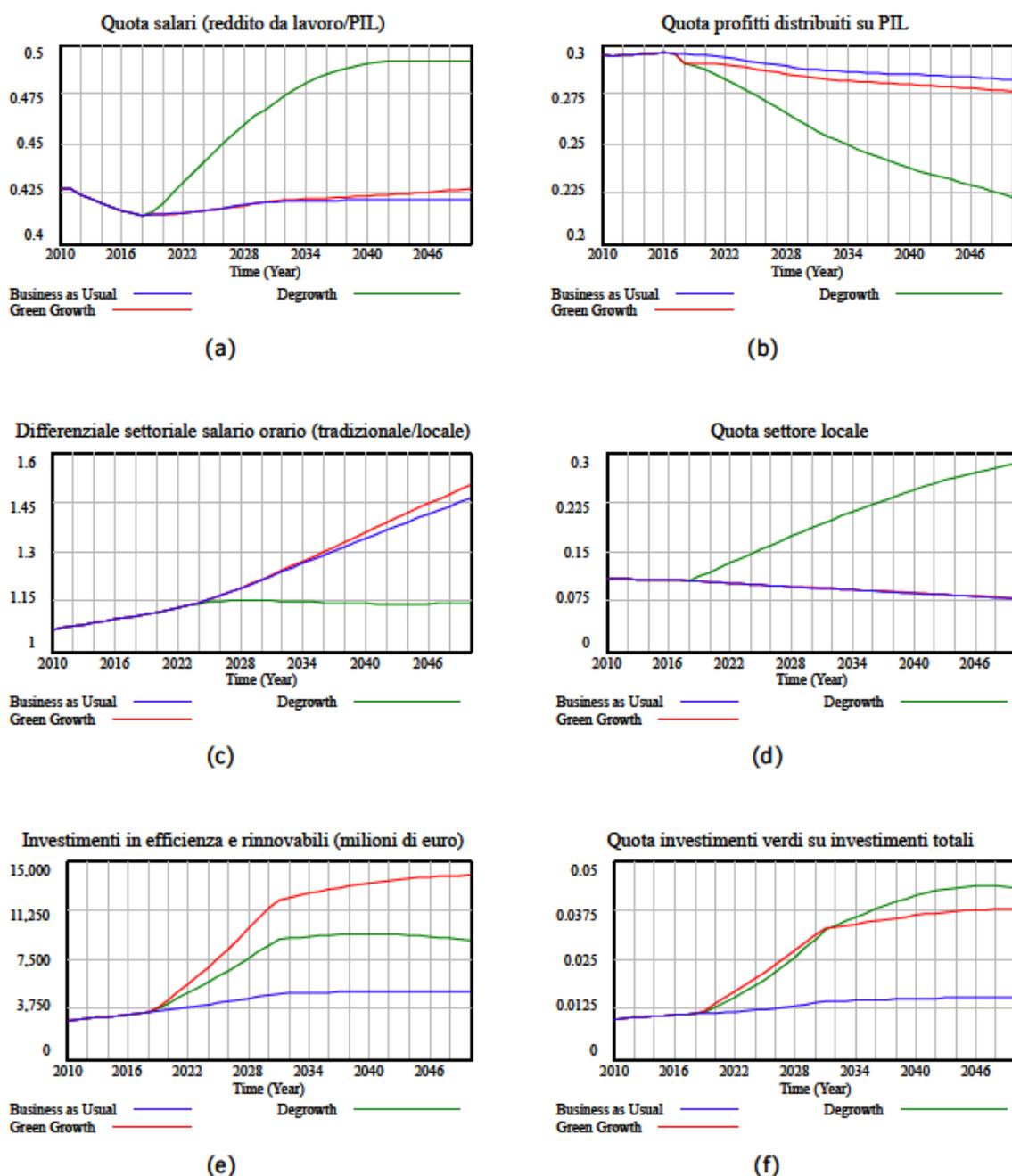


Figura 10. Scenari – Distribuzione del reddito e investimenti

La differenza tra lo scenario DG e gli altri due è sostanzialmente dovuta all'aumento del costo del lavoro dato dalla riduzione dell'orario di lavoro. L'aumento della tassazione sui redditi da profitto non impatta su questo indicatore. In ogni caso, il rapporto tra reddito da profitti post-tasse (compreso degli interessi sulla ricchezza imputata ai percettori di questi profitti) e reddito disponibile passa dal 34% nel 2010 al 31% circa nel 2050 negli scenari BAU e GG, mentre diminuisce fino al 24% nello scenario DG.

