

ECONOMIA ITALIANA

Fondata da Mario Arcelli

Transizione energetica:
maneggiare
con cura

2023/3

 **LUISS**

CASMEF Centro Arcelli
per gli Studi Monetari e Finanziari

UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore
CESPEM
Centro Studi di Politica economica
e monetaria "Mario Arcelli"

Economia Italiana

Fondata da Mario Arcelli

COMITATO SCIENTIFICO

(Editorial board)

CO-EDITORS

FRANCESCO NUCCI - Sapienza, Università di Roma

PAOLA PROFETA - Università Bocconi

PIETRO REICHLIN - Luiss Guido Carli

MEMBRI DEL COMITATO *(Associate Editors)*

CARLOTTA BERTI CERONI

Università di Bologna

MASSIMO BORDIGNON

Università Cattolica del Sacro Cuore

LORENZO CODOGNO

London School of Economics and Political Science

GIUSEPPE DE ARCANGELIS

Sapienza, Università di Roma

STEFANO FANTACONE

Centro Europa Ricerche

EMMA GALLI

Sapienza, Università di Roma

PAOLO GIORDANI

LUISS Guido Carli

GIORGIA GIOVANNETTI

Università di Firenze

ENRICO GIOVANNINI

Università di Roma "Tor Vergata"

ANDREA MONTANINO

Cassa Depositi e Prestiti

SALVATORE NISTICÒ

Sapienza, Università di Roma

ALESSANDRO PANDIMIGLIO

Università degli Studi "Gabriele d'Annunzio" Chieti - Pescara

Alberto Petrucci

Luiss Guido Carli

BENIAMINO QUINTIERI

Università di Roma "Tor Vergata"

FABIANO SCHIVARDI

LUISS Guido Carli

MARCO SPALLONE

Università degli Studi "Gabriele d'Annunzio" Chieti - Pescara

FRANCESCO TIMPANO

Università Cattolica del Sacro Cuore

MARIO TIRELLI

Università Roma Tre

GIOVANNA VALLANTI

LUISS Guido Carli

DIRETTORE RESPONSABILE *(Editor in Chief)*: GIOVANNI PARRILLO

ADVISORY BOARD

PRESIDENTE *(President)*

PAOLO GUERRIERI - Sapienza, Università di Roma e PSIA, SciencesPo

CONSIGLIO *(Members)*

FEDERICO ARCELLI, Center for International Governance Innovation

RICCARDO BARBIERI, Tesoro

MARIANO BELLA, Confcommercio

PIERO CIPOLLONE, Banca Centrale Europea

FABIO DE PETRIS, British American Tobacco Italia

GIORGIO DI GIORGIO, Editrice Minerva Bancaria

DARIO FOCARELLI, Ania

RICCARDO GABRIELLI, Deloitte

MAURO MICILLO, Intesa Sanpaolo

STEFANO MICOSI, Assonime

FRANCESCO MINOTTI, Mediocredito Centrale

ROBERTO MONDUCCI, ISTAT

MARCO VALERIO MORELLI, Mercer

ALESSANDRO TERZULLI, SACE

CLAUDIO TORCELLAN, Oliver Wyman

ALBERTO TOSTI, Sara Assicurazioni

MARCO VULPIANI, Deloitte

Economia italiana

Fondata da Mario Arcelli

numero 3/2023

Pubblicazione quadrimestrale

Roma

ECONOMIA ITALIANA

Rivista quadrimestrale fondata nel 1979 da Mario Arcelli

DIRETTORE RESPONSABILE

Giovanni Parrillo, Editrice Minerva Bancaria

COMITATO DI REDAZIONE

Simona D'Amico (*coordinamento editoriale*)

Francesco Baldi

Nicola Borri

Giuseppina Gianfreda

Rita Mascolo

Guido Traficante

(Pubblicità inferiore al 70%)

Autorizzazione Tribunale di Roma n. 43/1991

ISSN: 0392-775X

Gli articoli firmati o siglati rispecchiano soltanto il pensiero dell'Autore e non impegnano la Direzione della Rivista.

I *saggi* della parte monografica sono a invito o pervengono a seguito di call for papers e sono valutati dall'editor del numero.

I *contributi* vengono valutati anonimamente da due referee individuati dagli editor o dalla direzione e redazione con il supporto dei membri del Comitato Scientifico.

Le *rubriche* sono sottoposte al vaglio della direzione/redazione.

Finito di stampare nel mese di aprile 2024

www.economiaitaliana.org

Editrice Minerva Bancaria srl

DIREZIONE E REDAZIONE Largo Luigi Antonelli, 27 – 00145 Roma
redazione@economiaitaliana.org

AMMINISTRAZIONE EDITRICE MINERVA BANCARIA S.r.l.
presso Ptsclas, Viale di Villa Massimo, 29
00161 - Roma
amministrazione@editriceminervabancaria.it

Segui Editrice Minerva Bancaria su: 

Sommario

Transizione energetica: maneggiare con cura

EDITORIALE

- 5 Transizione energetica: maneggiare con cura
Stefano Fantacone, Alfredo Macchiati

SAGGI

- 13 I prezzi dell'energia e i recenti andamenti dell'inflazione in Italia, Francia e Germania: shock da domanda o da offerta?
Massimiliano Parco, Giovanni Primativo, Lucia Truzzu
- 45 Assessing the pass-through of energy prices to inflation in the euro area
Francesco Corsello, Alex Tagliabracci
- 73 La nuova dimensione geopolitica della transizione energetica europea
Stefano Fantacone
- 103 Salvare il pianeta è nelle nostre mani ma quanto costa?
La dimensione macroeconomica della transizione climatica
Stefania Tomasini
- 143 Il consenso degli elettori: un ostacolo per la transizione energetica?
Alfredo Macchiati
- 171 La nuova Politica industriale europea di fronte alla sfida energetica
Franco Mosconi

- 209 Le politiche europee per la decarbonizzazione:
una prima analisi di alcuni strumenti
Fernanda Scianna, Simone Sorgente, Rebecca Vitelli
- 239 Britain's Loyalty to Nuclear Power
William J. Nuttall

CONTRIBUTI

- 257 The Italian Economy and the End of the Multifiber Arrangement
Giuseppe De Arcangelis, Rama Dasi Mariani

RUBRICHE

- 279 Come orientamento e formazione ci aiuteranno ad affrontare
l'inverno demografico
Francesco Rolleri
- 285 Evitiamo di imparare dalle crisi la lezione sbagliata
Mariano Bella, Pierpaolo Masciocchi, Luciano Mauro
- 295 Settori produttivi, nuove tecnologie digitali ed eco-sostenibilità
energetica
Fabrizio Carapellotti, Claudia Ricci

RECENSIONI

- 309 P. Pilati, *Le Serenissime. Storia e futuro delle imprese del Nordest*
Giovanni Parrillo
- 313 Elenco dei Referees che hanno valutato i Saggi e i Contributi
(anno 2023)
- 315 Indice dell'annata
(anno 2023)

Salvare il pianeta è nelle nostre mani ma quanto costa? La dimensione macroeconomica della transizione climatica

Stefania Tomasini*

Sintesi

A fronte di una diffusa percezione degli effetti del cambiamento climatico, l'analisi dei suoi costi comparati con quelli che sarebbero necessari per limitare l'aumento delle temperature è ancora a uno stadio troppo preliminare, così come è insufficiente la consapevolezza della loro dimensione macroeconomica e distributiva. Minimizzarne i costi espone al pericolo di non prendere in adeguata considerazione le resistenze e l'opposizione di chi i costi li deve sostenere, così come esagerarli espone al pericolo di spaventare talmente l'opinione pubblica e i politici da far preferire l'inazione. In questo articolo si ripercorrono canali di trasmissione e implicazioni di questi molteplici

* Prometeia, stefania.tomasini@prometeia.com
Questo articolo raccoglie il lavoro di numerosi colleghi di Prometeia, dai quali ho imparato molto e che ringrazio collettivamente. In modo particolare ricordo Manuel Bonucchi, Andrea Camilli, Michele Catalano, Lorenzo Forni, Giacomo Novelli, Lea Zichino.

costi, mostrando come sia fondamentale poter disporre di modelli adeguati per valutare l'impatto macroeconomico ma anche settoriale e distributivo sia delle misure per accompagnare la transizione climatica sia delle misure di adattamento. In questo contesto i modelli IAM rappresentano uno strumento prezioso per accompagnare il dibattito pubblico e le politiche.

Abstract - Saving the planet is in our hands. But how much does energy transition cost?

Despite the widespread awareness of the consequences of climate change, the analysis of its costs compared with those required to limit the rise in temperature is still at an early stage, as is the awareness of its macroeconomic and distributional dimensions. Minimising their costs risks not taking sufficient account of the resistance and opposition of those who will have to bear them, just as exaggerating them risks frightening the public and politicians into preferring inaction. This article traces the transmission channels and implications of these multiple costs and shows how it is essential to have adequate models to assess the macroeconomic, but also the sectoral and distributional impacts of both policies to accompany climate change mitigation and adaptation. In this context, IAM models represent a valuable tool to support public debate and policy making.

JEL Classification: O40; O44; O49; Q50; Q58.

Parole chiave: Costi transizione climatica; modelli IAM; Politiche di adattamento e transizione; Scenari climatici.

Keywords: *Climate transition costs; IAM models; Transition and adaptation policies; Climate scenarios.*

Premessa

Fino a pochi anni fa, il tema del cambiamento climatico, pur importante e dibattuto specialmente in occasione di riunioni internazionali o di manifestazioni tese a sensibilizzare l'opinione pubblica, rimaneva perlopiù appannaggio di esperti dei vari campi delle scienze naturali. Oggi il tema è entrato prepotentemente nelle riflessioni e nel dibattito generale e, per gli economisti in particolare, è assunto ad argomento prioritario di analisi. Un esempio fra i tanti, il rapporto curato nel 2021 da Blanchard e Tirole per il governo francese, che pone il clima tra le tre sfide fondamentali per il futuro, essendo le altre due la disuguaglianza e l'invecchiamento della popolazione¹. Rispetto a due anni fa, inoltre, l'orizzonte del futuro di riferimento è divenuto l'oggi, poiché in Europa l'intensificarsi di fenomeni naturali estremi innegabilmente legati al riscaldamento globale dovuto all'azione umana ha reso sempre più evidente l'urgenza di affrontare il problema. Non va taciuto il ruolo che in questa accelerazione hanno giocato le istituzioni europee, dalla Commissione alla BCE, che hanno moltiplicato analisi e sollecitazioni ad affrontare i tanti aspetti della transizione climatica. Fra tutti, si ricordino gli "stress test climatici" lanciati dalla BCE nel 2022 che, pur avendo un obiettivo esplorativo, hanno introdotto prepotentemente nel mondo bancario, e di conseguenza tra gli operatori economici, l'attenzione ai temi climatici e avviato tutte quelle attività, dalla raccolta dei dati alla predisposizione di procedure per la valutazione del rischio, che stanno portando a diffondere capillarmente la cultura dell'impatto climatico delle azioni umane.

¹ Blanchard O., Tirole J., Forging an Economy for Tomorrow, Groupe d'Études Géopolitiques, Working Paper, September 2021.

La mia esperienza a Prometeia, riflessa anche in questo numero di una rivista squisitamente economica dedicata al tema, è paradigmatica: dopo essermi occupata per oltre 30 anni di macroeconomia, modelli macroeconomici, politiche economiche, da qualche anno ho dovuto allargare questi campi di indagine per includervi la transizione climatica. Un vero tsunami per la professione di ogni economista applicato ma anche una sfida intellettuale interessantissima!

In questo articolo non entrerò né, come ovvio, negli aspetti scientifici del riscaldamento globale, né discuterò degli obiettivi attualmente fissati per ridurlo. Darò per scontato che il problema è cogente e richiede di predisporre una strategia multiforme per affrontarlo, mentre mi concentrerò sulle implicazioni più prettamente economiche di questa possibile strategia. Dico “possibile multiforme strategia” perché gli ambiti ancora oggetto di discussione sono molti e l’incertezza elevata². Ma pure in tale contesto di incertezza, l’aver affrontato il tema con gradualità (usando un eufemismo), nell’ipotesi di avere davanti tempi lunghi durante i quali effettuare aggiustamenti progressivi, e come tali supposti relativamente indolori, ci ha portato a un punto che molti ritengono vicino al non ritorno³: i tempi lunghi si sono fatti molto brevi e gli impulsi omeopatici rischiano di diventare una cura “da cavallo”, in grado di intaccare in modo rilevante l’assetto economico dei paesi avanzati nel prossimo decennio. Valutarne i costi diventa dunque prioritario sia che si guardi alle misure da mettere in atto per ridurre le emissioni di gas clima-alteranti (le cosiddette misure di transizione) sia che si considerino gli interventi per ridurre l’impatto delle conseguenze dell’innalzamento delle temperature che già

2 Il tema dell’incertezza domina questo campo, come ma forse più che tutti i campi dell’economia. Se l’incertezza può essere considerata una situazione normale per una scienza sociale, va rilevato che in questo contesto anche gli aspetti più legati alle scienze naturali sono tutt’altro che univocamente definiti.

3 Vedasi ad esempio Schellhuber, H. J., et al. (2008). Tipping Elements in the Earth’s Climate System. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(6).

osserviamo e dei conseguenti rischi fisici derivanti sia da eventi meteorologici estremi sia dai danni cronici del diverso assetto climatico (le cosiddette misure di adattamento). Minimizzare tali costi, soprattutto quelli di breve-medio periodo privilegiando i benefici di lungo, espone al pericolo di non prendere in adeguata considerazione le resistenze e l'opposizione di chi i costi li deve sostenere, e dunque di fallire l'obiettivo, così come dal lato opposto esagerarli espone al pericolo di spaventare talmente l'opinione pubblica e i politici da far preferire l'inazione, le cui conseguenze sono comunque incerte, a un'azione dalle conseguenze negative percepite come insopportabili.