La figura 10c mostra un indicatore distributivo alternativo che riassume gli effetti di polarizzazione sul mercato del lavoro dovuti soprattutto alla concentrazione dell'aumento della produttività del lavoro nel settore tradizionale. I processi di aumento di produttività del lavoro e di automazione tendono a concentrarsi in poche industrie, generando un incremento della disuguaglianza nel mondo del lavoro. Infatti, il rapporto tra il salario orario nel settore tradizionale e quello locale-sociale inizialmente pari a 1,06, subisce un incremento notevole sia in BAU (fino a 1,5) che in GG (fino a 1,46). Al contrario, il cambiamento strutturale a favore dell'ELS (cfr. Figura 10d) interrompe questo processo, mantenendo il differenziale salariale sostanzialmente costante dal 2024 in poi a 1,14. L'aumento della quota del settore locale-sociale nello scenario DG, che raggiunge il 28,4% nel 2050, è dovuto ai cambiamenti indotti nella composizione della domanda delle famiglie e dello stato. Si noti che in questa versione del modello abbiamo assunto che tutti gli investimenti, compresi quelli in risparmio energetico e in sviluppo delle rinnovabili, siano rivolti al settore tradizionale.

La figura 11 presenta le dinamiche dei principali indicatori dei conti pubblici. Per quanto riguarda le entrate (cfr. figura 11a) si nota il continuo aumento del gettito in BAU e GG. Questo incremento segue quello del PIL mantenendo il rapporto stabile tra il 48 e il 50%. Nello scenario DG invece le entrate tendono a ridursi a partire dal 2030. In questo caso, però, il rapporto tra entrate totali e PIL cresce lievemente fino al 56%. Anche la spesa pubblica aumenta negli scenari BAU e GG (cfr. figura 11b), anche se il rapporto spesa pubblica/PIL diminuisce lievemente come indicato nella descrizione della politica numero 8 nel Materiale Supplementare 1. Questa lieve riduzione mira a contenere l'aumento del deficit di bilancio che è causato dall'aumento dei sussidi alla disoccupazione e della spesa pensionistica. L'invecchiamento della popolazione e l'aumento dei salari medi producono, infatti, un aumento insostenibile di quest'ultima. Il risultato è evidente nelle figure 11d-11f, che riportano rispettivamente i risultati del deficit annuale, del rapporto deficit/PIL e del rapporto debito/PIL. Lo scenario DG, al contrario,

ottiene la sostenibilità dei conti pubblici. Infatti, grazie all'aumento del carico fiscale sui redditi da profitti, alla riduzione della disoccupazione e alla riduzione dei salari che rendono sostenibile la spesa pensionistica, lo scenario DG riesce a coniugare l'aumento del rapporto spesa pubblica/PIL e degli investimenti pubblici (cfr. figura 11c) con un attivo di bilancio.