Va riconosciuto infatti che il dilemma è singolare: vi è una ragionevole certezza che il riscaldamento globale porterà a conseguenze negative per l'ambiente e la vita sulla terra, ma la misura è incerta e i tempi lontani e comunque oltre l'orizzonte tipico della politica. D'altro canto, affinché tali conseguenze non si manifestino, la lentezza con cui questi fenomeni si dispiegano rende necessario agire subito, configurando un enorme problema di mismatch temporale e, perché no, territoriale: i sacrifici devono essere fatti oggi ma essi andranno soprattutto a favore delle generazioni future (persone che non sono ancora nate) e, in aggiunta, di generazioni che potrebbero vivere in aree diverse del globo⁴. Capire la dimensione degli sforzi necessari, gli effetti, la loro distribuzione nel tempo, fra paesi e regioni, fra operatori, è dunque fondamentale perché governi e istituzioni possano approntare le politiche più adatte a raggiungere lo scopo con il minimo possibile dei costi.

Non entro nel dibattito tra i cosiddetti tecno-ottimisti, che sostengono che, se si fanno i giusti investimenti in tempo, i disastri legati al clima possono essere evitati senza grandi cambiamenti negli standard di vita, e i tecno-pes-

4 Numerosi studi evidenziano come i paesi che meno hanno contribuito alle emissioni di gas serra sono spesso i più vulnerabili. In questi paesi, tipicamente aree in via di sviluppo molto popolate, la probabilità di morire per eventi climatici estremi è 15 volte superiore a quella di chi vive nelle aree industrializzate.

simisti che sostengono che la vita sulla Terra può essere preservata solo se le società si allontanano da un modello economico incentrato sulla massimizzazione del benessere materiale. Le argomentazioni che vorrei portare muovono però dalle ipotesi dei tecno-ottimisti (a cui si allineano tutte le istituzioni internazionali⁵) che presuppongono che, su un orizzonte di 30 anni, si possa raggiungere l'obiettivo di azzerare le emissioni di carbonio (la cosiddetta strategia Net Zero) senza un drastico ridimensionamento del reddito e del tenore di vita, poiché, se questa ipotesi si rivelasse troppo ottimistica, ne risulterebbe ancora più rafforzata la rilevanza macro della decarbonizzazione.

Il lavoro si articolerà come segue. Mentre nella prima sezione verrà brevemente richiamato il contesto di riferimento per gli obiettivi in campo climatico, nella seconda sezione si espliciteranno i possibili canali di trasmissione degli effetti delle politiche di transizione e dei corrispondenti rischi fisici a livello macroeconomico. Nella terza sezione si discuterà il modo in cui le diverse tipologie di modelli empirici possono essere in grado di incorporare tali canali di trasmissione, rimandando all'Appendice una descrizione del modello che negli ultimi anni è stato costruito a Prometeia. Un excursus tra gli scenari che effettivamente sono stati prodotti da varie istituzioni per descrivere gli effetti macroeconomici di diversi sentieri verso la transizione climatica è presentato nella quarta sezione. La discussione delle implicazioni di tali percorsi funge da conclusione del lavoro, nella sezione cinque.

5 L'ultimo rapporto pubblicato nel marzo 2023 dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Synthesis Report, è un utile punto di riferimento per le principali conclusioni e raccomandazioni della ricerca mondiale elaborata in vari gruppi di lavoro internazionali.

1. Gli obiettivi per gestire la transizione climatica

Il tema della necessità di attuare una transizione climatica non è certo nuovo. Se già col Protocollo di Kyoto siglato nel 1997 erano stati fissati i primi obiettivi per i tagli delle emissioni di gas responsabili del surriscaldamento del pianeta⁶, è solo con gli accordi di Parigi⁷ che i paesi cominciano ad assumersi impegni più precisi, prevedendo una riduzione delle emissioni di gas climalteranti tale da consentire di contenere a 2°C l'aumento della temperatura rispetto ai livelli preindustriali, ma con l'obiettivo di tendere a un aumento inferiore. Obiettivo che è stato formalizzato sei anni dopo, alla COP26, dove per la prima volta si riconosce che l'obiettivo delle politiche climatiche deve essere quello di mantenere la temperatura globale entro un aumento massimo di 1.5°C rispetto all'epoca preindustriale⁸. Avere inserito un tale riferimento implica che le politiche climatiche messe in atto dai diversi Paesi dovranno essere aggiornate e rinforzate, visto che con quanto previsto ad oggi l'obiettivo di 1.5°C non verrà raggiunto. Attualmente, la comunità internazionale ha

6 Tale accordo si fondava sulla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), firmata a Rio de Janeiro nel 1992 durante lo storico Summit sulla Terra. Il nucleo del Protocollo consisteva nel vincolo legale dei limiti d'emissione per i Paesi industrializzati, che si impegnarono a ridurre la loro emissione complessiva di gas serra del 5.2% rispetto alle emissioni del 1990, per il primo periodo d'impegno stabilito nel quinquennio 2008-2012.

7 L'accordo di Parigi, il trattato internazionale stipulato tra gli Stati membri dell'UNFCCC riguardo alla riduzione di emissione di gas serra e alla finanza, è stato raggiunto il 12 dicembre 2015 e riguarda il periodo a decorrere dal 2020. Nel novembre 2018, 195 membri dell'UNFCCC hanno firmato l'accordo e 183 hanno deciso di farne parte. L'obiettivo di lungo periodo dell'accordo di Parigi era quello di rafforzare la risposta mondiale alla minaccia posta dai cambiamenti climatici, pur tenendo conto delle diverse circostanze nazionali. In particolare, l'accordo aveva i seguenti obiettivi: a) mantenere l'aumento della temperatura media mondiale ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali e proseguendo l'azione volta a limitare tale aumento a 1.5 °C; b) aumentare la capacità di adattamento agli effetti negativi dei cambiamenti climatici e promuovendo la resilienza climatica; c) rendere i flussi finanziari coerenti con tale percorso.

8 Alla fissazione di tale limite più stringente hanno contribuito in maniera fondamentale i report scientifici dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), oltre ovviamente alle mobilitazioni della società civile. L'IPCC è il principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici. L'IPCC esamina e valuta le più recenti informazioni scientifiche, tecniche e socioeconomiche prodotte in tutto il mondo, e importanti per la comprensione dei cambiamenti climatici.

maturato la convinzione che tale obiettivo sia raggiungibile solo a condizione di annullare le emissioni nette di carbonio, entro il 2050, la cosiddetta strategia Net Zero, accelerando già nel breve termine la riduzione delle emissioni (del 55% rispetto al 1990 entro il 2030, anziché del 40% come stabilito nel 2018). Ciò implica annullare tutte le emissioni possibili e adottare tecniche che rimuovano il carbonio dall'atmosfera per quella quantità di emissioni che tecnicamente non sarà possibile evitare. Se ricordiamo che le tecnologie per la rimozione (o lo stoccaggio) del carbonio (Carbon Dioxide Removal, CDR) sono al momento non disponibili in quantità sufficiente, è facile capire l'ambizione insita in tale obiettivo e al tempo stesso il rischio elevato che l'obiettivo di contenere l'innalzamento delle temperature venga mancato. Inoltre, è del tutto evidente come questa accelerazione e innalzamento dell'asticella degli obiettivi, che tutti gli stati europei hanno sottoscritto, richieda di passare dalle parole ai fatti, il che implica intraprendere trasformazioni di ampia portata⁹.

Per dare una dimensione quantitativa allo sforzo richiesto, la Tabella 1 raccoglie alcune stime effettuate da diverse istituzioni per i principali paesi europei dei cambiamenti richiesti nel 2050 nella strategia Net Zero in termini di consumo complessivo di energia (oltre che di intensità energetica del PIL) e di modificazione nel mix energetico, in particolare di sostituzione dei combustibili fossili con l'energia elettrica prodotta da fonti carbon-free. Cambiamenti veramente imponenti.

La nuova agenda dell'UE cambia dunque la prospettiva economica. A causa dell'entità degli sforzi necessari e del ritmo della trasformazione che ne consegue, la transizione accelerata verso un'economia a zero emissioni di carbonio è destinata ad avere implicazioni economiche immediate. E questo ci porta a capire quali siano tali implicazioni.

9 Commissione europea, 2020.

Tabella 1 – Cambiamenti nel consumo di energia ed elettricità nel 2050 secondo diversi scenari

Scenario e paese di riferimento	Variazione nel consumo di elettricità da fonti rinnovabili*	Variazione nel consumo finale di energia*
Commissione Europea	+165%	-25%
Germania	+80%	-39%
Francia	+36%	-40%
Spagna	+89%	-33%
UK	+150%	-36%
Italia	+108%	-40%

* Valori medi

Fonte: Documenti governativi nazionali citati da Pisani-Ferry, *The Missing macroeconomics of climate action*, in *Greening Europe's post-COVID-19 recovery*, Brugel Blueprint Series, 2022.

2. I canali di trasmissione

Si parta dalla definizione di una tassonomia degli effetti e dei canali di trasmissione. Si è oramai abbastanza consolidato l'approccio di classificare i possibili effetti come derivanti dalle azioni per ridurre le emissioni di carbonio, i cosiddetti effetti di transizione o di mitigazione, da quelli per fronteggiare l'impatto degli eventi fisici derivanti dal riscaldamento globale, i cosiddetti effetti di adattamento. Tali effetti vanno posti a confronto con quelli che si avrebbero nello status quo, se non si facesse nulla, che vedrebbero un aumento progressivo dei rischi fisici. La stima, e prima la modellazione, di questi effetti richiede di considerare canali di trasmissione che non rientrano nella cassetta degli attrezzi standard dell'economista.

Si parta dagli effetti delle azioni di mitigazione, ovvero delle politiche di

transizione, quelli di natura più prettamente economica. L'obiettivo di ridurre/azzerare l'emissione di gas serra si può perseguire aumentando il prezzo delle fonti energetiche responsabili e/o limitandone l'uso con misure di tipo amministrativo: per fare due esempi tratti dalla cronaca recente, il divieto all'uso di auto alimentate a gasolio o benzina o l'obbligo ad aumentare l'efficienza energetica degli edifici. Entrambe le modalità sono comunque identificabili come uno shock di offerta che cambia la convenienza relativa di un fattore di produzione, l'energia fossile, rispetto ad altri, richiedendo una riconversione dei processi produttivi, investimenti, riallocazione e riqualificazione dei lavoratori.

In tale contesto giova sottolineare la differenza rispetto alla transizione al digitale, a volte associata a quella climatica¹⁰: l'adozione di tecnologie digitali è spinta dalla loro maggiore convenienza in termini di prezzi e/o di efficienza e risponde quindi interamente a una logica di convenienza economica. Al contrario, la transizione climatica rappresenta un tipico esempio di "fallimento del mercato" poiché all'esternalità negativa prodotta dall'utilizzo dei combustibili climalteranti, il riscaldamento globale e i fenomeni atmosferici estremi conseguenti, non è attribuito un prezzo adeguato, portando quindi a un uso delle risorse distorto dal punto di vista dell'interesse delle future generazioni anche se efficiente dal punto di vista strettamente economico delle generazioni attuali. È necessario quindi che un'autorità superiore, i governi nazionali e/o gli enti sovranazionali, stabiliscano i corretti incentivi, ossia inglobino nei prezzi di queste fonti di energia il costo collettivo (e futuro) delle esternalità negative che produce il loro utilizzo.

Gli effetti delle politiche di transizione si basano dunque sulla modellazione della modificazione dei prezzi relativi tra energia/produzioni green versus

10 Fantacone S., Floros D., *Crisi o transizione energetica?* Diarkos Editore, 2022.

energia/produzioni brown.

Volendo schematizzare, si può pensare a una funzione di produzione (Y) a tre fattori, capitale (K), lavoro (L) ed energia (E), ognuno però caratterizzabile per il suo impatto di emissioni di carbonio¹¹, elevato (brown) o neutro (green):

$$Y = y(K_b, K_g, L_b, L_g, E_b, E_g)$$

Questa scrittura, pur nella sua semplicità, mostra come la decarbonizzazione non coinvolga solo il settore che produce energia, chiaramente il più impattato, ma tutta l'economia. Dovere ridurre o addirittura azzerare le attività brown implica chiaramente dover prendere in considerazione gli effetti su queste componenti, dall'obsolescenza accelerata del capitale fisico e umano impiegato in tali attività (stranded assets) alle necessarie operazioni di riqualificazione/ricollocaimento, al mutamento dei prezzi relativi dei diversi fattori, all'impatto su tutte le funzioni di domanda e di offerta. Solo per fare qualche esempio, le spese per l'energia delle imprese aumenterebbero, in quanto le fonti energetiche brown diventerebbero più costose a causa delle imposte sul carbonio e delle strozzature/vincoli imposti sul lato dell'offerta. Gli investimenti delle imprese dovrebbero aumentare per realizzare il passaggio dall'energia brown all'energia rinnovabile e dai beni inquinanti alle tecnologie ad alta efficienza energetica. Allo stesso tempo, le famiglie dovranno investire nell'efficienza energetica delle loro abitazioni e dei loro mezzi di trasporto, oltre al fatto che il loro reddito sarà influenzato dalle tasse sul carbonio e dalle variazioni dei prezzi dell'energia. Infine, le istituzioni finanziarie sarebbero

11 Non entro, poiché ciò porterebbe lontano, nel tema molto ampio che sta anch'esso divenendo di grande attualità, ossia quello dell'impatto delle attività economiche sulle risorse naturali e la biodiversità. Tale tema porta a identificare una funzione di produzione ancora più complessa di quella enunciata nel testo.

esposte ai rischi derivanti dagli effetti della transizione sulle famiglie e le società non finanziarie, principalmente attraverso i loro portafogli di prestiti e la detenzione di titoli. I rischi sarebbero quindi legati alla vulnerabilità delle loro controparti, sia per quanto riguarda il credito che il rischio di mercato.

Siamo quindi di fronte a mutamenti la cui pervasività identifica una vera rivoluzione e i cui elementi di indeterminatezza sono ancora molti. Ad esempio, è ancora oggetto di dibattito quanto capitale deve essere investito per sostituire completamente K_b entro il 2050 (e con quale combinazione di maggiori prezzi del carbonio, misure regolatorie e sussidi si darà il via a questo investimento); quale sarà l'impatto finale della decarbonizzazione sul prezzo dell'energia, sia brown che green; quale sarà l'impatto della dismissione dei combustibili fossili sulla produttività del capitale e del lavoro e quindi sul prodotto potenziale. Non sono quesiti di poca portata.

Un aspetto fondamentale del processo di transizione è dunque costituito dall'insieme degli investimenti che saranno necessari affinché tale transizione sia possibile, investimenti che rappresentano una componente di domanda che potrà sostenere l'attività economica e fare da contraltare agli effetti di offerta. Ciò implica che non necessariamente la crescita economica diminuirà durante la transizione¹² - a meno che l'output gap non sia già stato colmato -, ma la composizione della crescita dovrà cambiare, poiché più risorse saranno destinate agli investimenti e meno ai consumi. Indubbiamente i consumatori saranno più avvantaggiati nel lungo periodo, in quanto beneficeranno di un clima preservato, ma nel breve periodo il loro benessere potrebbe subire una battuta d'arresto. Entra qui in gioco la nozione stessa di "benessere"¹³, poiché

12 Anzi, come si documenterà nel prosieguo, secondo l'opinione delle principali istituzioni internazionali il risultato netto per la crescita è positivo.

13 Si veda Stiglitz J. e Stern N. (2023). "Climate change and growth", *Industrial and Corporate Change*, 2023, 32, 277-303.

se le famiglie divenissero sempre più sensibili al tema del cambiamento climatico, nella loro struttura di preferenze i cambiamenti richiesti nelle abitudini e scelte di consumo potrebbero non comportare un abbassamento della loro “utilità”. Ma non tutte le famiglie in tutte le parti del globo potrebbero avere la stessa sensibilità a questi temi, ovvero la stessa struttura di preferenze.

Si pone quindi il problema di chi effettuerà gli investimenti necessari alla transizione, di chi ne sosterrà il costo, se esso sarà totalmente a carico del settore privato, famiglie e imprese, se il settore pubblico se ne farà carico, e in tal caso in che misura, quale ruolo dovrà giocare il sistema finanziario privato nel reperire e allocare i fondi necessari alla transizione.

Il ruolo delle politiche è dunque centrale, sia quelle fiscali, attraverso la fissazione di imposte e di incentivi disegnati per ridefinire le convenienze relative, sia di regole sull’uso delle fonti energetiche. Ma anche le istituzioni finanziarie hanno compiti fondamentali nell’orientare le decisioni e nel favorire, attraverso una adeguata strutturazione dei mercati finanziari, la riallocazione dei capitali.

Connesso al ruolo dell’operatore pubblico è fondamentale il tema dell’utilizzo dei proventi di una eventuale carbon tax che dovesse essere introdotta. Se il gettito fosse redistribuito agli operatori più fragili, o più esposti ai costi della transizione, tali costi potrebbero risultare mitigati per gli operatori privati ma al contempo gravare maggiormente sulle finanze pubbliche. In tale contesto, potrebbe configurarsi un trade-off tra costi macroeconomici e debito pubblico.

Un tema cruciale è rappresentato dal ruolo dell’innovazione, del progresso tecnico¹⁴ che una tale trasformazione potrebbe innescare, sia nella ricerca di

¹⁴ Acemoglu, Daron, Philippe Aghion, Leonardo Bursztyn, and David Hemous. 2012. “The Environment and Directed Technical Change.” *American Economic Review*, 102 (1): 131-66.

base sia nelle soluzioni tecnologiche per ridurre le emissioni e rendere più efficienti e convenienti le tecniche green. In parte abbiamo già assistito a questo progresso, che si è riflesso nel drastico abbassamento del prezzo di alcune tecnologie green negli ultimi anni, si pensi ad esempio al costo della produzione di energia attraverso il solare o l'eolico, ma esso non può essere dato per scontato.

Infine, ma non per importanza, la dimensione geografica. Il fenomeno è globale come globali devono essere le soluzioni, poiché non esistono confini né vale la prossimità per i fenomeni atmosferici. Il rischio del mismatch geografico tra le aree del pianeta che devono sostenere i maggiori costi (perché producono più gas climalteranti) e le aree che ne beneficeranno maggiormente richiede una regia, un accordo a livello globale che certamente non è di facile attuazione.

La valutazione quantitativa di questi effetti risulta dunque complicata dalla molteplicità dei canali di trasmissione che devono essere considerati e, poiché questi effetti devono essere valutati sull'intero orizzonte di riferimento delle politiche, quindi almeno al 2050, si deve poter tenere conto anche degli effetti che le politiche esercitano sull'ambiente (le emissioni) nel corso della transizione. L'obiettivo è che nel modulare le politiche al fine di raggiungere gli obiettivi si abbia contezza anche degli effetti di retroazione che i mutamenti ambientali esercitano sullo scenario macroeconomico.

E ciò ci conduce al secondo ordine di effetti di cui la valutazione macroeconomica deve tenere conto, quello legato ai rischi di eventi fisici/meteorologici avversi prodotti dal cambiamento climatico. Il correlato dell'aumento delle temperature è infatti l'aumento della frequenza di accadimento di alcuni rischi fisici, che comprendono uno spettro di eventi meteorologici estremi, dall'innalzamento del livello dei mari all'intensificazione dei disastri naturali.

Questi fenomeni hanno la capacità di esercitare sulle economie sia perturbazioni transitorie sia modifiche strutturali durature.

Più in particolare, i rischi fisici possono essere classificati in rischi cronici e rischi acuti in base alla loro natura e alle tempistiche di impatto. I rischi cronici sono cambiamenti che spesso si sviluppano nell'arco di decenni o addirittura secoli e possono avere profonde implicazioni per gli ecosistemi, le economie e le società. Alcuni esempi sono l'innalzamento del livello dei mari (poiché con l'aumento delle temperature globali, i ghiacciai e le calotte polari si sciolgono, rappresentando un rischio per le comunità costiere e le aree a bassa quota, con conseguente aumento delle inondazioni, dell'erosione costiera e dell'intrusione di acqua salata nelle fonti di acqua dolce); l'acidificazione degli oceani (l'aumento dei livelli di anidride carbonica nell'atmosfera viene assorbito dagli oceani, e questo processo minaccia gli ecosistemi marini, con conseguenze per la biodiversità e la pesca); il cambiamento dei modelli di precipitazione con siccità prolungate in alcune aree e un aumento delle precipitazioni in altre (con conseguenze sulla disponibilità di acqua per l'agricoltura, per l'energia idroelettrica e l'approvvigionamento di acqua dolce). Dal lato dei rischi acuti, invece, si fa normalmente riferimento a eventi improvvisi e intensi legati al clima che possono portare a una distruzione rapida e diffusa, causando molteplici danni: innanzitutto perdite umane e danni alla salute, ma anche danni alle infrastrutture e gli habitat naturali, alle proprietà e interrompendo le attività economiche, i trasporti e le catene di approvvigionamento. Si pensi, ad esempio, a uragani, cicloni e tempeste intense, alluvioni, incendi; frane; ondate di calore.

I rischi climatici fisici, sia cronici che acuti, hanno dunque il potenziale per sconvolgere economie, società ed ecosistemi. L'esame dei rischi fisici più comunemente considerati mette inoltre in evidenza come in questo contesto

risultino di grande importanza sia gli aspetti territoriali (gli effetti di un'alluvione sono molto diversi se si vive sulle rive di un fiume piuttosto che a qualche chilometro di distanza) sia quelli settoriali (alcune attività produttive, quali l'agricoltura e la pesca, sono molto più sensibili a tali rischi di altre), aggiungendo elementi di complessità alle analisi sugli impatti.

Un'attenta comprensione delle caratteristiche intrinseche, della regolarità e dell'intensità di questi rischi assume quindi un'importanza fondamentale nel discernere gli effetti macroeconomici che ne derivano. Non solo. Poiché i rischi fisici aumentano con l'aumentare delle temperature, esiste una sorta di trade-off tra il perseguire una limitazione all'aumento delle temperature, col rischio di dover pagare dei costi in termini di politiche di transizione, e i costi per fronteggiare l'aumento della frequenza e dell'intensità di fenomeni naturali sia di natura cronica sia estremi, che comportano costi diretti e costi di adattamento, trade-off che riprenderemo nella sezione 4 parlando di scenari.

3. I modelli per rappresentare la complessità della transizione climatica

Risulta dunque chiaro che i modelli per valutare una tale complessa articolazione di effetti non possono essere i tradizionali modelli macroeconomici¹⁵, dove normalmente il driver dell'attività economica è la domanda e gli effetti di offerta trovano poco spazio. Inoltre, dovendo descrivere situazioni del tutto inedite, il passato è un indicatore impreciso del futuro, e quindi gli

15 Come, ad esempio, il modello econometrico di Prometeia "The Prometeia Italian Quarterly Model – Past, present, and future", Tomasini S. et al.; Prometeia Nota di Lavoro, December 2018.

approcci econometrici tradizionali rischiano di essere non sufficienti. La prima sfida è quindi la calibrazione degli shock all'interno del quadro modellistico scelto, dove le consuete relazioni lineari potrebbero non essere più valide quando si considerano eventi storicamente senza precedenti, il che è un punto particolarmente rilevante per la cattura del rischio fisico. D'altro canto, anche affidarsi a modelli dinamici di equilibrio generale (siano essi CGE o DSGE), che pure forniscono una rappresentazione dettagliata del lato dell'offerta, non è sufficiente. Tali modelli hanno il vantaggio di rappresentare in modo accurato la formazione dello stock di capitale e i corrispondenti costi di obsolescenza, e possono essere adattati per tenere conto delle frizioni di riallocazione e delle inefficienze delle politiche. Ma sono poco adatti a considerare i più tipici effetti keynesiani sul lato della domanda e non sono in genere costruiti per valutare in modo articolato gli effetti delle politiche economiche specialmente in contesti di imperfezioni dei mercati¹⁶. Ugualmente inadeguati sono i modelli per singolo paese, poiché la transizione climatica avrà effetti asimmetrici sui consumatori e sui produttori di combustibili fossili così come sui paesi avanzati rispetto a quelli in via di sviluppo.

La transizione climatica richiede quindi di essere modellizzata con un approccio eclettico, che consideri sia fattori di domanda che di offerta, in cui vi sia l'esplicita considerazione tra i fattori di produzione dell'energia e della sua natura green o brown, che consideri gli aspetti settoriali dei fenomeni ma a livello globale, che adotti un orizzonte di lungo periodo, in cui le interazioni con componenti tecnologiche e climatiche siano tutte contemporaneamente presenti.

In un contesto così articolato, quindi, i modelli di valutazione integrata

¹⁶ Anche se le versioni più recenti dei DSGE includono frictions di tipo Neo-Keynesiano, in effetti modelli di questo tipo non deviano dalle ipotesi di perfect-foresight e aspettative razionali degli agenti.

(Integrated Assessment Model) forniscono un quadro analitico completo per facilitare l'esame olistico dell'intricata interazione tra cambiamenti climatici, crescita economica e scelte di policy. Questo approccio modellistico è uno strumento che sempre di più si sta rivelando come indispensabile per rappresentare le molteplici implicazioni delle sfide legate al clima e progettare le strategie efficaci per affrontarle. Benché ogni singolo blocco dell'IAM possa essere soggetto a critiche, è proprio nella natura intrinseca di modularità dello IAM che risiede il motivo dell'interesse che riveste, potendo infatti prevedere l'inserimento di modelli "ancillari" o "satellite" che rispondano a diverse esigenze e sottolineature.

Più in dettaglio, l'IAM riunisce tre componenti fondamentali: modelli climatici, modelli di impatto e modelli economici. Queste componenti operano in modo sinergico per simulare e proiettare vari scenari futuri che racchiudono le interazioni dinamiche tra cambiamenti ambientali, dinamiche socioeconomiche e interventi di policy. Il primo livello fondamentale di un IAM comprende i modelli climatici, che simulano il sistema climatico terrestre. Questi modelli tengono conto di fattori quali le emissioni di gas serra, la circolazione atmosferica e le variazioni di temperatura per proiettare le potenziali traiettorie climatiche nel tempo. Quantificando le conseguenze di diversi scenari di emissioni, i modelli climatici costituiscono la base per comprendere l'entità del riscaldamento globale e le conseguenti implicazioni per i rischi climatici fisici. I modelli di impatto costituiscono il secondo livello di un IAM e si concentrano sulla traduzione dei dati climatici in impatti specifici del settore. Questi modelli, adattati a vari settori come l'agricoltura, le risorse idriche, l'energia, la produzione manifatturiera, chiariscono come il cambiamento dei modelli climatici possa sconvolgere questi settori. Le interazioni tra i rischi fisici del clima e i settori economici consentono di quantificare le perdite e le

vulnerabilità potenziali. Infine, i modelli economici, che analizzano come gli impatti derivati dai modelli climatici e settoriali si ripercuotono sull'intero sistema economico. Questi modelli comprendono un'ampia gamma di fattori, tra cui il consumo, la produzione, gli investimenti, i progressi tecnologici e le scelte politiche. Integrando i principi economici, essi chiariscono, per un verso, come i rischi fisici del clima possano influenzare la crescita del PIL, l'occupazione, l'inflazione e la stabilità economica complessiva ma anche, per altro verso, come livello e caratteristiche della crescita economica influenzano le emissioni di gas clima alteranti.