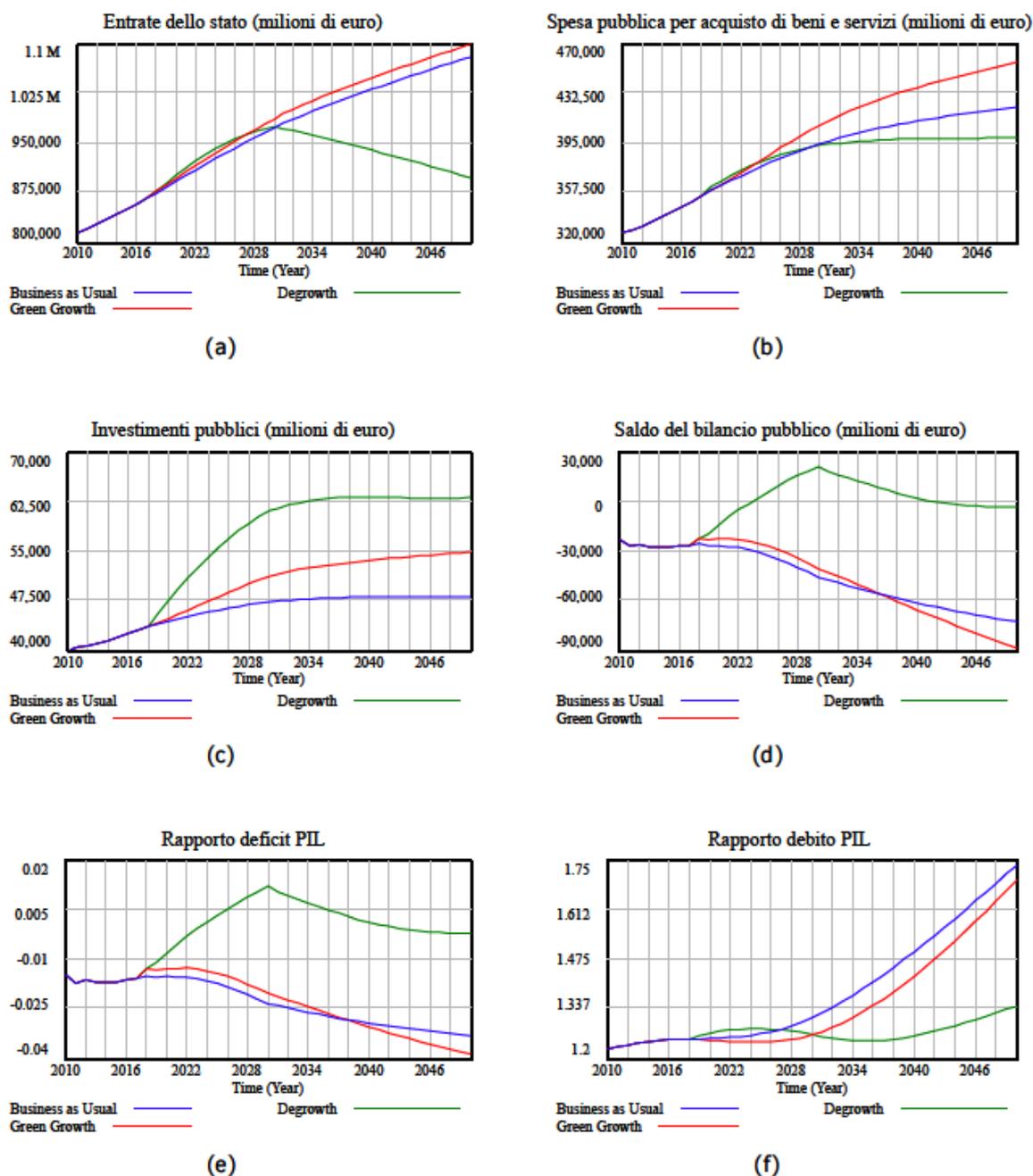


Figura 11. Scenari – Il settore pubblico

5. Considerazioni conclusive

Il modello 2METE è stato sviluppato per fornire una solida comprensione delle sfide strategiche associate alla transizione ad una società ecologicamente sostenibile e socialmente equa. In particolare, il modello ha voluto testare l'efficacia di un insieme di politiche coerenti con le proposte del movimento della decrescita, che mirano a raggiungere una prosperità sostenibile. Lo scopo non è quello di predire il futuro ma di proporre scenari consistenti che rappresentino futuri alternativi determinati dalle assunzioni del modello e dalla loro affidabilità.

A questo fine sono stati confrontati tre scenari: il *Business as Usual* che segue gli effetti delle politiche correnti sia ambientali che sociali; il *Green Growth* che sostiene una transizione energetica attraverso l'aumento dell'efficienza energetica e lo sviluppo delle energie rinnovabili senza modificare le politiche sociali del *Business as Usual*; il *Degrowth* che contiene un insieme di politiche coerenti con le proposte del Movimento per la Decrescita Felice. I risultati evidenziano che le scelte fatte per ogni scenario riguardo le 27 politiche economiche e sociali considerate nel modello comportano risultati che hanno dei pro e dei contro.

Spesso indicatori economici (quali PIL, salari, profitti) si muovono in modo opposto a quelle sociali (disoccupazione, disuguaglianza) e ambientali (emissioni di gas serra).

Risulta chiaro però, che lo scenario *Degrowth* è l'unico che raggiunge i target di riduzione delle emissioni e riduce la disoccupazione e la disuguaglianza. Il "prezzo" di questi decisi miglioramenti rispetto agli altri due scenari alternativi è quello di una riduzione, seppur contenuta, del reddito pro-capite e dei consumi. D'altra parte, è questa diminuzione della domanda che permette di raggiungere la *sufficienza energetica*: la transizione ad una società sostenibile e più equa richiede necessariamente un cambiamento negli stili di vita e nelle scelte di consumo.