E' dunque l'integrazione di questi livelli che consente agli IAM di offrire una rappresentazione completa di come i cambiamenti climatici potrebbero intrecciarsi e influenzare le economie, le società e gli ecosistemi in futuro. Attraverso l'utilizzo degli IAM è possibile valutare diversi scenari di policy, che vanno dalle strategie di mitigazione volte a ridurre le emissioni alle misure di adattamento che aumentano la resilienza contro i rischi fisici. Simulando vari scenari, gli IAM possono proiettare i potenziali costi, i benefici e i trade-off associati ai diversi percorsi di politiche ambientali ed economiche.

I modelli IAM, infatti, sono solitamente risolti in modo endogeno nel lungo periodo: il modellatore fissa un obiettivo di temperatura, come 1.5 o 2 gradi, e il modello trova quel prezzo delle emissioni che, riducendole, permette di raggiungere l'obiettivo; oppure il modellatore limita il livello di ambizione della politica e quindi limita il prezzo delle emissioni. In questo caso, il modello risolve l'aumento globale della temperatura che ci si può aspettare nel lungo periodo. Poiché gli scenari climatici sono risolti endogenamente per i prezzi delle emissioni quando si limita la temperatura o per la temperatura quando si limita il livello di ambizione della politica, questi scenari non devono essere letti come una previsione del futuro, ma piuttosto come proiezioni

plausibili (relazioni “what if”) data un’ampia varietà di ipotesi.

Alla luce di queste considerazioni, quindi, in qualche modo lo IAM funge da laboratorio dinamico, facilitando la sperimentazione e l’esplorazione delle opzioni di policy e delle loro ripercussioni. Il modello è uno strumento per colmare il divario tra la comprensione scientifica e il processo decisionale economico, consentendo agli esperti di navigare tra le complessità di un clima in evoluzione. Torneremo in conclusione sull’importanza di disporre di tali strumenti per calibrare gli interventi di policy in modo da riconciliare le politiche ambientali con il consenso dei cittadini.

L’Appendice al presente capitolo contiene una breve descrizione della logica di funzionamento del modello IAM di Prometeia.

4. La stima degli effetti macroeconomici: alcuni scenari disponibili

Anche da una descrizione per sommi capi quale quella appena fornita emerge che la complessità del modello IAM ben rappresenta la complessità della stima degli input, o detto in termini più tecnici, delle variabili esogene che devono essere definite e che chiaramente determinano il sentiero di risposta dei modelli stessi. Specialmente in un orizzonte così lungo, anche fermandosi al 2050 e non spingendosi al 2100 come sovente avviene in questo campo, sono tante le fonti di incertezza e le possibili varianti. L’approccio adottato è dunque quello di costruire scenari, non vere e proprie previsioni ma sentieri che mirano a esplorare gli estremi di futuri plausibili (né i più probabili né i più auspicabili) per la valutazione dei rischi, tra i quali i rischi finanziari sono

particolarmente sotto la lente delle banche centrali¹⁷. In questo contesto, gli scenari sono non solo uno strumento in mano agli “addetti ai lavori”, ma anche una risorsa preziosa per comunicare i potenziali impatti dei cambiamenti climatici a un’ampia gamma di stakeholder e al pubblico in generale.

Prima di esaminare le caratteristiche di tali scenari, è però utile partire da una dimensione quantitativa della questione. Si è detto che il cuore del problema è attribuire un prezzo a una risorsa, l’emissione di carbonio, che sinora è stata considerata gratis. Alcune stime¹⁸, che tenevano conto dei sistemi di tariffazione (tasse e quote di emissione) in diversi paesi, comprensive quindi del costo fissato nell’Emission Trading System, portavano a fissare il prezzo medio effettivo del carbonio pre-crisi pandemica vicino ai 10 dollari/tonnellata a livello globale¹⁹. Questo dato deve essere confrontato con il livello di prezzo coerente con l’obiettivo di limitare l’aumento della temperatura a un massimo di 2 gradi. Sono disponibili diverse stime, che spaziano da un prezzo di almeno 50-100 dollari/tonnellata nel 2030²⁰, a un prezzo globale del carbonio coerente con uno scenario Net Zero dai 120 dollari/tonnellata nel 2030 e a circa 260 dollari/tonnellata nel 2040²¹. Al di là della variabilità di queste stime, che danno una misura della grande incertezza che ancora regna in questo campo, ciò che si vuole sottolineare è la dimensione dello shock: anche ponendosi in una situazione intermedia, e molto cauta, rispetto ai valori di massimo previsti, con un prezzo di 100 dollari/tonnellata a livello globale,

17 Si veda nel prosieguo la descrizione degli scenari NGFS.

18 Pisani-Ferry, *The Missing macroeconomics of climate action*, in *Greening Europe’s post-COVID-19 recovery*, Brugel Blueprint Series, 2022.

19 Questo prezzo è aumentato in conseguenza alla crisi del gas seguita alla guerra in Ucraina e nei paesi europei è già mentre scriviamo, nel 2023, intorno agli 80-90 euro a tonnellata.

20 Commissione di alto livello Stiglitz-Stern sui prezzi del carbonio, *Carbon Pricing Leadership Coalition*, 2017.

21 Network for Greening the Financial System (NGFS 2022). Un rapporto ufficiale francese fissava per il 2030 un prezzo ombra del carbonio di 250 euro/ton (Quinet 2019). Lo “scenario d’azione precoce” della Banca d’Inghilterra (2021) si collocava nello stesso ambito, col prezzo del carbonio a 300 dollari/tonnellata nel 2030.

a parità di quantità di emissioni del 2019 si avrebbe un aumento del costo dell'energia di 3.7 punti percentuali in termini di PIL rispetto allo status quo (0.4% di PIL).

È usuale porre a confronto questo incremento con lo shock petrolifero del 1974, che fu di dimensioni simili, nell'ordine dei 3.6 punti percentuali del PIL mondiale del 1973, e che portò recessione e inflazione (la famosa stagflazione) per molti anni nelle economie avanzate, fino a che il drastico inasprimento delle politiche monetarie nei primi anni 80 non ne interruppe il circolo vizioso.

Il confronto non deve essere considerato acriticamente, poiché molte condizioni sono ora diverse: mentre allora lo shock fu repentino e inatteso, oggi è ampiamente annunciato e verosimilmente avverrà con gradualità e non coinvolgerà tutti i paesi contemporaneamente; allora comportò una massiccia redistribuzione di reddito dai paesi importatori netti (caratterizzati da propensione al consumo elevata) verso paesi produttori (con propensioni al consumo molto inferiori), implicando una caduta di domanda a livello globale; se i proventi della carbon tax verranno redistribuiti, si potrebbe evitare, o attenuare, anche la caduta di domanda; così come allora l'aumento del prezzo del petrolio portò, ma richiese tempo, a innovazioni tecnologiche che ridussero l'intensità energetica del PIL, a maggior ragione ora, che la transizione è ampiamente annunciata, la ricerca scientifica e tecnologica potrà portare ad attenuarne i costi; ultima, ma non per importanza, la diversa consapevolezza e credibilità acquisita dalle banche centrali nel controllare le aspettative di inflazione e dunque nel bloccare l'innescio di circoli viziosi tra aumento dei prezzi e dei salari.

Il parallelo con la crisi energetica degli anni 70 non deve quindi portare a sostenere che l'esito sarà lo stesso, quanto piuttosto a segnalare come l'inten-

sità dello shock potrebbe essere simile e quindi le conseguenze macroeconomiche vadano studiate con cura per introdurre tutti i possibili correttivi per ridurre gli impatti negativi e amplificarne le potenzialità positive.

Venendo dunque agli scenari di transizione climatica, tutte le principali istituzioni ne hanno elaborati, consolidando la definizione di una sorta di tassonomia, che può essere sinteticamente ricondotta a queste tre tipologie.

Gli scenari *Orderly transition*, presuppongono che le politiche climatiche siano introdotte presto e diventino gradualmente più severe. All'interno di questa tipologia si colloca lo scenario che persegue l'obiettivo di Net Zero, ossia l'azzeramento delle emissioni nette di CO_2 intorno al 2050 come condizione per limitare il riscaldamento globale a $1.5^\circ C$. Questo scenario presuppone sia l'introduzione immediata di politiche climatiche ambiziose sia che le tecnologie BECCS vengano impiegate per accelerare la decarbonizzazione. I rischi fisici sono relativamente bassi mentre sono più elevati i rischi di transizione.

Gli scenari *Disorderly transition* esplorano un rischio di transizione più elevato a causa di politiche ritardate o divergenti tra Paesi e settori, pur mantenendo l'obiettivo di contenere il riscaldamento inferiore ai $2^\circ C$. In questa tipologia di scenari, le emissioni globali annue non diminuiscano fino al 2030 e a quel punto si rendono necessarie politiche più aggressive, con prezzi del carbonio più alti rispetto a Net Zero 2050. Tipicamente, si ipotizza che non vengano introdotte nuove politiche climatiche fino al 2030 e che il livello di azione vari da paese a paese e da regione a regione in base alle politiche adottate sinora, portando anche a una "ripresa fossile" in uscita dalla crisi economica causata da COVID-19 e guerra in Ucraina. Si ipotizza che la disponibilità di tecnologie BECCS sia bassa. Di conseguenza, le emissioni possono superare temporaneamente il carbon budget e dopo il 2030 devono diminuire più ra-

pidamente rispetto al percorso disegnato negli scenari di transizione ordinata, per garantire una qualche probabilità di raggiungere l'obiettivo. Questi scenari, comunque, comportano rischi fisici e di transizione più elevati rispetto agli scenari Orderly.

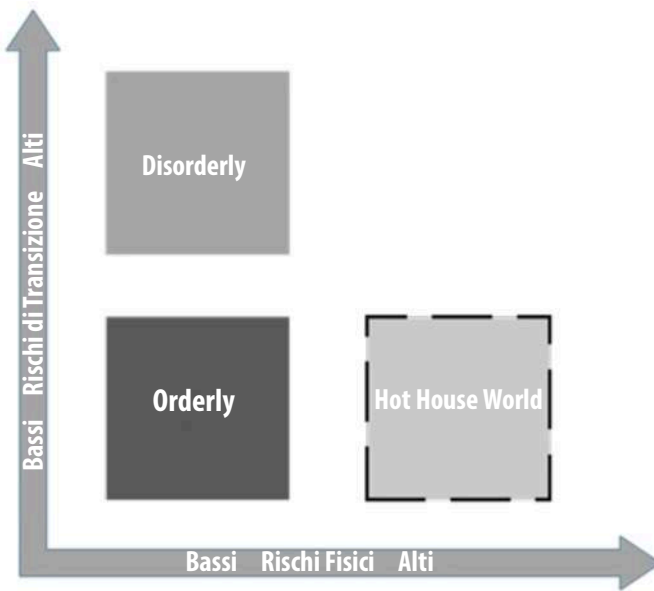
Gli scenari *Hot house world* ipotizzano che talune politiche climatiche vengano adottate ma solo in alcune giurisdizioni oppure così in ritardo da far sì che a livello globale gli sforzi siano insufficienti per arrestare un riscaldamento globale significativo. Le soglie critiche di temperatura vengono superate, causando gravi e crescenti rischi fisici. In questo ambito si collocano gli scenari a politiche attuali (*current policies*), nei quali vengono mantenute solo le politiche già in vigore, con la conseguenza che le emissioni crescono fino al 2080, provocando un riscaldamento di circa 3°C e gravi rischi fisici. Ciò include cambiamenti irreversibili, come ad esempio l'innalzamento del livello dei mari.

È chiaro che, sulla linea di queste tre tipologie, la gamma degli scenari può essere molto ampia e si caratterizza per un trade-off tra rischi di transizione e rischi fisici, già ricordato in precedenza ed esemplificato nella Figura 1.

La molteplicità delle ipotesi adottate non permette di porre a confronto direttamente gli scenari proposti dalle principali istituzioni internazionali. A fini meramente esemplificativi, si ricordi che le stime variano da effetti positivi per l'economia globale (+4% nel 2030, IEA 2021) o per UK (+2%, British Climate Change Committee, 2020), fino a un impatto pressoché neutro per l'UE (Commissione Europea, 2021) e a una piccola diminuzione per l'economia globale e per i singoli paesi che adottano le misure per la transizione (NGFS 2019), diminuzione che scompare nelle release NGFS del 2022 e del 2023. Queste discrepanze sono indicative non solo della mancanza di consenso sugli effetti macroeconomici dell'azione per il clima, ma anche della

rilevanza dello scenario baseline rispetto al quale vengono misurate le differenze, le ipotesi adottate e dei modelli utilizzati. Ad esempio, la Commissione Europea come il NGFS presentano risultati diversi a seconda sia dello scenario per le variabili esogene e le opzioni di policy, sia del modello e/o della combinazione dei modelli impiegati. Un altro elemento discriminante è l'esplicitazione o meno dei rischi fisici, sia quelli cronici che quelli acuti sia negli scenari baseline che in quelli alternativi.

Figura 1



L'esplicitazione o meno di tali rischi porta a un'altra fondamentale chiave con cui leggere e confrontare gli scenari, ossia l'orizzonte temporale. Se per un verso è fondamentale porre l'enfasi sugli effetti nel lungo termine, quando gli obiettivi della transizione saranno o meno stati raggiunti, quindi convenzionalmente il 2050, dall'altro è anche cruciale osservare gli effetti nella fase di

transizione, i prossimi 10-15 anni, poiché questi sono gli anni in cui le misure di decarbonizzazione andranno introdotte, e i loro effetti, potenzialmente negativi potrebbero generare una perdita di consenso dell'opinione pubblica, e dunque dei governi, verso queste misure. Il processo della transizione quindi verrebbe ritardato o ostacolato, rendendo più verosimili gli scenari di tipo Disorderly o addirittura Hot-House World. Al contempo, l'intensificarsi dei fenomeni naturali conseguenza dell'innalzamento delle temperature, con i correlati rischi, si andrebbero a sommare ai rischi delle politiche di transizione ma renderebbero più evidente l'importanza di intraprenderle.

Con riferimento alle stime della CE²², si può osservare come, pur nella loro variabilità, gli effetti macroeconomici di lungo periodo siano complessivamente piuttosto contenuti e dominino gli impulsi positivi derivanti dall'aumento dell'attività economica prodotto dai maggiori investimenti richiesti dalla transizione.

Anche le stime prodotte dal NGFS²³ si collocano nel medesimo solco. Si considerino i tre scenari più tipicamente utilizzati, ossia il Current Policies, Net Zero 2050, Delayed Transition, che si differenziano per il prezzo della carbon tax (veicolo che rappresenta anche eventuali altre misure normative che portino a rendere più costoso l'utilizzo dei combustibili fossili) e per gli

22 Si veda European Commission, Stepping up Europe's 2030 climate ambition -Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people, COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, 2020, pag. 75-76. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:749e04bb-f8c5-11ea-991b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

23 <https://www.ngfs.net/en> La rete delle banche centrali e delle autorità di vigilanza per rendere più verde il sistema finanziario (Network for Greening the Financial System, NGFS) nasce in occasione del "One Planet Summit" di Parigi del dicembre 2017, i suoi membri sono attualmente rappresentativi di circa 130 paesi. L'obiettivo del NGFS è di contribuire a rafforzare la risposta globale necessaria per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi e di potenziare il ruolo del sistema finanziario nella gestione dei rischi e nella mobilitazione dei capitali per gli investimenti verdi nel più ampio contesto dello sviluppo ecosostenibile. A tal fine, il NGFS ha collaborato con un gruppo di esperti di scienze climatiche ed economisti per progettare una serie di scenari per comprendere come i cambiamenti climatici (rischio fisico) e le tendenze delle politiche e delle tecnologie climatiche (rischio di transizione) potrebbero evolvere in diversi futuri. I percorsi di transizione per gli scenari NGFS sono stati generati con diverse tipologie di modelli.

investimenti necessari alla transizione. Scenari posti a confronto con lo scenario di No policy, definito anche di baseline che però si configura come meramente teorico, poiché non include alcun danno derivante dall'intensificarsi di rischi fisici acuti e non dà quindi pienamente conto dei costi dell'inazione.

La Figura 2 raccoglie le quattro principali grandezze che disegnano sinteticamente gli scenari con riferimento all'Italia²⁴ e che, nella loro immediatezza, ci consentono alcune considerazioni. Il carbon price (pannello 2.a) rappresenta la variabile esogena più importante e caratterizzante dei diversi scenari e il suo livello nel 2050 rispetto a quello attuale dà la misura dello shock richiesto dalla strategia Net Zero.

Con riferimento all'Italia, a fronte di un prezzo attuale che si aggira intorno ai 25\$ (per tonnellata di CO₂²⁵), si arriverebbe nel 2050 vicino agli 800\$. Gli effetti macroeconomici, sintetizzati dal PIL e dall'inflazione (pannelli 2.b), presentano un esito del percorso benigno, nel quale nel 2050 la differenza fra lo scenario virtuoso Net Zero e quello peggiore dal punto di vista ambientale, Current policies-Hot house world, sarebbe positivo e pari a circa 3 punti di maggiore crescita. Anche se questi scenari incorporano solo i costi derivanti dai rischi fisici cronici (e non considerano quindi i rischi acuti), le differenze risultano comunque modeste e, forse, controintuitive. Anche in termini di inflazione, pur con livelli di carbon price così drammaticamente diversi, le differenze non sono molte e, anzi, lo scenario Net Zero è quello con l'inflazione complessivamente più bassa²⁶.

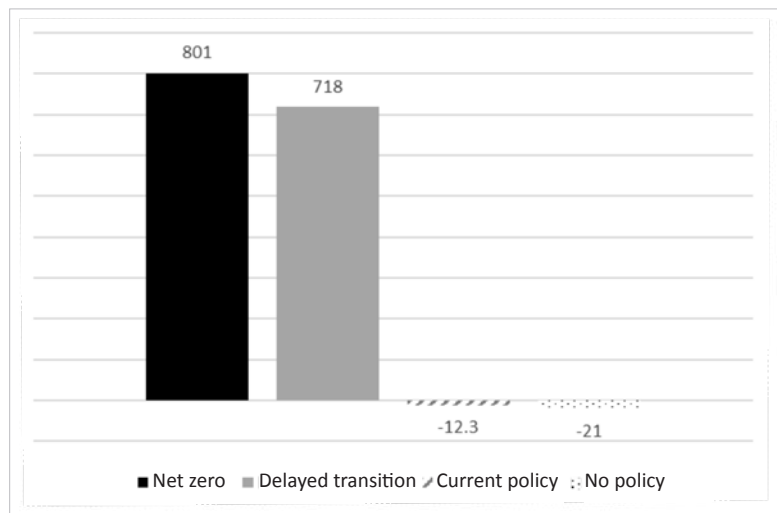
24 NGFS presenta risultati simili con ampia copertura internazionale. I risultati per l'Italia sono molto simili a quelli che caratterizzano gli altri paesi europei.

25 In seguito alla crisi del gas russo il prezzo in Europa è attualmente più elevato e si aggira sui 100\$; a livello globale, tenendo conto dei sussidi esso è, secondo valutazioni dell'IMF, ancora decisamente inferiore ai 25\$.

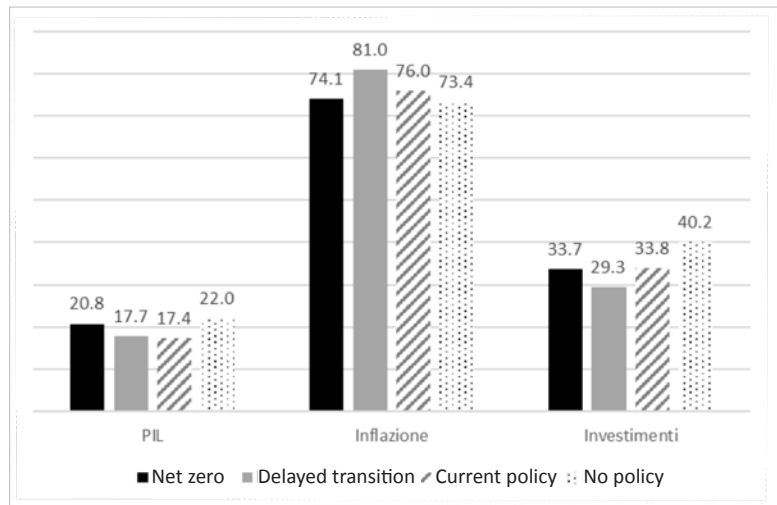
26 Il rischio che la transizione climatica comporti tassi di inflazione più elevati è stato più volte sollevato, si vedano Schnabel, "A new age of energy inflation: climateflation, fossilflation and greenflation, The ECB and Its Watchers XXII Conference, 17 March 2022.

Figura 2 Differenze fra le principali grandezze relative all'Italia negli scenari climatici NGFS - 2050 vs 2023

(a) Carbon price – var. in US\$2010/t



(b) Variabili macroeconomiche – var. %



Fonte: Elaborazioni dell'autore su Scenari NGFS v1.23 [REMIND-MAGPIE]

Tale risultato è il frutto degli interventi di policy che mirano a riorientare le modalità di produzione/utilizzo dell'energia e di redistribuzione dei proventi della carbon tax. A fronte di investimenti che sull'intero periodo non si differenziano sostanzialmente, cambia la loro destinazione: ad esempio, gli investimenti nelle infrastrutture per l'elettricità da fonti rinnovabili e nello stoccaggio sono circa il 40% in più all'anno in media nello scenario Net Zero 2050 rispetto allo scenario Current Policies, ma al tempo stesso ciò comporta anche una diminuzione degli investimenti nell'estrazione di combustibili fossili e nell'elettricità prodotta da combustibili fossili (-40% e -70% nei due scenari rispettivamente) così che il successo della transizione dipende più da questa riallocazione del capitale che dagli investimenti annuali aggiuntivi nel sistema energetico, che rimangono limitati a circa il +5%. Complessivamente, comunque, gli investimenti contribuiscono a sostenere l'attività economica e a calmierare gli effetti sui prezzi finali e, quindi, in definitiva i costi per le famiglie.

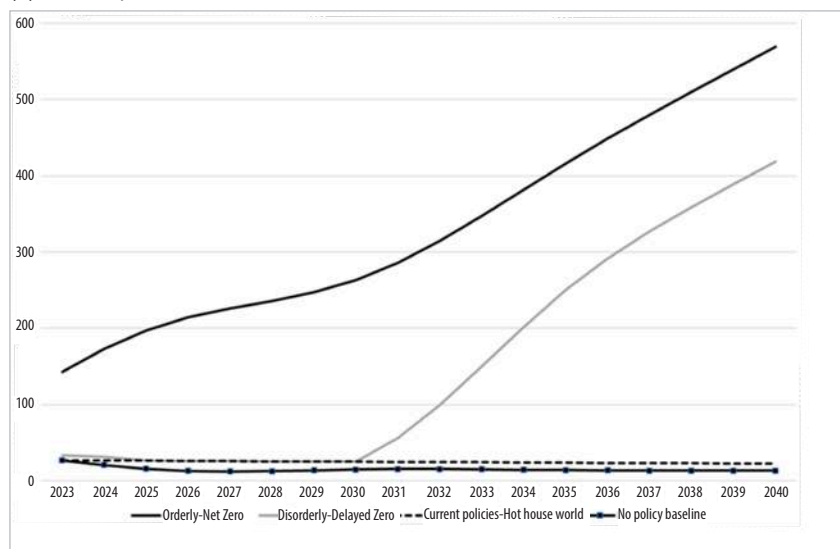
Gli incentivi al riorientamento della produzione e dell'utilizzo di fonti fossili, e ridestinare le risorse raccolte con l'imposta all'economia, implicano chiaramente importanti riallocazioni tra settori produttivi e, al loro interno, tra diverse tipologie di imprese, con le corrispondenti riallocazioni di occupati. Tuttavia, quindi, secondo questi scenari, tali processi potrebbero concludersi senza drammatici effetti a livello macroeconomico.

Ma al di là del punto di arrivo, anche il percorso conta e, soprattutto, conta cosa succede nei primi anni, quando le politiche devono essere implementate e devono trovare il sostegno dei cittadini. Se dunque ci si concentra sugli anni di qui al 2040, le differenze diventano più marcate (Figura 3).

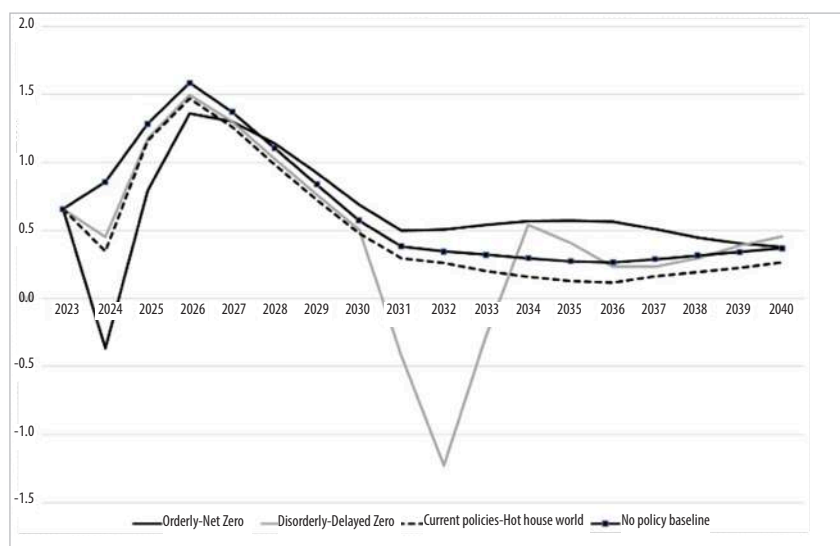
Figura 3 Evoluzione delle principali grandezze relative all'Italia negli scenari climatici NGFS