Il compito dei ministeri che devono gestire la strategia energetica nazionale è quello di fare le scelte politiche ed economiche più appropriate per raggiungere in Italia gli obiettivi di decarbonizzazione fissati dall'Unione Europea al 2050 e allo stesso tempo migliorare i parametri macroeconomici legati al mercato del lavoro e ai conti pubblici. Speriamo che questo studio sia un contributo utile alla discussione nel definire le strategie più efficaci da prendere in considerazione.

Materiale Supplementare

N. 1 - [Descrizione delle politiche](#) (link)

N. 2 - [Modello analitico](#) (link)

Riferimenti bibliografici

Acket, C. e P. Bacher (2013). Negawatt/negatep, the cost of energy transition. Technical report, Fondation Polemia.

Bernardo, G. e S. D'Alessandro (2016). Systems-dynamic analysis of employment e inequality impacts of low-carbon investments. *Environmental Innovation e Societal Transitions* 21, 123–144.

Costanza, R. e M. Ruth (1998). Using dynamic modeling to scope environmental problems e build consensus. *Environmental management* 22 (2), 183–195.

Costanza, R., L. Wainger, C. Folke, e K.-G. Mäler (1993). Modeling complex ecological economic systems. *BioScience* 43 (8), 545–555.

Dafermos, Y., M. Nikolaidi, e G. Galanis (2017). A stock-flow-fund ecological macroeconomic model. *Ecological Economics* 131, 191–207.

Daly, H. E. (1991). Towards an environmental macroeconomics. *Le Economics* 67 (2), 255–259.

Gowdy, J. M. (1991). Bioeconomics e post keynesian economics: a search for common ground. *Ecological economics* 3 (1), 77–87.

Hardt, L. e D. W. O'Neill (2017). Ecological macroeconomic models: Assessing current developments. *Ecological Economics* 134, 198–211.

Herring, H. (2006). Energy efficiency – a critical view. *Energy* 31 (1), 10–20.

Jackson, T. (2009). Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy.

Jackson, T., P. Victor, e A. Naqvi (2016). Towards a stock-flow consistent ecological macroeconomics. Technical report, WWWforEurope Working Paper.

Jacobs, M. et al. (2012). Green growth: economic theory e political discourse. *Centre for climate change economics e policy working paper* 108.

Jänicke, M. (2012). “green growth”: From a growing eco-industry to economic sustainability. *Energy Policy* 48, 13–21.

Kalecki, M. (1971). *Selected Essays in the Dynamics of the Capitalist Economy*. Cambridge University Press.

Kalecki, M. (2009/1954). *Theory of Economic Dynamics*. Monthly Review Press.

Kallis, G., M. Kalush, H. O'Flynn, J. Rossiter, e N. Ashford (2013). "friday off": reducing working hours in europe. *Sustainability* 5 (4), 1545–1567.

Kallis, G., C. Kerschner, e J. Martinez-Alier (2012). The economics of degrowth.

Kronenberg, T. (2010). Finding common ground between ecological economics e post-keynesian economics. *Ecological economics* 69 (7), 1488–1494.

Martínez-Alier, J., U. Pascual, F.-D. Vivien, e E. Zaccai (2010). Sustainable degrowth: Mapping the context, criticisms e future prospects of an emergent paradigm. *Ecological economics* 69 (9), 1741–1747.

Ministero dello Sviluppo Economico (2017). *Strategia Energetica Nazionale 2017. Audizione Parlamentare*.

Rezai, A. e S. Stagl (2016). Ecological macroeconomics: Introduction e review. *Ecological Economics* 121, 181 – 185.

Rezai, A., L. Taylor, e R. Mechler (2013). Ecological macroeconomics: An application to climate change. *Ecological Economics* 85, 69–76.

Røpke, I. (2013). Ecological macroeconomics: implications for the roles of consumer-citizens. *Innovations in Sustainable Consumption*. Cheltenham: Edward Elgar , 48–64.

Røpke, I. (2016). Complementary system perspectives in ecological macroeconomics,Äthe example of transition investments during the crisis. *Ecological Economics* 121, 237–245.

Taylor, L., A. Rezai, e D. K. Foley (2016). An integrated approach to climate change, income distribution, employment, e economic growth. *Ecological Economics* 121, 196–205.

Victor, P. (2008). *Managing without growth: slower by design, not disaster*. Edward Elgar.