– 2023-2040

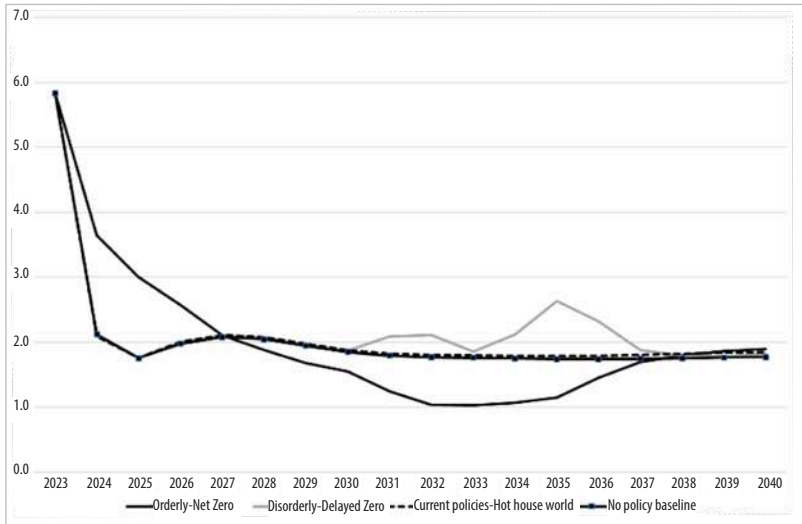
(a) Carbon price - US\$2010/t



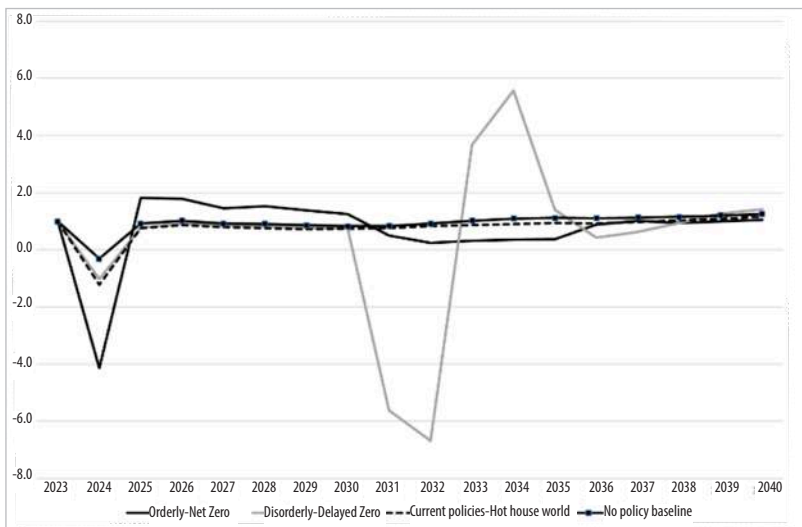
(b) PIL reale - var. %



(c) Prezzi al consumo - var. %



(d) Investimenti totali - var. %



Fonte: Elaborazioni dell'autore su Scenari NGFS v1.23 [REMIND-MAgPIE]

Innanzitutto sul carbon price (pannello a), che dovrebbe crescere molto velocemente già da subito nello scenario Net-zero e solo nel 2030 in quello Delayed transition, rimanendo invece invariato nei due scenari senza transizione. L'aumento repentino del carbon price si accompagnerebbe ad andamenti molto differenziati degli investimenti totali (pannello d) che reagirebbero, nell'immediato, con forti cadute, successivamente recuperate dall'incremento nella componente pubblica. Gli effetti macroeconomici sarebbero ugualmente differenziati: per quasi dieci anni dall'avvio della transizione (sia il 2023 come nel Net-zero che nel 2030 come nel Delayed) il tasso di crescita del PIL risulterebbe inferiore a quello degli altri scenari e solo successivamente si osserverebbe un recupero, quando i costi del riscaldamento climatico, misurato solo dai rischi cronici, diverrebbero superiori a quelli della transizione.

Ma siamo sicuri che oltre al costo economico si possa affrontare anche il costo politico e sociale di questi primi 15 anni di transizione? Questa è forse la domanda più cogente che dobbiamo porci.

5. Qualche considerazione conclusiva

Con le opportune politiche, la transizione climatica può essere ottenuta senza pagare costi in termini di minore crescita: è dunque una buona notizia quella che esce da questi scenari. Con le parole di Ursula Von der Leyen *"what is good for the planet is good for business and good for us all"*.

Questo approccio "benevolo", sostanzialmente condiviso da tutte le istituzioni internazionali, tende a rappresentare la transizione climatica come un percorso certo complesso e irto di ostacoli ma tutto sommato "indolore" o,

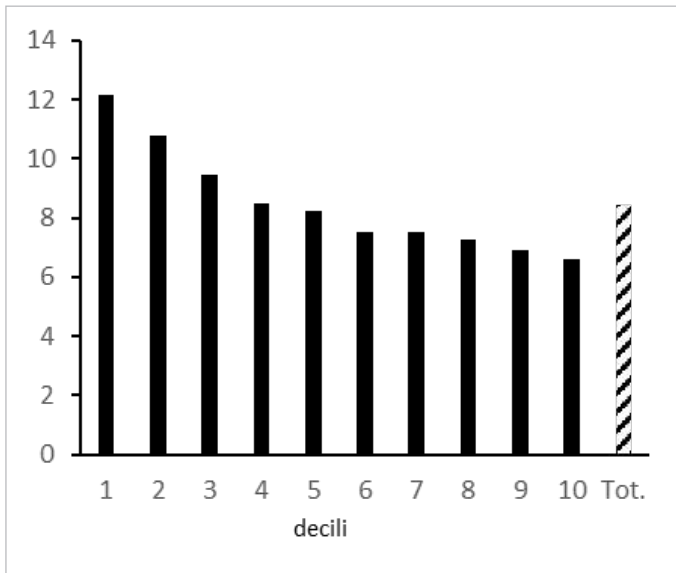
comunque, non drammatico e la cui convenienza non è discutibile se sull'altro piatto della bilancia è posta la sopravvivenza della specie umana sulla terra.

Pur ritenendo l'obiettivo totalmente condivisibile, credo vada sottolineato il rischio che, sottovalutandone i costi da pagarsi soprattutto nella prima fase, quella che gli scenari disponibili identificano nei primi 10/15 anni della transizione, non si rifletta a sufficienza su quali siano le corrette strategie da mettere in atto per minimizzarli anche a livello "micro" e, ove possibile, compensando coloro per i quali tali costi risulterebbero insopportabili e opporrebbero quindi forti resistenze alla sua attuazione. La *political economy* potrebbe essere, in questo contesto, quasi più importante delle *economic policy*.

A questo proposito, le esperienze recenti sono illuminanti. L'impennata dei prezzi dell'energia del 2022, repentina e inattesa, sta rappresentando una sfida per misurarsi con prezzi dell'energia più alti. È vero che in questa circostanza l'aumento dei prezzi avvantaggia le entrate fiscali, che potrebbero essere redistribuite, ma ha a fronte un peggioramento delle ragioni di scambio a scapito dei paesi importatori di energia fossile, tipicamente l'Europa, verso i paesi produttori. Pur tenendo conto delle differenze, tuttavia, i riflessi economici e sociali sui paesi importatori netti di gas sono sotto gli occhi di tutti e la richiesta di proteggere le imprese e le fasce più esposte della popolazione è stata forte. Va infatti ricordato che l'energia, specialmente per uso abitativo ma anche per i trasporti, rappresentando una componente obbligata dei consumi, pesa di più sui panieri di spesa delle famiglie a basso reddito. Dalla Figura 4, in cui è rappresentata la crescita dei panieri di spesa per decili di reddito, emerge che a fronte di un'inflazione media che nel 2022 ha raggiunto l'8.5%, la crescita effettiva ha oscillato dal 12.2% per il decile più povero al 6.6% per quello più ricco. Tipicamente, la classe media suburbana, caratterizzata da un reddito relativamente basso e uno stile di vita ad alta intensità

di energia (per i trasporti in particolare), risulta particolarmente vulnerabile a un aumento del prezzo del carbonio; al contrario, gli abitanti benestanti dei centri metropolitani sono ampiamente risparmiati. Dunque, la tassazione del carbonio è regressiva e colpisce in modo sproporzionato i residenti di alcune aree: un vivido esempio delle possibili conseguenze è il movimento dei *Gilets jaunes*, che ha portato il governo francese a riconsiderare i piani per la tassazione del carbonio.

Figura 4 Effetti dell'inflazione sulla spesa delle famiglie italiane nel 2022



Fonte: Elaborazioni Prometeia su dati Istat

Il tema degli effetti distributivi, a molteplici livelli, diventa quindi cruciale. Il primo degli aspetti distributivi è chiaramente quello fra aree/paesi del mondo esposti in misura diversa ai rischi. È stato più volte sottolineato che solo un'azione coordinata a livello globale nei tempi e negli strumenti ha la

possibilità di raggiungere l'obiettivo climatico minimizzando i rischi e distribuendoli in modo equo fra paesi, riducendo gli incentivi a comportamenti free-riding.

Ma il tema distributivo si pone anche all'interno dei singoli paesi, fra aree e operatori. Un recente studio della Commissione Europea²⁷ evidenzia, pur nel contesto di relativo ottimismo sulla possibilità che mediamente la transizione climatica porti a un saldo positivo di occupazione in Europa, il profondo processo di riallocazione che sarebbe necessario tra settori, imprese, occupazioni e regioni. Le imprese e i lavori nei settori "brown" sarebbero ovviamente i più colpiti. Anche se in aggregato la loro quota può essere considerata relativamente piccola, gli impatti sarebbero concentrati settorialmente e per territori, dando forza, anche in termini di pressione sociale e politica, a tali minoranze²⁸. Poiché la facilità di riallocazione della manodopera dipenderà in modo cruciale dalla somiglianza di ubicazione e competenze dei nuovi posti di lavoro creati, sono fondamentali le caratteristiche demografiche specifiche dei lavoratori dei settori industriali e agricolo, che andranno attentamente valutate, così come le specificità socioeconomiche territoriali.

La situazione attuale rende queste molteplici riallocazioni ancora più difficili. Le strozzature nell'approvvigionamento o i progressi tecnologici erano già questioni critiche che potenzialmente limitavano il ritmo della transizione. Ora, i nuovi investimenti intrapresi per aumentare l'offerta (si pensi ai rigasificatori) e sostituire il gas russo diversificando le fonti di combustibili fossili, chiamando anche in causa il grado di collaborazione internazionale, aumentano la probabilità che ci si incammini verso uno scenario *Delayed transition*.

È dunque fondamentale che vi sia una pluralità di voci, che diverse isti-

27 Vandeplas A., Vanyolos I., Vigani M., Vogel L., The Possible Implications of the Green Transition for the EU Labour Market, European Economy, Discussion Paper 176, Dec. 2022

28 Si pensi alla recente protesta degli agricoltori.

tuzioni pubbliche e private si attrezzino per costruire scenari e discuterne le ipotesi e le implicazioni: se concordiamo con l'idea che la posta in gioco è troppo importante per poter mancare l'obiettivo, è anche fondamentale che si abbiano chiare caratteristiche e implicazioni delle diverse ipotesi e che non se ne sottovalutino i costi. Bisogna prendere sul serio i costi e chi li paga per non essere bloccati dai veti di chi è più colpito. Il messaggio principale che credo emerga da questa analisi è proprio che, sebbene le discussioni sul ruolo relativo dell'innovazione e degli investimenti, o sulla combinazione auspicabile di segnali di prezzo e regolamentazione, rimangano importanti, è importante rendersi conto del fatto che la politica climatica è anche una politica macroeconomica. È quindi urgente una discussione più ampia e più precisa sulla macroeconomia e sugli effetti distributivi dell'azione per il clima, discussione che non può non avvenire almeno a livello europeo, se non globale. Così come gli investimenti vanno programmati e finanziati con fondi europei, e i corrispondenti capitali reperiti e scambiati in mercati finanziari attrezzati per favorire questo processo.

In questo contesto, la riflessione dovrebbe concentrarsi maggiormente sull'identificazione dei meccanismi e delle scelte coinvolte in quella che è destinata a essere una transizione impegnativa. Non è minimizzando le sfide che ci attendono che gli analisti e gli esperti convinceranno i politici e l'opinione pubblica a intensificare gli sforzi di decarbonizzazione, ma piuttosto affrontandole a fondo. Trasformazioni così profonde richiedono che i rischi distributivi vengano anticipati e affrontati, che si accresca la consapevolezza dei cittadini. Affinché i costi di transizione possano essere mitigati, l'azione politica²⁹ dovrebbe concentrarsi sulla fornitura di protezione sociale, istru-

29 Per un'analisi della political economy della transizione climatica, Forni L., Tavoni M., How to overcome the short-term costs of the climate transition? CESiFo EconPol Forum, forthcoming.

zione e formazione³⁰, sostegno al reimpiego personalizzato, sussidi per posti di lavoro temporanei, un'efficace politica industriale e di sviluppo regionale.

Prescrizioni chiare perché si adotti un approccio di policy nel quale in passato l'Europa, e l'economia italiana in particolare, non hanno mai brillato e che quindi lasciano aperto il rischio che la transizione climatica, certamente ineludibile, lasci nel nostro paese strascichi e difficoltà ben maggiori di quelle che sarebbero possibili nel caso in cui la transizione venisse gestita al meglio.

References

- [1] Battistini, N., H. Grapow, E. Hahn and M. Soudan (2022). "Wage share dynamics and second-round effects on inflation after energy price surges in the 1970s and today", *Economic Bulletin Boxes*, European Central Bank, vol. 5.
- [2] Baumeister, C. and L. Kilian (2014). "Do oil price increases cause higher food prices?", *Economic Policy, CEPR*, vol. 29(80), pages 691-747.
- [3] Baumeister, C. and G. Peersman (2013). "Time-Varying Effects of Oil Supply Shocks on the US Economy", *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 5(4), pages 1-28.
- [4] Blanchard, O. J. and M. Riggi (2013). "Why are the 2000s so different from the 1970s? A structural interpretation of changes in the macroeconomic effects of oil prices", *Journal of the European Economic Association*, vol. 11(5), pages 1032-1052.
- [5] Bottone, M., A. Tagliabracci and G. Zevi (2022). "Inflation expectations and the ECB's perceived inflation objective: Novel evidence from firm-level data", *Journal of Monetary Economics*, vol. 129(S), pages 15-34.

30 Per una rassegna delle politiche OECD, Skills Outlook 2023, Skills for a Resilient Green and Digital Transition, November 2023.

- [6] Bulligan, G., F. Corsello, S. Neri and A. Tagliabracci (2021). “De-anchored long-term inflation expectations in a low growth, low rate environment”, *Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) 624*, Bank of Italy.
- [7] Carriero, A., F. Corsello and M. Marcellino (2022). “The global component of inflation volatility”, *Journal of Applied Econometrics*, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 37(4), pages 700-721.
- [8] Cecchetti, S., D. Fantino, A. Notarpietro, M. Riggi, A. Tagliabracci, A. Tiseno and R. Zizza (2021). “Inflation expectations in the euro area: indicators, analyses and models used at Banca d’Italia”, *Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) 612*, Bank of Italy.
- [9] Ciccarelli, M. and B. Mojon, (2010). “Global Inflation”, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 92(3), pages 524-535.
- [10] Clark, T. E. and S. J. Terry (2010). “Time Variation in the Inflation Passthrough of Energy Prices”, *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 42(7), pages 1419-1433.
- [11] Conflitti, C. and M. Luciani (2019). “Oil Price Pass-through into Core Inflation”, *The Energy Journal*, vol. 40(6).
- [12] Corsello, F., S. Neri and A. Tagliabracci (2021). “Anchored or de-anchored? That is the question”, *European Journal of Political Economy*, vol. 69(C).
- [13] Kilian, L. (2008). “The Economic Effects of Energy Price Shocks”, *Journal of Economic Literature*, vol. 46(4), pages 871-909, December.
- [14] Koester, G. and H. Grapow (2021). “The prevalence of private sector wage indexation in the euro area and its potential role for the impact of inflation on wages”, *ECB Economic Bulletin 7/2021*.
- [15] Neri, S., G. Bulligan, S. Cecchetti, F. Corsello, A. Papetti, M. Riggi, C. Rondinelli and A. Tagliabracci (2022). “On the anchoring of inflation expectations in the euro area”, *Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) 712*, Bank of Italy.
- [16] Panetta, F. (2022). “Normalising monetary policy in non-normal times”,

speech at a policy lecture hosted by the SAFE Policy Center at Goethe University and the Centre for Economic Policy Research (CEPR).

- [17] Ropele, T. and A. Tagliabracci (2022). “Perceived economic effects of the war in Ukraine: survey-based evidence from Italian firms”, *Applied Economics Letters*, forthcoming.
- [18] Sgaravatti, G., S. Tagliapietra and G. Zachmann (2021) ‘National policies to shield consumers from rising energy prices’, Bruegel Datasets, available at <https://www.bruegel.org/dataset/national-policies-shield-consumers-rising-energy-prices>.
- [19] Visco, I. (2022). “Monetary policy and inflation: recent developments”, background material for the concluding remarks made at the CESIFIN/ EUI Workshop, Florence, 30 September 2022.
- [20] Woodford, M. (2003). “Optimal Interest-Rate Smoothing,” *Review of Economic Studies*, vol. 70(4), pages 861-886.

Appendice

Il modello IAM di Prometeia

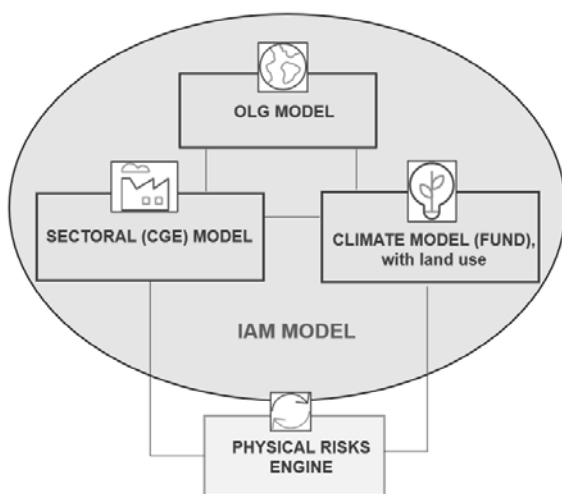
Prometeia ha intrapreso nel 2018 il lavoro di costruzione di un IAM. Facendo tesoro della lunga esperienza nella costruzione di modelli economici di ogni natura, venne affiancato a un preesistente modello a generazioni sovrapposte (Overlapping Generation Model, OLG), un modello settoriale e uno climatico³¹. Il lavoro, da allora, è progredito e l'attuale IAM di Prometeia³² è un modello di equilibrio generale composto da un modello OLG su larga scala e multi-paese, aumentato da un modulo settoriale di equilibrio generale computazionale (CGE) e da un modulo climatico. Il modello fornisce una copertura globale per le emissioni di gas serra e i cambiamenti di temperatura, con dettagli a livello di singolo paese per tutti i paesi europei e i principali paesi emettitori di gas serra e una copertura a livello regionale per le restanti aree del mondo. Ha frequenza annuale e, a partire dal 1950, il suo orizzonte di proiezione si estende oltre il 2100. Gli output forniti dal modello possono essere suddivisi tra risultati macroeconomici (ad esempio, PIL aggregato, deflatore del PIL, prezzo del carbonio, consumi, risparmio privato, debito pubblico, misure di disuguaglianza), variabili settoriali (ad esempio, emissioni di gas serra settoriali, investimenti specifici per settore, prezzi dell'energia, mix energetico per settore) e climatici (ad esempio, temperatura, emissioni e concentrazioni di gas serra, forza radiante, danni derivanti dagli eventi fisici).

31 M. Catalano, L. Forni and E. Pezzolla, "Climate Change Adaptation - the Role of Fiscal Policy", *Resource and Energy Economics*, 2019. Catalano M. And L. Forni, "Fiscal Policies for a Sustainable Recovery and a Green Transformation", *World Bank Policy Research Working Paper 9799*, October 2021.

32 Camilli A., Casprini L., Catalano M., "The Prometeia's IAM model", 2023 mimeo, disponibile su richiesta.

La Figura a1 propone una rappresentazione schematica della struttura dell'IAM di Prometeia e del modello di rischio fisico associato.

Figura a1: Struttura a blocchi del modello IAM



OLG Model

Scendendo un po' più nel dettaglio, il primo stadio del modello IAM è dunque il modello OLG, che cattura le interdipendenze intergenerazionali legate all'evoluzione della popolazione e, ovviamente, al cambiamento climatico.

Come noto, i modelli a generazioni sovrapposte (OLG) sono un framework teorico studiato per descrivere il comportamento economico di una popolazione divisa in generazioni e sono quindi utilizzati per studiare problemi legati all'evoluzione demografica, alle interdipendenze fra generazioni e alle loro implicazioni per i sistemi pensionistici e le finanze pubbliche, ma più in generale per esplicitarne gli effetti sul risparmio, l'accumulazione di capitale e, dunque, sulla crescita economica. Il nostro modello OLG, in particolare,

rappresentando l'economia globale³³, consente di cogliere tali implicazioni a partire dai diversi trend demografici nelle diverse aree del pianeta. Il modello OLG è dunque una importante base teorica per comprendere il comportamento economico in un orizzonte intergenerazionale, il ruolo delle politiche pubbliche e, per questa sua natura intrinsecamente di lungo periodo, risulta particolarmente adatto a trattare temi legati alla transizione climatica, che come si è mostrato in precedenza, vanno a incidere profondamente nelle convenienze relative tra le generazioni e le aree del pianeta, nell'allocazione fra consumo e investimento, nel progresso tecnologico e nella produttività.

In particolare, nel nostro modello OLG vi sono tre agenti principali: famiglie, imprese e governo. Il nucleo fondamentale è chiaramente costituito dalle famiglie: in ogni paese vi è dunque una rappresentazione dettagliata della struttura della popolazione. Ogni coorte di individui vive per 85 anni (o 100 se si preferisce); ovvero, in ogni periodo ci sono 85 coorti diverse in vita e le dimensioni delle coorti variano nel tempo e nei diversi paesi-aree mondiali, in base ai dati storici e alle proiezioni³⁴. Ogni individuo nasce a 15 anni, quando inizia a lavorare, lavora in media per 54 anni e rimane in pensione per 31³⁵. La probabilità che un individuo muoia prematuramente è regolata dalle proiezioni demografiche sul tasso di mortalità di ogni generazione. Il comportamento è modellato assumendo che le preferenze in quanto consumatori siano rappresentate da funzioni di utilità intertemporali, in cui gli individui massimizzano il loro benessere considerando il consumo presente e futuro. Secondo queste funzioni di preferenza, i "giovani" lavorano, risparmiano parte del loro reddito e investono in attività produttive e finanziarie, gli "anziani"

33 In particolare, sono completamente esplicitate le economie per Italia, Germania, Francia, USA, India, China, Africa, Resto del Mondo.

34 Attualmente il modello è calibrato su diversi scenari basati sulle proiezioni demografiche delle Nazioni Unite.

35 Questa configurazione è parametrica e può essere cambiata anche differenziando per paese.

consumano il risparmio accumulato durante la giovinezza. Il modello assume un sistema pensionistico di tipo puramente retributivo (finanziato a ripartizione), in cui il peso del pagamento delle pensioni si fa più gravoso in economie a bassa crescita e bassa fertilità, come l'Italia ad esempio³⁶.

Nel modello OLG, la produzione aggregata è rappresentata attraverso una funzione di produzione opportunamente modificata: oltre al capitale, il lavoro viene arricchito per un indicatore di “qualità del capitale umano”, approssimato dal livello di scolarità della popolazione. La composizione della popolazione per livello di scolarità varia nel tempo, come rappresentato dai dati storici e sulla base delle proiezioni disponibili³⁷, e permette di trasferire la grande ricchezza informativa data dalla struttura a generazioni sovrapposte nella struttura produttiva e, in particolare, nella produttività del fattore lavoro. La crescita tecnologica viene quindi rappresentata attraverso due canali, uno endogeno e legato all'accumulazione di capitale umano e uno esogeno, più tradizionale, legato alla crescita della TFP (residuo di Solow). La componente energetica della produzione, che caratterizza i modelli IAM, è specificata nel modulo settoriale, per permettere di esplicitare le diversità in termini di intensità e mix energetico di ogni settore considerato.

Dopo famiglie e imprese, il terzo blocco fondamentale del modello OLG è rappresentato dal governo. In questo contesto, il ruolo del governo centrale è quello di raccogliere risorse attraverso le imposte ordinarie (su consumi, lavoro e investimenti), eventuali tasse specifiche (come quella sulle emissioni

36 Il modello pensionistico retributivo ha fatto posto, nella maggior parte delle economie sviluppate, al più sostenibile sistema contributivo. Nei modelli OLG è però tipicamente ipotizzato un sistema retributivo poiché in questo modo il modello può essere risolto più semplicemente senza tenere conto della possibile incertezza sui tassi d'interesse futuri e della storia contributiva degli individui. Inoltre, poiché in Italia e in molti dei paesi considerati nell'analisi il processo di transizione da un sistema all'altro è ancora in corso, è ragionevole fare l'ipotesi semplificatoria di un sistema retributivo. È fatta infine l'ipotesi che non ci siano lasciti ereditari volontari, come è standard nella letteratura OLG.

37 Proiezioni dal Wittgenstein Centre for Demography and Global Human Capital.

di) e l'emissione di debito pubblico, per finanziare la spesa pubblica in pensioni, sussidi e investimenti green. L'evoluzione di deficit e debito pubblico segue le dinamiche storiche e si sviluppa nelle proiezioni sul futuro seguendo i rispettivi trend o in base a ipotesi specifiche dello scenario analizzato. La ricchezza di opzioni di politica fiscale e di intervento pubblico per favorire la transizione climatica costituisce un elemento caratterizzante nel modello IAM di Prometeia, rendendo possibile studiare quale sia la combinazione ottimale da un punto di vista di raggiungimento degli obiettivi climatici e/o di massimizzazione del welfare.

Modello CGE settoriale

Il secondo elemento costitutivo del nostro IAM è un modello Computazionale di Equilibrio Economico Generale (CGE) composto da un sistema di funzioni di produzione per i settori economici identificati come i principali motori del cambiamento climatico. Il modello CGE può essere pensato come strutturato su tre livelli. Il primo livello è rappresentato dal settore dell'energia: la tecnologia è rappresentata da funzioni di produzione (di tipo CES) attraverso le quali si massimizzano i profitti sulla base degli input di lavoro, capitale e terra, e dei rispettivi prezzi, per soddisfare la domanda di energia delle imprese. Questo modulo considera tre fonti a emissioni positive (petrolio, carbone e gas), una fonte a emissioni zero (fonti rinnovabili) e una fonte a emissioni negative (BECCS, Bioenergy with carbon capture and storage). Al livello successivo il modello analizza il modo in cui usando come input le risorse di capitale, lavoro e le 5 fonti di energia prima determinate vengono prodotti i beni finali, distinti tra cinque settori (agricoltura, manifattura, servizi, edilizia e trasporti), con una funzione di produzione Leontieff. Questo determina le emissioni di per settore e per regione. La domanda di un settore

dipende non solo dal consumo finale, ma anche dalla produzione degli altri settori, e ciò tenendo conto delle interdipendenze geografiche, poiché la struttura economica di ogni paese stabilisce un sistema di prezzi che riflette la corrispondente specializzazione settoriale. Il terzo livello è costituito dalla funzione di domanda aggregata delle famiglie che funge da coordinamento tra la dimensione settoriale del CGE e quella aggregata dell'OLG, garantendo l'equilibrio generale tra modelli.

Attraverso questa complessa struttura, il modello settoriale consente quindi di studiare l'attuazione delle politiche di mitigazione nelle diverse fasi della produzione. Esiste infatti una integrazione tra il modulo macroeconomico e il modulo settoriale nel modello IAM: il modello macro OLG riceve un feedback attraverso segnali di prezzo influenzati dalla tassazione del carbonio o dalle politiche di mitigazione. L'output del blocco macroeconomico è dunque coerente con la scomposizione settoriale del blocco CGE e con la domanda di energie di ogni settore, così come con la capacità di produzione energetica, dati gli input primari di capitale, lavoro e terra, che variano in base al tipo di energia prodotta.

Modello climatico

Il terzo elemento costitutivo del nostro modello IAM è il modulo climatico basato sul modello FUND³⁸, tra i più aggiornati della letteratura sull'impatto economico del cambiamento climatico. Il modulo climatico utilizza come input l'evoluzione stimata delle grandezze prodotte dai blocchi macro-settoriali descritti in precedenza mentre fornisce come output la proiezione della concentrazione dei gas di Kyoto nell'atmosfera, il forcing radiativo, l'evoluzione della temperatura e i danni fisici del clima all'economia. Inoltre, il modello

38 Anthoff, D., Rose, S., & Tol, R. S. (2014). The Marginal Damage Costs of Different Greenhouse Gases: An Application of FUND. *The Economics of Climate Change: Adaptations Past and Present*, 37-47.

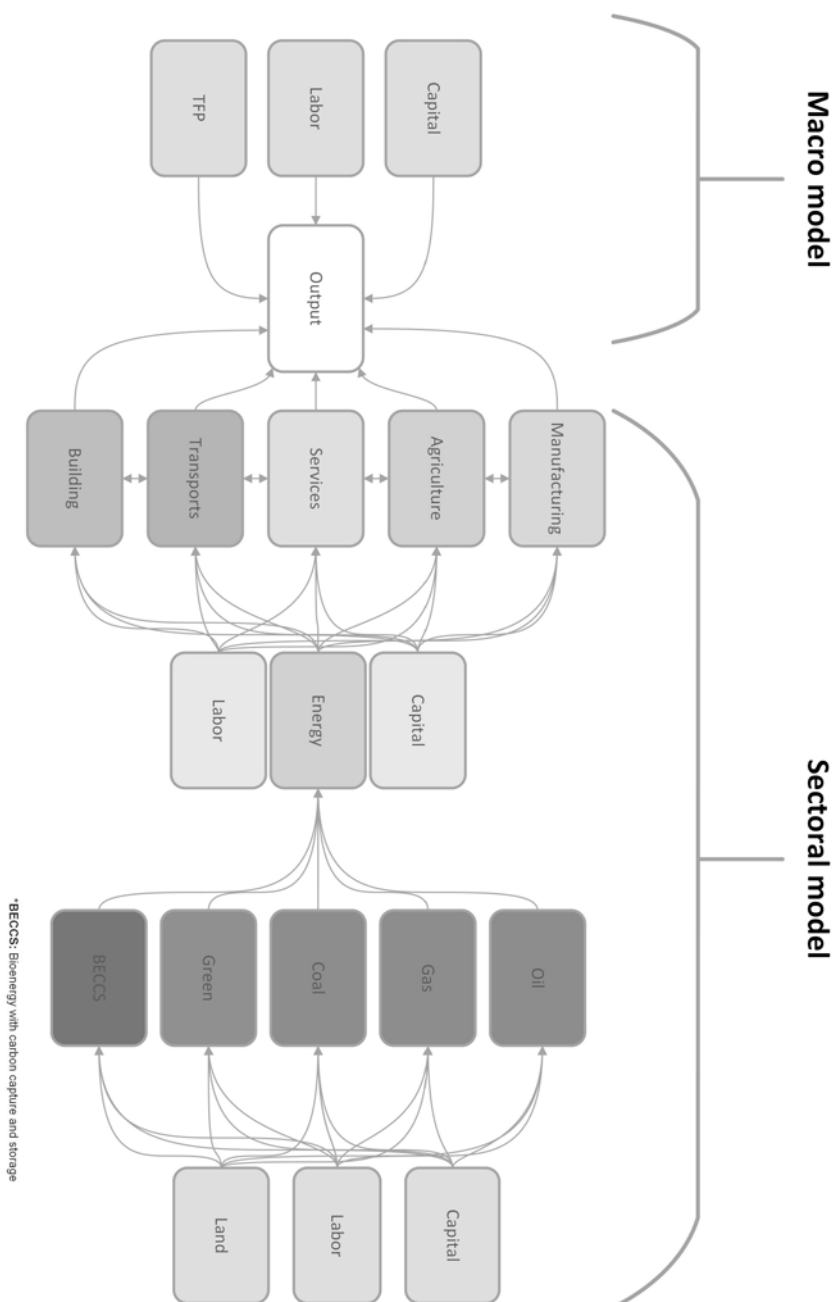
FUND è in grado di valutare l'impatto dei cambiamenti climatici sull'agricoltura, la silvicoltura, le risorse idriche e la biodiversità. A sua volta, attraverso le funzioni di danno (à la Nordhaus, ma può essere risolto utilizzando funzioni di danno diverse³⁹), restituisce gli impatti economici dei cambiamenti climatici, ossia i danni specifici per settore, i cambiamenti nella produttività e le perturbazioni dell'ecosistema. Queste informazioni vengono utilizzate anche per stimare i danni economici associati ai rischi fisici cronici indotti dai cambiamenti climatici.

I tre moduli sono integrati e risolti in equilibrio generale, ovvero attraverso iterazioni successive che permettono di raggiungere un punto di "equilibrio", ovvero di mutua coerenza tra tutti i processi che entrano in gioco. La Figura a2 descrive le fasi delle iterazioni del modello completo necessarie per ottenere stime quantitative dell'impatto economico dei cambiamenti climatici.

La simulazione congiunta dei tre moduli permette quindi di valutare i costi associati ai rischi legati al clima e di incorporarli nella analisi del PIL, dei modelli di consumo, delle disparità fra paesi/aree mondiali, degli effetti sul benessere. Inoltre, fornisce indicazioni sui potenziali benefici delle misure di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, informando il processo decisionale in merito alle politiche climatiche e alle strategie di resilienza.

39 La "funzione di danno" di Nordhaus, ampiamente utilizzata in letteratura, è talvolta criticata poiché prevede una riduzione del PIL per un dato aumento della temperatura ritenuta troppo piccola; è inoltre lineare, mentre si sostiene che il cambiamento climatico non sarà un processo lineare, ma ci saranno "tipping points", punti di svolta.

Figura a2 Descrizione della struttura delle iterazioni del modello IAM



Ciclo economico e scenari climatici

Un aspetto sinora abbastanza trascurato, ma che di recente sta ricevendo sempre maggiore attenzione, anche a seguito dei due forti shock che hanno dominato l'economia mondiale, ossia la crisi da Covid-19 e la guerra in Ucraina con la conseguente crisi del gas e l'inflazione, è dato dall'impatto che gli effetti ciclici, di breve termine⁴⁰, possono esercitare nel condizionare gli scenari climatici, che per loro natura hanno un orizzonte di lungo termine. In particolare, si sottolinea come anche l'orizzonte temporale di tre-cinque anni sia fondamentale per l'analisi dei rischi macroeconomici e finanziari derivanti dalla focalizzazione sulle relazioni clima-economia a lungo termine. In particolare, gli scenari dovrebbero tenere conto degli shock che hanno un impatto a breve termine, si attenuano nel medio termine (come gli shock sulla fiducia), ma possono portare a non linearità nei processi di trasformazione (ad es. la crisi del gas) e quindi condizionare gli scenari climatici nel loro naturale sviluppo di lungo termine.

L'attenzione agli scenari di breve termine consente di approfondire i canali di trasmissione a livello settoriale e dare l'adeguato spazio a fenomeni quali rigidità, frizioni, razionamenti, oltre a permettere di considerare in modo più compiuto il settore bancario-finanziario. Ad esempio, l'esperienza recente mostra come, da un lato, lo shock Covid, rallentando l'economia con conseguente riduzione di emissioni climalteranti, avrebbe potuto essere un'occasione per ripensare l'organizzazione della produzione; dall'altro lato, la crisi Ucraina ha comportato un peggioramento del mix energetico europeo, con una riduzione di consumo di gas a vantaggio di fonti fossili più inquinanti. Le due crisi, quindi, hanno avuto effetti macroclimatici opposti, verosimilmente condizionandone l'evoluzione quanto meno nel medio termine.

40 Conceptual note on short-term climate scenarios, NGFS, October 2023.

Anche da questo punto di vista, i modelli IAM, nella loro natura intrinsecamente modulari, possono essere adatti per essere complementati con i modelli macroeconomici più tradizionali. È quanto facciamo a Prometeia, dove gli scenari climatici prodotti con l'IAM vengono condizionati, con riferimento al breve periodo (i primi 4-5 anni) con gli scenari che produciamo usualmente con i modelli macroeconomici tradizionalmente usati a supporto delle previsioni.

Per rinnovare o attivare un nuovo abbonamento
effettuare un **versamento** su:

c/c bancario n. 10187 Intesa Sanpaolo
Via Vittorio Veneto 108/b- 00187 ROMA
IBAN IT92 M030 6905 0361 0000 0010 187

intestato a: **Editrice Minerva Bancaria s.r.l.**

oppure inviare una **richiesta** a:

amministrazione@editriceminervabancaria.it

Condizioni di abbonamento ordinario per il 2024

	Rivista Bancaria Minerva Bancaria bimestrale	Economia Italiana quadrimestrale	Rivista Bancaria Minerva Bancaria + Economia Italiana
Canone Annuo Italia	€ 120,00 causale: MBI24	€ 90,00 causale: EII24	€ 170,00 causale: MBEI24
Canone Annuo Estero	€ 175,00 causale: MBE24	€ 120,00 causale: EIE24	€ 250,00 causale: MBEIE24
Abbonamento WEB	€ 70,00 causale: MBW24	€ 60,00 causale: EIW24	€ 100,00 causale: MBEIW24

L'abbonamento è per un anno solare e dà diritto a tutti i numeri usciti nell'anno.

L'abbonamento non disdetto con lettera raccomandata entro il 1° dicembre s'intende tacitamente rinnovato.

L'Amministrazione non risponde degli eventuali disguidi postali.

I fascicoli non pervenuti dovranno essere richiesti alla pubblicazione del fascicolo successivo.

Decorso tale termine, i fascicoli disponibili saranno inviati contro rimessa del prezzo di copertina.

Prezzo del fascicolo in corso **€ 40,00 / € 10,00** digitale

Prezzo di un fascicolo arretrato **€ 60,00 / € 10,00** digitale

Publicità

1 pagina **€ 1.000,00** - 1/2 pagina **€ 600,00**

Editrice Minerva Bancaria
COMITATO EDITORIALE STRATEGICO

PRESIDENTE

GIORGIO DI GIORGIO, Luiss Guido Carli

COMITATO

CLAUDIO CHIACCHIERINI, Università degli Studi di Milano Bicocca

MARIO COMANA, Luiss Guido Carli

ADRIANO DE MAIO, Università Link Campus

RAFFAELE LENER, Università degli Studi di Roma Tor Vergata

MARCELLO MARTINEZ, Università della Campania

GIOVANNI PARRILLO, Editrice Minerva Bancaria

MARCO TOFANELLI, Assoreti

ECONOMIA ITALIANA 2023/3

Transizione energetica: maneggiare con cura

La grande paura di dover razionare l'energia e di pagare bollette stratosferiche sembra fortunatamente svanita. Tuttavia, la grande questione del cambiamento climatico, con gli eventi naturali estremi che sembrano susseguirsi, è ancora tutta lì, con il suo peso minaccioso. E le politiche di mitigazione, la realizzazione della "transizione energetica", continuano a far discutere i policy makers e scuotono l'opinione pubblica.

Questo volume di Economia Italiana - editor Stefano Fantacone e Alfredo Macchiati - offre al lettore una chiave di lettura degli accadimenti più recenti e delle possibili prospettive della transizione energetica.

Si parte da uno sguardo retrospettivo e in particolare dall'impatto dell'invasione dell'Ucraina sul mercato europeo del gas naturale. Il rilievo assunto dal tema dei prezzi delle energie fossili è analizzato in due saggi, dedicati alla trasmissione dello *shock* energetico sull'inflazione in Europa e in Italia, di **Parco, Primativo e Truzzu** e di **Corsello e Tagliabracchi**. Il contributo di **Fantacone** sposta l'attenzione sugli scenari futuri di crescita, dando conto del processo di diversificazione delle forniture realizzato dall'Europa e dall'Italia e analizzando gli obiettivi di aumento delle rinnovabili fissati in sede europea. Il tema dei costi della transizione energetica, esaminati da una prospettiva macroeconomica, è il nucleo centrale del contributo di **Tomasini**. Il saggio di **Macchiati** valuta l'atteggiamento dell'opinione pubblica verso la transizione: per far accettare i costi del processo di decarbonizzazione occorre porre al centro politiche redistributive e di comunicazione. La politica industriale è destinata a svolgere un ruolo decisivo nella transizione energetica. Gli articoli di **Mosconi** e di **Scianna, Sorgente e Vitelli** esaminano questo nuovo fronte di intervento della Commissione Europea. Il contributo di **Nuttal** consente infine di arricchire i punti di vista sulla controversa questione del nucleare, testimoniando l'esperienza del Regno Unito. Completano le analisi sull'energia le rubriche di **Bella, Masciocchi e Mauro** e di **Carapellotti e Ricci**.

Al di fuori del tema monografico, completano il volume il contributo di **De Arcangelis e Mariani**, *The Italian Economy and the End of the Multifiber Arrangement*, e la rubrica di **Rolleri** su come affrontare le sfide dell'inverno demografico italiano.

ECONOMIA ITALIANA nasce nel 1979 per approfondire e allargare il dibattito sui nodi strutturali e i problemi dell'economia italiana, anche al fine di elaborare adeguate proposte strategiche e di *policy*. L'Editrice Minerva Bancaria è impegnata a portare avanti questa sfida e a fare di Economia Italiana il più vivace e aperto strumento di dialogo e riflessione tra accademici, *policy makers* ed esponenti di rilievo dei diversi settori produttivi del Paese.